



© 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



**OPTIMASI PARAMETER TURBIN DAN *COOLING*
TOWER MENGGUNAKAN ANALISIS EKSERGI
DAN *RESPONSE SURFACE METHOD* DI PLTP
KAMOJANG UNIT IV**

SKRIPSI

Oleh:

Muhammad Satria
NIM. 2002421025

**POLITEKNIK
NEGERI
JAKARTA**

PROGRAM STUDI

TEKNOLOGI REKAYASA PEMBANGKIT ENERGI

JURUSAN TEKNIK MESIN

POLITEKNIK NEGERI JAKARTA

AGUSTUS, 2024



© 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



**OPTIMASI PARAMETER TURBIN DAN *COOLING*
TOWER MENGGUNAKAN ANALISIS EKSERGI
DAN *RESPONSE SURFACE METHOD* DI PLTP**

KAMOJANG UNIT IV

SKRIPSI

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

Teknik Mesin

**POLITEKNIK
NEGERI
JAKARTA**

Oleh:

**Muhammad Satria
NIM. 2002421025**

PROGRAM STUDI

TEKNOLOGI REKAYASA PEMBANGKIT ENERGI

JURUSAN TEKNIK MESIN

POLITEKNIK NEGERI JAKARTA

AGUSTUS, 2024



“Skripsi ini saya persembahkan untuk kedua orang tua dan orang-orang tersayang sebagai bentuk apresiasi kepada diri sendiri”

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

HALAMAN PERSETUJUAN

SKRIPSI

OPTIMASI PARAMETER TURBIN DAN *COOLING TOWER*
MENGUNAKAN ANALISIS EKSERGI DAN *RESPONSE*
SURFACE METHOD DI PLTP KAMOJANG UNIT IV

Oleh:

Muhammad Satria

NIM. 2002421025

Program Studi Teknologi Rekayasa Pembangkit Energi


Skripsi telah disetujui oleh pembimbing

Pembimbing 1

Pembimbing 2


Rahmat Subarkah, S.T., M.T.

NIP. 197601202003121001


Adi Syuriadi, M.T.

NIP. 197611102008011011

**POLITEKNIK
NEGERI
JAKARTA**

Ketua 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

OPTIMASI PARAMETER TURBIN DAN *COOLING TOWER*
MENGUNAKAN ANALISIS EKSERGI DAN *RESPONSE*
SURFACE METHOD DI PLTP KAMOJANG UNIT IV

Oleh:

Muhammad Satria

NIM. 2002421025

Program Studi Teknologi Rekayasa Pembangkit Energi Telah berhasil dipertahankan dalam sidang sarjana di hadapan Dewan Penguji pada tanggal 26 Agustus 2024 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.	Rahmat Subarkah, S.T., M.T. NIP. 197601202003121001	Ketua		
2.	Cecep Slamet Abadi, S.T., M.T. NIP. 196605191990031002	Anggota		
3.	P. Jannus, S.T., M.T. NIP. 196304261988031004	Anggota		

Depok, 26 Agustus 2024

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 Satria

NIM : 2002421025

Program Studi : Sarjana Terapan Teknologi Rekayasa Pembangkit Energi

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

Demikian pernyataan ini saya buat dengan sebenar-benarnya.

Depok, 26 Agustus 2024



Muhammad Satria

NIM. 2002421025

**POLITEKNIK
NEGERI
JAKARTA**



OPTIMASI PARAMETER TURBIN DAN *COOLING TOWER* MENGGUNAKAN ANALISIS EKSERGI DAN *RESPONSE SURFACE METHOD* DI PLTP KAMOJANG UNIT IV

Muhammad Satria¹⁾, Rahmat Subarkah¹⁾, Adi Syuriadi¹⁾

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

Email: muhammad.satria.tm20@mhswn.pnj.ac.id

ABSTRAK

Performa pembangkit listrik tidak selalu optimal seiring berjalannya waktu, sehingga diperlukan analisis energi untuk mengevaluasi dan memaksimalkan penggunaan energi dalam sistem pembangkit. Salah satu upaya evaluasi energi adalah dengan menganalisis eksergi. Penelitian ini melakukan analisis eksergi terhadap empat komponen utama pada PLTP Kamojang Unit IV, analisis eksergi yang dilakukan berupa menghitung eksergi, eksergi Destruction, efisiensi eksergi, dan rugi eksergi berdasarkan termodinamika. Hasil analisis menggunakan data periode 5 bulan menunjukkan bahwa komponen turbin dan Cooling tower merupakan komponen yang memiliki performa terendah berdasarkan perhitungan eksergi Destruction, efisiensi eksergi dan rugi biaya eksergi Destruction. Sehingga komponen tersebut perlu dilakukan optimasi yang pada penelitian ini optimasi menggunakan Response Surface Method (RSM) untuk mencari nilai parameter yang optimal sehingga meningkatkan efisiensi eksergi. Didapatkan nilai efisiensi eksergi pada turbin meningkat menjadi 76% dan 64% pada Cooling tower, eksergi Destruction yang menurun menjadi 83.198 kW pada turbin dan 198.057 kW pada Cooling tower, serta rugi eksergi Destruction berkurang sebesar Rp. 238.364.085 pada Cooling tower dan sekitar Rp. 63.126.245 pada turbin dibanding rata-rata jumlah rugi eksergi Destruction kedua komponen selama periode Januari-Mei 2024.

Kata kunci: *Pembangkit Listrik Tenaga Panas Bumi, Analisis Eksergi, Response Surface Method.*

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



OPTIMASI PARAMETER TURBIN DAN *COOLING TOWER* MENGGUNAKAN ANALISIS EKSERGI DAN *RESPONSE SURFACE METHOD* DI PLTP KAMOJANG UNIT IV

Muhammad Satria¹⁾, Rahmat Subarkah¹⁾, Adi Syuriadi¹⁾

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

Email: muhammad.satria.tm20@mhswn.pnj.ac.id

ABSTRAK

The performance of power plants does not always remain optimal over time, making energy analysis essential to evaluate and maximize energy utilization within the system. One method of energy evaluation is through exergy analysis. This study conducts exergy analysis on four main components of the Kamojang Geothermal Power Plant Unit IV, which includes calculating exergy, exergy Destruction, exergy efficiency, and exergy cost losses based on thermoeconomics. The analysis, based on data from a 5-month period, shows that the turbine and Cooling tower are the components with the lowest performance in terms of exergy Destruction, exergy efficiency, and exergy Destruction cost losses. As a result, these components require optimization, which, in this study, was carried out using the Response Surface Method (RSM) to determine the optimal parameters and thus improve exergy efficiency. Following optimization, the exergy efficiency of the turbine increased to 76%, and that of the Cooling tower to 64%, with a reduction in exergy Destruction to 83,198 kW for the turbine and 198,057 kW for the Cooling tower. Additionally, exergy Destruction cost losses decreased by Rp. 238,364,085 for the Cooling tower and approximately Rp. 63,126,245 for the turbine compared to the average exergy Destruction losses for both components during the January-May 2024 period.

Keywords: Geothermal Power Plant, Exergy Analysis, Response Surface Method.

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



KATA PENGANTAR

Puji dan syukur dipanjatkan kepada Allah Subhanahu Wa Ta'ala yang telah memberikan Rahmat dan Karunia-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi yang berjudul **“Optimasi Parameter Turbin Dan Cooling tower Menggunakan Analisis Eksergi Dan Response Surface Method Di PLTP Kamojang Unit IV”** dengan lancar dan tepat waktu. Skripsi ini dibuat sebagai syarat untuk memperoleh gelar Sarjana Terapan Teknik di program studi Teknologi Rekayasa Pembangkit Energi di Politeknik Negeri Jakarta. Dalam penulisan skripsi ini penulis mendapat banyak pelajaran hidup, pengetahuan hingga dukungan moral yang telah banyak membantu dalam pembuatan skripsi. Oleh karena itu penulis dengan bangga mengucapkan terima kasih kepada seluruh pihak yang terlibat diantaranya:

1. Bapak Merry dan Ibu Sri Saryati selaku kedua orang tua penulis yang tiada henti-hentinya mendoakan serta mendorong penulis untuk selalu bersemangat hingga mampu mengerjakan tanggung jawab sebagai mahasiswa untuk mengerjakan skripsi ini.
2. Bapak Cecep Slamet Abadi selaku kepala program studi Teknologi Rekayasa Pembangkit Energi.
3. Bapak Rahmat Subarkah selaku dosen pembimbing 1 yang telah banyak memberikan arahan, masukan, semangat, serta pelajaran hidup selama pembuatan skripsi.
4. Bapak Adi Syuriadi selaku dosen pembimbing 2 yang telah banyak memberikan arahan, masukan, dan semangat selama pembuatan skripsi.
5. Bapak Muhammad Rayhan Hidayat Tadjri selaku pembimbing lapangan yang telah banyak memberi arahan, masukan, hingga semangat selama proses pengambilan data.
6. Seluruh tim yang bertanggung jawab di Central Control Room (CCR) yang telah membantu penulis selama pengambilan data skripsi.
7. Seluruh tim Maintenance PLTP Kamojang yang telah banyak membimbing dan memberi masukan selama pengambilan data skripsi.

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

8. Muhammmad Akmal Bahi Abrori selaku kawan sejalan yang telah banyak memberikan dukungan dan semangat untuk selalu berfikir positif sejak pelaksanaan PKL, pengambilan data, hingga penyusunan skripsi.
9. Evi Latifah dan Mohamad Ulum Akbar selaku kawan sekelas yang paling banyak membantu penulis dengan memberi saran positif, masukan, hingga semangat selama proses penyusunan skripsi.
10. Seluruh kawan-kawan Teknologi Rekayasa Pembangkit Energi 2020 yang telah banyak membantu dengan memberi energi positif, semangat, hingga keceriaan selama proses perkuliahan hingga penyusunan skripsi.
11. Seluruh penghuni Mey Kost Kamojang periode September-Desember 2023 yang memberikan energi positif hingga membangun semangat penulis.

Dengan penuh harapan penulis ingin skripsi ini dapat memberikan wawasan untuk pembaca, civitas akademik Politeknik Negeri Jakarta, dan perusahaan. Semoga skripsi ini dapat menjadi bahan pembelajaran dan referensi bagi pembaca. Semoga kesalahan serta kekurangan yang terdapat pada skripsi baik secara materi maupun penulisan ini dapat disempurnakan pada kesempatan di masa yang akan datang.

