



© 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



**PENINGKATAN KINERJA *COOLING TOWER*
INDUCED DRAFT CROSS FLOW DI *POWER HOUSE*
GEDUNG XYZ**

SKRIPSI

Oleh:

Andini Tri Wahyuni
NIM. 2102321015

**POLITEKNIK
NEGERI
JAKARTA**

PROGRAM STUDI 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



**PENINGKATAN KINERJA *COOLING TOWER*
INDUCED DRAFT CROSS FLOW DI *POWER*
HOUSE GEDUNG XYZ**

SKRIPSI

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

Oleh:
Andini Tri Wahyuni
NIM. 2102321015

**PROGRAM STUDI 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





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 PERSETUJUAN

SKRIPSI

PENINGKATAN KINERJA *COOLING TOWER INDUCED DRAFT CROSS FLOW* DI *POWER HOUSE* GEDUNG XYZ

Oleh:

Andini Tri Wahyuni

NIM. 2102321015

Program Studi Sarjana Terapan Teknologi Rekayasa Konversi Energi

Laporan Skripsi telah disetujui oleh pembimbing

Kepala Program Studi

Sarjana Terapan Teknologi Rekayasa Konversi Energi

Pembimbing I

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

NIP. 199403092019031013

Dr. Dianta Mustofa Kamal, S.T., M.T.

NIP. 197312282008121001



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 PENGESAHAN

SKRIPSI

PENINGKATAN KINERJA *COOLING TOWER INDUCED DRAFT CROSS FLOW* DI *POWER HOUSE* GEDUNG XYZ

Oleh:

Andini Tri Wahyuni

NIM. 2102321015

Program Studi Teknologi Rekayasa Konversi Energi

Telah berhasil dipertahankan dalam sidang sarjana terapan dihadapan Dewan Penguji pada tanggal 15 Juni 2025 dan diterima sebagai persyaratan untuk memperoleh gelar Sarjana Terapan (Diploma IV) pada Program Studi Teknologi Rekayasa Konversi Energi Jurusan Teknik Mesin.

Dewan Penguji

No.	Nama	Posisi Penguji	Tanda Tangan	Tanggal
1.	Dr. Dianta Mustofa Kamal, ST., MT. NIP. 197312282008121001	Ketua		22/07 25
2.	Dr. Paulus Sukusno, S.T., M.T. NIP. 196108011989031001	Penguji 1		22/07 25
3.	Cecep Slamet Abadi, S.T., M.T. NIP. 196605191990031004	Penguji 2		22/07 25

Jakarta, 22 Juli 2025

Disahkan Oleh

Ketua Jurusan Teknik Mesin



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

NIP. 197707142008121005



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

LEMBAR PERNYATAAN ORISINALITAS

Saya yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Andini Tri Wahyuni

NIM : 2102321015

Program Studi : Sarjana Terapan Teknologi Rekayasa Konversi Energi

Menyatakan bahwa yang di tuliskan dalam Laporan Tugas Akhir (atau Skripsi) ini adalah hasil karya saya sendiri bukan jiplakan (plagiasi) karya orang lain 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, 22 Juli 2025



Andini Tri Wahyuni

NIM. 2102321015



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

PENINGKATAN KINERJA *COOLING TOWER INDUCED DRAFT CROSS FLOW* DI *POWER HOUSE* GEDUNG XYZ

Andini Tri Wahyuni¹⁾, Dianta Mustofa Kamal^{1*)}, Yuli Mafendro Dedet Eka Saputra¹⁾

¹⁾Program Studi Teknologi Rekayasa Konversi Energi, Jurusan Teknik Mesin,
Politeknik Negeri Jakarta, Kampus UI Depok 16424
Email: andini.tw0380@gmail.com

ABSTRAK

Fenomena meningkatnya kebutuhan sistem pendinginan pada gedung bertingkat, terutama pada bangunan dengan beban panas tinggi, menjadikan *cooling tower* sebagai komponen penting dalam menjaga efisiensi dan performa sistem HVAC. *Cooling tower* memiliki peran utama dalam membuang panas dari air sirkulasi agar dapat digunakan kembali dalam proses pendinginan. Oleh karena itu, penelitian ini bertujuan untuk meningkatkan kinerja dua unit *cooling tower* tipe *induced draft cross flow* yang berlokasi di *Power House* Gedung XYZ. Berdasarkan hasil inspeksi di lapangan, ditemukan adanya kerusakan pada beberapa komponen penting, seperti *fill pack* yang patah dan sirip udara masuk yang mengalami keretakan. Kerusakan ini menyebabkan penurunan efisiensi sistem pendingin. Penelitian ini menggunakan metode kuantitatif, dilakukan melalui pengukuran langsung terhadap suhu air masuk dan keluar, kecepatan aliran air, kecepatan aliran udara, serta kelembaban lingkungan di sekitar sistem *cooling tower*. Dari hasil analisis awal, efektivitas pendinginan menunjukkan angka rendah, yaitu 8,25% pada unit 4 dan 15,79% pada unit 6. Strategi peningkatan kinerja dilakukan dengan meningkatkan laju aliran udara (*flowrate*), yang menghasilkan peningkatan efektivitas, Suhu air keluar juga menurun. Penelitian ini membuktikan bahwa perbaikan ringan dan penyesuaian parameter operasional mampu meningkatkan performa sistem tanpa mengganti unit secara keseluruhan.

