



© 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



Badak LNG

PNJ – PT BADAK NGL

**PENINGKATAN KUALITAS *STEAM* DENGAN MENAIKKAN
ENTALPI *STEAM* GUNA OPTIMALISASI NILAI EFISIENSI
STEAM TURBINE GENERATOR DI UTILITIES-II
PT BADAK NGL**

SKRIPSI

**POLITEKNIK
NEGERI
JAKARTA**

Oleh:

Herianto Ramadan

NIM. 2102322007

**PROGRAM STUDI SARJANA TERAPAN
TEKNOLOGI REKAYASA KONVERSI ENERGI
JURUSAN TEKNIK MESIN**

POLITEKNIK NEGERI JAKARTA – PT BADAK NGL

JULI, 2025



© Hak Cipta milik Politeknik Negeri Jakarta

Hak Cipta :

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



Badak LNG

PNJ – PT BADAK NGL

**PENINGKATAN KUALITAS *STEAM* DENGAN MENAIKKAN
ENTALPI *STEAM* GUNA OPTIMALISASI NILAI EFISIENSI
STEAM TURBINE GENERATOR DI UTILITIES-II
PT BADAK NGL**

DRAFT

SKRIPSI

**POLITEKNIK
NEGERI
JAKARTA**

Oleh:

Herianto Ramadan

NIM. 2102322007

**PROGRAM STUDI SARJANA TERAPAN
TEKNOLOGI REKAYASA KONVERSI ENERGI
JURUSAN TEKNIK MESIN
POLITEKNIK NEGERI JAKARTA – PT BADAK NGL
JULI, 2025**



© Hak Cipta milik Politeknik Negeri Jakarta

Hak Cipta :

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



Badak LNG

PNJ – PT BADAK NGL

**PENINGKATAN KUALITAS *STEAM* DENGAN MENAIKKAN
ENTALPI *STEAM* GUNA OPTIMALISASI NILAI EFISIENSI
STEAM TURBINE GENERATOR DI UTILITIES-II
PT BADAK NGL**

SKRIPSI

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

Oleh:

Herianto Ramadan

NIM. 2102322007

**PROGRAM STUDI SARJANA TERAPAN
TEKNOLOGI REKAYASA KONVERSI ENERGI
JURUSAN TEKNIK MESIN
POLITEKNIK NEGERI JAKARTA – PT BADAK NGL
JULI, 2025**



© Hak Cipta milik Politeknik Negeri Jakarta

Hak Cipta :

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



Badak LNG

PNJ – PT BADAK NGL

**PENINGKATAN KUALITAS *STEAM* DENGAN MENAIKKAN
ENTALPI *STEAM* GUNA OPTIMALISASI NILAI EFISIENSI
STEAM TURBINE GENERATOR DI UTILITIES-II
PT BADAK NGL**

**DRAFT
SKRIPSI**

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

Oleh:

Herianto Ramadan

NIM. 2102322007

**PROGRAM STUDI SARJANA TERAPAN
TEKNOLOGI REKAYASA KONVERSI ENERGI
JURUSAN TEKNIK MESIN
POLITEKNIK NEGERI JAKARTA – PT BADAK NGL
JULI, 2025**



© Hak Cipta milik Politeknik Negeri Jakarta

Hak Cipta :

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



“Skripsi ini saya persembahkan untuk seluruh pihak yang berperan dalam kehidupan perguruan tinggi saya, semoga senantiasa bermanfaat bagi nusa, bangsa, agama, almamater, dan Perusahaan”



Hak Cipta :

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

HALAMAN PERSETUJUAN
LAPORAN SKRIPSI

PENINGKATAN KUALITAS *STEAM* DENGAN MENAIKKAN ENTALPI
STEAM GUNA OPTIMALISASI NILAI EFISIENSI *STEAM TURBINE*
GENERATOR DI UTILITIES-II PT BADAK NGL

Oleh:

Herianto Ramadan
NIM. 2102322007

Program Studi Sarjana Terapan Teknologi Rekayasa Konversi Energi

Laporan Skripsi telah disetujui oleh pembimbing

Pembimbing 1
Politeknik Negeri Jakarta

Pembimbing 2
PT Badak NGL

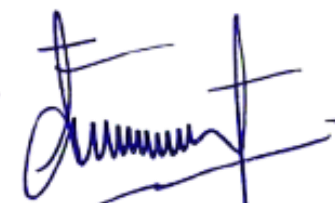

Isnanda Nuriskasari, S.Si., M.T.

