



© Hak Cipta milik Politeknik Negeri Jakarta

Hak Cipta :

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



ANALISIS PENYEBAB KENAIKAN *TURBINE HEAT RATE* (THR) PADA *STEAM TURBINE GENERATOR* DENGAN METODE RCFA DAN FMEA

SKRIPSI

Oleh:

Muhammad Dicky Darmawan

NIM. 1802421005

**POLITEKNIK
NEGERI
JAKARTA**

PROGRAM STUDI PEMBANGKIT TENAGA LISTRIK

JURUSAN TEKNIK MESIN

POLITEKNIK NEGERI JAKARTA

2022



© Hak Cipta milik Politeknik Negeri Jakarta

Hak Cipta :

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



ANALISIS PENYEBAB KENAIKAN *TURBINE HEAT RATE (THR)* PADA *STEAM TURBINE GENERATOR* DENGAN METODE RCFA DAN FMEA

SKRIPSI

Laporan ini disusun untuk memenuhi salah satu syarat menyelesaikan pendidikan Sarjana Terapan Program Studi Pembangkit Tenaga Listrik, Jurusan Teknik Mesin

Oleh:

Muhammad Dicky Darmawan

NIM. 1802421005

**PROGRAM STUDI PEMBANGKIT TENAGA LISTRIK
JURUSAN TEKNIK MESIN**

POLITEKNIK NEGERI JAKARTA

2022



© 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





HALAMAN PERSETUJUAN

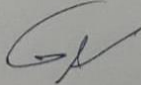
HALAMAN PERSETUJUAN
LAPORAN SKRIPSI
ANALISIS PENYEBAB KENAIKAN *TURBINE HEAT RATE* (THR) PADA
STEAM TURBINE GENERATOR DENGAN METODE RCFA DAN FMEA

Oleh:
Muhammad Dicky Darmawan
1802421005
Program Studi Sarjana Terapan Pembangkit Tenaga Listrik

Laporan Skripsi telah disetujui oleh pembimbing

Pembimbing 1	Pembimbing 2
	
Jusafwar, S.T., M.T. NIP. 195803141985031002	Arifia Eka Yuliana, S.T., M.T. NIP. 199107212018032001

Ketua Program Studi
Sarjana Terapan Pembangkit Tenaga Listrik



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

iv

© 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





© 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

HALAMAN PENGESAHAN

HALAMAN PENGESAHAN

LAPORAN SKRIPSI

ANALISIS PENYEBAB KENAIKAN *TURBINE HEAT RATE (THR)* PADA
STEAM TURBINE GENERATOR DENGAN METODE RCFA DAN FMEA

Oleh:
Muhammad Dicky Darmawan
1802421005
Program Studi Sarjana Terapan Pembangkit Tenaga Listrik

Telah berhasil dipertahankan dalam sidang sarjana terapan di hadapan Dewan Penguji pada tanggal 25 Agustus 2022 dan diterima sebagai persyaratan untuk memperoleh gelar Sarjana Terapan pada Program Studi Sarjana Terapan Pembangkit Tenaga Listrik Jurusan Teknik Mesin

DEWAN PENGUJI

No.	Nama	Posisi Penguji	Tanda Tangan	Tanggal
1	Arifia Eka Yuliana, S.T., M.T.	Ketua		25/08/2021
2	Cecep Slamet Abadi, S.T., M.T.	Anggota		25/08/2021
3	Ir. Budi Santoso, S.T., M.T.	Anggota		25/08/2021

Depok, 25 Agustus 2022
Disahkan oleh:
Ketua Jurusan Teknik Mesin

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

v



© 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

LEMBAR PERNYATAAN ORISINALITAS

LEMBAR PERNYATAAN ORISINALITAS

Saya yang bertanda tangan di bawah ini:


Nama : Muhammad Dicky Darmawan

NIM : 1802421005

Program Studi : Sarjana Terapan Teknik Pembangkit Listrik

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

Depok, 25 Agustus 2022


Muhammad Dicky Darmawan
NIM. 1802421005

vi



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

ANALISIS PENYEBAB KENAIKAN *TURBINE HEAT RATE* (THR) PADA *STEAM TURBINE GENERATOR* DENGAN METODE RCFA DAN FMEA

Muhammad Dicky Darmawan¹⁾, Jusafwar¹⁾, Arifia Eka Yuliana¹⁾

¹⁾Program Studi Pembangkit Tenaga Listrik, Jurusan Teknik Mesin, Politeknik Negeri Jakarta

Email: mdicky.dharmawan@gmail.com

ABSTRAK

Berdasarkan *Performance Test* Januari 2014 hingga Januari 2022, terjadi kenaikan *Turbine Heat Rate* sebesar 418,559 kJ/kWh pada *Steam Turbine Generator* (STG) PLTGU PT. Bekasi Power. Kenaikan *Turbine Heat Rate* berbanding terbalik dengan nilai efisiensi sehingga menyebabkan penurunan performa STG. Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis penyebab terjadinya kenaikan *Turbine Heat Rate* dengan menggunakan metode *Root Cause Failure Analysis* (RCFA) dan menyusun langkah penanganannya dengan menggunakan metode *Failure Mode and Effect Analysis* (FMEA). Data yang dianalisis merupakan data *Performance Test* STG Januari 2019 hingga Januari 2022 dan data riwayat pemeliharaan STG. Faktor yang menyebabkan terjadinya kenaikan *Turbine Heat Rate* pada STG PLTGU PT. Bekasi Power yaitu kebocoran pada *Tube Surface Condenser*, kerusakan pada Turbin berupa *unbalanced Blade* dan korosi pada *Blade*, dan gangguan *Trip* pada STG. Rekomendasi langkah penanganan terkait kenaikan *Turbine Heat Rate* tersebut yaitu melakukan *retubing* pada *Tube Condensor*, memperbaiki kualitas *Cooling Water*, menambahkan *filter* pada pipa *Cooling Water* dari *Cooling Tower* menuju *Surface Condensor*, melakukan *reblading* dan *alignment* turbin, memperbaiki kualitas uap produksi HRSG, memasang *humidifier* untuk mengurangi kelembaban turbin saat tidak beroperasi, dan menggunakan bahan pembersih yang aman untuk turbin.

Kata kunci: PLTGU, *Steam Turbine Generator*, *Turbine Heat Rate*, RCFA, FMEA



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

ANALYSIS OF THE CAUSES OF TURBINE HEAT RATE (THR) INCREASE ON STEAM TURBINE GENERATOR USING RCFA AND FMEA METHODS

Muhammad Dicky Darmawan¹⁾, Jusafwar²⁾, Arifia Eka Yuliana²⁾

¹⁾Program Studi Pembangkit Tenaga Listrik, Jurusan Teknik Mesin, Politeknik Negeri Jakarta

Email: mdicky.dharmawan@gmail.com

ABSTRACT

Based on the Performance Test from January 2014 to January 2022, there was an increase in the Turbine Heat Rate of 418,559 kJ/kWh in the Steam Turbine Generator (STG) PLTGU PT. Bekasi Power. The increase Turbine Heat Rate is inversely proportional to the efficiency value, causing a decrease in STG performance. This study aims to analyze the causes of the increase in the Turbine Heat Rate by using the Root Cause Failure Analysis (RCFA) method and to arrange the handling steps using the Failure Mode and Effect Analysis (FMEA) method. The data analyzed are Performance Test January 2019 to January 2022 and STG maintenance history data. Factors that cause an increase in the Turbine Heat Rate at STG PLTGU PT. Bekasi Power is a leak on the Tube Surface Condensor, damage to the turbine in the form of unbalanced blade and corrosion on the blade, and trip interference STG. Recommendations for handling steps related to the increase in the Turbine Heat Rate are retubing the Tube Condensor, improving the quality of Cooling Water, adding a filter pipe Cooling Water from Cooling Tower to the Surface Condensor, reblading and aligning the turbine, improving the quality of HRSG steam production, installing a humidifier to reduce turbine humidity when not operating, and using turbine safe cleaning agents.

