



© Hak Cipta milik Politeknik Negeri Jakarta

Hak Cipta :

1. Dilindungi masyarakat teknologi atau rekayasa yang telah terdapat dalam peraturan perundang-undangan dan menggunakan sumber daya yang dimiliki oleh Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilindungi masyarakat teknologi dan rekayasa yang telah terdapat dalam peraturan perundang-undangan dan menggunakan sumber daya yang dimiliki oleh Politeknik Negeri Jakarta



# ANALISIS KINERJA *COOLING TOWER* JENIS *MECHANICAL DRAFT COUNTERFLOW* PLTU DI PT X

SKRIPSI

Laporan ini disusun sebagai salah satu syarat untuk menyelesaikan pendidikan Diploma IV Program Studi Teknologi Rekayasa Konversi Energi, Jurusan Teknik Mesin

POLITEKNIK  
NEGERI  
JAKARTA

Oleh:

**Muhamammad Reyhan**

**NIM. 2002321015**

**PROGRAM STUDI TEKNOLOGI REKAYASA KONVERSI ENERGI  
JURUSAN TEKNIK MESIN  
POLITEKNIK NEGERI JAKARTA**

**MARET, 2024**



Hak Cipta :

1. Diluarang menyalin, memperbanyak atau verbreitkanyang banyak tanpa izin tanpa perizinan dan menyalinnya untuk tujuan komersial.
  - A. Pengesahan atau untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penerbitan atau untuk tujuan lainnya.
  - B. Pengesahan untuk keperluan kepustakaan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang menyalin dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya ilmiah ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

## HALAMAN PERSEMBAHAN

*“Dengan penuh kasih sayang, saya ingin mengucapkan terima kasih kepada kedua orangtua saya. Saya sangat menghargai cinta, doa, dukungan, dan bimbingan yang selalu diberikan. Skripsi ini menjadi langkah awal perjalanan hidup saya setelah menyelesaikan pendidikan. Semoga dedikasi ini membawa kebahagiaan bagi kalian dan menjadi inspirasi bagi saya untuk terus berkembang dan mencapai impian yang lebih besar”*





Hak Cipta :

1. Dilindungi masyarakat teknologi atau karya tulis ini tanpa diperbolehkan dan mengizinkan untuk:
  - a. Pengutipan hasil karya untuk kepentingan pribadi atau komersial, penyalinan karya ilmiah, penyalinan laporan penelitian untuk kepentingan pribadi atau komersial
  - b. Pengutipan untuk kepentingan lain yang tidak diperbolehkan oleh Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang menyalin, mengutip, dan memperbanyak seluruh atau sebagian atau bahkan karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

**HALAMAN PERSETUJUAN  
SKRIPSI**

**ANALISIS KINERJA COOLING TOWER JENIS MECHANICAL DRAFT  
COUNTERFLOW PLTU DI PT X**

Oleh:

Muhammad Reyhan

NIM. 2002321015

Program Studi Sarjana Terapan Teknologi Rekayasa Konversi Energi

Laporan Skripsi telah disetujui oleh pembimbing

Pembimbing 1

Isnanda Nuriskasari, S.Si., M.T.  
NIP. 199306062019032030

Pembimbing 2

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

Kepala Program Studi

Sarjana Terapan Teknologi Rekayasa Konversi Energi

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



Hak Cipta :

1. Dilindungi masyarakat sebagai kekayaan intelektual yang bernilai tinggi dan harus dilindungi serta tidak boleh disebarluaskan atau dipinjamkan kepada pihak lain tanpa izin dari penciptanya.
  - a. Pengungkapan hasil untuk kepentingan pendidikan, penelitian, atau publikasi ilmiah diperbolehkan tanpa izin dari penciptanya.
  - b. Penggunaan untuk keperluan kepraktisan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengizinkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya ilmiah ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

HALAMAN PENGESAHAN  
SKRIPSI

ANALISIS KINERJA COOLING TOWER JENIS MECHANICAL DRAFT  
COUNTERFLOW PLTU DI PT X

Oleh:

Muhammad Reyhan

NIM. 2002321015

Program Studi Sarjana Terapan Teknologi Rekayasa Konversi Energi

DEWAN PENGUJI

No.	Nama	Posisi Penguji	Tanda Tangan	Tanggal
1.	Isnanda Nuriskasari, S.Si., M.T.	Ketua		30 Agustus 2024
2.	Noor Hidayati, S.T., M.Sc.	Anggota		30 Agustus 2024
3.	Dr. Gun Gun Ramdhan Gunadi, S.T., M.T.	Anggota		30 Agustus 2024

Depok, 30 Agustus 2024

Disahkan Oleh:

Ketua Jurusan Teknik Mesin



Dr. Eng. Ir. Muslimin, ST., MT., IWE

NIP. 197707142008121005



Hak Cipta :

1. Dilindungi undang-undang oleh pemerintah atau lembaga yang berwenang dan bertanggung jawab dalam pelaksanaan undang-undang tersebut.
  - a. Pengawasan hukum untuk kepentingan perlindungan masyarakat, pemeliharaan ketertertarikan karya dan pelaksanaan laporan penelitian karya dan kegiatan serta masalah
  - b. Pengawasan untuk melindungi kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang menyalin, mengutip, dan memperbanyak sebagian atau seluruhnya tanpa izin dari Politeknik Negeri Jakarta

### HALAMAN PERNYATAAN ORISINALITAS

Saya yang bertanda tangan dibawah ini:

Nama : Muhammad Reyhan

NIM : 2002321015

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 Laporan Tugas akhir (atau skripsi) telah saya kutip dan saya rujuk sesuai dengan etika ilmiah.

Demikian pernyataan ini saya buat dengan sebenar-benarnya.

Depok, 30 Agustus 2024



Muhammad Reyhan

NIM. 2002321015



## ANALISIS KINERJA *COOLING TOWER* JENIS *MECHANICAL DRAFT COUNTERFLOW* PLTU DI PT X

Muhammad Reyhan<sup>1)</sup>, Isnanda Nuriskasari<sup>1)</sup>, Yuli Mafendro Dedet Eka Saputra<sup>2)</sup>

<sup>1)</sup>Program Studi Saarljana Teknologi Rekayasa Konversi Energi, Jurusan Teknik Mesin, Politeknik Negeri Jakarta, Kampus UI Depok, 16424

Email: [muhammad.reyhan.tm20@mhs.wpnj.ac.id](mailto:muhammad.reyhan.tm20@mhs.wpnj.ac.id)

### ABSTRAK

*Cooling tower* adalah komponen penting untuk membuang panas dalam sistem pendingin, namun sering terjadi penurunan efisiensi yang mempengaruhi kinerja sistem secara keseluruhan.. Dari data spesifikasi, *cooling tower* dirancang untuk mencapai efisiensi 70%. Namun, hasil pengukuran menunjukkan bahwa efisiensi rata-rata selama periode pengukuran hanya sekitar 63%. Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis kinerja *cooling tower* jenis *counterflow* pada PLTU PT X berdasarkan data operasional selama satu bulan. Penelitian ini menggunakan metode kuantitatif, yang dilakukan dengan mengumpulkan data operasional *cooling tower* yang mencakup suhu air masuk dan keluar, laju aliran air, laju aliran udara dan kondisi lingkungan sekitar. Hasil dari penelitian ini adalah *cooling tower* yang dirancang untuk efisiensi 70%, namun rata-rata dari perhitungan efisiensi hanya 63%, Total *make-up water* bervariasi antara 12,6 hingga 14,85 m<sup>3</sup>/jam, mencerminkan fluktuasi kebutuhan air. penurunan efektivitas *cooling tower*, Kapasitas pendingin bervariasi dari 8209,79 kW hingga 9693,93 kW, menunjukkan adaptabilitas *cooling tower* terhadap kondisi operasi dan lingkungan, namun tetap memerlukan pengendalian yang baik untuk efisiensi. Faktor utama Penurunan efektivitas *cooling tower* adalah *fan* berkarat yang mengurangi kecepatan udara sehingga menurunkan laju perpindahan panas dan efisiensi *cooling tower*.

Kata Kunci : *cooling tower*, perpindahan panas, efisiensi, pembangkit listrik tenaga uap

Hak Cipta :

1. Dilindungi undang-undang, setiap orang dilarang menyalin, mengutip, atau memperbanyak atau menerbitkan kembali, dengan cara apapun dan dengan alat dan media apa pun, seluruh atau sebagian isi dari buku ini, tanpa izin tertulis dari penerbit.

