



© 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



**PENGOPTIMALISASIAN ASPEK TEKNO-EKONOMI
PADA PENGGUNAAN JUMLAH FAN COOLING
TOWER TERHADAP EFISIENSI TURBIN UAP
DAN KONSUMSI LISTRIK DI PLTGU PT.XYZ**

SKRIPSI

Oleh:

Muhammad Nurdiansyah Arif

NIM. 2102421027

**POLITEKNIK
NEGERI
JAKARTA**

**PROGRAM STUDI SARJANA TERAPAN
TEKNOLOGI REKAYASA PEMBANGKIT 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



**PENGOPTIMALISASIAN ASPEK TEKNO-EKONOMI
PADA PENGGUNAAN JUMLAH FAN COOLING
TOWER TERHADAP EFISIENSI TURBIN UAP
DAN KONSUMSI LISTRIK DI PLTGU PT. XYZ**

SKRIPSI

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

Oleh:

Muhammad Nurdiansyah Arif
NIM. 2102421027

**PROGRAM STUDI SARJANA TERAPAN
TEKNOLOGI REKAYASA PEMBANGKIT 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



“Skripsi ini kupersembahkan untuk ayah, ibu, kakak, abang, almamater, nusa dan bangsa”



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

HALAMAN PERSETUJUAN
SKRIPSI

**PENGOPTIMALISASIAN ASPEK TEKNO-EKONOMI PADA
PENGUNAAN JUMLAH *FAN COOLING TOWER* TERHADAP EFISIENSI
TURBIN UAP DAN KONSUMSI LISTRIK DI PLTGU PT. XYZ**

Oleh:

Muhammad Nurdiansyah Arif

NIM. 2102421027

Program Studi Sarjana Terapan Teknologi Rekayasa Pembangkit Energi

Laporan Skripsi Telah disetujui oleh pembimbing

Pembimbing 1

Dr. Eng. Ir. Muslimin, S.T., M.T., IWE.
NIP. 197707142008121005

Pembimbing 2

P. Jannus, S.T., M.T.
NIP. 196304261988031004

Kepala Program Studi

Sarjana Terapan Teknologi Rekayasa Pembangkit Energi

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



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

**PENGOPTIMALISASIAN ASPEK TEKNO-EKONOMI PADA
PENGUNAAN JUMLAH *FAN COOLING TOWER* TERHADAP EFISIENSI
TURBIN UAP DAN KONSUMSI LISTRIK DI PLTGU PT. XYZ**

Oleh:

Muhammad Nurdiansyah Arif
NIM. 2102421027

Program Studi Sarjana Terapan Teknologi Rekayasa Pembangkit Energi

Telah berhasil dipertahankan dalam sidang sarjana terapan di hadapan Dewan
Penguji pada tanggal 17 Juli 2025 dan diterima sebagai persyaratan untuk
memperoleh gelar Sarjana Terapan pada Program Studi Sarjana Terapan
Teknologi Rekayasa Pembangkit Energi Jurusan Teknik Mesin

DEWAN PENGUJI

No	Nama	Posisi Penguji	Tanda Tangan	Tanggal
1	Dr. Eng. Ir. Muslimin, S.T., M.T., IWE. NIP. 197707142008121005	Ketua		23 Juli 2025
2	P. Jannus, S.T., M.T. NIP. 196304261988031004	Anggota		23 Juli 2025
3	Benhur Nainggolan, Ir., M.T NIP. 196106251990031003	Anggota		23 Juli 2025

Depok, 23 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 : Muhammad Nurdiansyah Arif
NIM : 2102421027
Program Studi : Sarjana Terapan Teknologi Rekayasa Pembangkit Energi

Saya menyatakan bahwa yang dituliskan di dalam Skripsi ini adalah hasil karya saya sendiri bukan jiplakan dan bukan plagiasi karya orang lain baik sebagian atau seluruhnya. Pendapat, gagasan, atau temuan orang lain yang terdapat di dalam Skripsi ini telah saya kutip dan saya rujuk sesuai dengan etika ilmiah.

Demikian pernyataan ini saya buat dengan sebenar-benarnya.

Depok, 23 Juli 2025



Muhammad Nurdiansyah Arif
NIM. 2102421027



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

PENGOPTIMALISASIAN ASPEK TEKNO-EKONOMI PADA PENGUNAAN JUMLAH *FAN COOLING TOWER* TERHADAP EFISIENSI TURBIN UAP DAN KONSUMSI LISTRIK DI PLTGU PT.XYZ

Muhammad Nurdiansyah Arif¹⁾, Muslimin²⁾, P.Jannus¹⁾

¹⁾Program Studi Sarjana Terapan Teknologi Rekayasa Pembangkit Energi, Jurusan Teknik Mesin,
Politeknik Negeri Jakarta, Kampus UI, Depok, 16425

²⁾Program Studi Magister Terapan Rekayasa Teknologi Manufaktur, Program Pasca Sarjana,
Politeknik Negeri Jakarta, Kampus UI, Depok, 16425

Email : muhammad.nurdiansyah.arif.tm21@mhs.wpnj.ac.id

ABSTRAK

Pembangkit Listrik Tenaga Gas dan Uap (PLTGU) merupakan pembangkit listrik yang mengombinasikan turbin gas dan turbin uap. Efisiensi turbin uap dipengaruhi oleh temperatur pendingin yang didukung oleh *cooling tower*. *Cooling tower* tipe *induced draft* menggunakan *fan*, di mana jumlah *fan* yang dioperasikan berpengaruh langsung terhadap suhu air pendingin yang berdampak terhadap efisiensi turbin uap dan konsumsi listrik. Penelitian ini bertujuan untuk melakukan inovasi melalui pengoptimalisasian jumlah *fan* yang dioperasikan. Penelitian ini menggunakan metode kuantitatif dengan perhitungan untuk menganalisis hubungan antara jumlah *fan* yang dioperasikan terhadap efisiensi turbin dan konsumsi listrik. Hasil penelitian menunjukkan bahwa pengoptimalisasian jumlah *fan* pada beban rendah menurunkan efisiensi turbin dari 71,5% (3 *fan*) menjadi 70,5% (2 *fan*), sedangkan pada beban penuh, efisiensi turun dari 81,5% (4 *fan*) menjadi 80,1% (3 *fan*). Meskipun terjadi penurunan efisiensi, nilai tersebut masih berada dalam batas aman. Selain itu, strategi pengoptimalisasian jumlah *fan* mampu menghasilkan penghematan energi sebesar 38.400 kWh/bulan dan menurunkan biaya listrik hingga Rp53.760.000/bulan. Penelitian ini menunjukkan bahwa dengan melakukan pengoptimalisasian *fan* dapat mengurangi konsumsi listrik dan biaya serta tetap menjaga nilai efisiensi turbin uap dalam batas aman.

Kata Kunci : PLTGU, efisiensi turbin uap, *cooling tower*, jumlah *fan*, konsumsi listrik



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

OPTIMIZATION OF TECHNO-ECONOMIC ASPECTS IN THE USE OF THE NUMBER OF COOLING TOWER FANS ON STEAM TURBINE EFFICIENCY AND ELECTRICITY CONSUMPTION IN PLTGU PT.XYZ

Muhammad Nurdiansyah Arif¹⁾, Muslimin²⁾, P.Jannus¹⁾

¹⁾Study Program of Bachelor of Applied Energy Generation engineering Technology, Departement of Mechanical Engineering, State Polytechnic of Jakarta, UI Campus, Depok 16425, Indonesia

²⁾Applied Master of Manufacturing Technology Engineering Study Program, Postgraduate Program, Jakarta State Polytechnic, UI Campus, Depok, 16425

Email : muhammad.nurdiansyah.arif.tm21@mhs.wpnj.ac.id

ABSTRACT

Gas and Steam Power Plant (PLTGU) is a power plant that combines gas turbines and steam turbines. The efficiency of the steam turbine is influenced by the temperature of the coolant supported by the cooling tower. The induced draft type cooling tower uses a fan, where the number of fans operated directly affects the temperature of the cooling water which has an impact on the efficiency of the steam turbine and electrical consumption. This study aims to innovate by optimizing the number of fans operated. This study uses a quantitative method with calculations to analyze the relationship between the number of fans operated on turbine efficiency and electrical consumption. The results of the study show that optimizing the number of fans at low loads reduces turbine efficiency from 71.5% (3 fans) to 70.5% (2 fans), while at full load, efficiency drops from 81.5% (4 fans) to 80.1% (3 fans). Although there is a decrease in efficiency, the value is still within safe limits. In addition, the strategy of optimizing the number of fans can produce energy savings of 38,400 kWh/month and reduce electricity costs by up to electrical cos konsumsi energy listrik Rp53,760,000/month. This study shows that optimizing the fan can reduce electricity consumption and costs while maintaining the efficiency value of the steam turbine within safe limits.