Keywords: PLTGU, Steam Turbine Generator, Turbine Heat Rate, RCFA, FMEA



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

KATA PENGANTAR

Alhamdulillah puji syukur dihaturkan kepada Allah SWT atas berkah dan rahmatnya sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi yang berjudul “**Analisis Penyebab Kenaikan Turbine Heat Rate (THR) pada Steam Turbine Generator dengan Metode RCFA dan FMEA**”. Penulis menyampaikan terima kasih kepada semua pihak yang telah terlibat membantu penelitian ini. Terima kasih kepada:

1. Bapak Dr. Eng., Muslimin, M.T. selaku Ketua Jurusan Teknik Mesin PNJ
2. Bapak Jusafwar, M.T. dan Ibu Arifia Eka Yuliana, M.T. selaku dosen pembimbing yang telah memberikan bimbingan dan arahan hingga penelitian ini selesai
3. Bapak Cecep Slamet Abadi, M.T. selaku Kepala Program Studi D4 Pembangkit Tenaga Listrik
4. Seluruh Dosen Jurusan Teknik Mesin yang telah membimbing dan memberikan ilmu, pengalaman, dukungan moril, dan bantuan lainnya selama masa studi dan penelitian
5. PT. Bekasi Power yang telah memberikan kesempatan untuk melakukan Praktik Kerja Lapangan dan penelitian
6. Bapak M. Zainussururi selaku *General Manager Operational* PT. Bekasi Power
7. Bapak Nur Idhar selaku *Operation Manager* PT. Bekasi Power
8. Bapak Edi Patoni selaku *Vice Operation Manager* PT. Bekasi Power sekaligus mentor Praktik Kerja Lapangan
9. Bapak Ristiyan Hadiwibowo selaku *Performance Engineer* PT. Bekasi Power sekaligus mentor Praktik Kerja Lapangan
10. Seluruh personel Operator PT. Bekasi Power
11. Bapak Dhanny Agaskarna selaku *Maintenance Manager* PT. Bekasi Power



© 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

12. Bapak Tata selaku *Mechanical Supervisor* PT. Bekasi Power
13. Bapak Deden Setiadi, Juli Ismawardi, dan Willem selaku personel *Mechanical Maintenance* yang telah membimbing saya dalam berkegiatan di PT. Bekasi Power
14. Ibu Sandra dan Ibu Riana selaku HRGA PT. Bekasi Power
15. Bapak Muhammad dan Ibu Yayah Sapariah selaku orangtua tercinta yang telah mendidik dengan baik
16. Dhika Primadya Citra Wijaya, M. Diva Rizkia Ramadan, dan M. Dhaffy Danadyaksa selaku saudara yang telah mendukung dan membantu dalam proses penelitian
17. Andry Tri Saputra, Azmi Abdul Muhyi, Muhammad Rizki Kurnia, dan Muhammad Yusup selaku rekan satu tim Praktik Kerja Lapangan di PT. Bekasi Power
18. Ibu Haji Nining selaku ibu kos yang telah menyediakan tempat tinggal sementara selama kegiatan Praktik Kerja Lapangan dan penelitian
19. Suster Nurul Jannah yang telah memberikan pelayanan dan perawatan dengan baik
20. Seluruh pihak yang telah membantu kelancaran penelitian

Mohon maaf atas segala kekurangan. Semoga penelitian ini dapat bermanfaat bagi Politeknik Negeri Jakarta, PT. Bekasi Power, dan seluruh pembaca.



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.....	iv
HALAMAN PENGESAHAN.....	v
LEMBAR PERNYATAAN ORISINALITAS.....	v
ABSTRAK.....	vii
ABSTRACT.....	viii
KATA PENGANTAR.....	ix
DAFTAR ISI.....	xi
DAFTAR TABEL.....	xiii
DAFTAR GAMBAR.....	xiv
DAFTAR ISTILAH.....	xv
DAFTAR NOTASI.....	xvi
BAB I.....	1
1.1 Latar Belakang.....	1
1.2 Rumusan Masalah Penelitian.....	3
1.3 Pertanyaan Penelitian.....	3
1.4 Tujuan Penelitian.....	3
1.5 Manfaat Penelitian.....	4
BAB II.....	6
2.1 Landasan Teori.....	6
2.1.1 <i>Combined Cycle</i>	6
2.1.2 Turbin Uap.....	8
2.1.3 Komponen Turbin Uap.....	10
2.1.4 Komponen yang Memengaruhi <i>Turbine Heat Rate</i>	12
2.1.5 Performa Turbin Uap.....	13
2.1.6 <i>Root Cause Failure Analysis (RCFA)</i>	16
2.1.7 <i>Failure Mode and Effect Analysis (FMEA)</i>	17



© 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

2.2	Kajian Literatur	18
2.3	Kerangka Pemikiran	21
BAB III		22
3.1	Jenis Penelitian	22
3.2	Objek Penelitian	22
3.3	Metode Pengambilan Sampel	23
3.4	Jenis dan Sumber Data Penelitian	24
3.5	Metode Pengumpulan Data Penelitian	24
3.5.1	Data Primer	24
3.5.2	Data Sekunder	24
3.6	Metode Analisis Data	29
BAB IV		33
4.1	Hasil Penelitian	33
4.1.1	Perhitungan Entalpi	33
4.1.2	Perhitungan Performa Turbin Uap	37
4.1.3	Riwayat Gangguan Turbin Uap	41
4.2	Pembahasan	41
4.2.1	Analisis Pengaruh Riwayat Gangguan Terhadap <i>Turbine Heat Rate</i>	41
4.2.2	<i>Root Cause Failure Analysis</i> Kenaikan <i>Turbine Heat Rate</i>	45
4.2.3	<i>Failure Mode and Effect Analysis</i> Kenaikan <i>Turbine Heat Rate</i>	48
4.2.4	Rekomendasi Langkah Penanganan Kenaikan <i>Turbine Heat Rate</i>	52
BAB V		55
5.1	Kesimpulan	55
5.2	Saran	55
DAFTAR PUSTAKA		56
LAMPIRAN		59
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 mengemukakan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

DAFTAR TABEL

Tabel 2. 1 Parameter FMEA	17
Tabel 3. 1 Spesifikasi STG PLTGU PT. Bekasi Power	23
Tabel 3. 2 Nilai <i>Severity</i>	26
Tabel 3. 3 Nilai <i>Occurrence</i>	27
Tabel 3. 4 Nilai <i>Detection</i>	28
Tabel 4. 1 Data <i>Performance Test</i> dan Entalpi	37
Tabel 4. 2 Data Performa Turbin Uap.....	40
Tabel 4. 3 Riwayat Gangguan STG	41
Tabel 4. 4 Hasil Wawancara	48
Tabel 4. 5 Pemeringkatan Nilai RPN.....	51
Tabel 4. 6 Rekomendasi Langkah Penanganan.....	53

**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 GAMBAR

Gambar 1. 1 Grafik <i>Turbine Heat Rate</i>	2
Gambar 2. 1 <i>Combined Cycle</i>	6
Gambar 2. 2 Siklus Brayton (Moran, 2003).....	7
Gambar 2. 3 Siklus Rankine.....	8
Gambar 2. 4 Turbin Uap	8
Gambar 2. 5 <i>Casing</i> Turbin Uap.....	10
Gambar 2. 6 <i>Flow Chart</i> RCFA.....	16
Gambar 2. 7 Kerangka Pemikiran.....	21
Gambar 3. 1 Diagram Alir Penelitian	32
Gambar 4. 1 Grafik Perbandingan Entalpi <i>Feed Water</i> dan THR	42
Gambar 4. 2 Grafik Perbandingan THR dan Efisiensi.....	43
Gambar 4. 3 Kerusakan Turbin.....	45
Gambar 4. 4 <i>Tree Diagram</i> Kenaikan <i>Turbine Heat Rate</i>	46

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 ISTILAH

Combined Cycle: siklus gabungan yang terdiri dari siklus Brayton pada sisi pembangkit listrik tenaga gas dan siklus Rankine pada sisi pembangkit tenaga uap.

