



© Hak Cipta milik Politeknik Negeri Jakarta

Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta



**ANALISIS PENURUNAN KINERJA COOLING TOWER JENIS
MECHANICAL DRAFT COUNTER FLOW DENGAN
PENDEKATAN POSSIBLE CAUSE PADA PEMBANGKIT
LISTRIK TENAGA PANAS BUMI**

SKRIPSI

**POLITEKNIK
NEGERI
JAKARTA**

Oleh:

**Fathir Zuhayr Handaru
NIM. 2102321043**

**PROGRAM STUDI SARJANA TERAPAN TEKNOLOGI
REKAYASA KONVERSI ENERGI
JURUSAN TEKNIK MESIN
POLITEKNIK NEGERI JAKARTA
JULI, 2025**



© Hak Cipta milik Politeknik Negeri Jakarta

Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta



ANALISIS PENURUNAN KINERJA COOLING TOWER JENIS MECHANICAL DRAFT COUNTER FLOW DENGAN PENDEKATAN POSSIBLE CAUSE PADA PEMBANGKIT LISTRIK TENAGA PANAS BUMI

SKRIPSI

Skripsi ini disusun sebagai salah satu syarat untuk menyelesaikan pendidikan Sarjana Terapan Program Studi Teknologi Rekayasa Konversi Energi, Jurusan Teknik Mesin

Oleh:

Fathir Zuhayr Handaru
NIM. 2102321043

**PROGRAM STUDI SARJANA TERAPAN TEKNOLOGI
REKAYASA KONVERSI ENERGI
JURUSAN TEKNIK MESIN
POLITEKNIK NEGERI JAKARTA
JULI, 2025**



Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

HALAMAN PERSEMBAHAN

“Skripsi ini saya persembahkan untuk kedua orang tua saya yang tidak pernah lelah dalam memberikan kasih sayang, doa, dukungan, dan motivasi untuk saya menyelesaikan pendidikan ini. Pendidikan ini akan ada akhirnya, namun doa dan kasih sayang mereka tidak akan pernah terputus dan menjadi langkah awal untuk melangkah lebih jauh. Tidak cukup satu lembar untuk mengungkapkan kasih sayang mereka, namun akan selalu tertulis didalam hati dan doa. Terimakasih Ayah dan Mamah”



HALAMAN PENGESAHAN SKRIPSI

ANALISIS PENURUNAN KINERJA COOLING TOWER JENIS MECHANICAL DRAFT COUNTER FLOW DENGAN PENDEKATAN POSSIBLE CAUSE PADA PEMBANGKIT LISTRIK TENAGA PANAS BUMI

Oleh:

Fathir Zuhayr Handaru

NIM. 2102321043

Program Studi Sarjana Terapan Teknologi Rekayasa Konversi Energi

Telah berhasil dipertahankan dalam sidang sarjana terapan di hadapan Dewan
Penguji pada tanggal 11 Juli 2025 dan diterima sebagai persyaratan untuk
memperoleh gelar Sarjana Terapan pada Program Studi Sarjana Terapan
Teknologi Rekayasa Konversi Energi Jurusan Teknik Mesin

DEWAN PENGUJI

No.	Nama	Posisi Penguji	Tanda Tangan	Tanggal
1.	Dr. Gun Gun Ramdhan Gunadi, S.T., M.T.	Penguji 1		
2.	Dr. Paulus Sukusno, S.T., M.T.	Penguji 2		
3.	Cecep Slamet Abadi, S.T., M.T.	Moderator		

Depok, 18 Juli 2025

Disahkan Oleh:

Ketua Jurusan Teknik Mesin



Dr. Eng. Ir., Muslimin, S.T., M.T., IWE.

NIP. 197707142008121005

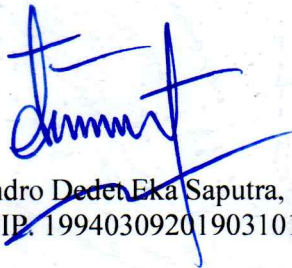
**HALAMAN PERSETUJUAN
SKRIPSI**

**ANALISIS PENURUNAN KINERJA COOLING TOWER JENIS MECHANICAL
DRAFT COUNTER FLOW DENGAN PENDEKATAN POSSIBLE CAUSE PADA
PEMBANGKIT LISTRIK TENAGA PANAS BUMI**

Oleh:
Fathir Zuhayr Handaru
NIM. 2102321043
Program Studi Sarjana Terapan Teknologi Rekayasa Konversi Energi

Skripsi telah disetujui oleh pembimbing

Kepala Program Studi
Sarjana Terapan Teknologi Rekayasa Konversi Energi



Yuli Mafendro Deden Eka Saputra, S.Pd., M.T.
NIP. 199403092019031013

Pembimbing I



Cecep Slamet Abadi, S.T., M.T.
NIP. 196605191990031002

LEMBAR PERNYATAAN ORISINALITAS

Saya yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Fathir Zuhayr Handaru

NIM : 2102321043

Program Studi : Sarjana Terapan Teknologi Rekayasa Konversi Energi

Menyatakan bahwa yang dituliskan di dalam Laporan Tugas Akhir (atau Skripsi) ini adalah hasil karya saya sendiri bukan jiplakan (plagiasi) karya orang lain baik sebagian atau seluruhnya. Pendapat, gagasan, atau temuan orang lain yang terdapat di dalam skripsi telah saya kutip dan saya rujuk sesuai dengan etika ilmiah.

Demikian pernyataan ini saya buat dengan sebenar-bearnya.