Keywords: PLTGU, steam turbine efficiency, cooling tower, number of fans, electrical consumption, techno-economic optimization



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

KATA PENGANTAR

Alhamdulillah puji serta syukur kepada kehadiran Allah SWT atas rahmat dan karunianya sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi yang berjudul **“Pengoptimalisasian Aspek Tekno-Ekonomi Pada Penggunaan Jumlah *Fan Cooling Tower* Terhadap Efisiensi Turbin Uap Dan Konsumsi Listrik Di PLTGU PT.XYZ”**. Skripsi ini disusun untuk memenuhi salah satu syarat dalam menyelesaikan studi Sarjana Terapan Program Studi Teknologi Rekayasa Pembangkit Energi, Jurusan Teknik Mesin Politeknik Negeri Jakarta. Penulisan Skripsi ini tidak lepas dari bantuan berbagai pihak, oleh karena itu penulis ingin menyampaikan ucapan terimakasih kepada :

1. Bapak Dr. Eng. Ir. Muslimin, M.T., IWE selaku ketua Jurusan Teknik Mesin Politeknik Negeri Jakarta dan selaku dosen pembimbing pertama yang telah membimbing dan memberikan arahan hingga penelitian ini selesai.
2. P. Jannus, S.T., M.T. selaku dosen pembimbing kedua yang telah membimbing dan memberikan arahan hingga penelitian ini selesai.
3. Seluruh Dosen Jurusan Teknik Mesin yang telah mendukung dan memberikan ilmu, pengalaman, dukungan moril, dan bantuan lainnya selama masa studi dan penelitian.
4. Bapak Ristiyan Hadiwibowo selaku *Performance Engineer* PT. XYZ yang telah membantu dalam pengambilan data dan masukan selama melakukan penelitian.
5. Seluruh tim PT. XYZ yang telah menerima dengan baik, mengayomi dalam pelaksanaan penelitian, serta membantu dalam pengambilan data.
6. Kedua Orang tua penulis yang sudah berpulang ke Rahmatullah, yang dimana saya sangat sayangi dan saya cintai sampai saat ini karena telah mendidik dan membesarkan penulis, walaupun kehadirannya tidak ada tetapi mereka berdua selalu ada di hati penulis.
7. Kedua kakak dan abang kandung penulis yang selalu mendukung dan membantu penulis sampai saat ini, dan selalu menemani penulis dalam keadaan susah maupun senang.



© 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

8. Rijag Putra dan Bintang Alfito selaku teman sekelas yang selalu menemani penulis dalam mengerjakan skripsi dan membantu penulis dalam menyusun skripsi.
9. Teman – teman seangkatan program studi yang senantiasa memberikan dukungan dalam menyelesaikan skripsi ini.
10. *Last but not least*, penulis ingin mengucapkan terima kasih kepada seorang anak bungsu yang berumur 22 tahun yaitu saya sendiri Muhammad Nurdiansyah Arif, saya ingin mengucapkan terima kasih sudah bertahan sejauh ini, terima kasih tetap menjadi dirimu sendiri, terima kasih selalu melangkah maju terus. Walaupun banyak rintangan, banyak hal yang telah dilakukan dan diusahakan tetapi tidak sesuai harapan, rasa lelah, dan keraguan sering kali hadir. Tetapi dirimu memilih untuk bertahan dan melanjutkan apa yang harus dilakukan. Tetaplah belajar menerima dan mensyukuri apa yang didapat, jangan pernah lelah untuk terus berusaha dan selalu rayakan apapun yang ada di dalam diri. Semoga perjalanan ini menjadi pijakan yang kuat untuk langkah – langkah selanjutnya dalam mewujudkan mimpi.

Penulis menyadari bahwa skripsi ini jauh dari kata sempurna dan masih banyak memiliki kekurangan. Oleh karena itu, penulis mengharapkan kritik dan saran yang membangun untuk perbaikan ke depan.

Jakarta, 3 Juli 2025

Muhammad Nurdiansyah Arif

NIM. 2102421027



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 ISI

HALAMAN PERSETUJUAN.....	iv
HALAMAN PENGESAHAN.....	v
LEMBAR PERNYATAAN ORISINALITAS	vi
ABSTRAK	vii
ABSTRACT.....	viii
KATA PENGANTAR	ix
DAFTAR ISI.....	xi
DAFTAR TABEL.....	xiii
DAFTAR GAMBAR	xiv
DAFTAR LAMPIRAN.....	xv
BAB I.....	1
PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	2
1.3 Batasan Masalah.....	2
1.4 Pertanyaan Penelitian	3
1.5 Tujuan Penelitian.....	3
1.6 Manfaat Penelitian.....	3
1.7 Sistematik Penulisan Skripsi	4
BAB II.....	6
TINJAUAN PUSTAKA	6
2.1 Landasan Teori	6
2.1.1 Combined Cycle	6
2.1.2 Turbin Uap.....	8
2.1.2.1 Prinsip Kerja Turbin Uap.....	9
2.1.2.2 Jenis – Jenis Turbin uap	10
2.1.2.3 Efisiensi Turbin Uap	17
2.1.3 Sistem Pendingin	19
2.1.3.1 Cooling Tower	21
2.1.3.2 Perinsip Kerja <i>Cooling tower</i>	22
2.1.3.3 Kapasitas Pendinginan <i>Cooling Tower</i>	23
2.1.4 Motor <i>Fan</i>	23



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

2.1.5 Perhitungan Pendekatan Aspek Tekno – Ekonomi	24
2.2 Kajian Literatur	25
2.3 Kerangka Pemikiran	28
BAB III	30
METODE PENELITIAN.....	30
3.1 Jenis Penelitian	30
3.1.1 Diagram Alir	30
3.1.2 Kurva S Penelitian	32
3.2 Objek Penelitian	32
3.3 Metode Pengambilan Sampel	34
3.4 Jenis dan Sumber Data Penelitian	35
3.5 Metode Pengumpulan Data Penelitian	35
3.6 Metode Analisis Data	36
3.6.1 Koefisien Determinan (R^2)	36
BAB IV	37
HASIL DAN PEMBAHASAN	37
4.1 Hasil Penelitian.....	37
4.1.1 Perhitungan Kapasitas Pendingin	37
4.1.2 Data Operasi Turbin Uap	38
4.1.3 Perhitungan Efisiensi Turbin Uap	40
4.1.4 Percobaan Pengurangan Penggunaan <i>Fan</i>	47
4.1.5 Perhitungan Ekonomi	50
4.2 Pembahasan Penelitian	53
4.2.1 Grafik Pengaruh Jumlah <i>Fan Cooling Tower</i> pada Beban Rendah.....	53
4.2.1 Grafik Pengaruh Jumlah <i>Fan Cooling Tower</i> pada Beban <i>Full</i>	54
4.3.1 Penghematan Setelah di Inovasi	55
BAB V.....	57
PENUTUP.....	57
5.1 Kesimpulan.....	57
5.2 Saran.....	57
DAFTAR PUSTAKA	58
LAMPIRAN	61
DAFTAR RIWAYAT HIDUP.....	70