Detection (D): tingkat kemampuan untuk mendeteksi terjadinya *failure*.

Failure Mode and Effect Analysis (FMEA): metode untuk menganalisis kemungkinan terjadinya suatu kegagalan pada sebuah komponen, sistem, proses, dan desain untuk kemudian dibuat langkah penanganannya.

Occurrence (O): tingkat frekuensi terjadinya *failure*.

Risk Priority Number (RPN): sistem matematis untuk menyusun prioritas suatu *failure*.

Root Cause Failure Analysis (RCFA): sebuah metode untuk menganalisis penyebab kegagalan pada suatu komponen atau fasilitas yang mengacu pada keterkaitan dengan pandangan dasar secara proaktif.

Severity (S): tingkat kerusakan yang ditimbulkan *failure*.

Steam Turbine Generator (STG): Komponen Turbin Uap berkapasitas 50 MW milik PLTGU PT. Bekasi Power.

Tree Diagram: sebuah struktur untuk memvisualisasikan banyak potensi kegagalan yang menyebabkan kegagalan akhir.

Trip: kegagalan operasi suatu unit akibat gangguan atau *failure*.

Turbine Heat Rate (THR): nilai perbandingan dari total energi yang dibutuhkan untuk memutar turbin dengan energi listrik nett yang diproduksi oleh generator.



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 NOTASI

Notasi	Keterangan	Satuan
SR	<i>Steam Rate</i>	kg/kWh
THR	<i>Turbine Heat Rate</i>	kJ/kWh
η_{turbin}	Efisiensi Turbin Uap	%
P_{go}	Daya Gross Keluaran Generator	kW
\dot{m}_{ms}	Laju Aliran Massa Uap Utama (uap keluaran <i>superheater</i>)	kg/h
\dot{m}_{fw}	Laju Aliran Massa <i>Feed Water</i> (air umpan boiler)	kW
h_{ms}	Entalpi <i>Main Steam</i>	kJ/kg
h_{fw}	Entalpi <i>Feed Water</i>	kJ/kg
Q_{total}	Total Konsumsi Panas	kJ/h
Q_{HRSG}	Total Konsumsi Panas pada HRSG	kJ/h
Q_{in}	Panas Masuk Turbin	kJ/h
Q_{out}	Panas Keluar Turbin	kJ/h
Energi Kalor 1 kWh	3.600	kJ/kWh
S	<i>Severity</i>	-
O	<i>Occurrence</i>	-
D	<i>Detection</i>	-
RPN	<i>Risk Priority Number</i>	-



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 I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Turbin uap merupakan komponen utama dalam unit Pembangkit Listrik Tenaga Gas dan Uap. Turbin Uap berfungsi untuk mengonversi energi panas yang terkandung dalam uap menjadi energi mekanik dalam bentuk putaran (Avian, 2020).

Turbin Uap PLTGU PT. Bekasi Power merupakan jenis *Steam Turbine Generator* dengan tipe horizontal, *impulse, multi-stage, multi-valve, axial flow*, dan *condensing direct coupling* dengan kapasitas 50 MW.

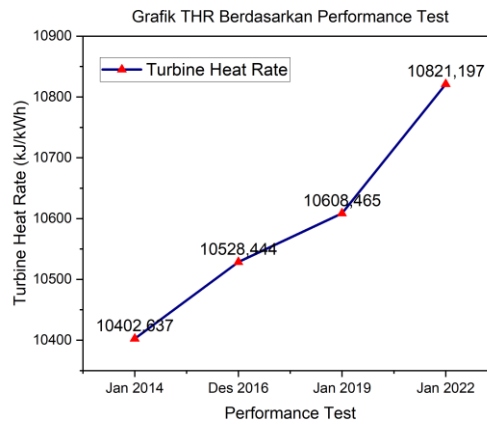
Salah satu penilaian kinerja turbin uap dapat dilihat dari besarnya nilai *Turbine Heat Rate*. *Turbine Heat Rate* menunjukkan nilai perbandingan dari total energi yang dibutuhkan untuk memutar turbin dengan energi listrik nett yang diproduksi oleh generator. *Turbine Heat Rate berbanding* terbalik dengan efisiensi turbin. Semakin rendah *Turbine Heat Rate* maka semakin tinggi efisiensi. (Sunarwo & Supriyo, 2015).

Berdasarkan data yang diperoleh dari *Performance Test* PLTGU PT. Bekasi Power, terjadi kenaikan *Turbine Heat Rate* pada rentang waktu tahun 2014-2022.



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 1. 1 Grafik *Turbine Heat Rate*

Gambar 1.1 menunjukkan grafik *Turbine Heat Rate* STG pada rentang waktu tahun 2014 hingga tahun 2022. Terjadi kenaikan *Turbine Heat Rate* sebesar 418,559 kJ/kWh sejak Januari 2014 hingga Januari 2022. Hal tersebut menunjukkan terjadinya penurunan efisiensi dan kinerja *Steam Turbine Generator* (STG) PLTGU PT. Bekasi Power.

Penurunan kinerja tersebut dapat diakibatkan oleh berbagai faktor. Menurut penelitian sebelumnya, kenaikan *Turbine Heat Rate* disebabkan oleh kerusakan komponen turbin dan alat pembantunya (Utomo, 2021).

Atas dasar data tersebut, maka dilakukan analisis performa STG untuk mengetahui penurunan kinerja dan penyebabnya. Performa STG yang akan diteliti pada penelitian ini yaitu *Steam Rate*, *Turbine Heat Rate*, dan Efisiensi Turbin Uap. Analisis kinerja ini akan dikaji menggunakan ASME PTC-6 dan berbagai referensi terkait sebagai acuannya.

Setelah melakukan analisis performa STG seperti yang dilakukan pada penelitian-penelitian sebelumnya, pada penelitian ini terdapat unsur keterbaruan yaitu menelusuri penyebab dan merumuskan solusi dari permasalahan kenaikan *Turbine Heat Rate* dengan menggunakan metode pendekatan *Root Cause Failure Analysis* (RCFA) dan *Failure Mode and Effect Analysis* (FMEA).



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

1.2 Rumusan Masalah Penelitian

Berdasarkan latar belakangnya, penelitian ini memiliki beberapa permasalahan yang akan dibahas yaitu:

1. Terjadi kenaikan *Turbine Heat Rate* pada *Steam Turbine Generator* PLTGU PT. Bekasi Power pada Januari 2019 hingga Januari 2022.
2. Dibutuhkan analisis untuk mengetahui penyebab terjadinya kenaikan *Turbine Heat Rate* dan penyusunan langkah penanganannya untuk menghindari kerugian.