NIP. 199306062019032030


Ir. M. Teguh Pratama, S.T., M.Si., I.P.M

No Pekerja 133229

Kepala Program Studi Sarjana Terapan Teknologi Rekayasa Konversi Energi
Politeknik Negeri Jakarta


Yuli Mafendro D.E.S, S.Pd., M.T.

NIP. 199403092019031013



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
LAPORAN SKRIPSI**

**PENINGKATAN KUALITAS *STEAM* DENGAN MENAIKKAN ENTALPI
STEAM GUNA OPTIMALISASI NILAI EFISIENSI *STEAM TURBINE*
GENERATOR DI UTILITIES-II PT BADAK NGL**

Oleh:

Herianto Ramadan

NIM. 2102322007

Program Studi Sarjana Terapan Teknologi Rekayasa Konversi Energi

Telah berhasil dipertahankan dalam sidang sarjana terapan di hadapan Dewan
Penguji pada tanggal 15 Juli 2025 dan diterima sebagai persyaratan untuk
memperoleh gelar Sarjana Terapan pada Program Studi Sarjana Terapan
Teknologi Rekayasa Konversi Energi Jurusan Teknik Mesin

DEWAN PENGUJI

No	Nama	Posisi Penguji	Tanda Tangan	Tanggal
1	Muhammad Prasha Risfi Silitonga, M.T NIP. 199403192022031006	Ketua Penguji		15 Juli 2025
2	Radhi Maladzi, S.T., M.T. NIP. 199307282024061001	Penguji 1		15 Juli 2025
3	Rendra Prasetyo No. Badge 132108	Penguji 2		15 Juli 2025

Bontang, 15 Juli 2025

Disahkan Oleh:

Ketua Jurusan Teknik Mesin



Dr. Eng. 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 : Herianto Ramadan
NIM : 2102322007
Program Studi : Sarjana Terapan Teknologi Rekayasa Konversi Energi

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

Demikian pernyataan ini saya buat dengan sebenar-benarnya.

Bontang, 15 Juli 2025



Herianto Ramadan
NIM. 2102322007

POLITEKNIK
NEGERI
JAKARTA



Hak Cipta :

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

PENINGKATAN KUALITAS *STEAM* DENGAN MENAIKKAN ENTALPI *STEAM* GUNA OPTIMALISASI NILAI EFISIENSI *STEAM TURBINE GENERATOR* DI UTILITIES-II PT BADAK NGL