2. Dilarang mengizinkan orang lain untuk memperbanyak atau menerbitkan kembali, dengan cara apapun dan dengan alat dan media apa pun, seluruh atau sebagian isi dari buku ini, tanpa izin tertulis dari penerbit.

3. Dilarang mengizinkan orang lain untuk memperbanyak atau menerbitkan kembali, dengan cara apapun dan dengan alat dan media apa pun, seluruh atau sebagian isi dari buku ini, tanpa izin tertulis dari penerbit.



Hak Cipta :

1. Dilindungi dengan hak cipta oleh pembuat atau pemegang haknya. Untuk keperluan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penerbitan buku dan artikel, penerbitan media massa, siaran radio dan televisi, dan lain-lain dibenarkan tanpa izin penulis.
2. Dilarang mengizinkan atau memperbanyak sebagian atau seluruh isi buku ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta.

# ANALISIS KINERJA *COOLING TOWER* JENIS *MECHANICAL DRAFT COUNTERFLOW* PLTU DI PT X

Muhammad Reyhan<sup>1)</sup>, Isnanda Nuriskasari<sup>1)</sup>, Yuli Mafendro Dedet Eka Saputra<sup>2)</sup>

<sup>1)</sup>Program Studi Saarljana Teknologi Rekayasa Konversi Energi, Jurusan Teknik Mesin, Politeknik Negeri Jakarta, Kampus UI Depok, 16424

Email: [muhammad.reyhan.tm20@mhs.wpnj.ac.id](mailto:muhammad.reyhan.tm20@mhs.wpnj.ac.id)

## ABSTRACT

*Cooling towers are crucial components for heat dissipation in cooling systems, but they often experience efficiency reductions that negatively impact overall system performance. According to specifications, cooling towers are designed to achieve 70% efficiency. However, measurements show that the average efficiency during the measurement period is only around 63%. This study aims to analyze the performance of a counterflow cooling tower at PT X' coal-fired power plant based on operational data over one month. The research employs a quantitative method by collecting operational data, including inlet and outlet water temperatures, water flow rate, air flow rate, and surrounding environmental conditions. The results show that the cooling tower, designed for 70% efficiency, achieves an average efficiency of only 63%. Total make-up water varies between 12.6 to 14.85 m<sup>3</sup>/h, reflecting fluctuations in water needs. Cooling capacity ranges from 8209.79 kW to 9693.93 kW, demonstrating the cooling tower's adaptability to operational and environmental conditions, but still requiring good control for efficiency. The main factors reducing the cooling tower's effectiveness are rusty fans, which reduce air speed, thereby decreasing heat transfer rates and cooling tower efficiency*

Keywords : cooling tower, Heat transfer, Efficiency, Steam Power Plant



Hak Cipta :

1. Dilindungi undang-undang oleh hukum atau peraturan lainnya yang berlaku dan tidak diperbolehkan untuk disalin, diperjualbelikan, atau dipublikasikan tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta
  - a. Pengutipan hanya untuk keperluan penelitian, pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan buku atau esai dengan cara mencantumkan sumber
  - b. Pengutipan tidak diperbolehkan untuk tujuan komersial atau untuk tujuan lainnya
2. Dilarang mengutip dan memperbanyak sebagian atau seluruh isi buku ini tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