1.3 Pertanyaan Penelitian

Berdasarkan latar belakang dan rumusan masalah di atas, dapat ditentukan pertanyaan penelitian ini yaitu:

1. Faktor apa saja yang memengaruhi kenaikan *Turbine Heat Rate* pada *Steam Turbine Generator* PLTGU PT. Bekasi Power pada Januari 2019 hingga Januari 2022?
2. Bagaimana langkah penanganan terkait kenaikan *Turbine Heat Rate* pada *Steam Turbine Generator* PLTGU PT. Bekasi Power pada Januari 2019 hingga Januari 2022?

1.4 Tujuan Penelitian

Adapun tujuan yang ingin dicapai dari penelitian ini yaitu:

1. Menganalisis faktor yang memengaruhi kenaikan *Turbine Heat Rate* pada *Steam Turbine Generator* PLTGU PT. Bekasi Power dengan metode pendekatan *Root Cause Failure Analysis* (RCFA).
2. Menentukan langkah penanganan terkait kenaikan *Turbine Heat Rate* pada *Steam Turbine Generator* PLTGU PT. Bekasi Power dengan metode pendekatan *Failure Mode and Effect Analysis* (FMEA).



1.5 Manfaat Penelitian

Adapun manfaat yang diharapkan dari penelitian ini yaitu:

1. Untuk mahasiswa, penelitian ini dapat mengasah dan meningkatkan kompetensi dalam dunia pembangkit, khususnya kemampuan menganalisis kinerja dan penyebab terjadinya penurunan performa STG.
2. Untuk Politeknik Negeri Jakarta, penelitian ini dapat menjadi referensi pembelajaran mengenai Pembangkit Listrik Tenaga Gas dan Uap khususnya komponen STG.
3. Untuk PT. Bekasi Power, penelitian ini dapat menambah referensi terkait analisis kinerja sekaligus sebagai rekomendasi perbaikan untuk meningkatkan performa STG.

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

1.6. Sistematika Penulisan Skripsi

1. BAB I PENDAHULUAN

BAB I berisi pendahuluan dari penelitian. Pada bab ini terdapat latar belakang penelitian, rumusan masalah, pertanyaan penelitian, tujuan penelitian, manfaat penelitian, dan sistematika penulisan.

2. BAB II TINJAUAN PUSTAKA

BAB II berisi penjelasan tentang dasar teori yang akan digunakan dalam penelitian. Di antaranya yaitu teori tentang *Combined Cycle*, Turbin Uap, Performa Turbin Uap, RCFA, FMEA, kajian literatur, dan kerangka penelitian.

3. BAB III METODE PENELITIAN

BAB III berisi penjelasan tentang jenis penelitian, objek penelitian, metode pengambilan sampel, jenis dan sumber data penelitian, metode pengumpulan data, dan metode analisis data.

4. BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN

BAB IV berisi penjelasan tentang hasil penelitian berupa perhitungan *Turbine Heat Rate* dan data riwayat gangguan STG. Bab ini juga berisi tentang pembahasan mengenai analisis faktor penyebab dan langkah penanganan terkait kenaikan *Turbine Heat Rate* pada STG.

5. KESIMPULAN DAN SARAN

BAB V berisi kesimpulan penelitian dan saran yang diberikan penulis untuk masalah penelitian ini.



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 analisis dan pembahasan pada penelitian ini, maka didapatkan kesimpulan yaitu:

1. Kenaikan *Turbine Heat Rate* pada STG PLTGU PT. Bekasi Power dipengaruhi oleh faktor kebocoran pada *Tube Surface Condensor*, kerusakan pada Turbin berupa *unbalanced Blade* dan korosi pada *Blade*, dan gangguan *Trip* pada STG.
2. Langkah penanganan terkait kenaikan *Turbine Heat Rate* pada STG PLTGU PT. Bekasi Power yaitu melakukan *retubing* pada *Tube Condensor*, memperbaiki kualitas *Cooling Water*, menambahkan *filter* pada pipa *Cooling Water* dari *Cooling Tower* menuju *Surface Condensor*, melakukan *reblading* dan *alignment* turbin, memperbaiki kualitas uap produksi HRSG, memasang *humidifier* untuk mengurangi kelembaban turbin saat tidak beroperasi, dan menggunakan bahan pembersih yang aman untuk turbin.

5.2 Saran

Berikut saran untuk PT. Bekasi Power terkait kenaikan *Turbine Heat Rate* STG:

1. PT. Bekasi Power dapat menggunakan metode perhitungan *Turbine Heat Rate* pada penelitian ini untuk menghitung nilai *Turbine Heat Rate* STG sesuai kebutuhan perusahaan.
2. PT. Bekasi Power dapat menjalankan rekomendasi langkah penanganan kenaikan *Turbine Heat Rate* pada penelitian ini untuk menurunkan atau menjaga agar nilai *Turbine Heat Rate* tidak naik.



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 PUSTAKA

- Agus Noor Sidiq, M. A. (2021). PERBANDINGAN EFISIENSI TURBIN UAP KONDISI AKTUAL BERBASIS DATA KOMMISSIONING SESUAI STANDARD ASME PTC 6. *KILAT*, 190-199.
- American Society of Mechanical Engineers. (2001). *Appendix A to PTC 6, The Test Code for Steam Turbines*. U.S.A.
- Andrian Saputro, I. S. (2021). ANALISIS PERFORMA EXTRACTION CONDENSING TURBINE UNIT 1 DI PLTU BABELAN. *Jurnal Teknik dan Informatika*, 52-62.
- Anggina Sandy S, D. R. (2019). ANALISIS KEGAGALAN PROSES REGENERASI WATER TREATMENT PLANT #2 PLTGU UNIT PEMBANGKITAN TANJUNG PRIOK DENGAN METODE FMEA. *JURNAL REKAYASA dan OPTIMASI SISTEM INDUSTRI*, 18-24.
- Avian, T. (2020). Analisis Performa Turbin Uap Sebelum dan Sesudah Overhaul di PLTU Banten 1 X 660 MW PT. Lestari Banten Energi.
- Barsalou, M. A. (2015). *Root Cause A Step-By-Step Guide to Using the Right Tool at the Right Time*. CRC Press Taylor & Francis Group.
- Ford Motor Company. (2011). *FMEA Handbook Version 4.2*. Ford Motor Company.
- Hartomo, K. D. (2006). IMPLEMENTASI METODE INTERPOLASI LINEAR UNTUK PEMBESARAN RESOLUSI CITRA. *TEKNOIN, Vol. 11, No.3*, 219-232.
- Jamaludin, I. K. (2017). ANALISIS PERHITUNGAN DAYA TURBIN YANG DIHASILKAN DAN EFISIENSI TURBIN UAP PADA UNIT 1 DAN UNIT 2 DI PT. INDONESIA POWER UBOH UJP BANTEN 3 LONTAR.



© 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

Milahussholihah. (2018). ANALISA PERBANDINGAN PERFORMA TURBIN UAP SEBELUM DAN SETELAH OVERHAUL PADA BEBAN 175 MW DI PLTU UNIT 4 PT. PJB UP GRESIK.

Moran, M. J. (2003). *Introduction to Thermal Systems Engineering: Thermodynamics, Fluid Mechanics, and Heat Transfer*.

Muhammad Daffa, A. E. (2020). Analisis Kebocoran Tube Outlet Header LP Evaporator HRSG dengan Metode RCFA. *Jurnal Mekanik Terapan*, 35-44.