**POLITEKNIK
NEGERI
JAKARTA**

Depok, 26 Agustus 2024

Muhammad Satria
NIM. 2002421025



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

DAFTAR ISI

Halaman Persetujuan.....	ii
Halaman Pengesahan	iii
Lembar Pernyataan Orisinalitas	iv
Abstrak	v
Abstrak	vi
Kata Pengantar	vii
Daftar Isi.....	ix
Daftar Gambar.....	xii
Daftar Tabel.....	xiv
Daftar Lampiran	xv
BAB I Pendahuluan	1
1.1 Latar Belakang Penelitian	1
1.2 Rumusan Masalah	2
1.3 Pertanyaan Penelitian.....	2
1.4 Batasan Masalah.....	3
1.5 Tujuan Penelitian.....	3
1.6 Manfaat Penelitian	3
1.7 Sistematika Penulisan Skripsi	4
BAB II Tinjauan Pustaka	6
2.1 Landasan Teori	6
2.1.1 Pembangkit Listrik Tenaga Panas Bumi	6
2.1.2 PLTP Kamojang	7
2.1.3 Komponen Utama PLTP	8



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

2.1.3.1 <i>Scrubber</i>	8
2.1.3.2 Turbin	10
2.1.3.3 Kondensor	11
2.1.3.4 <i>Cooling tower</i>	13
2.1.4 Eksergi.....	14
2.1.5 Efisiensi Eksergi.....	15
2.1.6 Biaya Eksergi <i>Destruction</i>	16
2.1.7 <i>Engineering Equation Solver</i>	16
2.1.8 <i>Response Surface Method</i>	18
2.2 Kajian Literatur	20
2.3 Kerangka Pemikiran.....	22
BAB III Metode Penelitian	25
3.1 Jenis Penelitian.....	25
3.2 Objek Penelitian	25
3.3 Metode Pengambilan Sampel.....	25
3.4 Jenis Dan Sumber Data Penelitian	25
3.5 Metode Pengumpulan Data Penelitian	25
3.6 Metode Analisis Data	26
BAB IV Hasil Dan Pembahasan	29
4.1 Hasil Penelitian	29
4.1.1 Hasil Pengambilan Data.....	29
4.1.2 Hasil Perhitungan Eksergi.....	36
4.1.3 Hasil Perhitungan Eksergi <i>Destruction</i>	37
4.1.4 Perhitungan Efisiensi Eksergi	38
4.1.5 Perhitungan Biaya Eksergi <i>Destruction</i>	39



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

4.2 Pembahasan.....	40
4.2.1 Analisis Eksergi <i>Destruction</i>	40
4.2.2 Analisis Efisiensi Eksergi.....	43
4.2.3 Analisis Biaya Eksergi <i>Destruction</i>	46
4.2.4 Optimasi Komponen	48
4.1.4.1 Optimasi Parameter Turbin	48
4.2.4.2 Optimasi Parameter <i>Cooling tower</i>	62
4.2.4.2 Analisis Eksergi Setelah Optimasi	74
BAB V Penutup.....	77
5.1 Kesimpulan	77
5.2 Saran.....	80
Daftar Pustaka	81
Daftar Lampiran	83





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 memperbahayak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2. 1. Pembangkit Listrik Tenaga Panas Bumi	6
Gambar 2. 2. Skema PLTP Kamojang Unit IV	7
Gambar 2. 3. Kondisi Pembangkit <i>Commisioning</i> vs Periode Januari-Mei 2024...	8
Gambar 2. 4. <i>Scrubber</i>	9
Gambar 2. 5. Turbin	10
Gambar 2. 6. Kondensor	12
Gambar 2. 7. Cooling tower	13
Gambar 2. 8. <i>Preference Engineering Equation Solver</i>	17
Gambar 2. 9. <i>Equation Windows Engineering Equation Solver</i>	17
Gambar 2. 10. <i>Solution Window Engineering Equation Solver</i>	18
Gambar 3. 1. Diagram Alir Penelitian.....	26
Gambar 4. 1. Penentuan State Komponen PLTP	29
Gambar 4. 2. Eksergi <i>Destruction</i> Scrubber	40
Gambar 4. 3. Eksergi <i>Destruction</i> Turbin	41
Gambar 4. 4. Eksergi <i>Destruction</i> Kondensor	41
Gambar 4. 5. Eksergi <i>Destruction</i> Cooling tower.....	42
Gambar 4. 6. Efisiensi Eksergi Scrubber	43
Gambar 4. 7. Efisiensi Eksergi Turbin	44
Gambar 4. 8. Efisiensi Eksergi Kondensor	45
Gambar 4. 9. Efisiensi Eksergi Cooling tower	45
Gambar 4. 10. Biaya Eksergi <i>Destruction</i> Scrubber	46
Gambar 4. 11. Biaya Eksergi <i>Destruction</i> Turbin	47
Gambar 4. 12. Biaya Eksergi <i>Destruction</i> Kondensor	47
Gambar 4. 13. Biaya Eksergi <i>Destruction</i> Cooling tower	48
Gambar 4. 14. <i>Contour Plot</i> Hubungan T_{Out} dengan M_{In} & P_{In}	60
Gambar 4. 15. <i>Contour Plot</i> Hubungan M_{Out} dengan M_{In} & P_{In}	61
Gambar 4. 16. <i>Contour Plot</i> Hubungan P_{Out} dengan M_{In} & P_{In}	61
Gambar 4. 17. <i>Contour Plot</i> Hubungan M_{Out} dengan M_{In} & T_{In}	72
Gambar 4. 18. <i>Contour Plot</i> Hubungan P_{Out} dengan M_{In} & T_{In}	73



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

Gambar 4. 19. <i>Contour Plot</i> Hubungan T_{Out} dengan M_{In} & T_{In}	73
Gambar 4. 20. Eksergi <i>Destruction</i> Sebelum vs Setelah Optimasi Turbin	75
Gambar 4. 21. Efisiensi Eksergi Sebelum vs Setelah Optimasi Turbin	76
Gambar 4. 22. Biaya Eksergi <i>Destruction</i> Sebelum vs Sesudah Optimasi Turbin	76
Gambar 4. 23. Eksergi <i>Destruction</i> Sebelum vs Setelah Optimasi CT.....	77
Gambar 4. 24. Efisiensi Eksergi Sebelum vs Setelah Optimasi <i>Cooling Tower</i> ...	78
Gambar 4. 25. Biaya Eksergi <i>Destruction</i> Sebelum vs Setelah Optimasi CT.....	78





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 memperbahayak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

DAFTAR TABEL

Tabel 2. 1. Spesifikasi Turbin.....	10
Tabel 2. 2. Spesifikasi Kondensor.....	12
Tabel 2. 3. Spesifikasi <i>Cooling tower</i>	14
Tabel 4. 1. Hasil Perhitungan <i>Enthalpy</i> dan <i>Entropy</i> Lingkungan.....	33
Tabel 4. 2. Hasil Pengambilan Data Bulan Januari	33
Tabel 4. 3. Hasil Pengambilan Data Bulan Februari.....	34
Tabel 4. 4. Hasil Pengambilan Data Bulan Maret.....	34
Tabel 4. 5. Hasil Pengambilan Data Bulan April	35
Tabel 4. 6. Hasil Pengambilan Data Bulan Mei.....	35
Tabel 4. 7. Hasil Perhitungan Eksergi.....	37
Tabel 4. 8. Hasil Perhitungan Eksergi <i>Destruction</i>	38
Tabel 4. 9. Hasil Perhitungan Efisiensi Eksergi.....	38
Tabel 4. 10. Biaya Eksergi <i>Destruction</i> Bulan Januari-Maret.....	39
Tabel 4. 11 Biaya Eksergi <i>Destruction</i> Bulan April - Mei	39
Tabel 4. 12. <i>Model Experiment</i> Optimasi Turbin di <i>Software</i> MINITAB 22	49
Tabel 4. 13. <i>Response Surface Regression</i> T_{Out} Turbin.....	50
Tabel 4. 14. <i>Response Surface Regression</i> M_{Out} Turbin.....	51
Tabel 4. 15. <i>Response Surface Regression</i> P_{Out} Turbin.....	51
Tabel 4. 16. Hasil Optimasi Nilai Parameter Turbin.....	59
Tabel 4. 17 <i>Model Experiment</i> Optimasi <i>Cooling tower</i> di <i>Software</i> MINITAB..	63
Tabel 4. 18. <i>Response Surface Regression</i> T_{Out} <i>Cooling tower</i>	64
Tabel 4. 19. <i>Response Surface Regression</i> P_{Out} <i>Cooling tower</i>	65
Tabel 4. 20. <i>Response Surface Regression</i> M_{Out} <i>Cooling tower</i>	65
Tabel 4. 21. Hasil Optimasi Nilai Parameter <i>Cooling tower</i>	71
Tabel 4. 22. Nilai Eksergi Setelah Dioptimasi	74
Tabel 4. 23. Hasil Perhitungan Eksergi <i>Destruction</i> , Efisiensi Eksergi, Dan Biaya Eksergi <i>Destruction</i> Turbin.....	75
Tabel 4. 24. Hasil Perhitungan Eksergi <i>Destruction</i> , Efisiensi Eksergi, Dan Biaya Eksergi <i>Destruction</i> <i>Cooling tower</i>	75



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

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1 Daftar Riwayat Hidup.....	83
Lampiran 2 Formulir F1 Dosen Pembimbing 1	84
Lampiran 3 Formulir F1 Dosen Pembimbing 2	85
Lampiran 4 Formulir F2 Lembar Konsultasi Dosen Pembimbing 1.....	86
Lampiran 5 Formulir F2 Lembar Konsultasi Dosen Pembimbing 2.....	89
Lampiran 6 Surat Keterangan Pengambilan Data.....	91
Lampiran 7 Data Operasional Mingguan Periode Januari-Mei	92
Lampiran 8 <i>Equation Windows</i> Perhitungan Eksergi Periode Januari-Mei	94
Lampiran 9 <i>Solution Windows</i> Hasil Perhitungan Eksergi Periode Januari-Mei	105
Lampiran 10 <i>Properties of Saturated Water (Liquid–Vapor)</i>	108

**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

Energi panas bumi di Indonesia mempunyai potensi yang sangat besar sebagai sumber daya terbarukan yang dapat dimanfaatkan untuk memenuhi kebutuhan listrik negara. Pembangkit listrik tenaga panas bumi (PLTP) menjadi salah satu pilihan utama untuk memanfaatkan sumber daya alam tersebut secara optimal.

Dalam situasi iklim global saat ini transisi energi sangat penting, dimana target kenaikan suhu global dapat dibatasi hingga 1,5°C juga penting bagi Indonesia. Mengingat bauran energi primer di negara Indonesia masih didominasi oleh energi fosil, yang menyumbang sekitar 90% dari produksi energi [1].

PLTP Kamojang Unit IV merupakan salah satu pembangkit listrik tenaga panas bumi di Indonesia yang memainkan peran penting dalam penyediaan energi bersih dan berkelanjutan sebagai salah satu sumber energi yang memanfaatkan panas dari dalam bumi. Namun seiring berjalannya waktu, performa suatu pembangkit tidak akan sama seperti saat awal operasi, seperti pada PLTP Kamojang yang mengalami penurunan daya dari sejak pengoperasiannya pada tahun 2008 dengan daya 60 MW pada kondisi *commisioning* menjadi rata-rata 55 MW selama periode Januari hingga Mei 2024, maka dari itu pembangkit perlu untuk dimaksimalkan kinerja serta efisiensinya dan diperlukan analisis mendalam mengenai penggunaan energi di dalam sistem tersebut.

Salah satu metode yang digunakan untuk mengevaluasi penggunaan energi adalah dengan menganalisis eksergi, analisis ini dilakukan dengan menghitung eksergi pada empat komponen utama yaitu *scrubber*, turbin, kondensor dan *cooling tower* dan menentukan jumlah eksergi yang terbuang pada masing-masing komponen tersebut, dengan memanfaatkan analisis eksergi merupakan teknik yang dapat digunakan untuk mengoptimalkan siklus pembangkit [2].

Di PLTP Kamojang Unit IV, analisis eksergi merupakan hal yang penting mengingat kompleksitas sistem pembangkit. Analisis ini tidak hanya membantu



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

dalam mengidentifikasi eksergi *destruction*, tetapi juga dalam menghitung biaya yang terkait dengan kerugian tersebut. Selain melakukan analisis eksergi, penelitian ini juga berfokus pada upaya pengoptimalan komponen yang memiliki performa rendah berdasarkan hasil perhitungan eksergi. Untuk mencapai tujuan tersebut, dilakukan pencarian nilai optimal pada komponen yang memiliki nilai yang rendah berdasarkan perhitungan eksergi melalui metode optimasi statistik yaitu RSM (*response surface method*).