Herianto Ramadan⁽¹⁾, Isnanda Nuriskasari⁽¹⁾, Muhammad Teguh Pratama⁽²⁾

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

²⁾ PT Badak NGL, Satimpo, Bontang, Indonesia, 75324

Email : herianto.ramadan.tm21@mhs.w.pnj.ac.id

ABSTRAK

Steam merupakan energi primer yang banyak digunakan di industri, termasuk pada sistem pembangkit tenaga di fasilitas utilitas pengolahan *Liquefied Natural Gas* (LNG) seperti di PT Badak NGL. Salah satu peralatan utama dalam sistem ini adalah *steam turbine generator*, yang berfungsi mengubah energi panas *steam* menjadi energi mekanik dan selanjutnya menjadi listrik. Penelitian ini dilakukan untuk menganalisis pengaruh peningkatan entalpi *steam* terhadap efisiensi *steam turbine generator* di Utilities-II PT Badak NGL, serta mengevaluasi hasil optimasi parameter operasi dan implementasi *plant test*. Data aktual diambil dari sistem operasi, dan simulasi dilakukan menggunakan Aspen HYSYS untuk memperoleh hubungan antara suhu, entalpi, dan efisiensi. Hasil menunjukkan bahwa kenaikan entalpi *steam* rata-rata sebesar 0,06% dapat meningkatkan efisiensi turbin sebesar 0,9%, sedangkan penurunan entalpi sebesar 0,02% menyebabkan penurunan efisiensi sebesar 1,1%. Simulasi optimasi menunjukkan bahwa setiap kenaikan suhu 1°C menghasilkan peningkatan efisiensi 0,17%–0,32% dan menurunkan laju alir *steam* sekitar 400–600 kg/hr untuk menjaga daya konstan. Implementasi di lapangan menunjukkan peningkatan entalpi rata-rata 0,17%, namun penurunan efisiensi aktual rata-rata sebesar 0,7%. Peningkatan kualitas *steam* tidak mampu mengimbangi berkurangnya suplai kuantitas *steam* sehingga output efektif turbin menurun yang seharusnya sesuai dengan kondisi saat optimasi. Oleh karena itu, disarankan agar pengaturan suhu digunakan dalam kondisi tertentu jika tujuannya untuk memperoleh penghematan energi pembakaran dan *steam* di boiler.

Kata kunci: entalpi *steam*, efisiensi turbin, optimasi, *plant test*



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

IMPROVING STEAM QUALITY BY INCREASING STEAM ENTHALPY TO OPTIMIZE THE EFFICIENCY OF STEAM TURBINE GENERATOR IN UTILITIES-II PT BADAK NGL

Herianto Ramadan⁽¹⁾, Isnanda Nuriskasari⁽¹⁾, Muhammad Teguh Pratama⁽²⁾

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

²⁾ PT Badak NGL, Satimpo, Bontang, Indonesia, 75324

Email : herianto.ramadan.tm21@mhs.w.pnj.ac.id

ABSTRAK

Steam is a primary energy source widely used in industrial operations, including power generation systems in LNG processing utilities such as PT Badak NGL. A key component in this system is the steam turbine generator, which converts steam thermal energy into mechanical energy and subsequently into electricity. This study analyzes the effect of steam enthalpy increase on the efficiency of the steam turbine generator in Utilities-II PT Badak NGL, and evaluates the optimization of operating parameters through plant test implementation. Actual plant data were collected, and simulations were carried out using Aspen HYSYS to examine the relationship between temperature, enthalpy, and turbine efficiency. The results showed that an average steam enthalpy increase of 0.06% improved turbine efficiency by 0.9%, while a 0.02% enthalpy decrease reduced efficiency by 1.1%. Simulation results also indicated that for every 1°C increase in temperature, efficiency improved by 0.17%–0.32%, while steam flow decreased by 400–600 kg/hr to maintain constant power output. Field implementation confirmed an average enthalpy increase of 0.17%, but an actual efficiency decrease of 0.7%. The improvement in steam quality was insufficient to compensate for the reduction in steam quantity supplied, causing a decline in the turbine's effective output compared to optimized conditions. Therefore, it is recommended that temperature adjustments be applied selectively when the goal is to achieve fuel and steam consumption savings in the boiler.

Keywords: steam enthalpy, turbine efficiency, optimization, plant test

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

Segala puji dan syukur dipanjatkan atas kehadiran Allah SWT yang telah memberikan rahmat dan hidayah-Nya sehingga penulis dapat menyusun laporan skripsi yang berjudul **“Peningkatan Kualitas *Steam* dengan Menaikkan Entalpi *Steam* Guna Optimalisasi Nilai Efisiensi *Steam Turbine Generator* di Utilities-II PT Badak NGL”** dengan baik dan tepat waktu. Laporan skripsi ini disusun untuk memenuhi salah satu syarat dalam menyelesaikan studi Sarjana Terapan Teknologi Rekayasa Konversi Energi, Jurusan Teknik Mesin, Politeknik Negeri Jakarta.