Muttaqin, M. I. (2016). SIMULASI COMBINED CYCLE POWER PLANT 500 MW DENGAN MODE KONFIGURASI OPERASI 3-3-1 SEBAGAI PEAK LOAD DAN BASE LOAD DENGAN MENGGUNAKAN SOFTWARE GATECYCLE.

Nadeak, N. Y. (2008). ANALISIS RISIKO PADA KEGAGALAN PEMELIHARAAN DAN OPERASI PADA SISTEM TURBIN GAS PLTGU DENGAN METODE FMEA DAN FTA.

Naufal, A. Z., & Sudirmanto. (2019). Analisis Perbandingan Turbin Heat Rate Commissioning dengan Normal Operation unit 1 PLTU Banten 2 Labuan.

Prastiko, A. (2015). ANALISIS KEANDALAN PADA TURBIN GAS DI PT.PETROKIMIA GRESIK-JAWA TIMUR.

Pratama, N. (2017). ANALISIS TURBIN HEAT RATE KOMISIONING DENGAN AKTUAL OPERASI PADA BEBAN 50% DAN 75% DARI 112 MW DI PLTU TELUK SIRIH.

Rajput, R. K. (2007). *Engineering Thermodynamics*. New Delhi: LAXMI PUBLICATIONS (P) LTD.

Rama Fitriyan, B. S. (2016). ANALISIS RISIKO KERUSAKAN PERALATAN DENGAN MENGGUNAKAN METODE FMEA UNTUK



© 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

MENINGKATKAN KINERJA PEMELIHARAAN PREDIKTIF PADA PEMBANGKIT LISTRIK. *Prosiding Seminar Nasional Manajemen Teknologi XXV*.

Ramadhani, M. (2021). ANALISIS PERBEDAAN MODE ANTARA EXTRACTION DAN FULL CONDENSING TERHADAP EFISIENSI TURBIN UAP KAPASITAS 22 MW.

Shlyakhin, P. (1993). *Steam Turbines*. Jakarta: Penerbit Erlangga.

Sunarwo, & Supriyo. (2015). ANALISA HEAT RATE PADA TURBIN UAP BERDASARKAN PERFORMANCE TEST PLTU TANJUNG JATI B UNIT 3. *Jurnal Teknik Enrgi*, 61-68.

Sutina, I. W. (2020). Analisa dan Desain Compact Condensor di Pembangkit Listrik Tenaga Gas dan Uap (PLTGU) Tanjung Priok. *Jurnal METTEK Volume 6 No 1*, 37-45.

Utomo, M. P. (2021). Analisis Penyebab Penurunan Performa Turbin Uap PLTU Ombilin Unit 2 dengan Metode Failure Mode and Effect Analysis (FMEA) dan Root Cause Failure Analysis (RCFA).

Wisudana, D. H. (2015). EVALUASI RELIABILITY DENGAN METODE KUANTITATIF DAN KUALITATIF RCFA PADA UNIT SUPERHEATER, DESUPERHEATER DAN EXHAUST DAMPER HRSG 3.1 DI PT. PJB UP. GRESIK.



Hak Cipta :

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

LAMPIRAN

Lampiran. 1 Surat Penelitian/Pencarian Data Tugas Akhir



KEMENTERIAN PENDIDIKAN, KEBUDAYAAN,
RISET, DAN TEKNOLOGI
POLITEKNIK NEGERI JAKARTA
Jl. Prof. Dr. G.A. Siwabessy, Kampus UI, Depok 16425
Telepon (021) 7270036 Faksimile (021) 7270034
Laman : <http://www.pnj.ac.id> Surel : humas@pnj.ac.id

Nomor : B/617/PL3.8/PK.04.11/2022

19 Juli 2022

Hal : Penelitian/Pencarian Data Tugas Akhir

Yth. Bapak M. Zainussururi
General Manager Operational
PT Bekasi Power
Kawasan Industri Gerbang Teknologi Cikarang,
Jalan Tekno No. 8, Cikarang Utara, Tanjungsari,
Kec. Cikarang Utara, Kabupaten Bekasi, Jawa Barat 17530

Dalam rangka penyusunan Tugas Akhir/ Skripsi bagi mahasiswa kami dari Jurusan Teknik Mesin Politeknik Negeri Jakarta, yaitu :

Nama : Muhammad Dicky Darmawan
NIM : 1802421005
Prodi : Pembangkit Tenaga Listrik
Semester : 8R/ Tingkat Akhir

Maka, mahasiswa tersebut bermaksud melakukan penelitian/permintaan data di **PT Bekasi Power**, adapun data yang diperlukan guna menunjang penelitian ini diantaranya :

1. Manual Book dan Work Instruction Steam Turbine Generator
2. Riwayat Operasi Steam Turbine Generator tahun 2014, 2016, 2019, dan 2022
3. Riwayat Gangguan dan Pemeliharaan Steam Turbine Generator tahun 2014-2022

Sehubungan dengan hal tersebut kami memohon kiranya mahasiswa kami dapat diberikan kelengkapan data tersebut. Segala ketentuan dan peraturan yang berlaku di **PT Bekasi Power**, akan ditaati dan dipenuhi oleh mahasiswa yang bersangkutan

Demikian atas perhatian dan kerjasamanya, kami ucapkan terima kasih.

Hormat kami,
Ketua Jurusan Teknik Mesin



Dr. Eng. Muslimin, S.T., M.T.
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 mengemukakan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

Lampiran. 2 Lembar Persetujuan Responden

Lembar Persetujuan Responden

Saya yang bertandatangan di bawah ini:

Nama : Edi Patoni

Jabatan :

Menyatakan bersedia berpartisipasi menjadi responden dalam penelitian yang berjudul "**Analisis Penyebab Kenaikan Turbine Heat Rate (THR) pada Steam Turbine Generator dengan Metode RCFA dan FMEA**" oleh Muhammad Dicky Darmawan 1802421005 Mahasiswa Prodi Pembangkit Tenaga Listrik Politeknik Negeri Jakarta.

Saya secara sukarela memperkenankan kepada peneliti untuk menggunakan informasi yang saya berikan berupa data dan hasil wawancara untuk kepentingan penelitian. Demikian lembar persetujuan ini disampaikan agar dapat digunakan sebagaimana mestinya.

Cikarang, Agustus 2021

Peneliti,

Muhammad Dicky Darmawan

Responden,

Edi Patoni

(lanjutan)

Lembar Persetujuan Responden

Saya yang bertandatangan di bawah ini:

Nama : Deden Setiadi, S.T.

Jabatan : *Supervisor Mechanical Technician*

Menyatakan bersedia berpartisipasi menjadi responden dalam penelitian yang berjudul “**Analisis Penyebab Kenaikan Turbine Heat Rate (THR) pada Steam Turbine Generator dengan Metode RCFA dan FMEA**” oleh Muhammad Dicky Darmawan 1802421005 Mahasiswa Prodi Pembangkit Tenaga Listrik Politeknik Negeri Jakarta.

Saya secara sukarela memperkenalkan kepada peneliti untuk menggunakan informasi yang saya berikan berupa data dan hasil wawancara untuk kepentingan penelitian. Demikian lembar persetujuan ini disampaikan agar dapat digunakan sebagaimana mestinya.

Cikarang, 15 Agustus 2021

Peneliti,



Muhammad Dicky Darmawan

Responden,



Deden Setiadi, S.T.