1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang di atas, maka terdapat rumusan masalah yang relevan, realistis dan menarik yang akan terjawab pada penelitian ini, yaitu:

1. Bagaimana perhitungan eksergi, eksergi *destruction*, dan efisiensi eksergi pada PLTP Kamojang Unit IV dilakukan?
2. Bagaimana analisa eksergi dapat menentukan besar biaya Eksergi *destruction*?
3. Bagaimana upaya optimasi pada parameter komponen yang memiliki performa terendah menggunakan *response surface method*?

1.3 Pertanyaan Penelitian

Berdasarkan latar belakang di atas, maka terdapat beberapa uraian pertanyaan, pertanyaan penelitian ini merupakan pertanyaan yang eksplisit, yaitu:

1. Berapa besar eksergi *destruction* dan efisiensi eksergi pada setiap komponen di PLTP Kamojang Unit IV?
2. Berapa besar biaya kerugian yang diakibatkan oleh eksergi *desctruction* di PLTP Kamojang Unit IV?
3. Berapa besar efisiensi eksergi setelah dilakukan optimasi pada komponen yang memiliki performa terendah?



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

1.4 Batasan Masalah

1. Pembahasan pada penelitian ini hanya dalam lingkup PLTP Kamojang Unit IV.
2. Fokus utama komponen yang dianalisis adalah komponen utama PLTP.
3. Biaya yang dihitung berdasarkan persamaan termoekonomi yang berkaitan dengan kerugian eksergi.
4. Data yang digunakan merupakan data operasional bulanan pada bulan Januari hingga Mei 2024.

1.5 Tujuan Penelitian

1. Menganalisis eksergi *destruction* dan efisiensi eksergi pada setiap komponen utama di PLTP Kamojang Unit IV.
2. Mengidentifikasi biaya kerugian akibat eksergi pada setiap komponen yang dianalisis.
3. Melakukan optimasi parameter pada komponen yang memiliki performa terendah berdasarkan perhitungan eksergi di PLTP Kamojang Unit IV.

1.6 Manfaat Penelitian

Penelitian ini memiliki manfaat bagi berbagai pihak termasuk siswa, kampus ataupun perusahaan

1. Bagi Mahasiswa

Manfaat yang dapat diperoleh mahasiswa dengan melakukan penelitian ini antara lain adalah:

- a. Penelitian ini mengajarkan mahasiswa cara menganalisis sistem energi kompleks menggunakan metode eksergi, meningkatkan kemampuan analitis dan pemecahan masalah.
- b. Penelitian ini dapat memberikan pengalaman praktis dalam melakukan penelitian ilmiah, pengumpulan data dan analisis.
- c. Mahasiswa berkontribusi pada pengembangan ilmu pengetahuan dengan menghasilkan penelitian yang dapat menjadi referensi bagi studi-studi selanjutnya atau pengembangan teknologi energi terbarukan.



© Hak Cipta milik Politeknik Negeri Jakarta

Hak Cipta :

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

2. Bagi Politeknik Negeri Jakarta

Sebagai bahan rekomendasi serta pengetahuan untuk menjadi referensi bagi instansi serta mahasiswa Politeknik Negeri Jakarta yang ingin mengembangkan ilmu dalam bidang dan topik yang sama.

3. Bagi Perusahaan

Penelitian ini memberikan banyak manfaat bagi perusahaan baik dalam hal akademis maupun teoritis, manfaat penelitian bagi perusahaan antara lain adalah hasil analisis eksergi dapat digunakan untuk mengoptimalkan kinerja setiap komponen pembangkit, yang akan menjadi pertimbangan untuk meningkatkan kinerja keseluruhan dari PLTP Kamojang Unit IV.

1.7 Sistematika Penulisan Skripsi

Sistematika penulisan skripsi dalam dijabarkan sebagai berikut:

1. BAB I Pendahuluan
 - a. Latar Belakang Penelitian
 - b. Rumusan Masalah
 - c. Pertanyaan Penelitian
 - d. Batasan Masalah
 - e. Tujuan Penelitian
 - f. Manfaat Penelitian
 - g. Sistematika Penulisan Skripsi
2. BAB II Tinjauan Pustaka
 - a. Landasan Teori
 - b. Kajian Literetur
 - c. Kerangka Pemikiran
3. BAB III Metode Penelitian
 - a. Jenis Penelitian
 - b. Objek Penelitian
 - c. Metode Pengambilan Data
 - d. Jenis dan Sumber Data Penelitian
 - e. Metode Pengumpulan Data
 - f. Metode Analisis Data

4. BAB IV Hasil Dan Pembahasan
 - a. Hasil Penelitian
 - b. Pembahasan
5. BAB V Penutup
 - a. Kesimpulan
 - b. Saran



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

BAB V PENUTUP

5.1 Kesimpulan

Berdasarkan hasil perhitungan dan analisis data di atas maka dapat diambil simpulan sebagai berikut:

1. Dari hasil penelitian dapat disimpulkan bahwa semakin besar eksergi bukan berarti semakin tinggi nilai eksergi *destruction*, tapi semakin kecil selisih antara jumlah eksergi masuk dan keluar maka semakin kecil juga nilai eksergi *destruction*. Berbanding terbalik dengan jumlah eksergi *destruction*, semakin kecil eksergi *destruction* maka semakin besar efisiensi eksergi yang dihasilkan sebaliknya semakin besar jumlah eksergi *destruction* maka semakin kecil efisiensi eksergi pada komponen PLTP, hal ini membuktikan bahwa komponen *Scrubber* dapat memanfaatkan energi yang tersedia menjadi kinerja dengan baik.
2. Biaya yang dikeluarkan akibat eksergi *destruction* terbesar berdasarkan hasil perhitungan dengan persamaan termoekonomi dihasilkan oleh komponen *Cooling tower* pada periode bulan Februari dengan biaya sebesar Rp. 6.704.198.793 sedangkan biaya akibat eksergi *destruction* terendah terdapat pada komponen *Scrubber* pada bulan Maret dengan biaya sebesar Rp. 73.211.275, hal ini berbanding lurus dengan besarnya eksergi *destruction* semakin besar eksergi *loss* maka semakin besar juga biaya yang diakibatkan oleh eksergi *destruction* hal ini berbanding terbalik dengan efisiensi eksergi pada setiap komponen.
3. Hasil optimasi parameter pada komponen yang memiliki performa paling rendah berdasarkan hasil perhitungan eksergi yaitu pada komponen turbin dan *Cooling tower* dapat disimpulkan bahwa dengan parameter yang telah dioptimasi yaitu pada turbin parameter T_{in} adalah 10,25 °C, M_{in} 128,57 kg/s sehingga nilai output yang dihasilkan setelah optimasi adalah dengan P_{out} 0,17 bar, M_{out} 105,75 kg/s dan T_{out} 57,97°C sehingga dengan parameter yang telah dioptimasi ini dapat meningkatkan efisiensi eksergi pada turbin



menjadi sebesar 76%. Sedangkan pada *cooling tower* diketahui parameter setelah optimasi bernilai: Tin 50,21°C, Min 2230,08 kg/s sehingga nilai output *response* yang dihasilkan adalah dengan M_{out} 2278 kg/s, P_{out} 0,19 bar dan T_{out} 27,06°C, dengan parameter setelah dioptimasi tersebut nilai efisiensi *cooling tower* meningkat menjadi 64%.

5.2 Saran

Berdasarkan hasil penelitian yang telah dilakukan terkait nilai eksergi, penulis dapat memberikan beberapa saran, yaitu:

1. Penelitian lebih lanjut dapat dilakukan dengan mengatur secara langsung di lapangan, karena pada penelitian ini informasi mengenai spesifikasi *valve* untuk mengatur laju aliran massa dan tekanan masuk maupun keluar tidak diketahui. Ini dapat dipertimbangkan untuk mengatur langsung dan dikondisikan sesuai dengan kondisi di pembangkit.
2. Pada penelitian ini jumlah variabel faktor hanya 2, mempertimbangkan keterbatasan jumlah data yang dimiliki. Karena semakin banyak faktor maka jumlah data yang digunakan perlu lebih banyak. Untuk penelitian lebih lanjut pertimbangan jumlah variabel faktor perlu ditambahkan menjadi hal yang perlu diperhatikan.

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



DAFTAR PUSTAKA

- [1] Direktorat Jenderal Energi Baru, Terbarukan dan Konservasi Energi (EBTKE). (2022). Indonesia Energy Transition Outlook. Kementerian Energi dan Sumber Daya Mineral Republik Indonesia. Diakses pada 6 Juni 2024.
- [2] Rudiyanto, B., Wicaksono, A., & Hijriawan, M. (2023). Evaluation and Optimization Based on Exergy in Kamojang Geothermal Power Plant Unit 3. *International Journal on Advanced Science, Engineering and Information Technology*, 13(6), 2372–2379.
- [3] Suharmanto, P., Fitria, A. N., & Ghaliyah, S. (2015). Indonesian Geothermal Energy Potential as Source of Alternative Energy Power Plant. *KnE Energy*, 1(1), 119.
- [4] Tanuma, T. (2016). Advances in steam turbines for modern power plants. In *Advances in Steam Turbines for Modern Power Plants*. <https://doi.org/10.1016/c2014-0-03636-2>
- [5] Muammer Alus, Mohamed Elrawemi, & Fathi Kawan. (2017). The Effect of the Condenser Inlet Cooling Water Temperature on the Combined Cycle Power Plant Performance. *International Journal Peer Reviewed Journal Refereed Journal Indexed Journal UGC Approved Journal Impact Factor*, 3(10), 206–211.
- [6] Pattanayak, L., Padhi, B. N., & Kodamasingh, B. (2019). Thermal performance assessment of steam surface condenser. *Case Studies in Thermal Engineering*, 14.
- [7] Rudiyanto, B., Bahthiyar, M. A., Pambudi, N. A., Widjonarko, & Hijriawan, M. (2021). An update of second law analysis and optimization of a single-flash geothermal power plant in Dieng, Indonesia. *Geothermics*, 96(July), 102212.
- [8] Amrita, K. C., & Nugroho, G. (2019). Analisis Thermal Pada Pembangkit Listrik Tenaga Panas Bumi PT. Indonesia Power UPJP Kamojang. *Jurnal Teknik ITS*, 7(2).
- [9] Klein. (2000). EES Engineering Equation Solver for Microsoft Windows Operating Systems Commercial and Professional Versions F-Chart Software 4406 Fox Bluff Rd Middleton, WI 53562. 50–120.
- [10] Montgomery, D. C. (2013). Design and analysis of experiments (8th ed.). Wiley. ISBN: 978-1-118-14692-7.

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

[11] Faulina, R. . A. . S. dan A. D. (2011). Response Surface And Methodology (RSM) Dan Aplikasinya. 1–25.