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 TABEL

Tabel 3. 1 Kurva S Penelitian	32
Tabel 3. 2 Spesifikasi Turbin Uap PT.XYZ.....	33
Tabel 3. 3 Spesifikasi Motor Fan Cooling Tower PT.XYZ.....	33
Tabel 3. 4 Spesifikasi Cooling Tower PT.XYZ	34
Tabel 4. 1 Data Operasi Cooling Tower Beban Redah.....	37
Tabel 4. 2 Data Operasi Cooling Tower Beban Full.....	38
Tabel 4. 3 Data Operasi Turbin Uap saat Beban Redah Penggunaan 3 Fan.....	39
Tabel 4. 4 Data Operasi Turbin Uap saat Beban Full Penggunaan 4 Fan.....	40
Tabel 4. 5 Data Hasil perhitungan Efisiensi Turbin Uap saat Beban Rendah Penggunaan 3 Fan	45
Tabel 4. 6 Data Hasil Perhitungan Efisiensi Turbin Uap saat Beban Full Penggunaan 4 Fan	46
Tabel 4. 7 Data Operasi Turbin Uap saat Beban Full Penggunaan 3 Fan.....	47
Tabel 4. 8 Data Perhitungan Efisiensi Turbin Uap saat Beban Full Penggunaan 3 Fan.....	47
Tabel 4. 9 Data Hasil Perhitungan Rata – Rata Efisiensi dan Temperatur Keluaran Turbin Uap Pada Setiap Konfigurasi Pola Operasi Fan Cooling Tower	50
Tabel 4. 10 Data Konsumsi Listrik serta Biaya Sebelum dan Sesudah Inovasi Pengoperasian Jumlah Fan Cooling Tower.....	55



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 Process Flow Diagram Siklus Kombinasi	6
Gambar 2. 2 Diagram T-s Siklus Kombinasi	7
Gambar 2. 3 Turbin Uap	8
Gambar 2. 4 Prinsip Kerja Turbin Uap	9
Gambar 2. 5 Turbin Uap Impuls	10
Gambar 2. 6 Turbin Uap Reaksi	11
Gambar 2. 7 Sudu Turbin Uap	12
Gambar 2. 8 Turbin Uap Compound	13
Gambar 2. 9 Turbin Uap Velocity Compounding.....	14
Gambar 2. 10 Turbin Uap Pressure Compounding.....	15
Gambar 2. 11 Turbin Uap Pressure – Velocity Compounding.....	16
Gambar 2. 12 Sistem Pendingin Pembangkit listrik Tenaga Gas dan Uap (PLTGU)	20
Gambar 2. 13 Cooling Tower.....	21
Gambar 2. 14 Prinsip Kerja Cooling Tower	22
Gambar 2. 15 Motor Fan Cooling Tower.....	23
Gambar 3. 1 Diagram Alir Penelitian	30
Gambar 4. 1 Scatter Plot Pengaruh Hubungan Temperatur Keluaran Turbin Uap Terhadap Efisiensi Turbin Uap	48
Gambar 4. 2 Grafik Pengaruh Jumlah Fan Cooling Tower Terhadap Temperatur Keluaran Turbin Uap Dan Efisiensi Turbin Uap Pada Beban Rendah	53
Gambar 4. 3 Grafik Pengaruh Jumlah Fan Cooling Tower Terhadap Temperatur Keluaran Turbin Uap Dan Efisiensi Turbin Uap Pada Beban Full	54



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. Formulir F1 Dosen Pembimbing – 1	62
Lampiran 2. Formulir F1 Dosen Pembimbing – 2	63
Lampiran 3. Formulir F2 (Lembar Bimbingan dengan Dosen Pembimbing) – 1	64
Lampiran 4. Formulir F2 (Lembar Bimbingan dengan Dosen Pembimbing) – 2	66
Lampiran 5. Tabel Superheated Water.....	68
Lampiran 6. Tabel Saturated Water	69
Lampiran 7. Aplikasi Measur.....	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

Pembangkit Listrik Tenaga Gas dan Uap (PLTGU) merupakan sistem pembangkit yang menggabungkan turbin gas dan turbin uap untuk mencapai efisiensi termal yang tinggi (Rajesh & Kishore, 2018). Dalam sistem ini, efisiensi turbin menjadi salah satu indikator utama dalam menilai performa operasional, karena efisiensi ini menentukan seberapa besar energi input yang dapat dikonversi menjadi energi listrik. Salah satu elemen penting dalam menjaga kinerja turbin uap adalah sistem pendingin kondensor yang didukung oleh *cooling tower*. *Cooling tower* tipe *induced draft* bekerja dengan menggunakan kipas (*fan*) untuk mengalirkan udara dalam membantu proses kondensasi uap, sehingga tekanan dan temperatur di dalam kondensor tetap rendah dan efisiensi turbin tetap optimal. Performa sistem pendingin, khususnya *cooling tower* memiliki peran penting dalam mempertahankan efisiensi sistem secara keseluruhan karena pengaruhnya terhadap tekanan dan temperatur kondensasi pada turbin (Senthur Prabu et al., 2018). Optimalisasi jumlah *fan* yang beroperasi di *cooling tower* dapat secara signifikan mempengaruhi efisiensi turbin uap dan konsumsi listrik yang digunakan akibat penggunaan *fan*.

Pada beberapa penelitian terdahulu, terdapat penelitian yang melakukan pengurangan pengoperasian *fan* pada saat suhu *ambient* rendah. Hasilnya pada penelitian tersebut dapat menurunkan konsumsi daya listrik *fan* sebesar 19 kW /jam (Adhyaksa, n.d.). Terdapat juga penelitian bahwa temperatur pendingin mempengaruhi efisiensi turbin uap bahwa semakin tinggi temperatur air pendingin, semakin menurun kinerja dan efisiensi turbin uap, dengan setiap kenaikan 1°C pada temperatur air pendingin menyebabkan penurunan efisiensi turbin turun sebesar 0,0515% (Fahmi et al., 2019).

Berdasarkan pengamatan operasional di PLTGU PT. XYZ, sistem pendinginan dengan *cooling tower* telah berjalan secara andal dan efisien sesuai dengan standar operasional yang berlaku. Namun, peluang untuk optimasi tetap terbuka, khususnya



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

melalui inovasi dalam pengaturan jumlah *fan cooling tower* yang dioperasikan. Optimalisasi jumlah *fan* berpotensi dapat menurunkan konsumsi listrik, sehingga menghasilkan penghematan biaya operasional dengan tetap menjaga efisiensi turbin uap dalam batas aman (Saidur et al., 2010).

Pentingnya untuk melakukan penelitian ini pada PT.XYZ agar mengevaluasi dan mengoptimalkan jumlah *fan* yang dioperasikan. Sehingga dapat mengoptimalkan keseimbangan antara efisiensi turbin uap dan konsumsi listrik yang rendah. Dengan begitu pembangkit dapat beroperasi lebih hemat energi dengan tetap menjaga efisiensi turbin. Penelitian ini difokuskan untuk mengoptimalkan jumlah *fan cooling tower* dengan pendekatan tekno-ekonomi pada PLTGU PT.XYZ, Dengan pendekatan ini, diharapkan konsumsi listrik dapat dikurangkan secara signifikan, dan biaya operasional dapat dikurangi dengan tetap menjaga efisiensi turbin uap dalam batas aman. Berdasarkan pembahasan diatas penelitian ini berjudul “Pengoptimalisasian Aspek Tekno-Ekonomi pada Penggunaan Jumlah *Fan Cooling Tower* Terhadap Efisiensi Turbin Uap dan Konsumsi Listrik Di PTGU PT.XYZ.”

1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang penelitian yang penulis sampaikan, terdapat beberapa masalah yang diidentifikasi dalam penelitian ini, yaitu :

1. Bagaimana pengaruh jumlah penggunaan *fan cooling tower* terhadap efisiensi turbin uap?
2. Seberapa besar konsumsi daya listrik dan biaya yang dapat dihemat melalui pengaturan jumlah *fan cooling tower*?
3. Apakah dengan melakukan pengaturan pemakaian jumlah *fan cooling tower* dapat efisien dalam aspek tekno-ekonomi?