© 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

(lanjutan)

Lembar Persetujuan Responden

Saya yang bertandatangan di bawah ini:

Nama : Ristiyan Hadiwibowo, S.T.

Jabatan : *Performance Engineer*

Menyatakan bersedia berpartisipasi menjadi responden dalam penelitian yang berjudul “**Analisis Penyebab Kenaikan Turbine Heat Rate (THR) pada Steam Turbine Generator dengan Metode RCFA dan FMEA**” oleh Muhammad Dicky Darmawan 1802421005 Mahasiswa Prodi Pembangkit Tenaga Listrik Politeknik Negeri Jakarta.

Saya secara sukarela memperkenalkan kepada peneliti untuk menggunakan informasi yang saya berikan berupa data dan hasil wawancara untuk kepentingan penelitian. Demikian lembar persetujuan ini disampaikan agar dapat digunakan sebagaimana mestinya.

Cikarang, 15 Agustus 2021

Peneliti,



Muhammad Dicky Darmawan

Responden,



Ristiyan Hadiwibowo, S.T.



© 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



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 *Steam Tables and Mollier Diagram* (Rajput, 2007)

STEAM TABLES AND MOLLIER DIAGRAM

(xiii)

TABLE III
Superheated Steam at Various Pressures and Temperatures

p (bar)	t ($^{\circ}$ C)	50	100	150	200	250	300	400	500	
0.01 (7.0)	v	149.1	172.2	195.3	218.4	241.5	264.5	310.7	356.8	
	u	2445.4	2516.4	2588.4	2661.6	2736.9	2812.2	2969.0	3132.4	
	h	2594.5	2688.6	2783.6	2880.0	2978.4	3076.8	3279.7	3489.2	
0.05 (32.9)	s	9.242	9.513	9.752	9.967	10.163	10.344	10.671	10.960	
	v	29.78	34.42	39.04	48.66	48.28	52.9	62.13	71.36	
	u	2444.8	2516.2	2588.4	2661.9	2736.6	2812.6	2969.6	3133.0	
0.1 (45.8)	h	2593.7	2688.1	2783.4	2879.9	2977.6	3076.7	3279.7	3489.2	
	s	8.498	8.770	9.009	9.225	9.421	9.602	9.928	10.218	
	v	14.57	17.19	19.51	21.82	24.14	26.44	31.06	35.68	
0.5 (81.3)	u	2443.9	2515.5	2587.9	2661.3	2736.0	2812.1	2968.9	3132.3	
	h	2592.6	2687.5	2783.0	2879.5	2977.3	3076.5	3279.6	3489.1	
	s	8.175	8.448	8.688	8.904	9.100	9.281	9.608	9.898	
0.75 (92.0)	v		34.18	3.889	43.56	4.821	5.284	6.209	7.134	
	u		2511.6	2585.6	2659.9	2735.0	2811.3	2968.5	3132.0	
	h		2682.5	2780.1	2877.7	2976.0	3075.5	3278.9	3488.7	
1.0 (99.6)	s		7.695	7.940	8.158	8.356	8.537	8.864	9.155	
	v			2.27	2.587	2.900	3.211	3.520	4.138	4.755
	u		2509.2	2584.2	2659.0	2734.4	2810.9	2968.2	3131.8	
1.01325 (100)	h		2679.4	2778.2	2876.5	2975.2	3074.9	3278.5	3488.4	
	s		7.501	7.749	7.969	8.167	8.349	8.677	8.967	
	v			1.696	1.996	2.172	2.406	2.639	3.103	3.565
1.5 (111.4)	u		2506.2	2582.8	2658.1	2733.7	2810.4	2967.9	3131.6	
	h		2676.2	2776.4	2875.3	2974.3	3074.3	3278.2	3488.1	
	s		7.361	7.613	7.834	8.033	8.216	8.544	8.834	
1.01325 (100)	v				1.912	2.146	2.375	2.603	3.062	3.519
	u				2582.6	2658.0	2733.6	2810.3	2967.8	3131.5
	h				2776.3	2875.2	2974.2	3074.2	3278.1	3488.0
1.5 (111.4)	s				7.828	7.827	8.027	8.209	8.538	8.828
	v				1.285	1.143	1.601	1.757	2.067	2.376
	u				2579.8	2656.2	2732.5	2809.5	2967.3	3131.2
1.5 (111.4)	h				2772.6	2872.9	2972.7	3073.1	3277.4	3487.6
	s				7.419	7.643	7.844	8.027	8.356	8.647

(lanjutan)

(xiv)

ENGINEERING THERMODYNAMICS

$\downarrow p$ (bar) (t_s)	t ($^{\circ}\text{C}$) \rightarrow	50	100	150	200	250	300	400	500
2.0 (120.2)	v			0.960	1.080	1.199	1.316	1.549	1.781
	u			2576.9	2654.4	2731.2	2808.6	2966.7	3130.8
	h			2768.8	2870.5	2971.0	3071.8	3276.6	3487.1
2.5 (127.4)	s			7.279	7.507	7.709	7.893	8.222	8.513
	v			0.764	0.862	0.957	1.052	1.238	1.424
	u			2574.7	2655.7	2734.9	2813.8	2973.9	3139.6
3.0 (133.5)	h			2764.5	2868.0	2969.6	3070.9	3275.9	3486.5
	s			7.169	7.401	7.604	7.789	8.119	8.410
	v			0.634	0.716	0.796	0.875	1.031	1.187
4.0 (143.6)	u			2570.8	2650.7	2728.7	2806.7	2965.6	3130.0
	h			2761.0	2865.6	2967.6	3069.3	3275.0	3486.1
	s			7.078	7.311	7.517	7.702	8.033	8.325
4.0 (143.6)	v			0.471	0.534	0.595	0.655	0.773	0.889
	u			2564.5	2646.8	2726.1	2804.8	2964.4	3129.2
	h			2752.8	2860.5	2964.2	3066.8	3273.4	3484.9
4.0 (143.6)	s			6.930	7.171	7.379	7.566	7.899	8.191

$\downarrow p$ (bar) (t_s)	t ($^{\circ}\text{C}$) \rightarrow	200	250	300	350	400	450	500	600
5.0 (151.8)	v	0.425	0.474	0.523	0.570	0.617	0.664	0.711	0.804
	u	2642.9	2723.5	2802.9	2882.6	2963.2	3045.3	3128.4	3299.6
	h	2855.4	2960.7	3064.2	3167.7	3271.9	3377.2	3483.9	3701.7
6.0 (158.8)	s	7.059	7.271	7.460	7.633	7.794	7.945	8.087	8.353
	v	0.352	0.394	0.434	0.474	0.514	0.553	0.592	0.670
	u	2638.9	2720.9	2801.0	2881.2	2962.1	3044.2	3127.6	3299.1
7.0 (165.0)	h	2850.1	2957.2	3061.6	3165.7	3270.3	3376.0	3482.8	3700.9
	s	6.967	7.182	7.372	7.546	7.708	7.859	8.002	8.267
	v	0.300	0.336	0.371	0.406	0.440	0.473	0.507	0.574
8.0 (170.4)	u	2634.8	2718.2	2799.1	2879.7	2960.9	3043.2	3126.8	3298.5
	h	2844.8	2953.6	3059.1	3163.7	3268.7	3374.7	3481.7	3700.2
	s	6.886	7.105	7.298	7.473	7.635	7.787	7.930	8.196
8.0 (170.4)	v	0.261	0.293	0.324	0.354	0.384	0.414	0.443	0.502
	u	2630.6	2715.5	2797.2	2878.2	2959.7	3042.3	3126.0	3297.8
	h	2839.3	2950.1	3056.5	3161.7	3267.1	3373.4	3480.6	3699.4
8.0 (170.4)	s	6.816	7.038	7.233	7.409	7.572	7.724	7.867	8.133

dham
 \M-therm\C-steam.pn5



© 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

(lanjutan)