[12] Chhabra, R. P. (2017). CRC handbook of thermal engineering, Second edition. CRC Handbook of Thermal Engineering, Second Edition, 1–1649. <https://doi.org/10.4324/9781315119717>



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

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1 Daftar Riwayat Hidup

- | | |
|--------------------------|--|
| 1. Nama Lengkap | : Muhammad Satria |
| 2. NIM | : 2002421025 |
| 3. Tempat, Tanggal Lahir | : Jakarta, 31 Juli 2002 |
| 4. Jenis Kelamin | : Laki-laki |
| 5. Alamat | : Jl. Rawajati Timur II RT02/RW02
GG. Porti No. 51 |
| 6. Email | : muhammad.satria.tm20@mhsw.pnj.ac.id |
| 7. Pendidikan | |
| SD (2008-2014) | : SDN Rawajati 07 Pagi |
| SMP 2014-2017 | : SMPN 163 Jakarta |
| SMA (2017-2020) | : SMKN 29 Jakarta |
| 8. Program Studi | : Teknologi Rekayasa Pembangkit Energi |
| 9. Bidang Peminatan | : Pembangkit Listrik Tenaga Panas Bumi |



**POLITEKNIK
NEGERI
JAKARTA**



© Hak Cipta milik Politeknik Negeri Jakarta

Lampiran 2 Formulir F1 Dosen Pembimbing 1

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

FORMULIR F1

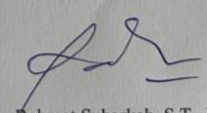
LEMBAR KESEDIAAN MEMBIMBING TUGAS AKHIR / SKRIPSI

Dengan ini saya nama : Rahmat Subarkah, 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
OPTIMASI PARAMETER TURBIN DAN COOLING TOWER MENGGUNAKAN ANALISIS EKSERGI DAN RESPONSE SURFACE METHOD DI PLTP KAMOJANG UNIT IV	MUHAMMAD SATRIA	TEKNOLOGI REKAYASA PEMBANGKIT ENERGI

Demikian, atas perhatian dan kerjasamanya saya ucapkan terima kasih.

Depok, 8 Maret 2024
Yang Menyatakan


 Rahmat Subarkah, S.T., M.T.
 NIP. 197601202003121001



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

Lampiran 3 Formulir F1 Dosen Pembimbing 2

FORMULIR F1

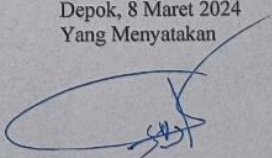
LEMBAR KESEDIAAN MEMBIMBING TUGAS AKHIR / SKRIPSI

Dengan ini saya nama : Adi Syuriadi, 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
OPTIMASI PARAMETER TURBIN DAN COOLING TOWER MENGGUNAKAN ANALISIS EKSERGI DAN RESPONSE SURFACE METHOD DI PLTP KAMOJANG UNIT IV	MUHAMMAD SATRIA	TEKNOLOGI REKAYASA PEMBANGKIT ENERGI

Demikian, atas perhatian dan kerjasamanya saya ucapkan terima kasih.

Depok, 8 Maret 2024
Yang Menyatakan


 Adi Syuriadi, M.T.
 NIP. 197611102008011011



Lampiran 4 Formulir F2 Lembar Konsultasi Dosen Pembimbing 1

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

FORMULIR F2

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

JUDUL TUGAS AKHIR / SKRIPSI

OPTIMASI PARAMETER TURBIN DAN COOLING TOWER
MENGUNAKAN ANALISIS EKSERGI DAN RESPONSE SURFACE
METHOD DI PLTP KAMOJANG UNIT IV


KELOMPOK : 1.....
: 2.....

NAMA MAHASISWA BIMBINGAN/NIM :

MUHAMMAD SATRIA / 2002421025

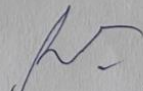
PROGRAM STUDI : TEKNOLOGI REKAYASA PEMBANGKIT ENERGI

PEMBIMBING : Rahmat Subarkah, S.T., M.T.

No	Tanggal	Bahasan	Pembimbing	Panitia
1.	13 Maret 2024	Diskusi terkait rencana topik skripsi yang diambil		
2.	20 Maret 2024	Menjelaskan latar belakang, rumusan masalah dan penyelesaian		
3.	12 Juli 2024	Diskusi terkait pengoptimalan nilai parameter komponen dengan metode RSM		
4.	15 Juli 2024	Diskusi terkait pemilihan data yang tersedia untuk dioptimasi dengan metode RSM		

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

Yang menyatakan
Pembimbing


(.....)



© 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 mengemukakan 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

OPTIMASI PARAMETER TURBIN DAN COOLING TOWER
MENGUNAKAN ANALISIS EKSERGI DAN RESPONSE SURFACE
METHOD DI PLTP KAMOJANG UNIT IV

KELOMPOK : 1.....
: 2.....

NAMA MAHASISWA BIMBINGAN/NIM :

MUHAMMAD SATRIA / 2002421025

PROGRAM STUDI : TEKNOLOGI REKAYASA PEMBANGKIT ENERGI

PEMBIMBING : Rahmat Subarkah, S.T., M.T.

No	Tanggal	Bahasan	Pembimbing	Panitia
5.	31 Juli 2024	Diskusi terkait pemilihan parameter di cooling tower yang digunakan untuk dijadikan input pada RSM		
6.	1 Agustus 2024	Diskusi terkait hasil optimasi parameter		
7.	2 Agustus 2024	Penjelasan mengenai metode optimasi dengan RSM dari awal pemilihan data hingga dioptimasi		
8.	6 Agustus 2024	Diskusi terkait penambahan komponen turbin untuk dioptimasi nilai parameter		

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

Yang menyatakan
Pembimbing

(.....)



© 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 mengemukakan 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

OPTIMASI PARAMETER TURBIN DAN COOLING TOWER
MENGUNAKAN ANALISIS EKSERGI DAN RESPONSE SURFACE
METHOD DI PLTP KAMOJANG UNIT IV

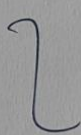
KELOMPOK : 1.....
: 2.....

NAMA MAHASISWA BIMBINGAN/NIM :

MUHAMMAD SATRIA / 2002421025


PROGRAM STUDI : TEKNOLOGI REKAYASA PEMBANGKIT ENERGI

PEMBIMBING : Rahmat Subarkah, S.T., M.T.

No	Tanggal	Bahasan	Pembimbing	Panitia
9.	9 Agustus 2024	Penjelasan hasil akhir penelitian dan diskusi akhir terkait penulisan judul dan latar belakang		
10.	12 Agustus 2024	Penyerahan draft final hardcopy skripsi		

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

Lampiran 5 Formulir F2 Lembar Konsultasi Dosen Pembimbing 2

FORMULIR F2

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

JUDUL TUGAS AKHIR / SKRIPSI

OPTIMASI PARAMETER TURBIN DAN COOLING TOWER
MENGUNAKAN ANALISIS EKSERGI DAN RESPONSE SURFACE
METHOD DI PLTP KAMOJANG UNIT IV

KELOMPOK : 1.....
: 2.....

NAMA MAHASISWA BIMBINGAN/NIM :

MUHAMMAD SATRIA / 2002421025

PROGRAM STUDI : TEKNOLOGI REKAYASA PEMBANGKIT ENERGI

PEMBIMBING : Adi Syuriadi, M.T.

No	Tanggal	Bahasan	Pembimbing	Panitia
1.	8 Maret 2024	Membahas rencana judul penelitian yang dibuat		
2.	13 Maret 2024	Menjelaskan mengenai latar belakang, rumusan masalah dan output penelitian		
3.	22 April 2024	Diskusi terkait rumus perhitungan dan data yang ingin diambil		
4.	15 Mei 2024	Izin untuk melakukan pengambilan data di perusahaan		

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

Yang menyatakan
Pembimbing

(.....)



© 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 mengummumkan 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

OPTIMASI PARAMETER TURBIN DAN COOLING TOWER
MENGUNAKAN ANALISIS EKSERGI DAN RESPONSE SURFACE
METHOD DI PLTP KAMOJANG UNIT IV

KELOMPOK : 1.....
: 2.....

NAMA MAHASISWA BIMBINGAN/NIM :

MUHAMMAD SATRIA / 2002421025

PROGRAM STUDI : TEKNOLOGI REKAYASA PEMBANGKIT ENERGI

PEMBIMBING : Adi Syuriadi, M.T.

No	Tanggal	Bahasan	Pembimbing	Panitia
5.	26 Juni 2024	Diskusi terkait pengolahan data setelah pengambilan data		
6.	25 Juli 2024	Mengirimkan draft skripsi sementara		
7.	1 Agustus 2024	Revisi penulisan judul, latar belakang, dan kerangka berpikir		
8.	13 Agustus 2024	Pembahasan keseluruhan akhir skripsi		

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

Yang menyatakan
Pembimbing

(.....)



© 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 6 Surat Keterangan Pengambilan Data

SURAT KETERANGAN

Saya yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Muhammad Rayhan Hidayat Tadjri
 Jabatan : Pembimbing Industri

Dengan ini menerangkan bahwa:

Nama : Muhammad Satria
 NIM : 2002421025
 Program Studi : Teknologi Rekayasa Pembangkit Energi

Telah melakukan pengambilan data operasional mingguan pada periode bulan Januari hingga Mei berupa data tekanan masuk, tekanan keluar, laju aliran massa masuk, laju aliran massa keluar pada komponen scrubber, turbin, kondensor dan cooling tower, temperatur wet bulb, temperatur dry bulb, nilai RH dan daya pembangkit selama kegiatan pengambilan data pada jangka waktu 27 Mei hingga 10 Juni 2024 dan data yang dimiliki sudah sesuai dengan kondisi yang sebenarnya.

Demikian surat keterangan ini dibuat untuk melengkapi persyaratan skripsi.

Atas perhatiannya terima kasih

Bandung, 12 Juli 2024
 Pembimbing Industri

Muhammad Rayhan Hidayat Tadjri
 NIP. 19020489



Lampiran 7 Data Operasional Mingguan Periode Januari-Mei

	Scrubber						P inlet turbin		T inlet turbin		P outlet turbin			T outlet turbin
	P inlet	T inlet	F inlet	P outlet	T outlet	F outlet	Kiri	Kanan	Kiri	Kanan	A	B	C	
Minggu 1	10,71	185,37	429,72	10,23	183,60	422,69	10,11	10,21	181,94	182,90	0,16	0,15	0,16	55,22
Minggu 2	10,70	185,24	428,97	10,23	183,53	421,77	10,11	10,21	181,93	182,87	0,15	0,15	0,15	54,53
Minggu 3	10,64	185,02	427,16	10,17	183,21	422,46	10,05	10,16	181,76	182,69	0,15	0,15	0,15	54,39
Minggu 4	10,66	185,20	426,65	10,17	183,37	420,29	10,05	10,15	181,73	182,69	0,15	0,15	0,15	54,53
Minggu 5	10,72	185,39	425,42	10,22	183,65	419,66	10,11	10,21	181,90	182,89	0,15	0,14	0,15	54,11
Minggu 6	10,73	185,31	425,51	10,21	183,53	421,08	10,10	10,20	181,84	182,81	0,15	0,14	0,15	54,16
Minggu 7	10,63	184,99	425,41	10,11	183,18	423,29	9,99	10,10	181,56	182,46	0,15	0,14	0,15	54,16
Minggu 8	10,69	185,05	425,51	10,17	183,19	418,91	10,06	10,16	181,70	182,66	0,15	0,15	0,15	54,48
Minggu 9	10,75	185,33	422,10	10,25	183,48	415,63	10,14	10,24	182,01	182,92	0,14	0,14	0,14	53,38
Minggu 10	10,74	185,33	413,58	10,25	183,65	420,81	10,14	10,24	182,07	183,02	0,15	0,14	0,15	53,92
Minggu 11	10,63	185,10	417,88	10,12	183,31	423,28	10,01	10,11	181,55	182,48	0,15	0,15	0,15	54,36
Minggu 12	10,79	185,52	407,70	10,31	183,83	416,18	10,20	10,30	182,22	183,15	0,14	0,14	0,14	53,44
Minggu 13	10,92	185,98	476,21	10,24	183,53	439,13	10,13	10,24	182,25	182,99	0,15	0,15	0,15	54,65
Minggu 14	10,88	185,84	467,26	10,24	183,59	442,93	10,12	10,22	182,10	182,99	0,15	0,15	0,15	54,69
Minggu 15	10,90	185,86	465,43	10,27	183,65	443,98	10,14	10,25	182,20	183,05	0,15	0,14	0,14	53,86
Minggu 16	10,87	185,84	468,08	10,22	183,69	445,88	10,11	10,21	182,11	183,01	0,16	0,16	0,16	55,63
Minggu 17	10,87	185,85	468,01	10,24	183,60	439,61	10,12	10,22	182,17	183,01	0,16	0,15	0,15	55,13
Minggu 18	10,95	186,20	479,72	10,27	183,84	440,19	10,16	10,26	182,26	183,21	0,16	0,15	0,16	55,63
Minggu 19	10,95	185,89	482,39	10,26	183,71	462,88	10,14	10,23	182,25	183,04	0,16	0,16	0,16	55,90
Minggu 20	10,94	186,04	481,97	10,25	183,65	447,50	10,14	10,24	182,20	183,04	0,16	0,15	0,16	55,27
Minggu 21	10,95	186,20	483,20	10,25	183,78	447,63	10,14	10,25	182,28	183,18	0,16	0,15	0,16	55,36
Minggu 22	10,74	185,26	413,35	10,24	183,40	392,53	10,16	10,25	182,17	183,04	0,14	0,13	0,14	52,66