Penulis mendapat bantuan yang berwujud doa, bimbingan, dorongan serta bantuan materi dari berbagai pihak. Oleh karena itu, penulis ingin menyampaikan ucapan dan rasa terima kasih yang tak terhingga nilainya kepada:

1. Bapak Dr. Eng. Muslimin, S.T., M.T. IWE selaku Ketua Jurusan Teknik Mesin Politeknik Negeri Jakarta.
2. Bapak Ir. Anas Malik Abdillah, S.T., M.B.A., I.P.M., selaku Direktur LNG Academy.
3. Bapak Yuli Mafendro Dedet Eka Saputra, S.Pd., M.T. selaku Kepala Program Studi Teknologi Rekayasa Konversi Energi Jurusan Teknik Mesin Politeknik Negeri Jakarta.
4. Bapak Zaki Arif, selaku Kepala Jurusan Konsentrasi Pengolahan Gas LNG Academy.
5. Ibu Isnanda Nuriskasari, S.Si., M.T., selaku Dosen Pembimbing Akademik yang telah memberikan arahan dan bimbingan dalam penyelesaian skripsi ini.
6. Bapak Ir. M. Teguh Pratama, S.T., M.Si., I.P.M., selaku Dosen Pembimbing Industri dari Badak LNG yang telah memberikan panduan serta wawasan berharga dalam penyelesaian skripsi ini.
7. Bapak Bambang Irawan, S.T., selaku Dosen Industri yang telah memberikan panduan serta bantuan dalam kegiatan uji coba lapangan (*plant test*).
8. Teman-teman LNG Academy yang telah memberikan dukungan dan bantuan demi kelancaran penyusunan laporan 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 mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

9. Semua pihak lainnya yang tidak bisa disebutkan penulis satu persatu yang telah membantu secara langsung maupun tidak langsung selama penyusunan laporan skripsi.

Penulisan laporan ini pastinya masih jauh dari sempurna dan memiliki banyak kekurangan. Oleh karena itu, penulis sangat terbuka atas kritik dan saran yang membangun dari berbagai pihak untuk menyempurnakan laporan ini. Akhir kata semoga laporan ini dapat bermanfaat bagi semua orang serta berkontribusi untuk kemajuan bangsa Indonesia.

Bontang, 15 Juli 2025


Herianto Ramadan





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
KATA PENGANTAR.....	vi
DAFTAR ISI	viii
DAFTAR GAMBAR	x
BAB I PENDAHULUAN.....	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah Penelitian.....	4
1.3 Pertanyaan Penelitian.....	4
1.4 Tujuan Penelitian.....	4
1.5 Manfaat Penelitian	5
1.6 Sistematika Penulisan	6
BAB II TINJAUAN PUSTAKA.....	7
2.1 Landasan Teori	7
2.2 Kajian Literatur	29
2.3 Kerangka Pemikiran.....	32
2.4 Hipotesis.....	32
BAB III METODOLOGI PENELITIAN.....	34
3.1 Jenis Penelitian.....	34
3.2 Objek Penelitian	34
3.3 Metode Pengambilan Sampel.....	34
3.4 Jenis dan Sumber Data Penelitian	35



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

3.5	Metode Pengumpulan Data	35
3.6	Metode Analisis Data	43
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN.....		45
4.1	Analisis Pengaruh Entalpi <i>Steam Inlet</i> terhadap Efisiensi <i>Steam Turbine Generator</i> di Utilities-II PT Badak NGL	45
4.2	Analisis Hasil Optimasi Parameter Entalpi <i>Steam</i> Produk <i>Boiler</i> terhadap Nilai Efisiensi <i>Steam Turbine Generator</i>	55
4.3	Analisis Hasil Implementasi (<i>Plant Test</i>) dari Optimasi Entalpi <i>Steam</i> terhadap Kinerja Sistem <i>Steam Turbine Generator</i> Utilities-II PT Badak NGL.....	59
BAB V PENUTUP.....		83
DAFTAR PUSTAKA.....		84
LAMPIRAN.....		89