## DAFTAR ISI

<b>HALAMAN PERSEMBAHAN</b> .....	<b>i</b>
<b>HALAMAN PERSETUJUAN</b> .....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
<b>HALAMAN PENGESAHAN</b> .....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
<b>HALAMAN PERNYATAAN ORISINALITAS</b> .....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
<b>ABSTRAK</b> .....	<b>v</b>
<b>ABSTRACT</b> .....	<b>vi</b>
<b>DAFTAR ISI</b> .....	<b>vii</b>
<b>DAFTAR TABEL</b> .....	<b>ix</b>
<b>DAFTAR GAMBAR</b> .....	<b>x</b>
<b>BAB I PENDAHULUAN</b> .....	<b>1</b>
1.1 Latar Belakang Penelitian.....	1
1.2 Rumusan Masalah.....	2
1.3 Tujuan Penelitian.....	2
1.4 Manfaat Penelitian.....	2
1.5 Sistematika Penelitian Skripsi.....	3
<b>BAB II TINJAUAN PUSTAKA</b> .....	<b>5</b>
2.1 Landasan Teori.....	5
2.1.1 Pengertian <i>cooling tower</i> .....	5
2.1.2 Jenis <i>cooling tower</i> tipe <i>mechanical draft counterflow</i> .....	5
2.1.3 Prinsip Kerja <i>cooling tower</i> .....	6
2.1.4 Komponen <i>cooling tower</i> .....	7
2.1.5 Skema <i>cooling tower</i> pada PT X di Morowali.....	10
2.1.6 Suhu <i>Wet Bulb</i> .....	11
2.1.7 Jenis panas pada <i>cooling tower</i> .....	11
2.1.8 Hubungan antara Kalor Laten, <i>Dry Bulb</i> , dan <i>Wet Bulb</i> .....	13
2.1.9 Perhitungan <i>Range</i> .....	14
2.1.10 Perhitungan <i>Approach</i> .....	14
2.1.11 Efektivitas <i>cooling tower</i> .....	14
2.1.12 Kehilangan Penguapan.....	14





Hak Cipta :

- 1. Dilindungi atas nama kebajikan atau reputasi karya tulis ini tanpa membatalkan dan membatalkan seluruhnya
- a. Pengawasan harga untuk kepentingan persediaan, produksi, penjualan karya ilmiah, penelitian laporan, penelitian karya tulis dan kegiatan lain yang berkaitan
- b. Pengawasan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
- 2. Dilarang mengizinkan dan memperbanyak sebagian atau seluruhnya atau seluruhnya atau sebagian atau sebagian dengan cara lain dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

2.1.13 <i>Drift Loss</i> .....	15
2.1.14 <i>Blowdown</i> .....	15
2.1.15 <i>Make Up Water</i> .....	16
2.1.16 Kapasitas Pendingin .....	16
2.1.17 Laju Perpindahan Panas .....	16
2.2 Kajian Literatur .....	20
<b>BAB III METODOLOGI PENELITIAN</b> .....	<b>24</b>
3.1 Jenis Penelitian .....	24
3.2 Diagram Alir Penelitian .....	25
3.3 Objek Penelitian .....	26
3.4 Metode Pengambilan Sampel .....	26
3.5 Jenis dan Sumber Penelitian .....	27
3.6 Metode Pengambilan Data Penelitian .....	27
3.7 Metode Analisis Data .....	28
<b>BAB IV HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN</b> .....	<b>29</b>
4.1 Hasil Penelitian .....	29
4.2 Pembahasan .....	33
4.2.1 Perhitungan nilai Efisiensi <i>cooling tower</i> .....	33
4.2.2 Perhitungan nilai Kebutuhan <i>make-up water cooling tower</i> .....	44
4.2.3 Perhitungan nilai perpindahan panas pada <i>cooling tower</i> .....	51
4.2.4 Analisa Awal faktor penurunan Efisiensi <i>cooling tower</i> .....	57
<b>BAB V KESIMPULAN DAN SARAN</b> .....	<b>65</b>
5.1 Kesimpulan .....	65
5.2 Saran .....	66
<b>DAFTAR PUSTAKA</b> .....	<b>67</b>
<b>DAFTAR RIWAYAT HIDUP</b> .....	<b>71</b>
<b>LAMPIRAN</b> .....	<b>72</b>



Hak Cipta :

1. Dilindungi undang-undang oleh hukum atau peraturan lainnya yang berlaku dan bertanggung jawab dan bertanggung jawab
  - a. Pengecualian hukum untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penerbitan karya tulis, dan
  - b. Pengecualian untuk keperluan kepraktisan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang menyalin, menduplikasi, dan memperbanyak sebagian atau seluruhnya tanpa izin dari Politeknik Negeri Jakarta

### DAFTAR TABEL

Tabel 4. 1 Data efektivitas pada pengoperasian *cooling tower* .....29

Tabel 4. 2 Data perubahan suhu, *make up water* dan Kapasitas pendingin .... 30

Tabel 4. 3 Data laju perpindahan panas pada pengeoperasian *cooling tower*..32

Tabel 4. 4 Pertanyaan wawancara kenapa *fan* berkarat ..... 60

Tabel 4. 5 Pertanyaan wawancara kenapa Variasi laju air tidak optimal ..... 63





Hak Cipta :