Keterangan: $flow\ outlet\ scrubber = flow\ inlet\ turbin$

P HWP A	P HWP B	T Inlet Cond	T Outlet Cond	F Inlet Cond	F Outlet Cond	T inlet CT	T outlet CT
1,25	1,23	45,5	43,15	8109,55	7758,72	52,26	27,97
1,22	1,22	49,50	44,05	8120,41	7762,26	51,54	27,75
1,22	1,21	48,00	44,60	8114,96	7761,96	51,34	27,61
1,21	1,22	47,00	42,75	8125,58	7766,92	51,50	27,89
1,20	1,20	50,00	44,10	8109,76	7745,95	51,06	27,55
1,20	1,20	47,25	41,10	8646,30	8300,9	51,08	27,51
1,21	1,22	47,75	43,40	8669,04	8316,9	51,04	27,52
1,22	1,21	46,75	42,60	8658,36	8302,68	51,33	28,02
1,19	1,21	48,25	43,70	8659,42	8307,48	50,39	27,37
1,18	1,20	48,25	44,10	8558,5	8208,9	50,95	28,12
1,20	1,19	48,75	44,10	8558,24	8209,94	51,51	28,55
1,18	1,20	47,75	43,85	8561,64	8205,66	50,58	27,74
1,16	1,17	49,25	44,75	8558,78	8216,24	52,11	28,51
1,17	1,19	49,25	45,20	8490,7	8133,57	52,15	28,34
1,14	1,15	49,75	45,50	8511,84	8156	51,27	27,77
1,16	1,19	48,75	44,35	8499,12	8134,3	53,09	29,25
1,14	1,17	50,25	46,10	8505,36	8154,36	52,69	29,16
1,14	1,14	49,50	44,85	8498,98	8144,26	53,42	29,91
1,13	1,15	48,70	46,05	8285,22	7939,58	53,53	28,81
1,15	1,18	50,20	46,4	8305,56	7943,42	53,03	29,55
1,18	1,18	49,40	46	8289,9	7932,78	53,08	28,84
1,25	1,24	49,70	46,25	8289,92	7938	50,21	28,28

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

F Inlet CT	F outlet CT	P Outlet CT	Daya Generator	Wet Bulb	Dry Bulb	RH
7216	7058,11	0,19	55,86	16,83	19,18	80,08
7411,39	7249,23	0,19	55,81	16,03	18,31	80,17
7335,68	7175,18	0,19	55,82	15,86	18,13	80,27
7227,47	7069,34	0,19	55,27	15,72	19,27	70,81
7403,62	7241,64	0,19	55,24	15,43	17,30	83,26
7505,03	7340,84	0,19	55,79	15,37	17,77	79,04
7885,55	7713,04	0,19	55,79	15,25	17,30	81,75
8028,29	7852,63	0,19	55,33	15,93	18,44	78,50
7767,36	7597,43	0,19	55,52	15,25	18,69	71,30
7765,56	7595,82	0,18	54,60	16,33	19,72	72,39
7721,39	7552,71	0,18	55,37	16,57	18,09	86,52
7593,41	7427,22	0,18	54,49	14,57	18,46	67,66
7774,78	7604,66	0,18	57,51	16,22	19,03	76,44
7586,64	7420,64	0,18	58,85	15,78	18,44	77,32
7535,6	7370,71	0,18	59,29	14,21	17,30	73,18
7912,63	7739,50	0,18	58,98	16,62	18,53	83,37
7470,94	7307,51	0,18	57,64	16,97	19,72	77,20
7864,63	7692,44	0,18	57,65	17,30	18,92	85,96
7375,14	7213,78	0,18	61,57	14,68	16,92	79,98
7516,52	7352,06	0,18	57,28	16,71	19,32	78,09
7783	7612,68	0,18	58,96	14,69	16,42	84,05
7348,84	7189,62	0,19	51,03	15,90	18,85	75,22

Catatan =

flow memiliki satuan (ton/h)

P memiliki satuan (bar)

T memiliki satuan (°C)

POLITEKNIK
NEGERI
JAKARTA



Lampiran 8 *Equation Windows* Perhitungan Eksergi Periode Januari-Mei

1. Coding Perhitungan Eksergi Bulan Januari Pada *Software Engineering Equation Solver*:

```
//Input
//Scrubber
//in
T1 = 185,24 [C]
P1 = 10,69 [bar]
m1 = 118,775 [kg/s]
h1 =enthalpy(Steam;T=T1;P=P1)
s1 =entropy(Steam;T=T1;P=P1)
//out
T2 = 183,47 [C]
P2 = 10,20 [bar]
m2 = 117,049 [kg/s]
h2 =enthalpy(Steam;T=T2;P=P2)
s2 =entropy(Steam;T=T2;P=P2)
//Turbin
//in
T3 = 182,33 [C]
P3 = 10,14 [bar]
m3 = 117,049 [kg/s]
h3 =enthalpy(Steam;T=T3;P=P3)
s3 =entropy(Steam;T=T3;P=P3)
//out
T4 = 54,56 [C]
P4 = 0,15 [bar]
m4 = 93,41 [kg/s]
h4 =enthalpy(Water;T=T4;P=P4)
s4 =entropy(Steam;T=T4;P=P4)
//Kondensor
//in
T5 = 48 [C]
P5 = 0,15 [bar]
m5 = 2254,1 [kg/s]
h5 =enthalpy(Steam;T=T5;P=P5)
s5 =entropy(Steam;T=T5;P=P5)
```

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





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

//out

$$T6 = 43,7 \text{ [C]}$$

$$P6 = 1,22 \text{ [bar]}$$

$$m6 = 2156,21 \text{ [kg/s]}$$

$$h6 = \text{enthalpy}(\text{Water}, T=T6; P=P6)$$

$$s6 = \text{entropy}(\text{Water}, T=T6; P=P6)$$

//Cooling tower

//in

$$T7 = 51,54 \text{ [C]}$$

$$P7 = 1,22 \text{ [bar]}$$

$$m7 = 2033,01 \text{ [kg/s]}$$

$$h7 = \text{enthalpy}(\text{Water}, T=T7; P=P7)$$

$$s7 = \text{entropy}(\text{Water}, T=T7; P=P7)$$

//out

$$T8 = 27,75 \text{ [C]}$$

$$P8 = 0,19 \text{ [bar]}$$

$$m8 = 1988,54 \text{ [kg/s]}$$

$$h8 = \text{enthalpy}(\text{Water}, T=T8; P=P8)$$

$$s8 = \text{entropy}(\text{Water}, T=T8; P=P8)$$

//Lingkungan

$$T0 = 15,97 \text{ [C]}$$

$$P0 = 0,85 \text{ [bar]}$$

$$rh = 0,78$$

$$h0 = \text{enthalpy}(\text{AirH2O}, T=T0; R=rh; P=P0)$$

$$s0 = \text{entropy}(\text{AirH2O}, T=T0; R=rh; P=P0)$$

//Perhitungan

$$\text{Eks1} = m1 * ((h1 - h0) - (T0 * (s1 - s0)))$$

$$\text{Eks2} = m2 * ((h2 - h0) - (T0 * (s2 - s0)))$$

$$\text{Eks3} = m3 * ((h3 - h0) - (T0 * (s3 - s0)))$$

$$\text{Eks4} = m4 * ((h4 - h0) - (T0 * (s4 - s0)))$$

$$\text{Eks5} = m5 * ((h5 - h0) - (T0 * (s5 - s0)))$$

$$\text{Eks6} = m6 * ((h6 - h0) - (T0 * (s6 - s0)))$$

$$\text{Eks7} = m7 * ((h7 - h0) - (T0 * (s7 - s0)))$$

$$\text{Eks8} = m8 * ((h8 - h0) - (T0 * (s8 - s0)))$$

$$\text{EksLoss_Scrubber} = \text{Eks1} - \text{Eks2}$$

$$\text{EksLoss_Turbin} = \text{Eks3} - \text{Eks4}$$

$$\text{EksLoss_Kondensor} = \text{Eks5} - \text{Eks6}$$



© 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

EksLoss_CoolingTower= Eks7-Eks8

EffEks_Scrubber= Eks2/Eks1

EffEks_Turbin= Eks4/Eks3

EffEks_Kondensor= Eks6/Eks5

EffEks_CoolingTower= Eks8/Eks7

2. Coding Perhitungan Eksergi Bulan Februari Pada *Software Engineering*

Equation Solver:

//Input

//Scrubber

//in

T1 = 185,17 [C]

P1 = 10,70 [bar]

m1 = 117,953 [kg/s]

h1 = **enthalpy(Steam;T=T1;P=P1)**

s1 = **entropy(Steam;T=T1;P=P1)**

//out

T2 = 183,34 [C]

P2 = 10,19 [bar]

m2 = 116,572 [kg/s]

h2 = **enthalpy(Steam;T=T2;P=P2)**

s2 = **entropy(Steam;T=T2;P=P2)**

//Turbin

//in

T3 = 182,24 [C]

P3 = 10,12 [bar]

m3 = 116,572 [kg/s]

h3 = **enthalpy(Steam;T=T3;P=P3)**

s3 = **entropy(Steam;T=T3;P=P3)**

//out

T4 = 54,04 [C]