1.3 Batasan Masalah

Agar penelitian lebih fokus, sistematis, dan tidak meluas jauh dalam segi pembahasan, maka penulis menetapkan batasan masalah. Adapun batasan masalah yang telah ditentukan oleh penulis adalah sebagai berikut:

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

1. Penelitian ini dibatasi pada pengaruh penggunaan *fan cooling tower* dengan efisiensi turbin uap.
2. Penelitian ini menganalisa pada pengurangan konsumsi listrik pada penggunaan *fan cooling tower*
3. Penelitian ini membatasi aspek tekno – ekonomi pada sisi penghematan konsumsi listrik dan biaya yang dikeluarkan dari penggunaan *fan cooling tower*.
4. Penelitian ini tidak mencakup perhitungan komponen lain yang tidak ada kaitannya.

1.4 Pertanyaan Penelitian

Adapun pertanyaan penelitian ini sebagai berikut :

1. Berapa jumlah *fan cooling tower* yang dioperasikan agar efisiensi turbin uap tetap terjaga dalam batas aman?
2. Berapa besar konsumsi listrik dan biaya yang dapat dihemat jika melakukan pengoptimalisasian pada jumlah pengoperasian *fan cooling tower*?
3. Apakah dapat dikatakan efisien dalam aspek tekno-ekonomi jika melakukan pengaturan pemakaian jumlah *fan cooling tower*?

1.5 Tujuan Penelitian

Berdasarkan rumusan masalah. Adapun tujuan dari penelitian yang ingin penulis capai, yaitu :

1. Mengetahui pengaruh jumlah penggunaan *fan cooling tower* terhadap efisiensi turbin uap
2. Melihat potensi penghematan konsumsi listrik dan biaya akibat pengaturan jumlah *fan cooling tower*.
3. Melakukan pendekatan tekno-ekonomi dalam melakukan pengaturan pemakaian jumlah *fan cooling tower* agar tetap efisien.

1.6 Manfaat Penelitian

Manfaat yang dapat dihasilkan dalam penelitian ini, yaitu :

1. Bagi Mahasiswa



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

Penelitian ini memberikan kesempatan bagi mahasiswa untuk mendapatkan pengetahuan langsung dalam penerapan pendekatan aspek tekno-ekonomi pada industri pembangkit, khususnya pembangkit yang menggunakan turbin uap dan *cooling tower tipe induced draft*.

2. Bagi Perguruan Tinggi

Penelitian ini dapat dijadikan bahan pelajaran, studi kasus, serta referensi penelitian lanjutan bagi mahasiswa dan dosen. Selain itu, dapat menjadi peluang untuk kerjasama dengan perusahaan terkait dalam kegiatan praktik kerja lapangan atau sebagai asisten penelitian.

3. Bagi Perusahaan

Penelitian ini dapat memberikan kontribusi penting bagi perusahaan dalam pendekatan aspek tekno-ekonomi, serta bisa dijadikan saran kedepannya untuk perusahaan dalam mengoptimalkan efisiensi energi.

1.7 Sistematik Penulisan Skripsi

a. Bagian Awal

Halaman Sampul, Halaman Judul, Halaman Persembahan, Halaman Persetujuan, Halaman Pengesahan, Halaman Pernyataan Orisinalitas, Abstrak dalam Bahasa Indonesia, Abstrak dalam Bahasa Inggris, Kata Pengantar, Daftar Isi, Daftar Tabel, Daftar Gambar, Daftar lampiran.

b. Bagian Isi

1. BAB I PENDAHULUAN

- 1.1 Latar Belakang Penulisan
- 1.2 Rumusan Masalah Penulisan Laporan Tugas Akhir
- 1.3 Pertanyaan Penelitian
- 1.4 Tujuan Penulisan Laporan Tugas Akhir
- 1.5 Manfaat Penulisan Laporan Tugas Akhir
- 1.6 Sistematika Penulisan Laporan Tugas Akhir

2. BAB II TINJAUAN PUSTAKA

- 2.1 Landasan Teori
- 2.2 Kajian Literatur



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

2.3 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

- 5.1 Kesimpulan
- 5.2 Saran

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 dari hasil dan data perhitungan yang telah dilakukan, maka dapat disimpulkan bahwa :

1. Pada saat 3 *fan* beban rendah memiliki temperatur 42.4°C dan efisiensinya 71.5%, saat diturunkan menjadi 2 *fan* memiliki temperatur 42.9°C dan efisiensinya menjadi 70.5% menjadi 71.5%. Untuk beban *full* dengan penggunaan 4 *fan* memiliki temperatur 43.6°C dan efisiensinya 81.5%, saat diturunkan menjadi 3 *fan* memiliki temperatur 44.1°C dan efisiensinya 80.1%.
2. Pengurangan jumlah pengoperasian *fan cooling tower* dapat menghemat konsumsi listrik sebesar 38.400 kWh/bulan pada beban rendah dan beban *full* jika masing-masing mengurangi 1 *fan* pada jam 22.00 – 06.00. Selain itu penghematan biaya konsumsi listrik sebesar Rp.53.760.000/bulan pada beban rendah dan beban *full*.
3. Pengoptimalisasian dengan mengurangi jumlah pengoperasian *fan cooling tower* dapat mengurangi penggunaan konsumsi listrik dan biaya penggunaan listrik. Walaupun terjadi penurunan pada nilai efisiensi turbin uap yang dikarenakan temperatur keluaran turbin naik, akan tetapi penurunan ini masih dalam batas aman dan tetap terjaga nilai efisiensi dari turbin uap.

5.2 Saran

1. Pada saat temperatur lingkungan lebih dingin yaitu dari malam hingga pagi, jumlah *fan* dapat dikurangi untuk menghemat energi listrik dengan tetap menjaga efisiensi turbin uap dalam batas aman.
2. Diperlukan evaluasi rutin terhadap kinerja sistem pendingin dan dampaknya terhadap efisiensi serta produksi energi listrik.



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

- Adhyaksa, J. (n.d.). *MANAJEMEN ENERGI DI INDUSTRI : OPTIMASI COOLING TOWER PADA PLTU PULAI PISAU*.
- Ananda, M., Evalina, N., & Rohana. (2011). Analisis Kinerja Cooling Fan Terhadap Temperatur Air Untuk Meningkatkan Kinerja Generator Di PT. PLN PLTG Paya Pasir. *J. Phys. A Math. Theor*, 22.
- Andriyuda, F., & Rusirawan, D. (2024). *Evaluasi Kondensor Berpendingin Udara dan Air pada Pembangkit Listrik Tenaga Uap*. 18(2), 89–103.
- Arrazi, M., Zamzami, & Maimun. (2023). Analisis Efisiensi Turbin Uap Sebagai Penggerak Generator Pabrik Minyak Kelapa Sawit PT. SyaukatAh Sejahtera (GANDAPURA). *Jurnal Tektro*, 7(1), 91–97.
- Basuki, A., & Namadijanti, N. (2005). Metode Numerik Sebagai Algoritma Komputasi. *Yogyakarta: C. V. ANDI OFFSEET*, x, 134. https://kupdf.net/download/metode-numerik-rinaldi-munir-pdf_58eca95edc0d60f81ada9811_pdf
- Cangel, Y., & Boles, M. (2019). *Thermodynamics An Engineering Approach*, 5th ed. 11(1), 1–14.
- Chang, C. C., Shieh, S. S., Jang, S. S., Wu, C. W., & Tsou, Y. (2015). Energy conservation improvement and ON-OFF switch times reduction for an existing VFD-fan-based cooling tower. *Applied Energy*, 154(September), 491–499. <https://doi.org/10.1016/j.apenergy.2015.05.025>
- D.Jayaweera, C., P. Hitsov, I., Wauman, J., Van Belzen, N., Groot, N., Bosch, R., Verliefe, A., & Nopens, I. (n.d.). Maximizing the energy efficiency of induced draft and hybrid draft cooling towers. *Elsevier*, 71.
- Darmawan, N., & Yuwono, T. (2019). Effect of Increasing Sea Water Temperature on Performance of Steam Turbine of Muara Tawar Power Plant. *IPTEK The Journal for Technology and Science*, 30(2), 60. <https://doi.org/10.12962/j20882033.v30i2.4994>
- Eko Sarwono, Martin Choirul Fatah, & Brunner, I. M. I. M. B. (2024). Persamaan Regresi Linier Berganda Untuk Memprediksi Efisiensi Boiler. *Jurnal Rekayasa Mesin*, 15(2), 587–603. <https://doi.org/10.21776/jrm.v15i2.1179>
- Enggal Nurisman, Zulfa Syafira, & Fatina Shania. (2020). Studi kinerja cooling tower unit amoniak dan urea pada sistem utilitas industri petrokimia. *Jurnal Teknik Kimia*, 26(1), 37–41. <https://doi.org/10.36706/jtk.v26i1.9>
- Fahmi, A., Fauzan, A., Arifien, R. T., Kamal, D. M., Silanegara, I., & Adhi, P. M. (2019). Analisis Pengaruh Temperatur Air Pendingin Terhadap Kinerja Dan Efisiensi Turbin Uap Di Pltp Unit 1 Dieng. *Seminar Nasional Teknik Mesin*, June.