Kata Kunci: cooling tower, temperatur, peningkatan, flowrate



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

OPTIMASI KINERJA *COOLING TOWER INDUCED DRAFT CROSS FLOW* DI POWER HOUSE GEDUNG XYZ

Andini Tri Wahyuni¹⁾, Dianta Mustofa Kamal^{1*)}, Yuli Mafendro Dedet Eka Saputra¹⁾

¹⁾Program Studi Teknologi Rekayasa Konversi Energi, Jurusan Teknik Mesin, Politeknik Negeri Jakarta, Kampus UI Depok 16424
Email: andini.tw0380@gmail.com

ABSTRACT

The increasing demand for cooling systems in high-rise buildings, particularly those with high heat loads, has made cooling towers a critical component in maintaining the efficiency and performance of HVAC systems. Cooling towers play a primary role in dissipating heat from the circulating water so it can be reused in the cooling process. Therefore, this study aims to improve the performance of two induced draft cross flow cooling tower units located at the Power House of Building XYZ. Field inspections revealed damage to several key components, including broken fill packs and cracked air inlet fins. These issues have led to a decline in the cooling system's efficiency. This research employs a quantitative method, conducted through direct measurements of inlet and outlet water temperatures, water flow rate, air flow velocity, and ambient humidity around the cooling tower system. Initial analysis results showed low cooling effectiveness—8.25% in Unit 4 and 15.79% in Unit 6. Performance improvement strategies were implemented by increasing the airflow rate, which led to higher effectiveness and a reduction in outlet water temperature. This study demonstrates that minor repairs and adjustments to operational parameters can enhance system performance without the need for a full unit replacement.

Keywords: cooling tower, temperature, Increase, flowrate



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 Subhanahu wa Ta'ala atas segala limpahan rahmat, taufik, serta hidayah-Nya, sehingga penulis dapat menyelesaikan penyusunan skripsi yang berjudul “Peningkatan kinerja pada *Cooling Tower induced draft crossflow* di *Power House* Gedung XYZ” Skripsi ini disusun sebagai salah satu syarat untuk menyelesaikan Program Studi Sarjana Terapan Teknologi Rekayasa Konversi Energi, Jurusan Teknik Mesin, Politeknik Negeri Jakarta.

Tak lupa, penulis ingin mengucapkan rasa cinta dan terima kasih yang tulus kepada kedua orang tua tercinta, Ibu Rila Suharti, Ayah Dwidjo Surjatomoko dan dua kakak Tercinta, atas segala doa, dukungan, dan cinta kasih yang tiada henti. Terima kasih telah menjadi tempat berpulang di setiap kegagalan, dan menjadi semangat dalam setiap langkah. Dalam setiap proses yang penuh jatuh bangun ini, kalian adalah pondasi yang paling kokoh dalam hidupku.

Selama proses penyusunan skripsi ini, penulis menghadapi berbagai tantangan dan hambatan. Namun berkat bantuan, arahan, serta dukungan dari banyak pihak, semua itu dapat penulis lalui dengan baik. Oleh karena itu, dengan segala kerendahan hati, penulis ingin menyampaikan rasa 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 E.S., S.Pd., M.T. selaku Kepala Program Studi Teknologi Rekayasa Konversi Energi, Politeknik Negeri Jakarta.
3. Dr. Dianta Mustofa Kamal, ST., MT. selaku dosen pembimbing saya yang telah memberikan bimbingan dalam penyelesaian skripsi ini.
4. Seto Tjahyono, ST, MT. Selaku Pembimbing yang telah banyak sekali membantu saya dalam kegiatan skripsi ini dengan tulus dan sabar memberikan bimbingan dan ilmu selama proses di kegiatan juga dalam penyelesaian skripsi.
5. Serta rekan – rekan kelas A Program Studi Teknologi Rekayasa Konversi Energi yang selalu memberikan semangat, bantuan, dan kebersamaan yang



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

x

sangat berarti selama proses perkuliahan maupun dalam penyusunan tugas akhir ini.

6. Kepada semua sahabat terdekat saya indrie, anggra, dan rahma yang selalu ada dalam setiap kesedihan, kesulitan saya dalam proses perkuliahan maupun dalam penyusunan tugas akhir ini.
7. Dan terkhusus kepada saudara yang selalu memberi motivasi serta selalu mendoakan saya dalam penyusunan tugas akhir ini.

Penulis berharap skripsi ini dapat bermanfaat bagi semua pihak terutama bidang konversi energi. Penulis menyadari bahwa laporan ini masih memiliki kekurangan, baik dari segi penyusunan maupun isi. Akhir kata, semoga skripsi ini dapat memberikan manfaat dan menjadi referensi yang berguna bagi pihak yang berkepentingan dalam bidang konversi energi, khususnya dalam pengoperasian dan optimasi sistem pendinginan.