Depok, 18 Juli 2025



Fathir Zuhayr Handaru
NIM. 2102321043



Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

ANALISIS PENURUNAN KINERJA *COOLING TOWER* JENIS *MECHANICAL DRAFT COUNTER FLOW* DENGAN PENDEKATAN *POSSIBLE CAUSE* PADA PEMBANGKIT LISTRIK TENAGA PANAS BUMI

Fathir Zuhayr Handaru ¹⁾, Cecep Slamet Abadi ^{1*)}

¹⁾ Program Studi Teknologi Rekayasa Konversi Energi, Jurusan Teknik Mesin, Politeknik Negeri Jakarta, Kampus UI Depok 16424

Email: fathir.zuhayr.handaru.tn21@mhsw.pnj.ac.id

*Corresponding author E-mail address: cecep.slametabadi@mesin.pnj.ac.id

ABSTRAK

Peningkatan kebutuhan energi listrik mendorong optimalisasi sistem pendingin pada Pembangkit Listrik Tenaga Panas Bumi (PLTP), khususnya pada siklus *dry steam* di mana *cooling tower* berperan vital dalam menjaga efisiensi kondensor dan turbin. Permasalahan muncul saat kinerja *cooling tower* menurun, ditandai oleh kenaikan suhu air pendingin yang mengganggu proses kondensasi uap di kondensor. Penelitian ini bertujuan menganalisis performa *cooling tower* tipe *mechanical draft counter flow* pada PLTP Kamojang Unit 4 dengan pendekatan *possible cause*, guna mengidentifikasi penyebab utama dan menetapkan tindakan perbaikan. Analisis difokuskan pada parameter efektivitas dan kapabilitas, dengan pengukuran suhu air, suhu udara, kelembaban, laju aliran air, serta daya fan, dan perhitungan performa yang mengacu pada standar CTI ATC-105. Hasil menunjukkan bahwa penggantian fill pack meningkatkan efektivitas dari 64,07% menjadi 76,06%, daya fan dari 751,5 kW menjadi 763,6 kW, serta kapabilitas dari 93,12% menjadi 95,75% setelah overhaul. Temuan ini menunjukkan bahwa pendekatan *possible cause* serta tindakan penggantian fill pack terbukti efektif dalam meningkatkan performa *cooling tower* dan mendukung keberhasilan overhaul.

Kata kunci: *Cooling Tower, Kapabilitas, Efektivitas, Possible Cause, Overhaul*



Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

PERFORMANCE DEGRADATION ANALYSIS OF MECHANICAL DRAFT COUNTER FLOW COOLING TOWER WITH POSSIBLE CAUSE APPROACH IN GEOTHERMAL POWER PLANT

Fathir Zuhayr Handaru ¹⁾, Cecep Slamet Abadi ^{1*)}

¹⁾Study Progra of Bachelor of Applied Energy Conversion Engineering Technology, Department of Mechanical Engineering, Politeknik Negeri Jakarta, Kampus UI Depok 16424

Email: fathir.zuhayr.handaru.tn21@mhsw.pnj.ac.id

*Corresponding author E-mail address: cecep.slametabadi@mesin.pnj.ac.id

ABSTRACT

The increasing demand for electrical energy encourages the optimization of the cooling system in Geothermal Power Plants (PLTP), especially in the dry steam cycle where the cooling tower plays a vital role in maintaining the efficiency of the condenser and turbine. Problems arise when cooling tower performance decreases, characterized by an increase in cooling water temperature that disrupts the steam condensation process in the condenser. This study aims to analyze the performance of the mechanical draft counter flow type cooling tower at Kamojang Unit 4 PLTP with a possible cause approach, in order to identify the main causes and determine corrective actions. The analysis focused on effectiveness and capability parameters, with measurements of water temperature, air temperature, humidity, water flow rate, and fan power, and performance calculations referring to the CTI ATC-105 standard. The results showed that the fill pack replacement improved the effectiveness from 64.07% to 76.06%, fan power from 751.5 kW to 763.6 kW, and capability from 93.12% to 95.75% after the overhaul. These findings indicate that the possible cause approach and fill pack replacement actions were effective in improving cooling tower performance and supporting the success of the overhaul.

Kata kunci: Cooling Tower, Capability, Effectiveness, Possible Cause, Overhaul



Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

Kata Pengantar

Puji dan syukur penulis panjatkan ke hadirat Allah SWT atas segala rahmat, karunia, dan petunjuk-Nya, sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi dengan judul “Analisis Penurunan Kinerja Cooling Tower Jenis Mechanical Draft Counterflow dengan Pendekatan Possible Cause di Pembangkit Listrik Tenaga Panas Bumi”. Skripsi ini disusun sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar Sarjana Terapan pada Program Studi Teknologi Rekayasa Konversi Energi, Jurusan Teknik Mesin, Politeknik Negeri Jakarta. Penulisan skripsi ini tidak lepas dari dukungan, bantuan, dan do’a dari berbagai pihak. Oleh karena itu, penulis menyampaikan ucapan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada:

1. Bapak Dr. Eng. Muslimin, S.T., M.T., IWE, selaku Ketua Jurusan Teknik Mesin Politeknik Negeri Jakarta.
2. Bapak Yuli Mafendro Dedet Eka Saputra, S.Pd., M.T., selaku Kepala Program Studi Teknologi Rekayasa Konversi Energi Politeknik Negeri Jakarta.
3. Bapak Cecep Slamet Abadi, S.T., M.T., selaku dosen pembimbing yang telah membimbing penulis dengan sabar, memberikan arahan, masukan yang konstruktif, serta berdiskusi panjang selama proses penyusunan skripsi ini.
4. Bapak Jajang Januar dan Bapak Muhammad Rayhan Hidayat Tadjri, selaku pembimbing dan mentor dari PT Pertamina Geothermal Energy Area Kamojang, yang telah memberikan bimbingan teknis, wawasan lapangan, serta banyak membantu penulis selama proses penelitian.
5. Bapak Jajang, Bapak Yopie, dan Bapak Utep, serta seluruh Tim teknisi dan pelaksana Maintenance Rotating Equipment, serta Tim Operator CCR Divisi Operasi PLTP Kamojang, atas bantuan dan kerja samanya dalam proses pengambilan data.
6. Kedua orang tua, yang telah memberikan kasih sayang, semangat, serta do’a yang tidak pernah putus dalam setiap langkah penulis hingga mencapai tahap akhir pendidikan ini.