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

- ISLAMI, I. A. (2023). Penerapan Preventive Maintenance Pada Turbin Uap Di Pltu Rembang. *Jurnal Energi Dan Manufaktur*, 15(1), 42. <https://doi.org/10.24843/jem.2022.v15.i01.p06>
- Leyzerovich, A. S. (2008). *Steam Turbines for Modern Fossil-Fuel Power Plants*. The Fairmont Press.
- Marina Artiyasa, Yogi Listiarga, Muhamad Shobirin, Kwarta Okta Fidiyanto, Yudi Nata, & Iswanti. (2023). Disain Sistem Pendingin Smartcoms Berbasis Iot Di Pembangkit Listrik Tenaga Uap. *Jurnal Rekayasa Teknologi Nusa Putra*, 9(1), 47–53. <https://doi.org/10.52005/rekayasa.v9i1.289>
- Mustangin, M., H, S., M, F., & S, R. (2018). *Turbin Uap Prinsip, start-up, perawatan, penunjangnya*. Poltek LPP Press.
- Pontes, R. F. F., Yamauchi, W. M., & Silva, E. K. G. (2019). Analysis of the effect of seasonal climate changes on cooling tower efficiency, and strategies for reducing cooling tower power consumption. *Applied Thermal Engineering*, 161(October 2018), 114148. <https://doi.org/10.1016/j.applthermaleng.2019.114148>
- Putra, R. S., & Soekardi, C. (2015). ANALISA PERHITUNGAN BEBAN COOLING ATOWER PADA FLUIDA DI MESIN INJEKSI PLASTIK. *Jtm*, 04(2), 19–25.
- Rajesh, R., & Kishore, P. S. (2018). Thermal Efficiency of Combined Cycle Power Plant. *International Journal of Engineering and Management Research*, 8(3). <https://doi.org/10.31033/ijemr.8.3.30>
- Saidur, R., Abdelaziz, E. A., Hasanuzzaman, M., & Mamun, M. A. H. (2010). A study of energy efficiency, economic and environmental benefits of a cooling tower. *International Journal of Mechanical and Materials Engineering*, 5(1), 87–94.
- Samosir, R., Danial, & Kurniawan, E. (2019). ANALISA EFISIENSI ISENTROPIK TURBIN UAP PEMBANGKIT LISTRIK TENAGA BIOMASSA (PLTBM). *Jurnal Teknik Mesin*.
- Santoso, D., & Hasan Basri, D. (2011). Prosiding Seminar Nasional AVoER ke-3 Palembang ANALISIS EKSERGI SIKLUS KOMBINASI TURBIN GAS-UAP UNIT PLTGU INDERALAYA. *Teknik Mesin*, 26–27.
- Senthur Prabu, S., Manichandra, M., Bhanu Prakash Reddy, G., Raghu Vamshi, D., & Veera Bramham, P. (2018). Experimental study on performance of steam condenser in 600mw singareni thermal power plant. *International Journal of Mechanical Engineering and Technology*, 9(3), 1095–1106.
- Sinaga, H. P. I., Utomo, C. T., & Tarigan, E. (2022). Analisis Performansi Turbin Uap Kapasitas 1,95 Mw Di Pt Perkebunan Lembah Bhakti Astra Agro Lestari Tbk. *SINERGI POLMED: Jurnal Ilmiah Teknik Mesin*, 3(1), 23–33. <https://doi.org/10.51510/sinergipolmed.v3i1.703>



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

Sumardi, K., & Barmin, E. T. (2017). *Dasar - Dasar Cooling Tower*. UPI Press.

Talumesang, Z. D., Sompotan, A., & Umboh, S. I. (2022). Pengaruh Temperatur Air Pendingin Terhadap Efisiensi Dan Kinerja Turbin Di Pembangkit Listrik Tenaga Panas Bumi Unit 2 Lahendong. *Jurnal FisTa : Fisika Dan Terapannya*, 3(1), 44–48. <https://doi.org/10.53682/fista.v3i1.170>

Wati, E. K. (2019). *ANALISIS PENGARUH TEMPERATUR AIR PENDINGIN TERHADAP KINERJA DAN EFISIENSI TURBIN UAP DI PLTP UNIT 1 DIENG*. 4(2).

Widarjono, A. (2005). *Ekonometrika : Teori dan Aplikasi Untuk Ekonomi dan Bisnis*. In *Buku scan*.

Yohana, E., & Romadhon, R. (2017). Analisa Efisiensi Isentropik dan Exergy Destruction Pada Turbin Uap Sistem Pembangkit Listrik Tenaga Gas dan Uap. *Rotasi*, 19(3), 134. <https://doi.org/10.14710/rotasi.19.3.134-138>

**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



LAMPIRAN



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

Lampiran 1. Formulir F1 Dosen Pembimbing – 1

FORMULIR F1

LEMBAR KESEDIAAN MEMBIMBING TUGAS AKHIR / SKRIPSI

Dengan ini saya nama : Dr. Eng. Ir. Muslimin, S.T., M.T. IWE.

menyatakan bersedia membimbing pembuatan Tugas Akhir /Skripsi dan membimbing revisi Tugas Akhir / Skripsi (jika ada) Mahasiswa Jurusan Teknik Mesin Politeknik Negeri Jakarta, berikut :

JUDUL TUGAS AKHIR /SKRIPSI	NAMA	PROGRAM STUDI
PENGOPTIMALISASIAN ASPEK TEKNO-EKONOMI PADA PENGGUNAAN JUMLAH FAN COOLING TOWER TERHADAP PERFORMA TURBIN UAP DAN KOMSUMSI LISTRIK DI PLTGU PT. XYZ	Muhammad Nurdiansyah Arif	D4 Teknologi Rekayasa Pembangkit Energi

Demikian, atas perhatian dan kerjasamanya saya ucapkan terima kasih.

Depok, 09 Juli 2025

Yang Menyatakan

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

Lampiran 2. Formulir F1 Dosen Pembimbing – 2

FORMULIR F1

LEMBAR KESEDIAAN MEMBIMBING TUGAS AKHIR / SKRIPSI

Dengan ini saya nama : P. Jannus, S.T., M.T..

menyatakan bersedia membimbing pembuatan Tugas Akhir /Skripsi dan membimbing revisi Tugas Akhir / Skripsi (jika ada) Mahasiswa Jurusan Teknik Mesin Politeknik Negeri Jakarta, berikut :

JUDUL TUGAS AKHIR /SKRIPSI	NAMA	PROGRAM STUDI
PENGOPTIMALISASIAN ASPEK TEKNO-EKONOMI PADA PENGGUNAAN JUMLAH FAN COOLING TOWER TERHADAP PERFORMA TURBIN UAP DAN KOMSUMSI LISTRIK DI PLTGU PT. XYZ	Muhammad Nurdiansyah Arif	D4 Teknologi Rekayasa Pembangkit Energi

Demikian, atas perhatian dan kerjasamanya saya ucapkan terima kasih.