**POLITEKNIK
NEGERI
JAKARTA**

Jakarta, 15 Juli 2025

Andini Tri Wahyuni
NIM. 2102321015

DAFTAR ISI

HALAMAN PERSETUJUAN	iv
HALAMAN PENGESAHAN.....	v
LEMBAR PERNYATAAN ORISINALITAS	v
ABSTRAK	vii
ABSTRACT	viii
KATA PENGANTAR.....	ix
DAFTAR ISI	xi
DAFTAR TABEL.....	xv
DAFTAR GAMBAR.....	xvi
BAB I PENDAHULUAN.....	17
1.1 Latar Belakang Penelitian.....	17
1.2 Rumusan Masalah Penelitian.....	20
1.3 Batasan Masalah Penelitian	21
1.4 Pertanyaan Penelitian	21
1.5 Tujuan Penelitian	22
1.6 Manfaat Penelitian.....	22
1.7 Sistematika Penulisan Skripsi.....	23
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	25
2.1 Landasan Teori.....	25
2.1.1 Pengertian <i>Cooling Tower</i>	25

© 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 :

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

2.1.2 Cara Kerja <i>Cooling Tower</i>	27
2.1.3 Komponen Cooling Tower Induced Draft Croosflow	29
2.1.4Pengertian Pompa	33
2.1.5 Psikrometrik	34
2.1.6 Parameter Perhitungan Efektivitas <i>Cooling Tower</i>	35
2.2 Kajian Literatur	39
2.3 Kerangka Pemikiran	44
BAB III METODE PENELITIAN.....	46
3.1 Jenis Penelitian.....	46
3.2 Diagram Alir	47
3.3 Objek Penelitian	48
3.4 Metode Pengambilan Sampel	51
3.5 Jenis dan Sumber Data Penelitian.....	51
3.6 Metode Pengumpulan Data.....	51
3.6.1 Studi Literatur.....	51
3.6.2 Studi Lapangan.....	52
3.6.3 Wawancara	52
3.7 Metode Analisis Data.....	52
BAB IV HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN.....	53
4.1 Hasil Pengumpulan Data	53
4.1.1 Data Aktual <i>Cooling Tower</i>	53
4.1.2 Perhitungan Suhu Bola Basah	53



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 mengumpulkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

4.1.3 Perhitungan Efektivitas Sebelum dilakukan Optimasi	55
4.2 Perhitungan penurunan aktual RPM <i>fan</i> dengan Kecepatan udara	56
4.2.1 Penurunan RPM	57
4.2.2 Selisih Penurunan RPM <i>fan</i>	59
4.2.3 Perhitungan Laju Aliran Udara	59
4.3 Perhitungan Kondisi Awal Energi Air yang di Lepas <i>Cooling Tower</i>	60
4.3.1 Perhitungan laju aliran air <i>Cooling Tower</i> 4 & 6	61
4.4 Perhitungan Energi Udara yang Diserap dan Panas yang Dilepas oleh <i>Cooling Tower</i>	62
4.3.1 Hasil Perhitungan Energi udara yang Diserap <i>Cooling Tower</i>	63
4.3.2 Hasil Perhitungan Udara Panas yang Dilepas <i>Cooling Tower</i>	64
4.5 Perhitungan Penerapan Peningkatan Kinerja	65
4.3.1 Perbandingan Peningkatan suhu	66
4.3.2 Peningkatan RPM dengan Kecepatan Aliran udara	67
4.3.3 Perhitungan Meningkatkan Laju Aliran Udara	69
4.6 Peningkatan Kinerja <i>Fan</i> untuk Penyerapan Panas pada <i>Cooling Tower</i>	71
4.6.1 Perhitungan peningkatan kinerja udara panas yang dilepas oleh <i>cooling tower</i>	71
4.6.2 Perbandingan Energi pada air Panas yang dilepas oleh udara yang diserap <i>Cooling Tower</i>	73
4.6.3 Perbandingan Energi pada Air Panas yang Dilepas oleh Udara yang Membuang Panas Melalui Fan pada <i>Cooling Tower</i>	74
4.6.4 Perbandingan Energi pada Air Panas oleh Udara yang Membuang Panas	

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

setelah Peningkatan Kinerja <i>Fan</i> pada Cooling Tower.....	75
4.7 Peningkatan Efektivitas Pada <i>Cooling Tower</i> Setelah dilakukan strategi Optimasi	76
4.8 Temuan Visual Permasalahan <i>Cooling Tower</i>	77
4.8.1 Kerusakan pada <i>Fill Pack</i>	78
4.8.2 Patah pada sirip udara masuk	78
BAB V PENUTUP.....	80
5.1 Kesimpulan.....	80
5.2 Saran	81
DAFTAR PUSTAKA.....	82
DAFTAR RIWAYAT HIDUP	93

**POLITEKNIK
NEGERI
JAKARTA**

DAFTAR TABEL

Tabel 3. 1 Spesifikasi Motor Fan	48
Tabel 3. 2 Spesifikasi Cooling Tower	49
Tabel 3. 3 Spesifikasi AHU	49
Tabel 3. 4 Spesifikasi Chiller	50
Tabel 4. 1 Data Aktual Cooling Tower	53
Tabel 4. 2 Hasil Suhu Bola basah	54
Tabel 4. 3 Hasil Perhitungan Efektivitas CT 4 dan CT 6	56
Tabel 4. 4 Kecepatan Udara Aktual	57
Tabel 4. 5 RPM aktual	58
Tabel 4. 6 Selisih Penurunan RPM	59
Tabel 4. 7 Data Flowrate fan Cooling Tower	60
Tabel 4. 8 Data perhitungan Optimasi	66
Tabel 4. 9 Data Peningkatan Flowrate dan Penurunan Suhu Keluar	69
Tabel 4. 10 Rata - Rata data aktual dan Pehitungan	70
Tabel 4. 11 Hasil Kenaikan Efektivitas pada Cooling Tower	76