STEAM TABLES AND MOLLIER DIAGRAM (xv)

p (bar)	t (°C)	200	250	300	350	400	450	500	600
9.0 (175.4)	v	0.230	0.260	0.287	0.314	0.341	0.367	0.394	0.446
	u	2626.3	2712.7	2795.2	2876.7	2958.5	3041.3	3125.2	3297.3
	h	2833.6	2946.3	3053.8	3159.7	3265.5	3372.1	3479.6	3698.6
10.0 (179.9)	s	6.752	6.979	7.175	7.352	7.516	7.668	7.812	8.078
	v	0.206	0.233	0.258	0.282	0.307	0.330	0.354	0.401
	u	2621.9	2709.9	2793.2	2875.2	2957.3	3040.3	3124.4	3296.8
15.0 (198.3)	h	2827.9	2942.6	3051.2	3157.8	3263.9	3370.7	3478.5	3697.9
	s	6.694	6.925	7.123	7.301	7.465	7.618	7.762	8.029
	v	0.132	0.152	0.169	0.187	0.203	0.219	0.235	0.267
20.0 (212.4)	u	2598.8	2695.3	2783.1	2867.6	2951.3	3035.3	3120.3	3293.9
	h	2796.8	2923.3	3037.6	3147.5	3255.8	3364.2	3473.1	3694.0
	s	6.455	6.709	6.918	7.102	7.269	7.424	7.570	7.839
25 (223.9)	v		0.111	0.125	0.139	0.151	0.163	0.176	0.200
	u		2679.6	2772.6	2859.8	2945.2	3030.5	3116.2	3290.9
	h		2902.5	3023.5	3137.0	3247.6	3357.5	3467.6	3690.1
30 (233.8)	s		6.545	6.766	6.966	7.127	7.285	7.432	7.702
	v		0.0870	0.0989	0.109	0.120	0.130	0.140	0.159
	u		2662.6	2761.6	2851.9	2939.1	3025.5	3112.1	3288.0
40 (250.4)	h		2880.1	3008.8	3126.3	3239.3	3350.8	3462.1	3686.3
	s		6.408	6.644	6.840	7.015	7.175	7.323	7.596
	v		0.0706	0.0811	0.0905	0.0994	0.108	0.116	0.132
50 (263.9)	u		2644.0	2750.1	2843.7	2932.8	3020.4	3108.0	3285.0
	h		2855.8	2993.5	3115.3	3230.9	3344.0	3456.5	3682.3
	s		6.287	6.539	6.743	6.921	7.083	7.234	7.509
50 (263.9)	v			0.0588	0.0664	0.0734	0.080	0.0864	0.0989
	u			2725.3	2826.7	2919.9	3010.2	3099.5	3279.1
	h			2960.7	3092.5	3213.6	3330.3	3445.3	3674.4
50 (263.9)	s			6.362	6.582	6.769	6.936	7.090	7.369
	v			0.0453	0.0519	0.0578	0.0633	0.0686	0.0787
	u			2698.0	2808.7	2906.6	2999.7	3091.0	3273.0
50 (263.9)	h			2924.5	3068.4	3195.7	3316.2	3433.8	3666.5
	s			6.208	6.449	6.646	6.819	6.976	7.259

dham
 \M-therm\C-steam.pm5



© 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

(lanjutan)

(xvi)

ENGINEERING THERMODYNAMICS

$\downarrow p$ (bar) (t_s)	t (°C) →	200	250	300	350	400	450	500	600
60 (275.5)	v			0.0362	0.0422	0.0474	0.0521	0.0567	0.0653
	u			2667.2	2789.6	2892.9	2988.9	3082.2	3266.9
	h			2884.2	3043.0	3177.2	3301.8	3422.2	3658.4
70 (285.8)	s			6.067	6.333	6.541	6.719	6.880	7.168
	v			0.0295	0.0352	0.0399	0.0442	0.0481	0.0557
	u			2632.2	2769.4	2878.6	2978.0	3073.4	3260.7
	h			2838.4	3016.0	3158.1	3287.1	3410.3	3650.3
	s			5.931	6.228	6.448	6.633	6.798	7.089

$\downarrow p$ (bar) (t_s)	t (°C) →	350	375	400	450	500	550	600	700
80 (294.9)	v	0.02965	0.03222	0.03432	0.03817	0.04175	0.04516	0.04845	0.05481
	u	2987.3	3066.1	3138.3	3272.0	3398.3	3521.0	3642.0	3882.4
	h	6.130	6.254	6.363	6.555	6.724	6.878	7.021	7.281
90 (303.3)	s								
	v	0.0258	0.02796	0.02993	0.03350	0.03677	0.03987	0.04285	0.04857
	u	2966.6	3041.3	3117.8	3256.6	3386.1	3511.0	3633.7	3876.5
100 (311.0)	h	2923.4	3015.4	3096.5	3240.9	3373.7	3500.9	3625.3	3870.5
	s	6.036	6.169	6.285	6.484	6.658	6.814	6.959	7.222
	v	0.02242	0.02453	0.02641	0.02975	0.03279	0.03564	0.03837	0.04358
110 (318.0)	u	2923.4	3015.4	3096.5	3240.9	3373.7	3500.9	3625.3	3870.5
	h	5.944	6.089	6.212	6.419	6.597	6.756	6.903	7.169
	s								
120 (324.6)	v	0.01961	0.02169	0.02351	0.02668	0.02952	0.03217	0.03470	0.03950
	u	2887.3	2988.2	3074.3	3224.7	3361.0	3490.7	3616.9	3864.5
	h	5.853	6.011	6.142	6.358	6.540	6.703	6.851	7.120
130 (330.8)	s								
	v	0.01721	0.01931	0.02108	0.02412	0.02680	0.02929	0.03164	0.03610
	u	2847.7	2958.9	3051.3	3208.2	3348.2	3480.4	3608.3	3858.4
140 (336.6)	h	5.760	5.935	6.075	6.300	6.487	6.653	6.804	7.075
	s								
	v	0.01511	0.01725	0.01900	0.02194	0.0245	0.02684	0.02905	0.03322
150 (342.1)	u	2803.3	2927.9	3027.2	3191.3	3335.2	3469.9	3599.7	3852.3
	h	5.663	5.859	6.009	6.245	6.437	6.606	6.759	7.033
	s								
160 (348.1)	v	0.01322	0.01546	0.01722	0.02007	0.02252	0.02474	0.02683	0.03075
	u	2752.6	2894.5	3001.9	3174.0	3322.0	3459.3	3591.1	3846.2
	h	5.559	5.782	5.945	6.192	6.390	6.562	6.712	6.994
170 (353.8)	s								
	v	0.01145	0.01388	0.01565	0.01845	0.02080	0.02293	0.02491	0.02961
	u	2692.4	2858.4	2975.5	3156.2	3308.6	3448.6	3582.3	3840.1
180 (359.5)	h	5.442	5.703	5.881	6.140	6.344	6.520	6.679	6.957
	s								

dham
 \M-therm\C-steam.pm5



© 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

(lanjutan)