Depok, 10 Juli 2025

Yang Menyatakan

P. Jannus, S.T., M.T.

NIP. 196304261988031004



FORMULIR F2

LEMBAR KONSULTASI BIMBINGAN TA / SKRIPSI DAN KESIAPAN MENGIKUTI UJIAN

JUDUL TUGAS AKHIR / SKRIPSI

PENGOPTIMALISASIAN ASPEK TEKNO-EKONOMI PADA PENGGUNAAN
JUMLAH FAN COOLING TOWER TERHADAP PERFORMA TURBIN UAP
DAN KOMSUMSI LISTRIK DI PLTGU PT. XYZ

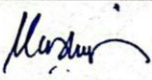
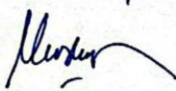
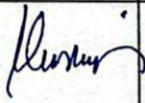
KELOMPOK : 1.....
: 2.....
: 3.....
: 4.....

NAMA MAHASISWA BIMBINGAN/NIM

MUHAMMAD NURDIANSYAH ARIF / 2102421027

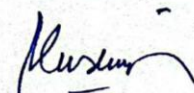
PROGRAM STUDI : D4 TEKNOLOGI REKAYASA PEMBANGKIT ENERGI

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

No	Tanggal	Bahasan	Pembimbing	Panitia
1	05 Maret 2025	Membahas terkait batasan masalah, output penelitian, serta data yang dibutuhkan		
2	19 Maret 2025	Pemakaian rumus pada penelitian dan membuat pengumpulan data yang ingin dipakai		
3	24 April 2025	Mengkonfirmasi beberapa data yang sudah dikerjakan serta metode yang ingin digunakan		
4	09 Mei 2025	Mrngkonfirmasi variabel-variabel yang telah diolah dan membuat kesimpulan		

Berdasarkan hasil pembimbingan mahasiswa diatas dinyatakan siap mengikuti ujian Tugas Akhir/ Skripsi.

Yang menyatakan
Pembimbing



(.....)

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 :

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

FORMULIR F2

**LEMBAR KONSULTASI BIMBINGAN TA / SKRIPSI
DAN KESIAPAN MENGIKUTI UJIAN**

JUDUL TUGAS AKHIR / SKRIPSI

PENGOPTIMALISASIAN ASPEK TEKNO-EKONOMI PADA PENGGUNAAN
JUMLAH FAN COOLING TOWER TERHADAP PERFORMA TURBIN UAP
DAN KOMSUMSI LISTRIK DI PLTGU PT. XYZ

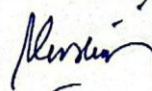
KELOMPOK : 1.....
: 2.....
: 3.....
: 4.....

NAMA MAHASISWA BIMBINGAN/NIM

MUHAMMAD NURDIANSYAH ARIF / 2102421027

PROGRAM STUDI : D4 TEKNOLOGI REKAYASA PEMBANGKIT ENERGI

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

No	Tanggal	Bahasan	Pembimbing	Panitia
5	02 Juli 2025	Membahas terkait data dan artikel ilmiah		
6	07 Juli 2025	Membahas terkait artikel ilmiah dan melanjutkan revisi		
7	08 Juli 2025	Revisi terkait tata peletakan metode interpolasi		
8	09 Juli 2025	Pembahasan keseluruhan skripsi dan tanda tangan		

Berdasarkan hasil pembimbingan mahasiswa diatas dinyatakan siap mengikuti ujian Tugas Akhir/ Skripsi.

Yang menyatakan
Pembimbing



(.....)



FORMULIR F2

LEMBAR KONSULTASI BIMBINGAN TA / SKRIPSI DAN KESIAPAN MENGIKUTI UJIAN

JUDUL TUGAS AKHIR / SKRIPSI

PENGOPTIMALISASIAN ASPEK TEKNO-EKONOMI PADA PENGGUNAAN
JUMLAH FAN COOLING TOWER TERHADAP PERFORMA TURBIN UAP
DAN KOMSUMSI LISTRIK DI PLTGU PT. XYZ

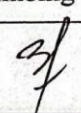
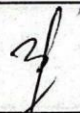
KELOMPOK : 1.....
: 2.....
: 3.....
: 4.....

NAMA MAHASISWA BIMBINGAN/NIM

MUHAMMAD NURDIANSYAH ARIF / 2102421027

PROGRAM STUDI : D4 TEKNOLOGI REKAYASA PEMBANGKIT ENERGI

PEMBIMBING : P. Jannus, S.T., M.T.

No	Tanggal	Bahasan	Pembimbing	Panitia
1	10 Maret 2025	Membahas terkait batasan masalah, output penelitian, serta data yang dibutuhkan		
2	11 Maret 2025	Membahas terkait kendala data yang dibutuhkan		
3	21 April 2025	Mengkonfirmasi beberapa data yang sudah dikerjakan serta metode yang ingin digunakan		
4	16 Mei 2025	Membahas terkait rumus serta metode yang akan digunakan untuk menentukan efisiensi		

Berdasarkan hasil pembimbingan mahasiswa diatas dinyatakan siap mengikuti ujian Tugas Akhir/ Skripsi.

Yang menyatakan
Pembimbing



(P. Jannus)

- 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 :

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

FORMULIR F2

**LEMBAR KONSULTASI BIMBINGAN TA / SKRIPSI
DAN KESIAPAN MENGIKUTI UJIAN**

JUDUL TUGAS AKHIR / SKRIPSI

PENGOPTIMALISASIAN ASPEK TEKNO-EKONOMI PADA PENGGUNAAN
JUMLAH FAN COOLING TOWER TERHADAP PERFORMA TURBIN UAP
DAN KOMSUMSI LISTRIK DI PLTGU PT. XYZ

KELOMPOK : 1.....
: 2.....
: 3.....
: 4.....

NAMA MAHASISWA BIMBINGAN/NIM

MUHAMMAD NURDIANSYAH ARIF / 2102421027

PROGRAM STUDI : D4 TEKNOLOGI REKAYASA PEMBANGKIT ENERGI

PEMBIMBING : P. Jannus, S.T., M.T.

No	Tanggal	Bahasan	Pembimbing	Panitia
5	02 Juni 2025	Revisi karena kurang data kapasitas pendingin pada <i>cooling tower</i>	<i>[Signature]</i>	
6	13 Juni 2025	Revisi penulisan	<i>[Signature]</i>	
7	04 Juli 2025	Revisi bagian penutup, abstrak, dan penambahan kurva S pada Bab Metodologi Penelitian	<i>[Signature]</i>	
8	10 Juli 2025	Pembahasan keseluruhan skripsi dan tanda tangan	<i>[Signature]</i>	

Berdasarkan hasil pembimbingan mahasiswa diatas dinyatakan siap mengikuti ujian Tugas Akhir/ Skripsi.

Yang menyatakan
Pembimbing

[Signature]

(...P. Jannus...)