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 Cooling Tower.....	25
Gambar 2. 2 Cara Kerja Induce draft crossflow	26
Gambar 2. 3 Cara Kerja Cooling Tower	27
Gambar 2. 4 Sistem Pendingin Gedung	28
Gambar 2. 5 Komponen Cooling Tower.....	29
Gambar 2. 6 Kipas pada Cooling Tower.....	29
Gambar 2. 7 Fan motor pada cooling tower.....	30
Gambar 2. 8 Bak Air Panas Pada cooling tower.....	31
Gambar 2. 9 fill pada cooling tower.....	31
Gambar 2. 10 Bak Air Dingin Cooling Tower.....	32
Gambar 2. 11 Sirip Udara Masuk Cooling Tower	32
Gambar 2. 12 Ballast Tank cooling tower	33
Gambar 2. 13 Pompa.....	33
Gambar 2. 14 Suhu pada Cooling Tower.....	36
Gambar 4. 1 Diagram Alir	47
Gambar 4. 2 Suhu Bola Basah CT 4	54
Gambar 4. 3 Suhu Bola Basah CT 6	54
Gambar 4. 4 Kenaikan Flowrate Cooling Tower.....	71
Gambar 4. 5 Peningkatan Efektivitas Cooling Tower	77
Gambar 4. 6 kerusakan fill pack	78
Gambar 4. 7 kerusakan sirip udara masuk	78
Gambar 4. 8 Fishbone Diagram	79

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 :

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

Cooling tower atau menara pendingin merupakan salah satu bagian utama dalam sistem pendingin yang digunakan pada instalasi industri maupun gedung bertingkat. Fungsinya adalah membuang panas dari air yang telah digunakan dalam proses pendinginan, sehingga air tersebut dapat digunakan kembali dalam siklus sistem seperti HVAC (*Heating, Ventilation, and Air Conditioning*) dan peralatan industri lainnya. Dalam sistem ini, air yang bersuhu tinggi akibat menyerap panas dari proses pendinginan akan dialirkan ke *cooling tower*, di mana panas tersebut dilepaskan ke atmosfer melalui mekanisme perpindahan panas, baik secara konduksi, konveksi, maupun evaporasi. Proses evaporatif ini memanfaatkan penguapan sebagian air untuk menyerap panas, sehingga sisa air yang tidak menguap mengalami penurunan suhu sebelum kembali digunakan dalam sistem.[1]

Pada gedung-gedung tinggi, jenis *cooling tower* yang banyak diterapkan adalah tipe *induced draft cross flow*, yang dikenal efisien dalam mengelola suhu pendinginan. Jenis ini bekerja dengan mengalirkan udara dari sisi samping secara horizontal dan menjatuhkan air dari atas ke bawah secara vertikal melalui media pengisi (*filler*), sehingga terjadi kontak langsung antara udara dan air. Proses ini dibantu oleh kipas yang terletak di bagian atas menara, yang bertugas menarik udara ke atas. Konfigurasi aliran udara dan air yang bersilangan pada sistem *induced draft* mampu meningkatkan efektivitas perpindahan panas, menjadikannya solusi yang andal untuk instalasi berskala besar seperti pembangkit listrik maupun sistem HVAC pada gedung komersial [2]. Oleh karena itu, menjaga kinerja optimal dari *cooling tower* sangat penting untuk menjamin



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

efisiensi energi dan kestabilan suhu operasional pada bangunan besar seperti Gedung XYZ.

Cooling tower jenis *induced draft cross flow* berperan penting dalam sistem pendinginan bangunan skala besar seperti *Power House* Gedung XYZ. Namun, dalam pengamatan di lapangan ditemukan adanya kerusakan fisik pada komponen utama seperti *fill pack* yang patah-patah serta sirip udara masuk yang mengalami keretakan. Kerusakan tersebut mengganggu distribusi air dan udara di dalam menara pendingin, yang berakibat pada berkurangnya efisiensi perpindahan panas antara kedua media tersebut. Air yang masuk ke dalam *tower* tidak menyebar merata ke seluruh permukaan *fill*, sedangkan aliran udara yang seharusnya stabil terganggu akibat jalur masuk yang tidak utuh [2]. Desain dan kondisi struktur internal *cooling tower* sangat mempengaruhi performa termal sistem, kerusakan mekanis seperti ketidakseimbangan jalur udara dan distribusi media pendingin menyebabkan hasil pendinginan yang tidak konsisten, meskipun pengaturan kecepatan kipas telah dilakukan secara adaptif.

Dampak dari kerusakan ini secara langsung terlihat dari suhu air keluaran yang tetap tinggi dan tidak mampu mencapai batas suhu target sistem pendinginan. Hal ini tentu menurunkan kinerja keseluruhan sistem HVAC dan meningkatkan konsumsi energi [4]. optimalisasi pengoperasian sistem pendingin tidak cukup hanya dengan pengaturan pada level pengendali, namun harus didukung oleh pemeriksaan fisik secara menyeluruh terhadap komponen utama. Ketika sirip udara mengalami keretakan atau media penyebar air tidak bekerja sebagaimana mestinya, maka distribusi aliran menjadi tidak merata dan menyebabkan menurunnya kemampuan *cooling tower* dalam melepaskan panas. Oleh karena itu, penting untuk melakukan optimasi menyeluruh yang tidak hanya berbasis pada parameter operasional, namun juga mempertimbangkan aspek teknis dari kondisi aktual komponen di lapangan.