STEAM TABLES AND MOLLIER DIAGRAM

(xvii)

p (bar)	t (°C)	350	375	400	450	500	550	600	700
160 (347.3)	v	0.00975	0.01245	0.01426	0.01701	0.01930	0.02134	0.02323	0.02674
	h	2615.7	2818.9	2947.6	3138.0	3294.9	3437.8	3573.5	3833.9
	s	5.302	5.622	5.188	6.091	6.301	6.480	6.640	6.922
170 (352.3)	v		0.01117	0.01302	0.01575	0.01797	0.01993	0.02174	0.02509
	h		2776.8	2918.2	3119.3	3281.1	3426.9	3564.6	3827.7
	s		5.539	5.754	6.042	6.259	6.442	6.604	6.889
180 (356.9)	v		0.00996	0.01190	0.01462	0.01678	0.01868	0.02042	0.02362
	h		2727.9	2887.0	3100.1	3267.0	3415.9	3555.6	3821.5
	s		5.448	5.689	5.995	6.218	6.405	6.570	6.858
190 (361.4)	v		0.00881	0.01088	0.01361	0.01572	0.01756	0.01924	0.02231
	h		2671.3	2853.8	3080.4	3252.7	3404.7	3546.6	3815.3
	s		5.346	5.622	5.948	6.179	6.369	6.537	6.828
200 (365.7)	v		0.00767	0.00994	0.01269	0.01477	0.01655	0.01818	0.02113
	h		2602.5	2818.1	3060.1	3238.2	3393.5	3537.6	3809.0
	s		5.227	5.554	5.902	6.140	6.335	6.505	6.799
210 (369.8)	v		0.00645	0.00907	0.01186	0.01390	0.01564	0.01722	0.02006
	h		2511.0	2779.6	3039.3	3223.5	3382.1	3528.4	3802.8
	s		5.075	5.483	5.856	6.103	6.301	6.474	6.772
220 (373.7)	v		0.00482	0.00825	0.01110	0.01312	0.01481	0.01634	0.01909
	h		2345.1	2737.6	3017.9	3208.6	3370.6	3519.2	3796.5
	s		4.810	5.407	5.811	6.066	6.269	6.444	6.745

dharm
 \M-therm\C-steam.pm5

© Hak Cipta milik Politeknik Negeri Jakarta

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





Table T-5 Properties of Compressed Liquid Water

T °C	$v \times 10^3$ m ³ /kg	u kJ/kg	h kJ/kg	s kJ/kg · K	$v \times 10^3$ m ³ /kg	u kJ/kg	h kJ/kg	s kJ/kg · K
$p = 25 \text{ bar} = 2.5 \text{ MPa}$ ($T_{\text{sat}} = 223.99^\circ\text{C}$)								
20	1.0006	83.80	86.30	.2961	.9995	83.65	88.65	.2956
40	1.0067	167.25	169.77	.5715	1.0056	166.95	171.97	.5705
80	1.0280	334.29	336.86	1.0737	1.0268	333.72	338.85	1.0720
100	1.0423	418.24	420.85	1.3050	1.0410	417.52	422.72	1.3030
140	1.0784	587.82	590.52	1.7369	1.0768	586.76	592.15	1.7343
180	1.1261	761.16	763.97	2.1375	1.1240	759.63	765.25	2.1341
200	1.1555	849.9	852.8	2.3294	1.1530	848.1	853.9	2.3255
220	1.1898	940.7	943.7	2.5174	1.1866	938.4	944.4	2.5128
Sat.	1.1973	959.1	962.1	2.5546	1.2859	1147.8	1154.2	2.9202
$p = 75 \text{ bar} = 7.5 \text{ MPa}$ ($T_{\text{sat}} = 290.59^\circ\text{C}$)								
20	.9984	83.50	90.99	.2950	.9972	83.36	93.33	.2945
40	1.0045	166.64	174.18	.5696	1.0034	166.35	176.38	.5686
80	1.0256	333.15	340.84	1.0704	1.0245	332.59	342.83	1.0688
100	1.0397	416.81	424.62	1.3011	1.0385	416.12	426.50	1.2992
140	1.0752	585.72	593.78	1.7317	1.0737	584.68	595.42	1.7292
180	1.1219	758.13	766.55	2.1308	1.1199	756.65	767.84	2.1275
220	1.1835	936.2	945.1	2.5083	1.1805	934.1	945.9	2.5039
260	1.2696	1124.4	1134.0	2.8763	1.2645	1121.1	1133.7	2.8699
Sat.	1.3677	1282.0	1292.2	3.1649	1.4524	1393.0	1407.6	3.3596
$p = 150 \text{ bar} = 15.0 \text{ MPa}$ ($T_{\text{sat}} = 342.24^\circ\text{C}$)								
20	.9950	83.06	97.99	.2934	.9928	82.77	102.62	.2923
40	1.0013	165.76	180.78	.5666	.9992	165.17	185.16	.5646
80	1.0222	331.48	346.81	1.0656	1.0199	330.40	350.80	1.0624
100	1.0361	414.74	430.28	1.2955	1.0337	413.39	434.06	1.2917
140	1.0707	582.66	598.72	1.7242	1.0678	580.69	602.04	1.7193
180	1.1159	753.76	770.50	2.1210	1.1120	750.95	773.20	2.1147
220	1.1748	929.9	947.5	2.4953	1.1693	925.9	949.3	2.4870
260	1.2550	1114.6	1133.4	2.8576	1.2462	1108.6	1133.5	2.8459
300	1.3770	1316.6	1337.3	3.2260	1.3596	1306.1	1333.3	3.2071
Sat.	1.6581	1585.6	1610.5	3.6848	2.036	1785.6	1826.3	4.0139
$p = 250 \text{ bar} = 25 \text{ MPa}$								
20	.9907	82.47	107.24	.2911	.9886	82.17	111.84	.2899
40	.9971	164.60	189.52	.5626	.9951	164.04	193.89	.5607
100	1.0313	412.08	437.85	1.2881	1.0290	410.78	441.66	1.2844
200	1.1344	834.5	862.8	2.2961	1.1302	831.4	865.3	2.2893
300	1.3442	1296.6	1330.2	3.1900	1.3304	1287.9	1327.8	3.1741
$p = 300 \text{ bar} = 30.0 \text{ MPa}$								
20	.9907	82.47	107.24	.2911	.9886	82.17	111.84	.2899
40	.9971	164.60	189.52	.5626	.9951	164.04	193.89	.5607
100	1.0313	412.08	437.85	1.2881	1.0290	410.78	441.66	1.2844
200	1.1344	834.5	862.8	2.2961	1.1302	831.4	865.3	2.2893
300	1.3442	1296.6	1330.2	3.1900	1.3304	1287.9	1327.8	3.1741

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

Lampiran. 5 Dokumentasi Kegiatan PKL dan Penelitian



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 RIWAYAT HIDUP



1. Nama Lengkap : Muhammad Dicky Darmawan
2. NIM : 1802421005
3. Tempat, Tanggal Lahir : Jakarta, 12 September 1999
4. Jenis Kelamin : Laki-laki
5. Alamat : Desa Cipambuan RT 01/01 No.121 Kec.
Babakan Madang, Kabupaten Bogor
6. Email : mdicky.dharmawan@gmail.com
7. Pendidikan
 - a. SD (2006-2012) : SD Negeri Citarunggul 01
 - b. SMP (2012-2015) : SMP Puspanegara
 - c. SMA (2015-2018) : SMA Negeri 2 Cibinong
8. Program Studi : Pembangkit Tenaga Listrik
9. Bidang Peminatan : Operasi PLTGU, Turbin Uap, *Mechanical Maintenance*

**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