P4 = 0,15 [bar]

m4 = 92,97 [kg/s]

h4 = **enthalpy(Water;T=T4;P=P4)**

s4 = **entropy(Steam;T=T4;P=P4)**





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

//Kondensor

//in

$$T5 = 47,5 \text{ [C]}$$

$$P5 = 0,15 \text{ [bar]}$$

$$m5 = 2405,3 \text{ [kg/s]}$$

$$h5 = \text{enthalpy}(\text{Steam}; T=T5; P=P5)$$

$$s5 = \text{entropy}(\text{Steam}; T=T5; P=P5)$$

//out

$$T6 = 43,2 \text{ [C]}$$

$$P6 = 1,21 \text{ [bar]}$$

$$m6 = 2307,41 \text{ [kg/s]}$$

$$h6 = \text{enthalpy}(\text{Water}; T=T6; P=P6)$$

$$s6 = \text{entropy}(\text{Water}; T=T6; P=P6)$$

//Cooling tower

//in

$$T7 = 50,96 \text{ [C]}$$

$$P7 = 1,21 \text{ [bar]}$$

$$m7 = 2165,71 \text{ [kg/s]}$$

$$h7 = \text{enthalpy}(\text{Water}; T=T7; P=P7)$$

$$s7 = \text{entropy}(\text{Water}; T=T7; P=P7)$$

//out

$$T8 = 27,61 \text{ [C]}$$

$$P8 = 0,19 \text{ [bar]}$$

$$m8 = 2118,33 \text{ [kg/s]}$$

$$h8 = \text{enthalpy}(\text{Water}; T=T8; P=P8)$$

$$s8 = \text{entropy}(\text{Water}; T=T8; P=P8)$$

//Lingkungan

$$T0 = 15,45 \text{ [C]}$$

$$P0 = 0,85 \text{ [bar]}$$

$$rh0 = 0,78$$

$$h0 = \text{enthalpy}(\text{AirH2O}; T=T0; R=rh0; P=P0)$$

$$s0 = \text{entropy}(\text{AirH2O}; T=T0; R=rh0; P=P0)$$

//Perhitungan

$$\text{Eks1} = m1 * ((h1 - h0) - (T0 * (s1 - s0)))$$

$$\text{Eks2} = m2 * ((h2 - h0) - (T0 * (s2 - s0)))$$

$$\text{Eks3} = m3 * ((h3 - h0) - (T0 * (s3 - s0)))$$

$$\text{Eks4} = m4 * ((h4 - h0) - (T0 * (s4 - s0)))$$





© 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

$$\text{Eks5} = m5 * ((h5 - h0) - (T0 * (s5 - s0)))$$

$$\text{Eks6} = m6 * ((h6 - h0) - (T0 * (s6 - s0)))$$

$$\text{Eks7} = m7 * ((h7 - h0) - (T0 * (s7 - s0)))$$

$$\text{Eks8} = m8 * ((h8 - h0) - (T0 * (s8 - s0)))$$

$$\text{EksLoss_Scrubber} = \text{Eks1} - \text{Eks2}$$

$$\text{EksLoss_Turbin} = \text{Eks3} - \text{Eks4}$$

$$\text{EksLoss_Kondensor} = \text{Eks5} - \text{Eks6}$$

$$\text{EksLoss_CoolingTower} = \text{Eks7} - \text{Eks8}$$

$$\text{EffEks_Scrubber} = \text{Eks2} / \text{Eks1}$$

$$\text{EffEks_Turbin} = \text{Eks4} / \text{Eks3}$$

$$\text{EffEks_Kondensor} = \text{Eks6} / \text{Eks5}$$

$$\text{EffEks_CoolingTower} = \text{Eks8} / \text{Eks7}$$

3. *Coding* Perhitungan Eksergi Bulan Maret Pada *Software Engineering*
Equation Solver:

```
//Input
```

```
//Scrubber
```

```
//in
```

```
T1 = 183,58 [C]
```

```
P1 = 10,77 [bar]
```

```
m1 = 119,007 [kg/s]
```

```
h1 = enthalpy(Steam; T=T1; P=P1)
```

```
s1 = entropy(Steam; T=T1; P=P1)
```

```
//out
```

```
T2 = 183,58 [C]
```

```
P2 = 10,23 [bar]
```

```
m2 = 118,014 [kg/s]
```

```
h2 = enthalpy(Steam; T=T2; P=P2)
```

```
s2 = entropy(Steam; T=T2; P=P2)
```

```
//Turbin
```

```
//in
```

```
T3 = 182,47 [C]
```

```
P3 = 10,17 [bar]
```

```
m3 = 118,014 [kg/s]
```

```
h3 = enthalpy(Steam; T=T3; P=P3)
```

```
s3 = entropy(Steam; T=T3; P=P3)
```



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

//out

$$T4 = 54,09 \text{ [C]}$$

$$P4 = 0,15 \text{ [bar]}$$

$$m4 = 94,39 \text{ [kg/s]}$$

$$h4 = \text{enthalpy}(\text{Steam}; T=T4; P=P4)$$

$$s4 = \text{entropy}(\text{Steam}; T=T4; P=P4)$$

//Kondensor

//in

$$T5 = 48,5 \text{ [C]}$$

$$P5 = 0,15 \text{ [bar]}$$

$$m5 = 2378,9 \text{ [kg/s]}$$

$$h5 = \text{enthalpy}(\text{Steam}; T=T5; P=P5)$$

$$s5 = \text{entropy}(\text{Steam}; T=T5; P=P5)$$

//out

$$T6 = 44,2 \text{ [C]}$$

$$P6 = 1,18 \text{ [bar]}$$

$$m6 = 2281,01 \text{ [kg/s]}$$

$$h6 = \text{enthalpy}(\text{Water}; T=T6; P=P6)$$

$$s6 = \text{entropy}(\text{Water}; T=T6; P=P6)$$

//Cooling tower

//in

$$T7 = 51,29 \text{ [C]}$$

$$P7 = 1,18 \text{ [bar]}$$

$$m7 = 2142,72 \text{ [kg/s]}$$

$$h7 = \text{enthalpy}(\text{Water}; T=T7; P=P7)$$

$$s7 = \text{entropy}(\text{Water}; T=T7; P=P7)$$

//out

$$T8 = 28,23 \text{ [C]}$$

$$P8 = 0,18 \text{ [bar]}$$

$$m8 = 2095,86 \text{ [kg/s]}$$

$$h8 = \text{enthalpy}(\text{Water}; T=T8; P=P8)$$

$$s8 = \text{entropy}(\text{Water}; T=T8; P=P8)$$

//Lingkungan

$$T0 = 15,92 \text{ [C]}$$

$$P0 = 0,85 \text{ [bar]}$$

$$rh = 0,75$$

$$h0 = \text{enthalpy}(\text{AirH2O}; T=T0; R=rh; P=P0)$$





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

$s_0 = \text{entropy}(\text{AirH}_2\text{O}; T=T_0; R=rh; P=P_0)$

//Perhitungan

Eks1= $m_1*((h_1-h_0)-(T_0*(s_1-s_0)))$

Eks2= $m_2*((h_2-h_0)-(T_0*(s_2-s_0)))$

Eks3= $m_3*((h_3-h_0)-(T_0*(s_3-s_0)))$

Eks4= $m_4*((h_4-h_0)-(T_0*(s_4-s_0)))$

Eks5= $m_5*((h_5-h_0)-(T_0*(s_5-s_0)))$

Eks6= $m_6*((h_6-h_0)-(T_0*(s_6-s_0)))$

Eks7= $m_7*((h_7-h_0)-(T_0*(s_7-s_0)))$

Eks8= $m_8*((h_8-h_0)-(T_0*(s_8-s_0)))$

EksLoss_Scrubber= Eks1-Eks2

EksLoss_Turbin= Eks3-Eks4

EksLoss_Kondensor= Eks5-Eks6

EksLoss_CoolingTower= Eks7-Eks8

EffEks_Scrubber= Eks2/Eks1

EffEks_Turbin= Eks4/Eks3

EffEks_Kondensor= Eks6/Eks5

EffEks_CoolingTower= Eks8/Eks7

4. Coding Perhitungan Eksergi Bulan April Pada *Software Engineering*

Equation Solver:

//Input

//Scrubber

//in

T1 = 185,92 [C]

P1 = 10,90 [bar]

m1 = 130,527 [kg/s]

h1 = **enthalpy(Steam; T=T1; P=P1)**

s1 = **entropy(Steam; T=T1; P=P1)**

//out

T2 = 183,67 [C]

P2 = 10,25 [bar]

m2 = 122,922 [kg/s]

h2 =**enthalpy(Steam; T=T2; P=P2)**

s2 =**entropy(Steam; T=T2; P=P2)**

**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

//Turbin

//in

$$T3 = 182,61 \text{ [C]}$$

$$P3 = 10,18 \text{ [bar]}$$

$$m3 = 122,922 \text{ [kg/s]}$$

$$h3 = \text{enthalpy}(\text{Steam}; T=T3; P=P3)$$

$$s3 = \text{entropy}(\text{Steam}; T=T3; P=P3)$$

//out

$$T4 = 54,99 \text{ [C]}$$

$$P4 = 0,15 \text{ [bar]}$$

$$m4 = 99,89 \text{ [kg/s]}$$

$$h4 = \text{enthalpy}(\text{Water}; T=T4; P=P4)$$

$$s4 = \text{entropy}(\text{Steam}; T=T4; P=P4)$$

//Kondensor

//in

$$T5 = 49,5 \text{ [C]}$$

$$P5 = 0,15 \text{ [bar]}$$

$$m5 = 2361,4 \text{ [kg/s]}$$

$$h5 = \text{enthalpy}(\text{Steam}; T=T5; P=P5)$$

$$s5 = \text{entropy}(\text{Steam}; T=T5; P=P5)$$

//out

$$T6 = 45,2 \text{ [C]}$$

$$P6 = 1,16 \text{ [bar]}$$

$$m6 = 2263,51 \text{ [kg/s]}$$

$$h6 = \text{enthalpy}(\text{Water}; T=T6; P=P6)$$

$$s6 = \text{entropy}(\text{Water}; T=T6; P=P6)$$

//Cooling tower

//in

$$T7 = 52,53 \text{ [C]}$$

$$P7 = 1,16 \text{ [bar]}$$

$$m7 = 2131,69 \text{ [kg/s]}$$

$$h7 = \text{enthalpy}(\text{Water}; T=T7; P=P7)$$

$$s7 = \text{entropy}(\text{Water}; T=T7; P=P7)$$

//out

$$T8 = 28,89 \text{ [C]}$$

$$P8 = 0,18 \text{ [bar]}$$

$$m8 = 2085,06 \text{ [kg/s]}$$





© 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

$h_8 = \text{enthalpy}(\text{Water}; T=T_8; P=P_8)$

$s_8 = \text{entropy}(\text{Water}; T=T_8; P=P_8)$

//Lingkungan

$T_0 = 16,18 \text{ [C]}$

$P_0 = 0,85 \text{ [bar]}$

$rh = 0,79$

$h_0 = \text{enthalpy}(\text{AirH}_2\text{O}; T=T_0; R=rh; P=P_0)$

$s_0 = \text{entropy}(\text{AirH}_2\text{O}; T=T_0; R=rh; P=P_0)$

//Perhitungan

$\text{Eks}_1 = m_1 * ((h_1 - h_0) - (T_0 * (s_1 - s_0)))$

$\text{Eks}_2 = m_2 * ((h_2 - h_0) - (T_0 * (s_2 - s_0)))$

$\text{Eks}_3 = m_3 * ((h_3 - h_0) - (T_0 * (s_3 - s_0)))$

$\text{Eks}_4 = m_4 * ((h_4 - h_0) - (T_0 * (s_4 - s_0)))$

$\text{Eks}_5 = m_5 * ((h_5 - h_0) - (T_0 * (s_5 - s_0)))$

$\text{Eks}_6 = m_6 * ((h_6 - h_0) - (T_0 * (s_6 - s_0)))$

$\text{Eks}_7 = m_7 * ((h_7 - h_0) - (T_0 * (s_7 - s_0)))$

$\text{Eks}_8 = m_8 * ((h_8 - h_0) - (T_0 * (s_8 - s_0)))$

$\text{EksLoss_Scrubber} = \text{Eks}_1 - \text{Eks}_2$

$\text{EksLoss_Turbin} = \text{Eks}_3 - \text{Eks}_4$

$\text{EksLoss_Kondensor} = \text{Eks}_5 - \text{Eks}_6$

$\text{EksLoss_CoolingTower} = \text{Eks}_7 - \text{Eks}_8$

$\text{EffEks_Scrubber} = \text{Eks}_2 / \text{Eks}_1$

$\text{EffEks_Turbin} = \text{Eks}_4 / \text{Eks}_3$

$\text{EffEks_Kondensor} = \text{Eks}_6 / \text{Eks}_5$

$\text{EffEks_CoolingTower} = \text{Eks}_8 / \text{Eks}_7$

5. Coding Perhitungan Eksergi Bulan Mei Pada *Software Engineering*

Equation Solve:

//Input

//Scrubber

//in

$T_1 = 185,85 \text{ [C]}$

$P_1 = 10,90 \text{ [bar]}$

$m_1 = 129,231 \text{ [kg/s]}$

$h_1 = \text{enthalpy}(\text{Steam}; T=T_1; P=P_1)$

$s_1 = \text{entropy}(\text{Steam}; T=T_1; P=P_1)$



© 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

//out

$$T2 = 183,64 \text{ [C]}$$

$$P2 = 10,25 \text{ [bar]}$$

$$m2 = 120,872 \text{ [kg/s]}$$

$$h2 = \text{enthalpy}(\text{Steam}; T=T2; P=P2)$$

$$s2 = \text{entropy}(\text{Steam}; T=T2; P=P2)$$

//Turbin

//in

$$T3 = 182,65 \text{ [C]}$$

$$P3 = 10,19 \text{ [bar]}$$

$$m3 = 120,872 \text{ [kg/s]}$$

$$h3 = \text{enthalpy}(\text{Steam}; T=T3; P=P3)$$

$$s3 = \text{entropy}(\text{Steam}; T=T3; P=P3)$$

//out

$$T4 = 54,80 \text{ [C]}$$

$$P4 = 0,15 \text{ [bar]}$$

$$m4 = 94,68 \text{ [kg/s]}$$

$$h4 = \text{enthalpy}(\text{Steam}; T=T4; P=P4)$$

$$s4 = \text{entropy}(\text{Steam}; T=T4; P=P4)$$

//Kondensor

//in

$$T5 = 49,5 \text{ [C]}$$

$$P5 = 0,15 \text{ [bar]}$$

$$m5 = 2303 \text{ [kg/s]}$$

$$h5 = \text{enthalpy}(\text{Steam}; T=T5; P=P5)$$

$$s5 = \text{entropy}(\text{Steam}; T=T5; P=P5)$$

//out

$$T6 = 46,2 \text{ [C]}$$

$$P6 = 1,18 \text{ [bar]}$$

$$m6 = 2205,11 \text{ [kg/s]}$$

$$h6 = \text{enthalpy}(\text{Water}; T=T6; P=P6)$$

$$s6 = \text{entropy}(\text{Water}; T=T6; P=P6)$$

//Cooling tower

//in

$$T7 = 52,46 \text{ [C]}$$

$$P7 = 1,18 \text{ [bar]}$$

$$m7 = 2085,08 \text{ [kg/s]}$$





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

$h7 = \text{enthalpy}(\text{Water}, T=T7; P=P7)$

$s7 = \text{entropy}(\text{Water}, T=T7; P=P7)$

//out

$T8 = 28,87 \text{ [C]}$

$P8 = 0,18 \text{ [bar]}$

$m8 = 2039,47 \text{ [kg/s]}$

$h8 = \text{enthalpy}(\text{Water}, T=T8; P=P8)$

$s8 = \text{entropy}(\text{Water}, T=T8; P=P8)$

//Lingkungan

$T0 = 15,49 \text{ [C]}$

$P0 = 0,85 \text{ [bar]}$

$rh = 0,78$

$h0 = \text{enthalpy}(\text{AirH2O}, T=T0; R=rh; P=P0)$

$s0 = \text{entropy}(\text{AirH2O}, T=T0; R=rh; P=P0)$

//Perhitungan

$\text{Eks1} = m1 * ((h1-h0) - (T0 * (s1-s0)))$

$\text{Eks2} = m2 * ((h2-h0) - (T0 * (s2-s0)))$

$\text{Eks3} = m3 * ((h3-h0) - (T0 * (s3-s0)))$

$\text{Eks4} = m4 * ((h4-h0) - (T0 * (s4-s0)))$

$\text{Eks5} = m5 * ((h5-h0) - (T0 * (s5-s0)))$

$\text{Eks6} = m6 * ((h6-h0) - (T0 * (s6-s0)))$

$\text{Eks7} = m7 * ((h7-h0) - (T0 * (s7-s0)))$

$\text{Eks8} = m8 * ((h8-h0) - (T0 * (s8-s0)))$

$\text{EksLoss_Scrubber} = \text{Eks1} - \text{Eks2}$

$\text{EksLoss_Turbin} = \text{Eks3} - \text{Eks4}$

$\text{EksLoss_Kondensor} = \text{Eks5} - \text{Eks6}$

$\text{EksLoss_CoolingTower} = \text{Eks7} - \text{Eks8}$

$\text{EffEks_Scrubber} = \text{Eks2} / \text{Eks1}$

$\text{EffEks_Turbin} = \text{Eks4} / \text{Eks3}$

$\text{EffEks_Kondensor} = \text{Eks6} / \text{Eks5}$

$\text{EffEks_CoolingTower} = \text{Eks8} / \text{Eks7}$

POLITEKNIK
NEGERI
JAKARTA



Lampiran 9 *Solution Windows* Hasil Perhitungan Eksergi Periode Januari-Mei

1. *Solution Windows* Hasil Perhitungan Eksergi Bulan Januari

Unit Settings: SI C bar kJ mass deg

EffEksCoolingTower = 0,6151	EffEksKondensor = 0,889	EffEksScrubber = 0,985
Eks3 = 319252 [kW]	Eks4 = 235548 [kW]	Eks5 = 541676 [kW]
EksLossCoolingTower = 199144 [kW]	EksLossKondensor = 60140 [kW]	EksLossScrubber = 4870 [kW]
h2 = 2785 [kJ/kg]	h3 = 2783 [kJ/kg]	h4 = 2599 [kJ/kg]
h8 = 116,3 [kJ/kg]	m1 = 118,8 [kg/s]	m2 = 117 [kg/s]
m6 = 2156 [kg/s]	m7 = 2033 [kg/s]	m8 = 1989 [kg/s]
P3 = 10,14 [bar]	P4 = 0,15 [bar]	P5 = 0,15 [bar]
rh = 0,78	s0 = 5,813 [kJ/kg-K]	s1 = 6,576 [kJ/kg-K]
s5 = 0,6778 [kJ/kg-K]	s6 = 0,6215 [kJ/kg-K]	s7 = 0,7236 [kJ/kg-K]
T2 = 183,5 [C]	T3 = 182,3 [C]	T4 = 54,56 [C]
T8 = 27,75 [C]		

EffEksTurbin = 0,7378	Eks1 = 324418 [kW]	Eks2 = 319548 [kW]
Eks6 = 481537 [kW]	Eks7 = 517341 [kW]	Eks8 = 318196 [kW]
EksLossTurbin = 83703 [kW]	h0 = 42,69 [kJ/kg]	h1 = 2786 [kJ/kg]
h5 = 201 [kJ/kg]	h6 = 183,1 [kJ/kg]	h7 = 215,9 [kJ/kg]
m3 = 117 [kg/s]	m4 = 93,41 [kg/s]	m5 = 2254 [kg/s]
P0 = 0,85 [bar]	P1 = 10,69 [bar]	P2 = 10,2 [bar]
P6 = 1,22 [bar]	P7 = 1,22 [bar]	P8 = 0,19 [bar]
s2 = 6,594 [kJ/kg-K]	s3 = 6,591 [kJ/kg-K]	s4 = 8,011 [kJ/kg-K]
s8 = 0,4056 [kJ/kg-K]	T0 = 15,97 [C]	T1 = 185,2 [C]
T5 = 48 [C]	T6 = 43,7 [C]	T7 = 51,54 [C]

2. *Solution Windows* Hasil Perhitungan Eksergi Bulan Februari

Unit Settings: SI C bar kJ mass deg

EffEksCoolingTower = 0,616	EffEksKondensor = 0,8904	EffEksScrubber = 0,9878
Eks3 = 318143 [kW]	Eks4 = 234580 [kW]	Eks5 = 570032 [kW]
EksLossCoolingTower = 208604 [kW]	EksLossKondensor = 62448 [kW]	EksLossScrubber = 3930 [kW]
h2 = 2785 [kJ/kg]	h3 = 2783 [kJ/kg]	h4 = 2598 [kJ/kg]
h8 = 115,8 [kJ/kg]	m1 = 118 [kg/s]	m2 = 116,6 [kg/s]
m6 = 2307 [kg/s]	m7 = 2166 [kg/s]	m8 = 2118 [kg/s]
P3 = 10,12 [bar]	P4 = 0,15 [bar]	P5 = 0,15 [bar]
rh0 = 0,78	s0 = 5,809 [kJ/kg-K]	s1 = 6,575 [kJ/kg-K]
s5 = 0,6713 [kJ/kg-K]	s6 = 0,6149 [kJ/kg-K]	s7 = 0,7162 [kJ/kg-K]
T2 = 183,3 [C]	T3 = 182,2 [C]	T4 = 54,04 [C]
T8 = 27,61 [C]		

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



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

$\text{EffEks}_{\text{Turbine}} = 0,7373$	$\text{Eks1} = 322348 \text{ [kW]}$	$\text{Eks2} = 318418 \text{ [kW]}$
$\text{Eks6} = 507583 \text{ [kW]}$	$\text{Eks7} = 543281 \text{ [kW]}$	$\text{Eks8} = 334677 \text{ [kW]}$
$\text{EksLoss}_{\text{Turbine}} = 83563 \text{ [kW]}$	$h0 = 41,27 \text{ [kJ/kg]}$	$h1 = 2786 \text{ [kJ/kg]}$
$h5 = 198,9 \text{ [kJ/kg]}$	$h6 = 181 \text{ [kJ/kg]}$	$h7 = 213,4 \text{ [kJ/kg]}$
$m3 = 116,6 \text{ [kg/s]}$	$m4 = 92,97 \text{ [kg/s]}$	$m5 = 2405 \text{ [kg/s]}$
$P0 = 0,85 \text{ [bar]}$	$P1 = 10,7 \text{ [bar]}$	$P2 = 10,19 \text{ [bar]}$
$P6 = 1,21 \text{ [bar]}$	$P7 = 1,21 \text{ [bar]}$	$P8 = 0,19 \text{ [bar]}$
$s2 = 6,594 \text{ [kJ/kg-K]}$	$s3 = 6,592 \text{ [kJ/kg-K]}$	$s4 = 8,008 \text{ [kJ/kg-K]}$
$s8 = 0,4037 \text{ [kJ/kg-K]}$	$T0 = 15,45 \text{ [C]}$	$T1 = 185,2 \text{ [C]}$
$T5 = 47,5 \text{ [C]}$	$T6 = 43,2 \text{ [C]}$	$T7 = 50,96 \text{ [C]}$