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

Pada *cooling Tower* di Gedung XYZ ini terdapat temuan visual pada beberapa komponen Cooling Tower. Pada cooling tower yang digunakan di Gedung XYZ, ditemukan beberapa permasalahan teknis yang berpotensi menurunkan kinerja sistem secara keseluruhan. Temuan visual menunjukkan bahwa sirip udara masuk mengalami kerusakan berupa patahan, yang menyebabkan aliran udara masuk tidak merata dan mengganggu proses pertukaran panas. Selain itu, komponen *fill pack* juga tampak dalam kondisi patah-patah, yang mengurangi luas permukaan kontak antara air dan udara, sehingga efisiensi pendinginan menurun. Salah satu dampak dari kerusakan tersebut adalah suhu air keluaran yang tetap tinggi, meskipun sistem telah beroperasi pada kapasitas normal. Hal ini mengindikasikan bahwa proses pelepasan panas tidak berlangsung secara optimal. [4] kondisi fisik komponen seperti *filler* dan saluran udara sangat berpengaruh terhadap performa *cooling tower*, dan kerusakan sekecil apa pun dapat menyebabkan peningkatan beban kerja sistem pendingin [4]

Masalah-masalah tersebut menjadi perhatian serius karena dapat menimbulkan dampak berantai terhadap efisiensi energi, umur peralatan, dan kenyamanan termal dalam gedung. Beberapa penelitian menyatakan bahwa kinerja cooling tower sangat bergantung pada kondisi dan perawatan komponen utamanya, termasuk sirip udara dan *fill pack* yang berfungsi memperbesar luas kontak antara media udara dan air. Seperti yang dijelaskan oleh Irawan (2022), kerusakan pada struktur menara pendingin dapat menurunkan efektivitas proses pendinginan secara signifikan. Selain itu penggantian atau perbaikan pada fill pack yang rusak secara langsung meningkatkan performa sistem [5]. Oleh karena itu, untuk mengevaluasi kerusakan tersebut dan mengidentifikasi strategi perbaikan yang mampu menurunkan suhu air keluar serta meningkatkan efisiensi pendinginan secara menyeluruh.

Peningkatan kinerja *cooling tower* sangat diperlukan agar sistem dapat bekerja dengan efisien dalam mengatur suhu dan meningkatkan kinerja pendinginan tanpa menghabiskan terlalu banyak energi. Salah satu tantangan utama dalam meningkatkan kinerja *cooling tower* adalah mengatasi fluktuasi kondisi lingkungan, seperti suhu udara



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 mengemukakan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

dan kelembapan yang dapat mempengaruhi proses pendinginan. Penurunan efisiensi dalam sistem pendinginan dapat berdampak pada biaya operasional yang tinggi dan menurunkan umur peralatan. Oleh karena itu, penelitian untuk menemukan solusi dalam meningkatkan kinerja *cooling tower* merupakan langkah penting untuk meningkatkan efisiensi sistem pendinginan di gedung besar seperti Gedung XYZ.

Cooling tower dengan sistem *induced draft cross flow* memiliki keunggulan dalam desainnya yang memungkinkan udara dan air untuk bersentuhan lebih lama, sehingga meningkatkan efisiensi transfer panas. Desain ini juga memungkinkan distribusi udara yang lebih merata, yang penting dalam meningkatkan performa *cooling tower*. Namun, meskipun teknologi ini menawarkan keunggulan, banyak faktor eksternal, seperti kondisi iklim dan kualitas air, yang dapat mempengaruhi efisiensinya. Penelitian optimasi bertujuan untuk meningkatkan efisiensi dari kedua *cooling tower*.

Berdasarkan urgensi tersebut, penelitian ini akan berfokus pada evaluasi dan penerapan peningkatan kinerja *cooling tower* di *Power House* Gedung XYZ. Analisis akan dilakukan dengan membandingkan data operasional *cooling tower* sebelum dan sesudah peningkatan, serta mengidentifikasi faktor-faktor utama yang mempengaruhi kinerja pendinginan. Hasil dari penelitian ini diharapkan dapat memberikan rekomendasi dalam meningkatkan efisiensi *cooling tower* dan mendukung keberlanjutan sistem pendinginan di gedung tinggi.

1.2 Rumusan Masalah Penelitian

Berdasarkan dari latar belakang penelitian, penelitian ini memiliki beberapa permasalahan yang akan menjadi pembahasan, yaitu:

1. Bagaimana hubungan antara kecepatan aliran udara dan distribusi suhu terhadap kinerja pendinginan *cooling tower*?



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. Apa Peningkatan kinerja yang diterapkan untuk meningkatkan efisiensi *cooling tower* berdasarkan kecepatan aliran air, kecepatan aliran udara, suhu lingkungan, kelembaban dan temperature air?