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2. 1 *cooling tower* .....5

Gambar 2. 2 *cooling tower tipe Mechanical draft counterflow* .....6

Gambar 2. 3 *water basin* ..... 7

Gambar 2. 4 Pompa sirkulasi ..... 9

Gambar 2. 5 Skema Cooling Tower .....10

Gambar 3. 1 Diagram Alir Penelitian ..... 25

Gambar 4. 1 Diagram perbandingan suhu masuk aktual dan spesifikasi .....34

Gambar 4. 2 Diagram perbandingan suhu keluar aktual dan spesifikasi ..... 35

Gambar 4. 3 Perbandingan suhu masuk saat musim hujan dan musim panas 35

Gambar 4. 5 Diagram hasil Perhitungan *Range* .....37

Gambar 4. 6 Data perbandingan Suhu *wet Bub* Spesifikasi dan Aktual ..... 38

Gambar 4. 7 Data perbandingan suhu *wet bulb* Musim kemarau dan hujan . 39

Gambar 4. 8 Diagram hasil perhitungan *Approach* ..... 40

Gambar 4. 9 Diagram hasil perhitungan Efektivitas .....42

Gambar 4. 10 Perbandingan Efektivitas Musim Hujan dan Musim Kemarau 43

Gambar 4. 11 Perbandingan Efisiensi data spesifikasi dan aktual .....44

Gambar 4. 12 Diagram hasil perhitungan Kehilangan Penguapan ..... 45

Gambar 4. 13 Diagram hasil perhitungan *Drift loss* ..... 47

Gambar 4. 14 Diagram Hasil perhitungan *blowdown* .....49

Gambar 4. 15 diagram perhitungan *Make -Up Water* .....50

Gambar 4. 16 Diagram hasil perhitungan Kapasitas Pendinginan .....52

Gambar 4. 17 Diagram hasil perhitungan Laju Perpindahan Panas ..... 55

Gambar 4. 18 Diagram *Fishbone* .....59

Gambar 4. 19 5 *whys* penyebab *fan* berkarat ..... 620

Gambar 4. 20 *Fan Cooling Tower* berkarat.....622

Gambar 4. 21 5 *whys* penyebab variasi aliran air tidak optimal.....622

1. Dilindungi atas nama kebhinekaan atau keberagaman budaya (baik itu bahasa, adat istiadat, dan lain-lain) dan tidak boleh dipertukarkan atau dipertukarkan dengan orang lain.

2. Dilindungi atas nama kebhinekaan atau keberagaman budaya (baik itu bahasa, adat istiadat, dan lain-lain) dan tidak boleh dipertukarkan atau dipertukarkan dengan orang lain.



Hak Cipta :

1. Dilindungi atas nama hukum oleh Undang-Undang No. 11 Tahun 2002 tentang Informasi dan Komunikasi dan/atau Undang-Undang No. 17 Tahun 2001 tentang Undang-Undang tentang Hak Cipta

2. Dilarang mengutip, menyalin, menduplikasi, atau menyebarkan isi dari dokumen ini tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

## BAB I PENDAHULUAN

### 1.1 Latar Belakang Penelitian

PLTU Unit Morowali di PT X adalah salah satu contoh pembangkit listrik yang menggunakan gas tungku kokas, gas tanur sembur, dan gas batubara campuran sebagai bahan bakar utama. Unit ini terletak di kawasan industri dan dirancang untuk menyediakan pasokan listrik yang stabil dan efisien di wilayah Industri Indonesia Morowali Industrial Park (IMIP). Dalam operasinya, keberadaan *cooling tower* menjadi kunci dalam menjaga suhu kondensor agar tetap optimal dan efisien dalam proses pembangkitan listrik tenaga uap.

*Cooling tower* merupakan alat penukar kalor yang memanfaatkan udara dan air sebagai fluida kerja. Proses pendinginan air terjadi dengan menghubungkannya ke udara, yang menyebabkan sebagian kecil air menguap [1]. *cooling tower* meningkatkan efisiensi sistem secara keseluruhan dan mengurangi penggunaan energi [2].