Lampiran 5. Tabel Superheated Water

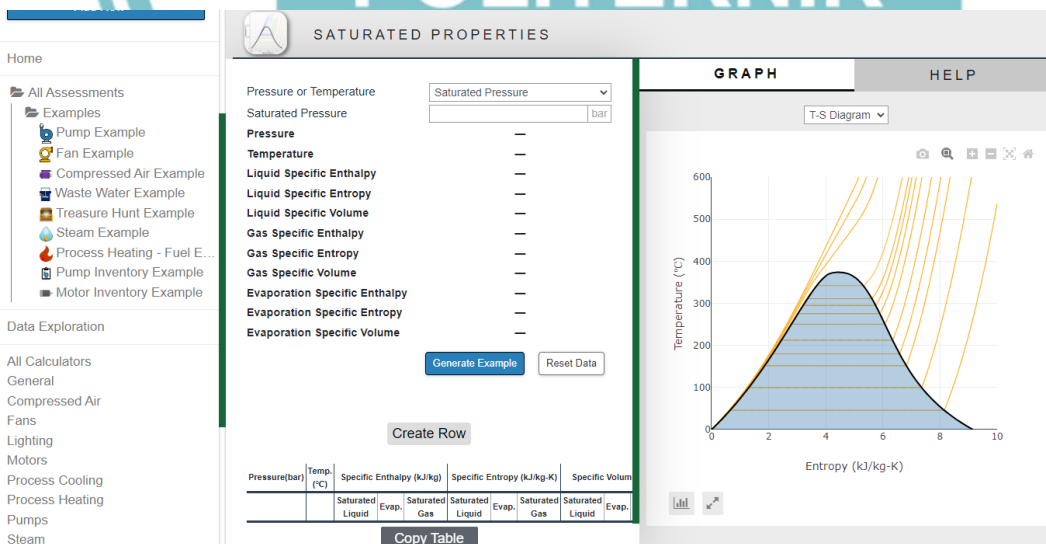
Superheated water (Continued)																
<i>T</i> °C	<i>v</i> m ³ /kg	<i>u</i> kJ/kg	<i>h</i> kJ/kg	<i>s</i> kJ/kg·K	<i>v</i> m ³ /kg	<i>u</i> kJ/kg	<i>h</i> kJ/kg	<i>s</i> kJ/kg·K	<i>v</i> m ³ /kg	<i>u</i> kJ/kg	<i>h</i> kJ/kg	<i>s</i> kJ/kg·K	<i>v</i> m ³ /kg	<i>u</i> kJ/kg	<i>h</i> kJ/kg	<i>s</i> kJ/kg·K
<i>P</i> = 4.0 MPa (250.35°C)					<i>P</i> = 4.5 MPa (257.44°C)					<i>P</i> = 5.0 MPa (263.94°C)						
Sat.	0.04978	2601.7	2800.8	6.0696	0.04406	2599.7	2798.0	6.0198	0.03945	2597.0	2794.2	5.9737	0.03495	2597.0	2794.2	5.9737
275	0.05461	2668.9	2887.3	6.2312	0.04733	2651.4	2864.4	6.1429	0.04144	2632.3	2839.5	6.0571	0.04144	2632.3	2839.5	6.0571
300	0.05887	2726.2	2961.7	6.3639	0.05138	2713.0	2944.2	6.2854	0.04535	2699.0	2925.7	6.2111	0.04535	2699.0	2925.7	6.2111
350	0.06647	2827.4	3093.3	6.5843	0.05842	2818.6	3081.5	6.5153	0.05197	2809.5	3069.3	6.4541	0.05197	2809.5	3069.3	6.4541
400	0.07343	2920.8	3214.5	6.7714	0.06477	2914.2	3205.7	6.7071	0.05784	2907.5	3196.7	6.6483	0.05784	2907.5	3196.7	6.6483
450	0.08004	3011.0	3331.2	6.9386	0.07076	3005.8	3324.2	6.8770	0.06332	3000.6	3317.2	6.8210	0.06332	3000.6	3317.2	6.8210
500	0.08644	3100.3	3446.0	7.0922	0.07652	3096.0	3440.4	7.0323	0.06858	3091.8	3434.7	6.9781	0.06858	3091.8	3434.7	6.9781
600	0.09886	3279.4	3674.9	7.3706	0.08766	3276.4	3670.9	7.3127	0.07870	3273.3	3666.9	7.2605	0.07870	3273.3	3666.9	7.2605
700	0.11098	3462.4	3906.3	7.6214	0.09850	3460.0	3903.3	7.5647	0.08852	3457.7	3900.3	7.5136	0.08852	3457.7	3900.3	7.5136
800	0.12292	3650.6	4142.3	7.8523	0.10916	3648.8	4140.0	7.7962	0.09816	3646.9	4137.7	7.7458	0.09816	3646.9	4137.7	7.7458
900	0.13476	3844.8	4383.9	8.0675	0.11972	3843.3	4382.1	8.0118	0.10769	3841.8	4380.2	7.9619	0.10769	3841.8	4380.2	7.9619
1000	0.14653	4045.1	4631.2	8.2698	0.13020	4043.9	4629.8	8.2144	0.11715	4042.6	4628.3	8.1648	0.11715	4042.6	4628.3	8.1648
1100	0.15824	4251.4	4884.4	8.4612	0.14064	4250.4	4883.2	8.4060	0.12655	4249.3	4882.1	8.3566	0.12655	4249.3	4882.1	8.3566
1200	0.16992	4463.5	5143.2	8.6430	0.15103	4462.6	5142.2	8.5880	0.13592	4461.6	5141.3	8.5388	0.13592	4461.6	5141.3	8.5388
1300	0.18157	4680.9	5407.2	8.8164	0.16140	4680.1	5406.5	8.7616	0.14527	4679.3	5405.7	8.7124	0.14527	4679.3	5405.7	8.7124
<i>P</i> = 6.0 MPa (275.59°C)					<i>P</i> = 7.0 MPa (285.83°C)					<i>P</i> = 8.0 MPa (295.01°C)						
Sat.	0.03245	2589.9	2784.6	5.8902	0.027378	2581.0	2772.6	5.8148	0.023525	2570.5	2758.7	5.7450	0.023525	2570.5	2758.7	5.7450
300	0.03619	2668.4	2885.6	6.0703	0.029492	2633.5	2839.9	5.9337	0.024279	2592.3	2786.5	5.7937	0.024279	2592.3	2786.5	5.7937
350	0.04225	2790.4	3043.9	6.3357	0.035262	2770.1	3016.9	6.2305	0.029975	2748.3	2988.1	6.1321	0.029975	2748.3	2988.1	6.1321
400	0.04742	2893.7	3178.3	6.5432	0.039958	2879.5	3159.2	6.4502	0.034344	2864.6	3139.4	6.3658	0.034344	2864.6	3139.4	6.3658
450	0.05217	2989.9	3302.9	6.7219	0.044187	2979.0	3288.3	6.6353	0.038194	2967.8	3273.3	6.5579	0.038194	2967.8	3273.3	6.5579
500	0.05667	3083.1	3423.1	6.8826	0.048157	3074.3	3411.4	6.8000	0.041767	3065.4	3399.5	6.7266	0.041767	3065.4	3399.5	6.7266
550	0.06102	3175.2	3541.3	7.0308	0.051966	3167.9	3531.6	6.9507	0.045172	3160.5	3521.8	6.8800	0.045172	3160.5	3521.8	6.8800
600	0.06527	3267.2	3658.8	7.1693	0.055665	3261.0	3650.6	7.0910	0.048463	3254.7	3642.4	7.0221	0.048463	3254.7	3642.4	7.0221
700	0.07355	3453.0	3894.3	7.4247	0.062850	3448.3	3888.3	7.3487	0.054829	3443.6	3882.2	7.2822	0.054829	3443.6	3882.2	7.2822
800	0.08165	3643.2	4133.1	7.6582	0.069856	3639.5	4128.5	7.5836	0.061011	3635.7	4123.8	7.5185	0.061011	3635.7	4123.8	7.5185
900	0.08964	3838.8	4376.6	7.8751	0.076750	3835.7	4373.0	7.8014	0.067082	3832.7	4369.3	7.7372	0.067082	3832.7	4369.3	7.7372
1000	0.09756	4040.1	4625.4	8.0786	0.083571	4037.5	4622.5	8.0055	0.073079	4035.0	4619.6	7.9419	0.073079	4035.0	4619.6	7.9419
1100	0.10543	4247.1	4879.7	8.2709	0.090341	4245.0	4877.4	8.1982	0.079025	4242.8	4875.0	8.1350	0.079025	4242.8	4875.0	8.1350
1200	0.11326	4459.8	5139.4	8.4534	0.097075	4457.9	5137.4	8.3810	0.084934	4456.1	5135.5	8.3181	0.084934	4456.1	5135.5	8.3181
1300	0.12107	4677.7	5404.1	8.6273	0.103781	4676.1	5402.6	8.5551	0.090817	4674.5	5401.0	8.4925	0.090817	4674.5	5401.0	8.4925
<i>P</i> = 9.0 MPa (303.35°C)					<i>P</i> = 10.0 MPa (311.00°C)					<i>P</i> = 12.5 MPa (327.81°C)						
Sat.	0.020489	2558.5	2742.9	5.6791	0.018028	2545.2	2725.5	5.6159	0.013496	2505.6	2674.3	5.4638	0.013496	2505.6	2674.3	5.4638
325	0.023284	2647.6	2857.1	5.8738	0.019877	2611.6	2810.3	5.7596					0.016138	2624.9	2826.6	5.7130
350	0.025816	2725.0	2957.3	6.0380	0.022440	2699.6	2924.0	5.9460					0.020030	2789.6	3040.0	6.0433
400	0.029960	2849.2	3118.8	6.2876	0.026436	2833.1	3097.5	6.2141					0.023019	2913.7	3201.5	6.2749
450	0.033524	2956.3	3258.0	6.4872	0.029782	2944.5	3242.4	6.4219					0.025630	3023.2	3343.6	6.4651
500	0.036793	3056.3	3387.4	6.6603	0.032811	3047.0	3375.1	6.5995					0.028033	3126.1	3476.5	6.6317
550	0.039885	3153.0	3512.0	6.8164	0.035655	3145.4	3502.0	6.7585					0.030306	3225.8	3604.6	6.7828
600	0.042861	3248.4	3634.1	6.9605	0.038378	3242.0	3625.8	6.9045					0.032491	3324.1	3730.2	6.9227
650	0.045755	3343.4	3755.2	7.0954	0.041018	3338.0	3748.1	7.0408					0.034612	3422.0	3854.6	7.0540
700	0.048589	3438.8	3876.1	7.2229	0.043597	3434.0	3870.0	7.1693					0.038724	3618.8	4102.8	7.2967
800	0.054132	3632.0	4119.2	7.4606	0.048629	3628.2	4114.5	7.4085					0.042720	3818.9	4352.9	7.5195
900	0.059562	3829.6	4365.7	7.6802	0.053547	3826.5	4362.0	7.6290					0.046641	4023.5	4606.5	7.7269
1000	0.064919	4032.4	4616.7	7.8855	0.058391	4029.9	4613.8	7.8349					0.050510	4233.1	4864.5	7.9220
1100	0.070224	4240.7	4872.7	8.0791	0.063183	4238.5	4870.3	8.0289					0.054342	4447.7	5127.0	8.1065
1200	0.075492	4454.2	5133.6	8.2625	0.067938	4452.4	5131.7	8.2126					0.058147	4667.3	5394.1	8.2819
1300	0.080733	4672.9	5399.5	8.4371	0.072667	4671.3	5398.0	8.3874								