1.3 Batasan Masalah Penelitian

Untuk memfokuskan pembahasan dalam penelitian ini, maka dibatasi pada ruang lingkup penelitian, yaitu:

1. Objek penelitian terfokus pada *cooling tower Induced Draft Cross Flow* nomor 4 dan 6 di *Power House* Gedung XYZ.
2. Variable yang akan dikaji adalah pengukuran kecepatan aliran air, kecepatan aliran udara, Temperatur lingkungan, kelembaban dan temperatur air sebagai parameter utama.
3. Ruang lingkup analisis yang dilakukan melalui perbandingan kondisi sebelum dan sesudah peningkatan, tanpa implementasi teknologi tambahan seperti sensor otomatis.
4. Data yang digunakan pada penelitian ini diperoleh dari hasil pengambilan data yang dilakukan di *Power House* Gedung XYZ

1.4 Pertanyaan Penelitian

Pada penelitian ini, ada beberapa permasalahan yang akan dibahas dan dirumuskan menjadi pertanyaan sebagai berikut:

1. Apa temuan yang ada secara visual pada permasalahan *Cooling Tower* sehingga perlunya dilakukan optimasi kinerja pada *Cooling Tower*?



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. Bagaimana cara meningkatkan kinerja yang diterapkan pada *Cooling Tower* untuk meningkatkan efektivitas *Cooling Tower*

1.5 Tujuan Penelitian

Berdasarkan rumusan masalah, maka dapat disusun tujuan dari penelitian yang penulis ingin capai:

Peningkatan efisiensi pada *cooling tower cross flow* dengan kapasitas berdasarkan data operasional di unit nomor 4 dan 6 pada *Power House* Gedung XYZ, melalui analisis hubungan antara kecepatan aliran udara dan distribusi temperatur.

1.6 Manfaat Penelitian

1. Bagi Mahasiswa

Penelitian ini memberikan manfaat bagi mahasiswa dengan memperluas pemahaman mereka mengenai prinsip kerja dan optimalisasi *cooling tower Induced Draft Cross Flow*, yang merupakan bagian penting dalam sistem pendinginan gedung tinggi.

Dengan adanya penelitian ini, mahasiswa dapat memahami bagaimana faktor-faktor seperti, kecepatan aliran air, kecepatan aliran udara, dan temperatur air masuk serta keluar mempengaruhi efisiensi perpindahan panas dalam cooling tower. Selain itu, penelitian ini juga melatih keterampilan mahasiswa dalam mengumpulkan dan menganalisis, data teknis, Mahasiswa juga dapat mengasah kemampuan mereka dengan mengidentifikasi permasalahan dalam sistem pendinginan, serta mengusulkan peningkatan kinerja berbasis data yang dapat diterapkan untuk meningkatkan efisiensi cooling tower



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. Bagi Politeknik negeri Jakarta

Manfaat Bagi Politeknik Negeri Jakarta, penelitian ini memiliki manfaat dalam meningkatkan efisiensi operasional sistem pendinginan, khususnya dalam pengelolaan *cooling tower* di gedung tinggi. Dengan adanya evaluasi kinerja *cooling tower* yang dilakukan dalam penelitian ini Manfaat lain bagi institusi adalah sebagai bahan referensi bagi pihak akademik, industri, atau pengelola gedung yang ingin menerapkan peningkatan kinerja serupa untuk meningkatkan efisiensi energi dan mengurangi biaya operasional. Dengan adanya penelitian ini, institusi dapat berkontribusi dalam upaya keberlanjutan energi, khususnya dalam penerapan teknologi pendinginan yang lebih ramah lingkungan dan efisien, serta mendukung pengembangan keilmuan di bidang teknik mesin dan rekayasa energi yang berkaitan dengan sistem pendinginan gedung tinggi.

1.7 Sistematika Penulisan Skripsi

BAB I PENDAHULUAN

Bab ini merupakan bagian awal penelitian yang menguraikan latar belakang permasalahan, perumusan masalah, batasan masalah, tujuan penelitian, manfaat penelitian, serta sistematika penulisan secara keseluruhan.

BAB II TINJAUAN PUSTAKA

Bab ini memuat pembahasan mengenai kajian pustaka yang mendukung penelitian, mencakup pembahasan teoritis serta topik-



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

topik yang menjadi fokus utama dalam penulisan skripsi ini.

BAB III METODE PENELITIAN

Bab ini menjelaskan metode yang digunakan untuk menyelesaikan permasalahan penelitian, termasuk prosedur kerja, metode pengumpulan data, teknik pengolahan data, serta proses analisis data yang diterapkan.

BAB IV ANALISIS DAN PEMBAHASAN

Bab ini menjelaskan hasil penelitian berupa pengumpulan data dan pengolahan data beserta pembahasan.

BAB V PENUTUP

Bab ini berisi kesimpulan yang diperoleh dari penelitian serta saran yang diberikan berdasarkan hasil penelitian.

**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

1. Hasil inspeksi menunjukkan adanya kerusakan signifikan pada komponen utama *cooling tower*, seperti *fill pack* yang patah dan *inlet louver* (sirip udara masuk) yang retak dan patah. Kondisi ini menyebabkan gangguan pada distribusi aliran udara dan air, sehingga menurunkan efektivitas perpindahan panas. Akibatnya, suhu air keluar tetap tinggi meskipun sistem beroperasi normal, mengindikasikan adanya penurunan kinerja pendinginan.
2. Berdasarkan pengukuran data aktual di lapangan, efektivitas awal *cooling tower* sebelum dilakukan optimasi tergolong sangat rendah, yaitu sebesar 8,25% untuk unit 4 dan 15,79% untuk unit 6. Nilai tersebut menunjukkan bahwa sistem belum bekerja secara optimal dalam menurunkan suhu air mendekati suhu bola basah lingkungan, sehingga diperlukan langkah perbaikan operasional.
3. Upaya optimasi dilakukan dengan menaikkan kecepatan aliran udara (*flowrate*) melalui penyesuaian putaran fan (RPM). Setelah dilakukan optimasi, efektivitas *cooling tower* meningkat drastis hingga mencapai 84,54% pada unit 4 dan 84,21% pada unit 6, serta berhasil menurunkan suhu air keluar masing-masing menjadi 26°C dan 29°C, mendekati suhu target pendinginan.
4. Penelitian ini membuktikan bahwa peningkatan kinerja *cooling tower* dapat dicapai melalui optimasi parameter operasional tanpa perlu penggantian besar pada komponen mekanis. Pendekatan ini tidak hanya meningkatkan efektivitas sistem pendinginan, tetapi juga berpotensi mengurangi beban energi secara keseluruhan, menjadikannya solusi praktis dalam pengelolaan sistem HVAC gedung besar.