Dalam penelitian sebelumnya oleh Fatin, S. A. (2023), digunakan perhitungan Range dan Approach untuk menilai kinerja *cooling tower*. Pada penelitian ini, dikaji efektivitas *cooling tower* di Pabrik Semen X, yang mengalami penurunan sebesar 5% dari nilai spesifikasi awal 69% menjadi 64%. Penurunan efektivitas ini disebabkan oleh kenaikan suhu masuk, suhu keluar, kerusakan komponen dan faktor lingkungan. [3].

Selain itu, pada unit *cooling tower* yang dinyatakan oleh Laboratorium Nasional Pacific Northwest (2011) bahwa perhitungan *make-up water* dapat digunakan untuk mengetahui kebutuhan air pendingin pada *cooling tower*, sehingga pasokan air dapat disesuaikan dengan kebutuhan peralatan tersebut.[4].

Oleh karena itu, kinerja *cooling tower* perlu dikaji dan dianalisis lebih lanjut terkait perpindahan panas dan efisiensinya untuk mendapatkan masukan yang dapat digunakan guna meningkatkan atau mempertahankan kinerja *cooling tower* [5].



Hak Cipta :

Studi ini dilakukan dengan mengumpulkan data operasional *cooling tower*, termasuk suhu air masuk dan keluar, laju aliran air, massa jenis udara, kecepatan aliran udara, serta memerhatikan kondisi lingkungan sekitar. Data tersebut dianalisis untuk menentukan nilai efisiensi, nilai *make-up water* dan nilai perpindahan panas. Hasil perhitungan ini digunakan untuk menganalisis faktor-faktor yang menyebabkan penurunan kinerja *cooling tower*.

**1.2 Rumusan Masalah**

- 1. Bagaimana memperoleh nilai efisiensi *cooling tower* jenis *counterflow* selama operasional PLT U PT X?
- 2. Bagaimana memperoleh nilai kebutuhan air *make-up* pada *cooling tower*?
- 3. Bagaimana memperoleh nilai perpindahan panas pada *cooling tower* jenis *counterflow* PLTU PT X?
- 4. Apa faktor yang menyebabkan penurunan nilai efektivitas *cooling tower*?

**1.3 Tujuan Penelitian**

- 1. Menentukan nilai efisiensi *cooling tower* jenis *counterflow* selama operasional PLTU PT X.
- 2. Menentukan nilai kebutuhan air *make-up* pada *cooling tower*.
- 3. Menentukan nilai perpindahan panas pada *cooling tower* jenis *counterflow* selama operasional PLTU PT X.
- 4. Menganalisa faktor penurunan nilai efektivitas *cooling tower*.

**1.4 Manfaat Penelitian**

Penelitian ini diantisipasi memberikan kontribusi yang signifikan untuk berbagai pihak, antara lain :

- 1. Mahasiswa  
Memberikan kontribusi dalam meningkatkan pemahaman mahasiswa terhadap efektivitas *cooling tower* di lingkungan PLTU dan menyediakan pengalaman riset yang berharga bagi mahasiswa untuk mengasah keterampilan penelitian dan analisis data.

1. Dilindungi masyarakat melalui hukum hak cipta yang berlaku dan tidak dapat ditiru atau diperjualbelikan tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta  
2. Dilindungi masyarakat melalui hukum hak cipta yang berlaku dan tidak dapat ditiru atau diperjualbelikan tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta  
3. Dilindungi masyarakat melalui hukum hak cipta yang berlaku dan tidak dapat ditiru atau diperjualbelikan tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta  
4. Dilindungi masyarakat melalui hukum hak cipta yang berlaku dan tidak dapat ditiru atau diperjualbelikan tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta



Hak Cipta :

1. Dilindungi atas nama Republik Indonesia dan masyarakatnya

a. Pengawasan hukum untuk kepentingan pertahanan, keamanan, pendidikan, kesehatan, kebudayaan, keselamatan, kesejahteraan, dan lain-lain

b. Pengawasan untuk kepentingan pertahanan, keamanan, pendidikan, kesehatan, kebudayaan, keselamatan, kesejahteraan, dan lain-lain

2. Dilarang mengizinkan dan memperbanyak sebagian atau seluruhnya tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

2. Kampus

Menambah prestasi kampus sebagai lembaga yang peduli terhadap penelitian yang relevan dengan industri dan lingkungan dan membuka pintu bagi kolaborasi lebih lanjut dengan dunia industri, memperkuat hubungan kampus-industri, dan mungkin mendapatkan dukungan untuk penelitian tambahan.