© Hak Cipta milik Politeknik Negeri Jakarta

Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

7. Ibu Ani dan Bapak Asep, selaku pemilik Kos selama penulis tinggal di Kamojang, atas kebaikan dan sambutan yang sangat hangat serta penuh kesan.
8. Nicho, Sultan, Ryan, Alex, Gesa, Anggi, Naufal, Hakim, Afif, Wafa, dan rekan-rekan penulis lainnya selama di Kamojang, yang telah memberikan suasana menyenangkan, kebersamaan, dan pengalaman berharga selama penulis melakukan penelitian.
9. Mentor online, yang turut memberikan referensi buku, materi teknis, dan wawasan terkait sistematika penulisan skripsi.
10. Mahasiswi dengan NIM 2105414032, yang senantiasa memberikan dukungan moral, semangat yang tak pernah padam, serta menemani penulis hingga mencapai akhir perjalanan akademik ini dan seterusnya.
11. Seluruh rekan-rekan kelas A angkatan 21 Program Studi Teknologi Rekayasa Konversi Energi, atas kebersamaan, kerja sama, dan dukungan selama masa studi.

Penulis berharap skripsi ini dapat memberikan manfaat bagi semua pihak, khususnya dalam bidang konversi energi, serta menjadi referensi atau bahan pembelajaran bagi sivitas akademika di Politeknik Negeri Jakarta.

Akhir kata, penulis menyadari bahwa skripsi ini masih jauh dari sempurna. Oleh karena itu, kritik dan saran yang membangun sangat penulis harapkan untuk perbaikan di masa mendatang.

Penulis, 27 Juni 2025

Fathir Zuhayr Handaru



Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

Daftar Isi

HALAMAN PERSEMBAHAN.....	iii
HALAMAN PERSETUJUAN.....	iv
HALAMAN PENGESAHAN.....	v
LEMBAR PERNYATAAN ORISINALITAS.....	vi
ABSTRAK.....	vii
ABSTRACK.....	viii
Kata Pengantar.....	ix
Daftar Isi.....	xi
Daftar Tabel.....	xiii
Daftar Gambar.....	xiv
Daftar Lampiran.....	xv
BAB I PENDAHULUAN.....	1
1.1 Latar Belakang Penelitian.....	1
1.2 Rumusan Masalah Penelitian.....	2
1.3 Pertanyaan Penelitian.....	3
1.4 Batasan Masalah Penelitian.....	3
1.5 Tujuan Penelitian.....	4
1.6 Manfaat Penelitian.....	4
1.7 Sistematika Penulisan Skripsi.....	5
BAB II TINJAUAN PUSTAKA.....	7
2.1 Landasan Teori.....	7
2.1.1 Cooling Tower.....	7
2.1.2 Tipe dan Jenis Cooling Tower.....	8
2.1.3 Komponen Cooling Tower.....	12
2.1.4 Proses Evaporasi Cooling Tower.....	16
2.1.5 Perawatan Cooling Tower.....	18
2.1.6 Parameter Kinerja Cooling Tower.....	19
2.1.7 Performa Cooling Tower.....	22
2.1.8 Kapabilitas Cooling Tower.....	23
2.1.9 Baseline Pengujian Performa Cooling Tower.....	27
2.1.10 Stabilitas Data.....	28
2.1.11 Possible Cause Perubahan Kinerja Cooling Tower.....	29



© Hak Cipta milik Politeknik Negeri Jakarta

Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

2.2 Kajian Literatur	31
2.3 Kerangka Pemikiran	36
2.4 Hipotesis	37
BAB III METODE PENELITIAN	38
3.1 Jenis Penelitian	38
3.2 Diagram Alir Penelitian	39
3.3 Objek Penelitian	39
3.4 Metode Pengambilan Sampel	40
3.5 Jenis dan Sumber Data Penelitian	41
3.6 Metode Pengumpulan Data	42
3.7 Metode Analisis Data	43
BAB IV HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN	45
4.1 Data Peforma Cooling Tower	45
4.1.1 Validitas Data	46
4.1.2 Stabilitas Data	47
4.2 Perhitungan Performa Cooling Tower	48
4.2.1 Penentuan Karakter Udara Desain dan Pengujian	49
4.2.2 Perhitungan Adjusted Water Flow Rate saat Pengujian	49
4.2.3 Menghitung Kapabilitas Cooling Tower Sebelum overhaul	50
4.2.4 Menghitung Kapabilitas Cooling Tower Sesudah overhaul	50
4.2.5 Efektivitas Cooling tower Sebelum dan Sesudah Overhaul	50
4.3 Pembahasan	51
4.3.1 Perbandingan Performa Cooling Tower	51
4.3.2 Possible Cause penurunan Kinerja Cooling Tower	57
4.3.3 Penanganan Penuruan Kapabilitas Cooling Tower	59
BAB V PENUTUP	60
5.1 Kesimpulan	60
5.2 Saran	61
DAFTAR PUSTAKA	62
LAMPIRAN	64



Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

Daftar Tabel

Table 2.1.1 Baseline Pengujian Performa Cooling Tower.....	28
Table 2.1.2 Syarat stabilitas data.....	29
Table 3.4.1 Lokasi Penempatan Sensor.....	40
Table 3.7.1 Syarat Validitas Data Pengujian.....	43
Table 4.1.1 Parameter Kondisi Lingkungan.....	45
Table 4.1.2 Validitas Data Pengujian.....	46
Table 4.1.3 Stabilitas data pengujian sebelum overhaul.....	47
Table 4.1.4 Stabilitas data pengujian sesudah overhaul	47
Table 4.2.1 Parameter Perhitungan Cooling Tower Design dan Pengujian.....	48
Table 4.3.1 Komparasi Performa Cooling Tower.....	52