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

5.2 Saran

1. Penting bagi tim pemeliharaan untuk melakukan inspeksi berkala terhadap kondisi *fill pack*, sirip udara masuk, dan komponen mekanis lainnya. Pemeriksaan ini dapat mencegah kerusakan dini dan memastikan proses perpindahan panas berjalan secara maksimal
2. Penyesuaian putaran kipas (RPM) sebaiknya dilakukan berdasarkan suhu air keluar dan kondisi lingkungan. Dengan pendekatan ini, laju aliran udara dapat disesuaikan agar sistem bekerja efisien tanpa membebani konsumsi energi secara berlebihan.
3. Diperlukan sistem monitoring berbasis digital untuk merekam data suhu, kelembapan, dan kecepatan udara secara *real-time*. Dengan adanya pemantauan ini, pengambilan keputusan dalam optimasi dapat dilakukan lebih cepat dan akurat, serta mencegah penurunan kinerja secara tiba-tiba.

**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 mengumunkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Sastrawan, I. K. G., & Subagyo, R. (2020). Analisa Perpindahan Panas Cooling Tower (Induced Draft) Pltu I Pulang Pisau (2 x 60 MW). *JtaM Rotary*, 2(2), 171-182
- [1] S. Hara, *Refrigerasi dan Pengkondisian Udara*, Jakarta: Erlangga, 2007.
- [2] C. G. Cutillas, J. R. Ramirez, and M. L. Miralles, "Optimum design and operation of an HVAC cooling tower for energy and water conservation," *Energies*, vol. 10, no. 3, pp. 1–27, Mar. 2017, doi: 10.3390/en10030299.
- [3] Zakia, N. H. (2024). *Laporan Kampus Merdeka: Optimalisasi Pengoperasian Fan Closed Cooling Water System (FCCWS) pada Turbin Gas di PLTGU PLN Indonesia Power UBP Cilegon*. Teknik Mesin, Pembangkit Tenaga Listrik D4
- [4] Nurrahman, A. Cooling Tower Performance Efficiency in Water Treatment Unit at Pt. X Sukowati. *Jurnal Ilmiah Teknik Kimia*, 8(1), 15–23.
- [5] Irawan, T. (2022). *Kajian Analisis dan Kontruksi Menara Pendingin Review*. Riau: Jurnal Engine: Energi, Manufaktur, dan Material 6.1 : 53-62.
- [6] Melkias, Alvera. "Analisa Performa Pada Cooling Tower Jenis Mechanical Draft Crossflow." *Jurnal Teknik Energi* 10, no. 1 (2020): 24-28.
- [7] Qalbi, Mutiara Ghinaul, Budi Suharto, and Sri Wuryanti. "Analisis Efektivitas Cooling Tower Sebelum dan Sesudah Pergantian Filler Pack." *Jurnal Surya Teknika* 11, no. 1 (2024): 394-399.
- [9] S. Wahyu, A. Mustain, dan M. A. Rizky, "Analisa Perhitungan Efisiensi Cooling Tower 32 T 821 pada Utilitas II Produksi II B PT Petrokimia Gresik,"



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

Distilat: Jurnal Teknologi Separasi, vol. 9, no. 1, pp. 114–119, Mar. 2023.

- [10] E. K. Wati, "Analisis Efisiensi Daya pada Otomatisasi Sistem Kendali Kecepatan Fan Cooling Tower Unit PLTP #2," Program Studi Teknik Fisika, Universitas Nasional, Nov. 29, 2019.
- [11] F. P. Incropera and D. P. DeWitt, *Fundamentals of Heat and Mass Transfer*, 6th ed. Hoboken, NJ: John Wiley & Sons, 2007
- [13] ASHRAE, *ASHRAE Handbook – Fundamentals*, American Society of Heating Refrigerating and Air Conditioning Engineers, 2017.
- [14] C. Küttner, *Cooling Tower Performance Optimization*, 1st ed. Berlin, Germany: Springer Vieweg, 2019.
- [15] H. Hariyono and M. Ludfi, *Pompa dan Sistem Pemipaan*. Jakarta: Penerbit XYZ, 2014.
- [16] Zulkifli, "Definisi Optimasi," *eprints.umm.ac.id*, 2020. [Online].
Y. A. Çengel and J. M. Cimbala, *Fluid Mechanics: Fundamentals and Applications*, 4th ed. New York: McGraw Hill Education, 2017.
- [17] K. S. Mohamed and H. A. Ashour, "Study of Cooling Tower System Energy Saving Opportunities within Steel Production Factory," *Arab Academy for Science and Technology*, Alexandria, Egypt.