3. Perusahaan (PT X):

Menyediakan wawasan terkait efektivitas *cooling tower* dan strategi optimal, dengan potensi untuk meningkatkan efisiensi operasional PLTU dan mengidentifikasi strategi untuk mengurangi dampak lingkungan, mematuhi standar keberlanjutan, dan membangun citra perusahaan yang berkomitmen pada tanggung jawab sosial.

**1.5 Sistematika Penelitian Skripsi**

Berikut ini adalah 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



Hak Cipta :

1. Dilindungi undang-undang oleh pemerintah atau lembaga yang berwenang dan bertanggung jawab dalam mengatur dan mengawasi pelaksanaan undang-undang tersebut.
2. Dilarang mengizinkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh isi buku ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

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
  2. BAB II TINJAUAN PUSTAKA
    - 2.1 Landasan Teori
    - 2.2 Kajian Literatur
    - 2.3 Kerangka Pemikiran
  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



Hak Cipta :

1. Dilindungi dengan hak cipta oleh pemerintah atau lembaga lain yang berwenang dan tidak diperbolehkan untuk disalin, diperjualbelikan, atau digunakan untuk tujuan komersial tanpa izin dari Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengutip, menyalin, atau memperbanyak sebagian atau seluruh isi buku ini tanpa izin dari Politeknik Negeri Jakarta

## BAB V

### KESIMPULAN DAN SARAN

#### 5.1 Kesimpulan

Berdasarkan analisis yang telah dilakukan pada kinerja cooling tower, beberapa kesimpulan utama dapat diambil:

1. Berdasarkan data spesifikasi, cooling tower dirancang untuk mencapai efisiensi sekitar 70%. Namun, data operasional menunjukkan bahwa efisiensi rata-rata selama periode pengukuran adalah sekitar 63%, dengan penurunan efisiensi yang signifikan pada beberapa hari tertentu. Penurunan efisiensi ini dapat disebabkan oleh berbagai faktor termasuk kondisi fisik fan yang berkarat dan metode operasi yang tidak optimal. Sebagai contoh, pada tanggal 4 Januari 2024, efisiensi mencapai 70% yang mendekati spesifikasi, sementara pada tanggal 21 Januari 2024, efisiensi turun menjadi 57%, jauh di bawah spesifikasi yang diharapkan.
2. Kebutuhan air make-up pada cooling tower sangat dipengaruhi oleh laju penguapan dan kehilangan air akibat drift loss. Dari data yang diperoleh, rata-rata kebutuhan air make-up dapat dihitung berdasarkan selisih antara jumlah air yang masuk dan air yang didinginkan. Drift loss yang stabil di sekitar 1.2% menunjukkan bahwa cooling tower membutuhkan penambahan air make-up yang cukup untuk menggantikan air yang hilang selama operasional. Total make-up water menunjukkan variasi yang signifikan sesuai dengan perubahan kondisi operasi *cooling tower*, dengan nilai tertinggi 14,85 m<sup>3</sup>/jam dan terendah 12,6 m<sup>3</sup>/jam. Hal ini mencerminkan fluktuasi dalam kebutuhan air tambahan.
3. Laju perpindahan panas cooling tower bervariasi dari 77,532 kW hingga 100,968 kW, tergantung pada kondisi operasional harian seperti suhu udara dan laju aliran air. Variasi ini menunjukkan bahwa cooling tower mampu beradaptasi dengan perubahan kondisi operasi dan lingkungan, tetapi tetap memerlukan pengendalian yang baik untuk menjaga efisiensi. Optimalisasi





Hak Cipta :

1. Dilindungi undang-undang oleh pemerintah Republik Indonesia dan masyarakat internasional.
  - a. Penggunaan hanya untuk keperluan pendidikan, penelitian dan penulisan karya ilmiah, penerbitan karya tulis dan kegiatan tulis lainnya.
  - b. Penggunaan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta.
2. Dilarang menyalin dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta.

pengaturan operasional sesuai dengan kondisi lingkungan dan kebutuhan pendinginan dapat membantu meningkatkan performa cooling tower.