**POLITEKNIK
NEGERI
JAKARTA**



Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

Daftar Gambar

Gambar 2. 1 Siklus Pendinginan PLTP	8
Gambar 2. 2 Natural Cooling Tower	9
Gambar 2. 3 Mechanical Cooling Tower	9
Gambar 2. 4 Crossflow Cooling Tower	10
Gambar 2. 5 Counterflow Cooling Tower	11
Gambar 2. 6 Bagian-Bagian Mechanical conterflow cooling tower	12
Gambar 2. 7 Fan Cooling Tower	13
Gambar 2. 8 Drift Eliminators	13
Gambar 2. 9 Spray Zone	14
Gambar 2. 10 Fill pack	14
Gambar 2. 11 Falling Water Zone	15
Gambar 2. 12 Cold Water Basin	16
Gambar 2. 13 Posisi nilai TDB dan RH	24
Gambar 2. 14 Psikrometrik diagram plot	25
Gambar 2. 15 Diagram Kerangka Pemikiran	36
Gambar 3. 1 Diagram Alir Penelitian	39
Gambar 3. 2 Objek Cooling tower	39
Gambar 3. 3 Denah Peletakan Sensor Pada Cooling Tower	41
Gambar 4. 1 Perbandingan Kapabilitas Cooling Tower	53
Gambar 4. 2 Perbandingan Fan Driver Power	54
Gambar 4. 3 Kondisi Filler Cooling tower	56



Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

Daftar Lampiran

Lampiran 1 Psikrometrik chart no 6.....	64
Lampiran 2 Data hasil pengukuran sebelum overhaul.....	65
Lampiran 3 Data hasil pengukuran sesudah overhaul	66
Lampiran 4 Surat izin pengambilan data.....	67
Lampiran 5 Pembersihan screen basin	68
Lampiran 6 Daftar riwayat hidup	69





Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang Penelitian

Pembangkit Listrik Tenaga Panas Bumi (PLTP) merupakan salah satu sumber energi terbarukan yang memiliki peran penting dalam mendukung ketahanan energi nasional. Salah satu komponen vital dalam sistem PLTP adalah cooling tower, yang berfungsi untuk menurunkan temperatur air pendingin hasil kondensasi uap sebelum dialirkan kembali ke sistem siklus. Keandalan kinerja cooling tower sangat mempengaruhi efisiensi pembangkit secara keseluruhan, mengingat proses pendinginan yang optimal akan menjaga kestabilan tekanan vakum kondensor dan meningkatkan efisiensi turbin pembangkit [1].

Cooling tower jenis *Mechanical Draft Counter Flow* banyak digunakan pada PLTP karena kemampuannya untuk mengatur laju aliran udara secara mekanis melalui kipas (fan), serta mampu beroperasi dalam berbagai kondisi beban. Kinerja cooling tower dinilai dari beberapa parameter penting seperti *efektivitas*, *range*, *approach*, dan kapabilitas pendinginan [2].

Seiring dengan berjalannya waktu, kinerja cooling tower dapat mengalami penurunan kinerja akibat akumulasi *deposit*, penyumbatan media *fill pack*, serta perubahan karakteristik operasional seperti laju aliran air dan suhu udara sekitar serta penurunan performa komponen mekanis seperti gearbox. Oleh karena itu, pengujian performa menjadi hal penting untuk memonitor performa cooling tower. Salah satu pendekatan pengujian yang umum digunakan yaitu pengujian *thermal acceptance test* berdasarkan standar CTI ATC-105, seperti yang juga diterapkan pada penelitian El-Din El-Morshedy & Shouman (2024) yang mengevaluasi kapabilitas cooling tower pada sistem pendingin reaktor nuklir, dengan hasil kapabilitas mencapai 105%. [3]

Sejumlah penelitian sebelumnya juga telah mengkaji pengaruh kondisi fill pack terhadap performa cooling tower. Misalnya, penelitian oleh Mutiara Ghinaul Qalbi et al., (2024) menunjukkan bahwa akumulasi *deposit* pada *fill pack* dapat



© Hak Cipta milik Politeknik Negeri Jakarta

Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

menyebabkan peningkatan resistansi aliran udara, penurunan kapasitas perpindahan panas, dan berujung pada penurunan efektivitas sistem pendinginan. Sementara itu, Wuryanti (2021) menekankan pentingnya monitoring daya fan sebagai indikator tidak langsung dari kondisi *fill pack*. Penurunan daya fan dapat menjadi gejala awal adanya gangguan aliran udara akibat penyumbatan di media pendingin. [5]

Meskipun sudah banyak penelitian terkait efektivitas dan kapabilitas, penelitian yang secara khusus mengkaji penurunan kinerja cooling tower secara eksplisit pada 2 kondisi (sebelum overhaul dan sesudah overhaul), dengan mengintegrasikan pendekatan identifikasi penyebab (*possible cause*) berdasarkan pengukuran yang dilakukan dan inspeksi visual, masih relatif terbatas. Inilah yang menjadi kesenjangan penelitian dalam penelitian ini.

Oleh karena itu, penelitian ini menjadi penting untuk dilakukan, guna mengidentifikasi faktor-faktor penyebab penurunan kinerja cooling tower secara komprehensif, dengan menggabungkan analisis parameter operasional, data pengukuran aktual, hasil inspeksi visual, serta konfirmasi terkait riwayat perbaikan dengan tim maintenance. Hasil penelitian ini diharapkan dapat memberikan kontribusi dalam upaya optimalisasi perawatan cooling tower, penentuan indikator dini kerusakan, serta perencanaan overhaul yang lebih efektif.

Pemilihan lokasi penelitian dilakukan pada unit Cooling Tower PLTP Kamojang Unit 4, yang memiliki sistem pendingin jenis Mechanical Draft Counter Flow dengan kapasitas operasi yang strategis dalam mendukung sistem pembangkitan. Maka dari itu judul penelitian yang diangkat adalah "Analisis Penurunan Kinerja Cooling Tower Jenis Mechanical Draft Counter Flow dengan Pendekatan Possible Cause pada Pembangkit Listrik Tenaga Panas Bumi".