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





© 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

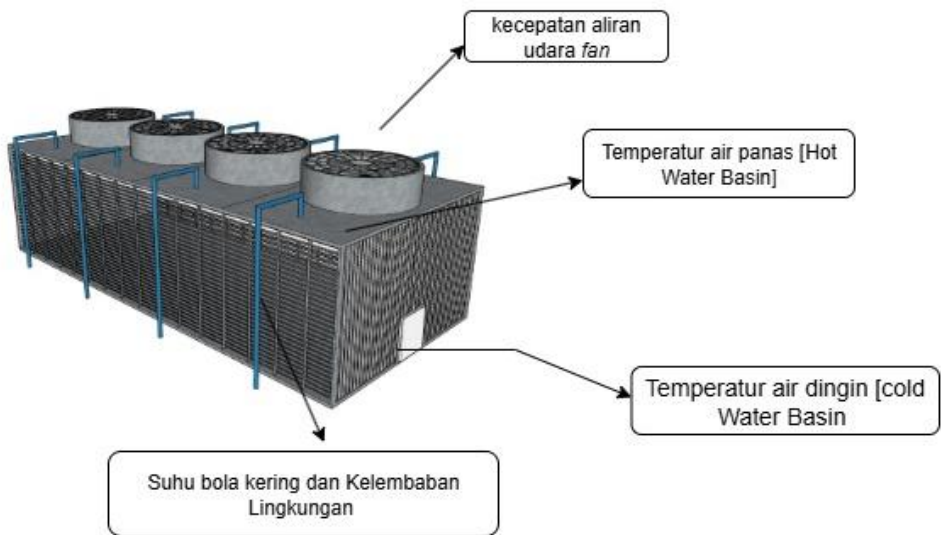




© Hak Cipta milik Politeknik Negeri Jakarta

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





© Hak Cipta milik Politeknik Negeri Jakarta

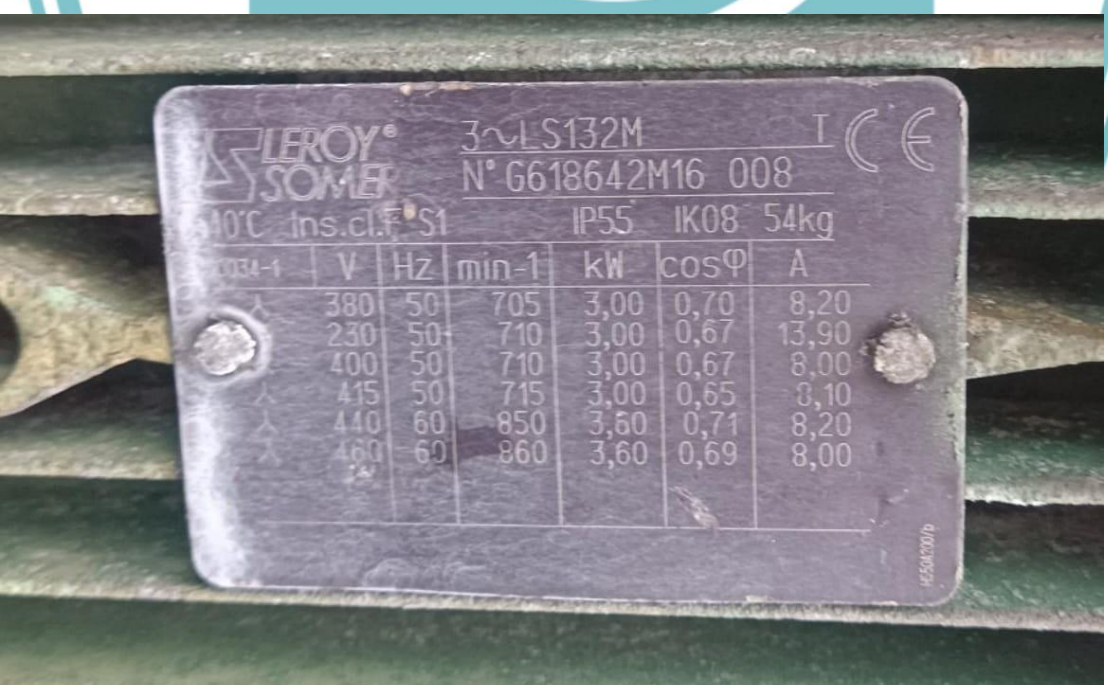
Hak Cipta :

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 :

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 :

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





© 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



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 :

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 RIWAYAT HIDUP



1. Nama Lengkap : Andini Tri Wahyuni
2. NIM : 2102321015
3. Tempat, Tanggal Lahir : Jakarta, 3 Agustus 2002
4. Jenis Kelamin : Perempuan
5. Alamat : Jl. Cipinang Kebembem 6, Pisangan Timur, Pulogadung, Jakarta Timur
6. Email : andini.tri.wahyuni.tm21@mhs.wpnj.ac.id
andini.tw0380@gmail.com
7. Pendidikan
 - SD (2008-2014) : SDN 18 Jakarta Timur
 - SMP (2014-2017) : SMPN 44 Jakarta
 - SMA (2017-2020) : SMAS Muhammadiyah 12 Jakarta
8. Program Studi : Teknologi Rekayasa Konversi Energi
9. Bidang Peminatan : Energi Terbarukan, Tata udara, Mechanical Process Engineering