4. Analisis menunjukkan bahwa beberapa faktor utama yang mempengaruhi penurunan efektivitas *cooling tower* adalah karat pada *fan* dan metode operasi yang tidak optimal. Karat pada fan menyebabkan efisiensi perputaran udara menurun, yang berdampak pada aliran udara yang tidak optimal dan perpindahan panas yang kurang efisien. Analisa tambahan juga diperhitungkan yaitu Metode operasi yang tidak optimal, seperti laju aliran air yang tidak sesuai, juga mempengaruhi efisiensi cooling tower.

## 5.2 Saran

1. Melakukan pemeliharaan rutin dan inspeksi terhadap komponen *cooling tower* untuk mencegah masalah seperti berkaratnya *fan* cooling tower yang dapat mengurangi efisiensi operasional.
2. Melakukan evaluasi berkala terhadap kinerja *cooling tower* berdasarkan data operasional yang telah dikumpulkan untuk mengidentifikasi area-area yang memerlukan perbaikan atau pengoptimalan lebih lanjut.
3. Lakukan studi mendalam untuk memahami penyebab utama karat pada *fan* dan menemukan solusi jangka panjang untuk mengatasinya. Ini termasuk penggunaan material yang lebih tahan karat, penerapan metode pelapisan yang lebih efektif, dan pengembangan program pemeliharaan yang lebih proaktif untuk mencegah terbentuknya karat di masa depan.



Hak Cipta :

1. Dilindungi atas nama Republik Indonesia dan masyarakatnya

a. Prosedur hukum untuk pendaftaran, peninjauan, pemeliharaan, perizinan, dan penyelesaian sengketa

b. Prosedur untuk pendaftaran, peninjauan, pemeliharaan, perizinan, dan penyelesaian sengketa

2. Dilindungi atas nama Republik Indonesia dan masyarakatnya

## DAFTAR PUSTAKA

- [1] Handoyo, Y. (2015). Analisis Performa cooling tower LCT 400 Pada PT XYZ, Tambun Bekasi. *Jurnal Ilmiah Teknik Mesin*, 3(1), 38-52.
- [2] Aprianti, T., Priyantama, E. D., & Tannuwijaya, F. I. (2017). Menghitung efisiensi dan losses cooling tower unit refinery pt wilmar nabati indonesia pelitung. *Jurnal Teknik Kimia*, 23(4), 252-254.
- [3] Fatin, S. A., Abadi, C. S., & Yusyama, A. Y. (2023). Kinerja Cooling Tower Pada PLTGU di Pabrik Semen X. In *Prosiding Seminar Nasional Teknik Mesin* (No. 2, pp. 938-946).
- [4] Laboratorium Nasional Pacific Northwest. (2011). cooling tower Efficiency Guide. Pacific Northwest National Laboratory.
- [5] Sastrawan, IKG, & Subagyo, R. (2020). ANALISA PERPINDAHAN PANAS cooling tower (INDUCED DRAFT) PLTU I PULANG PISAU (2 x 60 MW). *Jtam Putar* , 2 (2), 171-182.
- [6] Irawan, T. (2022). Kajian Analisis dan Kontruksi Menara Pendingin-Review. *Jurnal Engine: Energi, Manufaktur, dan Material*, 6(1), 53-62.
- [7] Wibisono, Y. (2005). Performance Comparison of cooling tower Filler Used in the Induced Counter Flow Type cooling tower System. *Jurnal Teknologi Pertanian*, 6(3).
- [8] Melkias, A. (2020). Analisa Performa Pada cooling tower Jenis Mechanical Draft Crossflow. *Jurnal Teknik Energi*, 10(1), 24-28.
- [9] Pratiwi, N. P., Nugroho, G., & Hamidah, N. L. (2014). Analisa kinerja cooling tower induced draft tipe lbc w-300 terhadap pengaruh temperatur lingkungan. *Jurnal Teknik Pomits*, 7(7), 1-6.
- [10] Hamzah, O. F. (2014). Analisa Performasi pada Menara Pendingin dengan Menggunakan Analisis Eksergi. *Jurnal Desiminasi Teknologi*, 2(1).
- [11] Fauzi, D. A., & Rudiyanto, B. (2016). Analisa Performa Menara Pendingin Pada PT Geo Dipa Energi Unit Dieng. *Politeknik Negeri Jember*.