1.2 Rumusan Masalah Penelitian

Cooling tower pada pembangkit listrik tenaga panas bumi berperan penting dalam menjaga kinerja sistem pendingin. Namun, seiring waktu terjadi penurunan kinerja akibat *deposit* pada *fill pack*, penurunan aliran udara, serta degradasi



Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

komponen mekanis. Gejala penurunan ini ditunjukkan oleh turunnya daya fan, peningkatan *approach*, dan penurunan efektivitas pendinginan.

Oleh karena itu, diperlukan analisis penurunan kinerja cooling tower dengan pendekatan *possible cause* berdasarkan pengukuran parameter operasi, inspeksi komponen, serta data performa pada berbagai kondisi operasi, dengan acuan standar pengujian CTI ATC-105 seperti yang diterapkan pada penelitian El-Din El-Morshedy & Shouman (2024).

1.3 Pertanyaan Penelitian

- 1) Bagaimana kinerja cooling tower jenis *mechanical draft counter flow* pada pembangkit listrik tenaga panas bumi berdasarkan hasil pengujian kapabilitas menggunakan standar CTI ATC-105?
- 2) Apa saja faktor perubahan kinerja cooling tower berdasarkan analisis dengan pendekatan *possible cause*?
- 3) Apa dampak dari perubahan kinerja cooling tower jenis *mechanical draft counter flow* pada pembangkit listrik tenaga panas bumi berdasarkan hasil pengujian kapabilitas menggunakan standar CTI ATC-105?

1.4 Batasan Masalah Penelitian

Penelitian ini memiliki batasan sebagai berikut:

- 1) Objek penelitian difokuskan pada sistem cooling tower jenis *mechanical draft counter flow* yang beroperasi pada pembangkit listrik tenaga panas bumi di unit 4.
- 2) Pengujian kinerja cooling tower dilakukan berdasarkan pengukuran parameter suhu (hot water temperature, cold water temperature, wet bulb temperature, dry bulb temperature), relative humidity, laju aliran air, daya fan driver, dan kondisi visual *fill pack*.
- 3) Analisis kapabilitas cooling tower dilakukan menggunakan metode pengujian *thermal acceptance test* mengacu pada standar CTI ATC-105.
- 4) Evaluasi kinerja cooling tower dilakukan pada 2 kondisi operasi, yaitu: sebelum overhaul dan sesudah overhaul dengan baseline saat cooling tower commissioning.



Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

- 5) Analisis penyebab perubahan kinerja cooling tower dibatasi pada faktor *deposit* pada *fill pack*, perubahan daya fan, serta parameter operasional sistem pendingin. Tidak membahas unsur kimia pada air yang masuk ke dalam cooling tower.
- 6) Penelitian tidak membahas aspek finansial, ekonomis, atau dampak lingkungan dari perbaikan cooling tower.

1.5 Tujuan Penelitian

Penelitian ini bertujuan untuk:

- 1) Mendapatkan hasil perubahan kinerja termal cooling tower jenis *mechanical draft counter flow* pada pembangkit listrik tenaga panas bumi berdasarkan hasil pengujian kapabilitas menggunakan standar CTI ATC-105.
- 2) Dapat mengetahui faktor perubahan kinerja cooling tower berdasarkan analisis dengan pendekatan *possible cause*.
- 3) Mengetahui dampak dari perubahan kinerja cooling tower jenis *mechanical draft counter flow* pada pembangkit listrik tenaga panas bumi berdasarkan hasil pengujian kapabilitas menggunakan standar CTI ATC-105.

1.6 Manfaat Penelitian

Mengacu pada tujuan penelitian yang telah ditetapkan, hasil penelitian ini diharapkan dapat memberikan manfaat sebagai berikut:

1) Manfaat Teoretis

Penelitian ini diharapkan dapat memberikan kontribusi bagi pengembangan ilmu pengetahuan di bidang sistem pendingin pembangkit listrik, khususnya terkait analisis penurunan kinerja cooling tower jenis *mechanical draft counter flow*. Selain itu, penelitian ini memperkaya kajian ilmiah mengenai penerapan metode *thermal acceptance test* berdasarkan standar CTI ATC-105 dalam evaluasi performa cooling tower.

2) Manfaat Praktis

Hasil penelitian ini dapat digunakan sebagai acuan bagi pengelola pembangkit listrik tenaga panas bumi dalam melakukan monitoring,



© Hak Cipta milik Politeknik Negeri Jakarta

Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

evaluasi, serta penentuan tindakan perawatan cooling tower secara lebih efektif. Identifikasi *possible cause* yang dihasilkan dapat membantu perencanaan overhaul, penggantian fill pack, serta pengendalian *fouling* sehingga dapat meminimalkan penurunan kinerja cooling tower dan menjaga stabilitas kinerja pembangkit secara keseluruhan.

1.7 Sistematika Penulisan Skripsi

Berikut ini merupakan sistematika penulisan skripsi, yaitu:

- a) Bagian Awal
 - 1) Halaman Sampul
 - 2) Halaman Judul
 - 3) Halaman Persembahan
 - 4) Halaman Persetujuan
 - 5) Halaman Pengesahan
 - 6) Halaman Pernyataan Orisinalitas
 - 7) Abstrak dalam Bahasa Indonesia
 - 8) Abstrak dalam Bahasa Inggris
 - 9) Kata Pengantar
 - 10) Daftar Isi
 - 11) Daftar Tabel
 - 12) Daftar Gambar
 - 13) Daftar Lampiran
 - 14) Daftar Istilah
 - 15) Daftar Notasi
 - 16) Ringkasan
- b) Bagian Isi
 - 1) BAB I PENDAHULUAN
 - 1.1 Latar Belakang Penulisan Laporan Tugas Akhir
 - 1.2 Rumusan Masalah Penulisan Laporan Tugas Akhir
 - 1.3 Tujuan Penulisan Laporan Tugas Akhir
 - 1.4 Manfaat Penulisan Laporan Tugas Akhir
 - 1.5 Sistematika Penulisan Laporan Tugas Akhir