- 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. Tabel Saturated Water

Temp., T °C	Sat. press., P_{sat} kPa	Specific volume, m^3/kg		Internal energy, kJ/kg			Enthalpy, kJ/kg			Entropy, $\text{kJ/kg}\cdot\text{K}$		
		Sat. liquid, v_f	Sat. vapor, v_g	Sat. liquid, u_f	Evap., u_{fg}	Sat. vapor, u_g	Sat. liquid, h_f	Evap., h_{fg}	Sat. vapor, h_g	Sat. liquid, s_f	Evap., s_{fg}	Sat. vapor, s_g
0.01	0.6117	0.001000	206.00	0.000	2374.9	2374.9	0.001	2500.9	2500.9	0.0000	9.1556	9.1556
5	0.8725	0.001000	147.03	21.019	2360.8	2381.8	21.020	2489.1	2510.1	0.0763	8.9487	9.0249
10	1.2281	0.001000	106.32	42.020	2346.6	2388.7	42.022	2477.2	2519.2	0.1511	8.7488	8.8999
15	1.7057	0.001001	77.885	62.980	2332.5	2395.5	62.982	2465.4	2528.3	0.2245	8.5559	8.7803
20	2.3392	0.001002	57.762	83.913	2318.4	2402.3	83.915	2453.5	2537.4	0.2965	8.3696	8.6661
25	3.1698	0.001003	43.340	104.83	2304.3	2409.1	104.83	2441.7	2546.5	0.3672	8.1895	8.5567
30	4.2469	0.001004	32.879	125.73	2290.2	2415.9	125.74	2429.8	2555.6	0.4368	8.0152	8.4520
35	5.6291	0.001006	25.205	146.63	2276.0	2422.7	146.64	2417.9	2564.6	0.5051	7.8466	8.3517
40	7.3851	0.001008	19.515	167.53	2261.9	2429.4	167.53	2406.0	2573.5	0.5724	7.6832	8.2556
45	9.5953	0.001010	15.251	188.43	2247.7	2436.1	188.44	2394.0	2582.4	0.6386	7.5247	8.1633
50	12.352	0.001012	12.026	209.33	2233.4	2442.7	209.34	2382.0	2591.3	0.7038	7.3710	8.0748
55	15.763	0.001015	9.5639	230.24	2219.1	2449.3	230.26	2369.8	2600.1	0.7680	7.2218	7.9898
60	19.947	0.001017	7.6670	251.16	2204.7	2455.9	251.18	2357.7	2608.8	0.8313	7.0769	7.9082
65	25.043	0.001020	6.1935	272.09	2190.3	2462.4	272.12	2345.4	2617.5	0.8937	6.9360	7.8296
70	31.202	0.001023	5.0396	293.04	2175.8	2468.9	293.07	2333.0	2626.1	0.9551	6.7989	7.7540
75	38.597	0.001026	4.1291	313.99	2161.3	2475.3	314.03	2320.6	2634.6	1.0158	6.6655	7.6812
80	47.416	0.001029	3.4053	334.97	2146.6	2481.6	335.02	2308.0	2643.0	1.0756	6.5355	7.6111
85	57.868	0.001032	2.8261	355.96	2131.9	2487.8	356.02	2295.3	2651.4	1.1346	6.4089	7.5435
90	70.183	0.001036	2.3593	376.97	2117.0	2494.0	377.04	2282.5	2659.6	1.1929	6.2853	7.4782
95	84.609	0.001040	1.9808	398.00	2102.0	2500.1	398.09	2269.6	2667.6	1.2504	6.1647	7.4151
100	101.42	0.001043	1.6720	419.06	2087.0	2506.0	419.17	2256.4	2675.6	1.3072	6.0470	7.3542
105	120.90	0.001047	1.4186	440.15	2071.8	2511.9	440.28	2243.1	2683.4	1.3634	5.9319	7.2952
110	143.38	0.001052	1.2094	461.27	2056.4	2517.7	461.42	2229.7	2691.1	1.4188	5.8193	7.2382
115	169.18	0.001056	1.0360	482.42	2040.9	2523.3	482.59	2216.0	2698.6	1.4737	5.7092	7.1829
120	198.67	0.001060	0.89133	503.60	2025.3	2528.9	503.81	2202.1	2706.0	1.5279	5.6013	7.1292

Lampiran 7. Aplikasi Measur





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 : Muhammad Nurdiansyah Arif
2. NIM : 2102421027
3. Tempat, Tanggal Lahir : Jakarta, 15 Desember 2002
4. Jeni Kelamin : Laki - laki
5. Alamat : Jl. Mardani I, No.10, RT.006/RW.010, Kel. Cempaka Putih Barat, Kec. Cempaka Putih, Kota Jakarta Pusat, DKI Jakarta, 10520
6. Email : mnurdiansyaharif@gmail.com
7. Pendidikan
 - a. SD (2009 – 2015) : SDN 01 Johar Baru Pagi
 - b. SMP (2015 – 2018) : SMP Negeri 47 Jakarta
 - c. SMA (2018 – 2021) : SMA Negeri 30 Jakarta
8. Program Studi : D4 – Teknologi Rekayasa Pembangkit Energi
9. Bidang Peminatan : Pembangkit Listrik Tenaga Gas dan Uap
10. Tempat / Topik OJT : PT. Bekasi Power dan Pengoptimalisasian Aspek Tekno-Ekonomi Pada Penggunaan Jumlah *Fan Cooling Tower* Terhadap Efisiensi Turbin Uap Dan Konsumsi Listrik Di PLTGU PT.XYZ