3. Solution Windows Hasil Perhitungan Eksergi Bulan Maret

Unit Settings: SI C bar kJ mass deg

$\text{EffEks}_{\text{CoolingTower}} = 0,6259$	$\text{EffEks}_{\text{Kondensor}} = 0,8919$	$\text{EffEks}_{\text{Scrubber}} = 0,993$
$\text{Eks3} = 322038 \text{ [kW]}$	$\text{Eks4} = 238052 \text{ [kW]}$	$\text{Eks5} = 578425 \text{ [kW]}$
$\text{EksLoss}_{\text{CoolingTower}} = 203844 \text{ [kW]}$	$\text{EksLoss}_{\text{Kondensor}} = 62556 \text{ [kW]}$	$\text{EksLoss}_{\text{Scrubber}} = 2278 \text{ [kW]}$
$h2 = 2785 \text{ [kJ/kg]}$	$h3 = 2783 \text{ [kJ/kg]}$	$h4 = 2599 \text{ [kJ/kg]}$
$h8 = 118,3 \text{ [kJ/kg]}$	$m1 = 119 \text{ [kg/s]}$	$m2 = 118 \text{ [kg/s]}$
$m6 = 2281 \text{ [kg/s]}$	$m7 = 2143 \text{ [kg/s]}$	$m8 = 2096 \text{ [kg/s]}$
$P3 = 10,17 \text{ [bar]}$	$P4 = 0,15 \text{ [bar]}$	$P5 = 0,15 \text{ [bar]}$
$rh = 0,75$	$s0 = 5,809 \text{ [kJ/kg-K]}$	$s1 = 6,562 \text{ [kJ/kg-K]}$
$s5 = 0,6844 \text{ [kJ/kg-K]}$	$s6 = 0,628 \text{ [kJ/kg-K]}$	$s7 = 0,7204 \text{ [kJ/kg-K]}$
$T2 = 183,6 \text{ [C]}$	$T3 = 182,5 \text{ [C]}$	$T4 = 54,09 \text{ [C]}$
$T8 = 28,23 \text{ [C]}$		

$\text{EffEks}_{\text{Turbine}} = 0,7392$	$\text{Eks1} = 324606 \text{ [kW]}$	$\text{Eks2} = 322328 \text{ [kW]}$
$\text{Eks6} = 515868 \text{ [kW]}$	$\text{Eks7} = 544955 \text{ [kW]}$	$\text{Eks8} = 341112 \text{ [kW]}$
$\text{EksLoss}_{\text{Turbine}} = 83986 \text{ [kW]}$	$h0 = 41,51 \text{ [kJ/kg]}$	$h1 = 2781 \text{ [kJ/kg]}$
$h5 = 203,1 \text{ [kJ/kg]}$	$h6 = 185,2 \text{ [kJ/kg]}$	$h7 = 214,8 \text{ [kJ/kg]}$
$m3 = 118 \text{ [kg/s]}$	$m4 = 94,39 \text{ [kg/s]}$	$m5 = 2379 \text{ [kg/s]}$
$P0 = 0,85 \text{ [bar]}$	$P1 = 10,77 \text{ [bar]}$	$P2 = 10,23 \text{ [bar]}$
$P6 = 1,18 \text{ [bar]}$	$P7 = 1,18 \text{ [bar]}$	$P8 = 0,18 \text{ [bar]}$
$s2 = 6,593 \text{ [kJ/kg-K]}$	$s3 = 6,59 \text{ [kJ/kg-K]}$	$s4 = 8,008 \text{ [kJ/kg-K]}$
$s8 = 0,4123 \text{ [kJ/kg-K]}$	$T0 = 15,92 \text{ [C]}$	$T1 = 183,6 \text{ [C]}$
$T5 = 48,5 \text{ [C]}$	$T6 = 44,2 \text{ [C]}$	$T7 = 51,29 \text{ [C]}$



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

4. Solution Windows Hasil Perhitungan Eksergi Bulan April

Unit Settings: SI C bar kJ mass deg

EffEksCoolingTower = 0,6233	EffEksKondensor = 0,8925	EffEksScrubber = 0,9412
Eks3 = 335198 [kW]	Eks4 = 251834 [kW]	Eks5 = 581994 [kW]
EksLossCoolingTower = 207654 [kW]	EksLossKondensor = 62563 [kW]	EksLossScrubber = 20955 [kW]
h2 = 2785 [kJ/kg]	h3 = 2783 [kJ/kg]	h4 = 2600 [kJ/kg]
h8 = 121,1 [kJ/kg]	m1 = 130,5 [kg/s]	m2 = 122,9 [kg/s]
m6 = 2264 [kg/s]	m7 = 2132 [kg/s]	m8 = 2085 [kg/s]
P3 = 10,18 [bar]	P4 = 0,15 [bar]	P5 = 0,15 [bar]
rh = 0,79 [kJ/kg-K]	s0 = 5,817 [kJ/kg-K]	s1 = 6,569 [kJ/kg-K]
s5 = 0,6973 [kJ/kg-K]	s6 = 0,6412 [kJ/kg-K]	s7 = 0,7364 [kJ/kg-K]
T2 = 183,7 [C]	T3 = 182,6 [C]	T4 = 54,99 [C]
T8 = 28,89 [C]		

EffEksTurbin = 0,7513	Eks1 = 356430 [kW]	Eks2 = 335476 [kW]
Eks6 = 519430 [kW]	Eks7 = 551228 [kW]	Eks8 = 343574 [kW]
EksLossTurbin = 83363 [kW]	h0 = 43,62 [kJ/kg]	h1 = 2786 [kJ/kg]
h5 = 207,3 [kJ/kg]	h6 = 189,4 [kJ/kg]	h7 = 220 [kJ/kg]
m3 = 122,9 [kg/s]	m4 = 99,89 [kg/s]	m5 = 2361 [kg/s]
P0 = 0,85 [bar]	P1 = 10,9 [bar]	P2 = 10,25 [bar]
P6 = 1,16 [bar]	P7 = 1,16 [bar]	P8 = 0,18 [bar]
s2 = 6,593 [kJ/kg-K]	s3 = 6,59 [kJ/kg-K]	s4 = 8,013 [kJ/kg-K]
s8 = 0,4214 [kJ/kg-K]	T0 = 16,18 [C]	T1 = 185,9 [C]
T5 = 49,5 [C]	T6 = 45,2 [C]	T7 = 52,53 [C]

5. Solution Windows Hasil Perhitungan Eksergi Bulan Mei

Unit Settings: SI C bar kJ mass deg

EffEksCoolingTower = 0,6209	EffEksKondensor = 0,9065	EffEksScrubber = 0,9348
Eks3 = 329933 [kW]	Eks4 = 239010 [kW]	Eks5 = 564356 [kW]
EksLossCoolingTower = 203078 [kW]	EksLossKondensor = 52745 [kW]	EksLossScrubber = 23017 [kW]
h2 = 2785 [kJ/kg]	h3 = 2783 [kJ/kg]	h4 = 2600 [kJ/kg]
h8 = 121 [kJ/kg]	m1 = 129,2 [kg/s]	m2 = 120,9 [kg/s]
m6 = 2205 [kg/s]	m7 = 2085 [kg/s]	m8 = 2039 [kg/s]
P3 = 10,19 [bar]	P4 = 0,15 [bar]	P5 = 0,15 [bar]
rh = 0,78 [kJ/kg-K]	s0 = 5,809 [kJ/kg-K]	s1 = 6,568 [kJ/kg-K]
s5 = 0,6973 [kJ/kg-K]	s6 = 0,6543 [kJ/kg-K]	s7 = 0,7355 [kJ/kg-K]
T2 = 183,6 [C]	T3 = 182,7 [C]	T4 = 54,8 [C]
T8 = 28,87 [C]		



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

$\text{EffEks}_{\text{Turbin}} = 0,7244$	$\text{Eks1} = 353209 \text{ [kW]}$	$\text{Eks2} = 330193 \text{ [kW]}$
$\text{Eks6} = 511611 \text{ [kW]}$	$\text{Eks7} = 535716 \text{ [kW]}$	$\text{Eks8} = 332638 \text{ [kW]}$
$\text{EksLoss}_{\text{Turbin}} = 90923 \text{ [kW]}$	$h_0 = 41,38 \text{ [kJ/kg]}$	$h_1 = 2786 \text{ [kJ/kg]}$
$h_5 = 207,3 \text{ [kJ/kg]}$	$h_6 = 193,5 \text{ [kJ/kg]}$	$h_7 = 219,7 \text{ [kJ/kg]}$
$m_3 = 120,9 \text{ [kg/s]}$	$m_4 = 94,68 \text{ [kg/s]}$	$m_5 = 2303 \text{ [kg/s]}$
$P_0 = 0,85 \text{ [bar]}$	$P_1 = 10,9 \text{ [bar]}$	$P_2 = 10,25 \text{ [bar]}$
$P_6 = 1,18 \text{ [bar]}$	$P_7 = 1,18 \text{ [bar]}$	$P_8 = 0,18 \text{ [bar]}$
$s_2 = 6,592 \text{ [kJ/kg-K]}$	$s_3 = 6,59 \text{ [kJ/kg-K]}$	$s_4 = 8,012 \text{ [kJ/kg-K]}$
$s_8 = 0,4211 \text{ [kJ/kg-K]}$	$T_0 = 15,49 \text{ [C]}$	$T_1 = 185,9 \text{ [C]}$
$T_5 = 49,5 \text{ [C]}$	$T_6 = 46,2 \text{ [C]}$	$T_7 = 52,46 \text{ [C]}$

Lampiran 10 *Properties of Saturated Water (Liquid–Vapor)*

TABLE A-2 Properties of Saturated Water (Liquid–Vapor): Temperature Table

Pressure Conversions: 1 bar = 0.1 MPa = 10 ² kPa		Specific Volume m ³ /kg		Internal Energy kJ/kg		Enthalpy kJ/kg			Entropy kJ/kg · K		Temp. °C
Temp. °C	Press. bar	Sat. Liquid $v_f \times 10^3$	Sat. Vapor v_g	Sat. Liquid u_f	Sat. Vapor u_g	Sat. Liquid h_f	Evap. h_{fg}	Sat. Vapor h_g	Sat. Liquid s_f	Sat. Vapor s_g	
.01	0.00611	1.0002	206.136	0.00	2375.3	0.01	2501.3	2501.4	0.0000	9.1562	.01
4	0.00813	1.0001	157.232	16.77	2380.9	16.78	2491.9	2508.7	0.0610	9.0514	4
5	0.00872	1.0001	147.120	20.97	2382.3	20.98	2489.6	2510.6	0.0761	9.0257	5
6	0.00935	1.0001	137.734	25.19	2383.6	25.20	2487.2	2512.4	0.0912	9.0003	6
8	0.01072	1.0002	120.917	33.59	2386.4	33.60	2482.5	2516.1	0.1212	8.9501	8
10	0.01228	1.0004	106.379	42.00	2389.2	42.01	2477.7	2519.8	0.1510	8.9008	10
11	0.01312	1.0004	99.857	46.20	2390.5	46.20	2475.4	2521.6	0.1658	8.8765	11
12	0.01402	1.0005	93.784	50.41	2391.9	50.41	2473.0	2523.4	0.1806	8.8524	12
13	0.01497	1.0007	88.124	54.60	2393.3	54.60	2470.7	2525.3	0.1953	8.8285	13
14	0.01598	1.0008	82.848	58.79	2394.7	58.80	2468.3	2527.1	0.2099	8.8048	14
15	0.01705	1.0009	77.926	62.99	2396.1	62.99	2465.9	2528.9	0.2245	8.7814	15
16	0.01818	1.0011	73.333	67.18	2397.4	67.19	2463.6	2530.8	0.2390	8.7582	16
17	0.01938	1.0012	69.044	71.38	2398.8	71.38	2461.2	2532.6	0.2535	8.7351	17
18	0.02064	1.0014	65.038	75.57	2400.2	75.58	2458.8	2534.4	0.2679	8.7123	18
19	0.02198	1.0016	61.293	79.76	2401.6	79.77	2456.5	2536.2	0.2823	8.6897	19

H₂O

JAKARTA