© Hak Cipta milik Politeknik Negeri Jakarta

Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

- 2) BAB II TINJAUAN PUSTAKA
 - 2.1 Landasan Teori
 - 2.2 Kajian Literatur
 - 2.3 Kerangka Pemikiran
 - 2.4 Hipotesis
- 3) BAB III METODE PENELITIAN
 - 3.1 Jenis Penelitian
 - 3.2 Objek Penelitian
 - 3.3 Metode Pengambilan Sampel
 - 3.4 Jenis dan Sumber Data Penelitian
 - 3.5 Metode Pengumpulan Data Penelitian
 - 3.6 Metode Analisis Data
- 4) BAB IV HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN
 - 4.1 Hasil Penelitian
 - 4.2 Pembahasan
- 5) BAB V PENUTUP
- c) Bagian Akhir
 - 1) DAFTAR PUSTAKA
 - 2) Lampiran

**POLITEKNIK
NEGERI
JAKARTA**

Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

BAB V

PENUTUP

5.1 Kesimpulan

Berdasarkan hasil pengujian performa cooling tower jenis mechanical draft counter flow pada PLTP Kamojang Unit 4 sebelum dan sesudah pelaksanaan overhaul tahun 2024, diperoleh kesimpulan sebagai berikut:

- 1) Berdasarkan standar CTI ATC-105, kinerja cooling tower menunjukkan penurunan kapabilitas dari kondisi optimal 98,34% saat commissioning menjadi 93,12% sebelum overhaul, mengindikasikan adanya degradasi performa dalam masa operasi. Setelah dilakukan overhaul berupa penggantian fill pack, kapabilitas meningkat menjadi 95,75%. Ini menunjukkan bahwa tindakan perbaikan memberikan dampak positif meskipun belum sepenuhnya mengembalikan performa seperti pada saat commissioning.
- 2) Analisis dengan pendekatan possible cause mengidentifikasi bahwa penurunan daya fan driver, menjadi indikator awal dari penurunan performa. Hasil inspeksi menunjukkan adanya fouling signifikan pada fill pack yang menyebabkan penyumbatan aliran udara, mengurangi efektivitas evaporasi. Penggantian fill pack terbukti efektif dalam memulihkan aliran udara dan kapabilitas. Oleh karena itu, daya fan dapat digunakan sebagai indikator operasional untuk mendeteksi degradasi performa sejak dini.
- 3) Hasil dari tindakan perbaikan berupa penggantian fill pack berdampak pada peningkatan performa cooling tower secara signifikan. Setelah overhaul, cooling range meningkat dari 22,48°C menjadi 24,33°C, nilai approach menurun dari 12,62°C menjadi 7,67°C, kapabilitas meningkat dari 93,12% menjadi 95,75%, serta efektivitas meningkat dari 64,07% menjadi 76,06%. Selain itu, daya fan driver juga naik dari 751,5 kW menjadi 763,6 kW, yang menandakan bahwa aliran udara telah kembali mendekati kondisi optimal untuk mendukung proses pendinginan.

**Hak Cipta :**

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumunkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

5.2 Saran

Berdasarkan hasil penelitian yang telah dilakukan, terdapat beberapa saran yang dapat diajukan untuk peningkatan kinerja cooling tower PLTP:

- 1) Disarankan menggunakan parameter daya fan sebagai indikator utama dalam menentukan waktu penggantian fill pack, karena penurunan daya fan mengindikasikan adanya hambatan aliran udara akibat fouling pada fill pack.
- 2) Perlu dilakukan penelitian lanjutan untuk mengidentifikasi faktor-faktor lain yang mempengaruhi kapabilitas cooling tower, agar performa dapat kembali mendekati kondisi commissioning.
- 3) Monitoring efektivitas cooling tower secara berkala tetap perlu dilakukan untuk memastikan kinerja perpindahan panas tetap optimal sesuai target desain.



**POLITEKNIK
NEGERI
JAKARTA**



Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

DAFTAR PUSTAKA

- [1] A. F. A. Fauzan, R. T. Arifien, D. M. Kamal, I. Silanegara, and P. M. Adhi, "Analisis Pengaruh Temperatur Air Pendingin Terhadap Kinerja Dan Efisiensi Turbin Uap Di Pltp Unit 1 Dieng," *Semin. Nas. Tek. Mesin*, no. June, 2019.
- [2] H. Abdurrohman, J. Mrihardjono, and S. Darmanto, "Analisis Performance Cooling Tower Tipe Induced Draft Counter Flow Pltp Kamojang Unit 5," *J. Mekanova Mek. Inov. dan Teknol.*, vol. 8, no. 2, p. 324, 2022, doi: 10.35308/jmkn.v8i2.6526.
- [3] S. El-Din El-Morshedy and L. Shouman, "Testing the thermal performance of water cooling towers," *Kerntechnik*, vol. 89, no. 5, pp. 683–689, 2024, doi: 10.1515/kern-2024-0049.
- [4] Mutiara Ghinaul Qalbi, Budi Suharto, and Sri Wuryanti, "Analisis Efektivitas Cooling Tower Sebelum dan Sesudah Pergantian Filler Pack," *J. Surya Tek.*, vol. 11, no. 1, pp. 394–399, 2024, doi: 10.37859/jst.v11i1.7326.
- [5] S. Wuryanti, "Peningkatan Efektivitas Cooling Tower dengan Metoda Air High Speed," *J. Tek. Energi*, vol. 10, no. 1, pp. 40–43, 2021, doi: 10.35313/energi.v10i1.2326.
- [6] R. S. Kusumo, D. Rhakasywi, U. Pembangunan, and N. Veteran, "Exergy Analysis and Optimization of Kamojang Geothermal Power Plant Dry Steam Type," vol. 4, no. 12, pp. 11695–11707, 2024.
- [7] F. M. Panjaitan and I. Z. Putra, "Analisis Pengaruh Temperatur Ambient Terhadap Kinerja Cooling Tower Unit 2 Berdasarkan Evaluasi Range dan Approach pada PLTGU PT Mitra Energi Batam," vol. 17, no. 1, pp. 32–39, 2025.
- [8] J. M. Walangitan, C. Bujung, and F. Tumimomor, "Analisis Performa Menara Pendingin Mechanical Induced Draught Aliran Counterflow Pada Pembangkit Listrik Tenaga Panas Bumi Lahendong Unit 5," *J. FisTa Fis. dan Ter.*, vol. 2, no. 2, pp. 100–104, 2021, doi: 10.53682/fista.v2i2.137.
- [9] F. A. Kulo, R. N. Palilingan, and C. A. N. Bujung, "Perbandingan Efisiensi Cooling Tower Unit 2 PLTP Lahendong Sebelum dan Sesudah Overhaul," *J. FisTa Fis. dan Ter.*, vol. 4, no. 1, pp. 22–29, 2023, doi: 10.53682/fista.v4i1.239.
- [10] John C. Hensley, *Cooling Tower Fundamentals*. Kansas, USA: SPX Cooling Technologies, 2006. doi: 10.1201/9780203912492.pt4.
- [11] A. Patra, S. Misra, and S. K. Panda, "Heat Transfer and Psychometric Analysis of a Counter-Flow Wet Cooling Tower," *Heat Transf. Res.*, vol. 54, no. 12, pp. 81–93, 2023, doi: 10.1615/heattransres.v54.i12.50.



Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumunkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

- [12] A. Prado de Nicolás, A. Molina-García, and F. Vera-García, "Performance evaluation and feasibility study of a cooling tower model for zero liquid discharge-desalination processes," *Energy Convers. Manag.*, vol. 297, p. 117673, Dec. 2023, doi: 10.1016/J.ENCONMAN.2023.117673.
- [13] A. B. Oktavianto and M. Tamjidillah, "Analisis Kegagalan Operasi Cooling Tower Fan Unit 2B Pltu Asam Asam," *Jtam Rotary*, vol. 2, no. 1, p. 65, 2020, doi: 10.20527/jtam_rotary.v2i1.2005.
- [14] M. I. Ghozali, F. D. Wardhana, and A. D. Candra, "Analisa Efisiensi Cooling Tower Tipe Induced Draft Counter Flow Ssebelum dan Sesudah Penggantian Filler pada Pembangkit Listrik Tenaga Panas Bumi (PLTP) Unit 1 Dieng PT Geo Dipa Energi (PERSERO)," vol. 4, no. November, pp. 1072–1079, 2024.
- [15] O. Triansah and Y. Witanto, "Efektivitas Cooling Tower Fan 6P-4051-Gb. Di Pt. Pupuk Sriwidjaja Sektor Stg-Bb, Palembang, Sumatera Selatan," *Rekayasa Mek.*, vol. 4, no. 1, pp. 9–12, 2020.
- [16] A. Suharsimi, *Prosedur Penelitian: Suatu Pendekatan Praktik*. Jakarta: Rineka Cipta, 2010.
- [17] Sugiyono, *Metode Penelitian Kuantitatif, Kualitatif, dan R&D*. Bandung: Alfabeta, 2013.
- [18] H. Ahyadi, "Analisis Temperatur Analisis Temperatur Lingkungan Terhadap Kinerja Cooling Tower Tipe Induced Draft Unit 2," *Sainstech J. Penelit. dan Pengkaj. Sains dan Teknol.*, vol. 30, no. 1, pp. 18–23, 2020, doi: 10.37277/stch.v30i1.494.
- [19] Cooling Technology Institute (CTI), "Acceptance Test Code for Water Cooling Towers (ATC-105)," Cooling Technology Institute, USA, 2000.
- [20] K. Ishikawa, *Guide to Quality Control*. Tokyo, Japan: Asian Productivity Organization, 1993.
- [21] A. Melkias, "Analisa Performa Pada Cooling Tower Jenis Mechanical Draft Crossflow," *J. Tek. Energi*, vol. 10, no. 1, pp. 24–28, 2021, doi: 10.35313/energi.v10i1.2321.
- [22] W. Asvapoositkul and S. Treeutok, "A simplified method on thermal performance capacity evaluation of counter flow cooling tower," *Appl. Therm. Eng.*, vol. 38, pp. 160–167, 2012, doi: 10.1016/j.applthermaleng.2012.01.025.

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengemukakan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

Lampiran 1 Psikrometrik chart no 6

Lampiran 2 Data hasil pengukuran sebelum overhaul

SEBELUM OVERHAUL												
TIME	Suhu Masuk (°C)	Suhu Keluar (°C)	TWB (°C)	TDB in (°C)	TDB out (°C)	Range (°C)	Approach (°C)	Efektivitas (%)	Water flow rate (l/s)	Fan Power (kW)		
2024/10/12 13:00:00	52.61	30.65	18.72	22.65	26.15	21.95	11.94	64.78	2068.98	758.90		
2024/10/12 14:00:00	52.43	30.24	17.71	22.33	25.83	22.19	12.53	63.90	2066.97	754.35		
2024/10/12 15:00:00	52.98	30.04	18.80	22.57	26.07	22.94	11.25	67.10	2068.24	750.85		
2024/10/13 13:00:00	52.45	29.69	17.36	22.69	26.19	22.76	12.33	64.86	2069.73	753.80		
2024/10/13 14:00:00	52.70	30.27	17.68	22.68	26.18	22.42	12.59	64.04	2060.92	757.62		
2024/10/13 15:00:00	52.78	30.63	18.64	23.33	26.83	22.14	12.00	64.86	2060.07	749.02		
2024/10/14 13:00:00	52.72	30.58	18.60	22.64	26.14	22.14	11.98	64.88	2060.10	753.02		
2024/10/14 14:00:00	52.67	30.58	18.94	22.99	26.49	22.09	11.63	65.50	2053.02	746.30		
2024/10/14 15:00:00	52.76	30.46	18.42	23.07	26.57	22.31	12.04	64.95	2053.14	749.45		
2024/10/15 13:00:00	52.83	29.72	17.04	23.29	26.79	23.11	12.68	64.56	2051.37	748.47		
2024/10/15 14:00:00	52.78	30.90	17.56	22.43	25.93	21.88	13.35	62.11	2051.29	748.91		
2024/10/15 15:00:00	52.99	30.11	17.60	23.29	26.79	22.88	12.52	64.63	2059.16	757.29		
2024/10/16 13:00:00	52.57	29.75	16.59	22.62	26.12	22.82	13.16	63.43	2056.99	752.98		
2024/10/16 14:00:00	51.71	29.36	16.19	22.47	25.97	22.35	13.17	62.92	2059.57	758.02		
2024/10/16 15:00:00	52.55	29.61	16.21	22.80	26.30	22.94	13.40	63.13	2058.95	747.01		
2024/10/17 13:00:00	52.34	29.56	16.16	23.95	27.45	22.78	13.40	62.96	2058.79	747.93		
2024/10/17 14:00:00	52.61	29.97	16.09	23.68	27.18	22.64	13.89	61.98	2054.51	747.31		
2024/10/17 15:00:00	52.68	30.43	17.13	22.55	26.05	22.25	13.30	62.58	2055.80	745.67		



Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian , penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

SESUDAH OVERHAUL												
TIME	Suhu Masuk (°C)	Suhu Keluar (°C)	TWB (°C)	TDB in (°C)	TDB out (°C)	Range (°C)	Approach (°C)	Efektivitas (%)	Water flow rate (l/s)	Fan Power (kW)		
2024/11/10 13:00:00	50.52	25.26	17.45	26.71	30.21	25.26	7.81	76.38	2131.45	756.57		
2024/11/10 14:00:00	49.64	25.84	17.00	25.40	28.90	23.80	8.83	72.93	2137.38	769.37		
2024/11/10 15:00:00	49.19	24.98	18.36	22.38	25.88	24.21	6.62	78.53	2130.89	771.74		
2024/11/11 13:00:00	50.80	25.53	18.61	22.30	25.80	25.27	6.92	78.50	2138.21	768.08		
2024/11/11 14:00:00	49.51	25.56	17.75	23.24	26.74	23.95	7.81	75.42	2131.70	760.06		
2024/11/11 15:00:00	49.24	24.46	16.26	24.81	28.31	24.79	8.19	75.16	2134.55	753.84		
2024/11/12 13:00:00	48.64	25.60	18.15	22.04	25.54	23.03	7.46	75.54	2129.94	764.53		
2024/11/12 14:00:00	48.83	24.98	19.02	20.92	24.42	23.85	5.96	80.01	2119.09	764.12		
2024/11/12 15:00:00	49.17	25.37	16.65	22.47	25.97	23.80	8.72	73.20	2132.24	755.94		
2024/11/13 13:00:00	49.04	25.10	16.51	25.55	29.05	23.93	8.59	73.58	2123.56	762.88		
2024/11/13 14:00:00	49.80	24.94	16.43	22.18	25.68	24.86	8.50	74.51	2126.14	758.80		
2024/11/13 15:00:00	50.52	25.45	18.13	23.21	26.71	25.07	7.32	77.40	2110.41	763.10		
2024/11/14 13:00:00	49.76	25.98	18.06	21.86	25.36	23.78	7.91	75.03	2135.91	766.88		
2024/11/14 14:00:00	49.65	25.56	17.46	22.66	26.16	24.09	8.10	74.83	2126.00	766.28		
2024/11/14 15:00:00	49.27	25.60	18.37	25.07	28.57	23.67	7.23	76.60	2137.53	762.48		
2024/11/15 13:00:00	49.48	24.84	17.45	21.83	25.33	24.63	7.39	76.91	2134.82	772.45		
2024/11/15 14:00:00	50.31	25.63	18.45	21.36	24.86	24.68	7.18	77.47	2137.94	763.78		
2024/11/15 15:00:00	50.90	25.73	18.22	19.52	23.02	25.17	7.51	77.03	2154.08	763.79		

Lampiran 3 Data hasil pengukuran sesudah overhaul

Hak Cipta milik Politeknik Negeri Jakarta



Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian , penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta



© Hak Cipta milik Politeknik Negeri Jakarta

Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta



Kamojang, 31 Januari 2025

Perihal : Izin Pengambilan Data

Kepada Yth,

Supervisor Shift Production / Operator CCR di
PLTP Unit 5

Untuk melengkapi laporan kegiatan Kerja Praktek/Magang mahasiswa berikut :

Nama Mahasiswa	: Fathir Zuhayr Handaru
Univeristas	: Politeknik Negeri Jakarta
Jurusan	: Teknik Mesin
KP/Magang di Fungsi	: Maintenance

Dengan ini kami mohon izin untuk pengambilan data/Sample berikut lampirannya.

Atas bantuan dan kerjasamanya saya ucapkan terima kasih.

Mengetahui,

Pembimbing Kerja Praktik

Jajang Januar

Hormat Saya,

Fathir Zuhayr Handaru

Lampiran 4 Surat izin pengambilan data

Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian , penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta



Lampiran 5 Pembersihan screen basin



Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

Lampiran 6 Daftar riwayat hidup



Nama Lengkap : Fathir Zuhayr Handaru
NIM : 2102321043
Tempat, Tanggal Lahir : Jakarta, 2 November 2003
Jenis Kelamin : Laki – Laki
Alamat : Perumahan Taman Raya Citayam Jalan Edenia Blok E1 No 36, RT 06, RW 12, Rawa Panjang, Bojong Gede, Kabupaten Bogor, Jawa Barat
Email : fathir.zuhayr.handaru.tm21@mhsw.pnj.ac.id
Pendidikan
SD (2009-2015) : SDN Bojong Gede 07
SMP (2015-2018) : SMPN 61 Jakarta
SMA (2018-2021) : SMA Citra Nusa Cibinong
Program Studi : Teknologi Rekayasa Konversi Energi
Bidang Peminatan : Energi Terbarukan, Geothermal, Mechanical Process Engineering
Tempat/Topik OJT : PLTP Kamojang Unit 4

**POLITEKNIK
NEGERI
JAKARTA**