**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	Permintaan Energi Primer di Indonesia Tahun 2013-2023	1
Gambar 1. 2	Data Aktual 2024 Suhu <i>Inlet Steam Turbine Generator</i>	2
Gambar 2. 1	<i>Full Condensing Turbine</i>	11
Gambar 2. 2	<i>Back Pressure Turbine</i>	11
Gambar 2. 3	Skematis aliran <i>steam</i> melalui <i>nozzle</i> dan <i>blade/bucket</i>	13
Gambar 2. 4	Skema Sistem Siklus Rankine dan Diagram T-s	14
Gambar 2. 5	<i>Steam Turbine Generator</i> PT Badak NGL	20
Gambar 2. 6	Sistem Distribusi <i>Steam Utilities</i>	21
Gambar 2. 7	Proses <i>Flow Diagram</i> Boiler	25
Gambar 2. 8	Kerangka Pemikiran Penelitian	32
Gambar 3. 1	Diagram Alir Penelitian	36
Gambar 3. 2	Perhitungan Nilai Efisiensi Aktual <i>Turbine Generator</i>	39
Gambar 3. 3	Simulasi Proses Aktual Aspen HYSYS <i>Turbine Generator</i>	40
Gambar 3. 4	Simulasi Proses Optimasi Kinerja dengan Aspen HYSYS	41
Gambar 3. 5	Uji Coba Lapangan (<i>Plant Test</i>) Hasil Optimasi	42
Gambar 4. 1	Hubungan Entalpi <i>Steam</i> dengan Nilai Efisiensi <i>Steam Turbine</i>	50
Gambar 4. 2	Nilai Efisiensi <i>Steam Turbine Generator</i> Setelah Optimasi Parameter	56
Gambar 4. 3	Laju Alir <i>Steam Inlet Turbine (Back Pressure)</i> Setelah Optimasi	57
Gambar 4. 4	Laju Alir <i>Steam Inlet Turbine (Condensing)</i> Setelah Optimasi	57
Gambar 4. 5	Hasil PHA Meeting (Metode What-If Analysis)	63
Gambar 4. 6	Suhu <i>Steam</i> Produk Boiler Sebelum dan Sesudah <i>Plant Test</i>	65
Gambar 4. 7	Perubahan Suhu <i>Steam Inlet</i> Turbin Setelah <i>Plant Test</i>	67
Gambar 4. 8	Perubahan Tekanan <i>Steam Inlet</i> Turbin Setelah <i>Plant Test</i>	68
Gambar 4. 9	Laju Alir <i>Steam Inlet</i> Turbin (<i>Back Pressure</i>)	69
Gambar 4. 10	Laju Alir <i>Steam Inlet</i> Turbin (<i>Condensing</i>)	70
Gambar 4. 11	Daya Generator Sebelum dan Sesudah <i>Plant Test</i>	71
Gambar 4. 12	Hubungan Entalpi <i>Steam</i> terhadap Efisiensi Sebelum dan Sesudah <i>Plant Test</i>	72
Gambar 4. 13	Laju Alir <i>Boiler Feed Water Inlet</i> Boiler	74



Hak Cipta :

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

Gambar 4. 14 Laju Alir <i>Steam</i> Produk Boiler	75
Gambar 4. 15 Laju Alir <i>Fuel Gas</i> Boiler	76
Gambar 4. 16 Laju Alir Udara Inlet Boiler.....	77





Hak Cipta :

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

DAFTAR TABEL

Tabel 2. 1 Tingkat Akurasi Berdasarkan Metode MAPE (Lewis, 1982).....	24
Tabel 4. 1 Data Nilai Efisiensi <i>Steam Turbine</i> 31PG-10/11/12/13	49
Tabel 4. 2 Perbandingan <i>Heat Flow</i> Aktual – Simulasi dan Nilai <i>Error</i>	53
Tabel 4. 3 Parameter Operasional yang dikalibrasi	60
Tabel 4. 4 Data Parameter dan Biaya untuk <i>Cost Saving</i>	78
Tabel 4. 5 Biaya <i>Steam</i> dan <i>Power</i> Sebelum dan Sesudah <i>Plant Test</i>	81



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

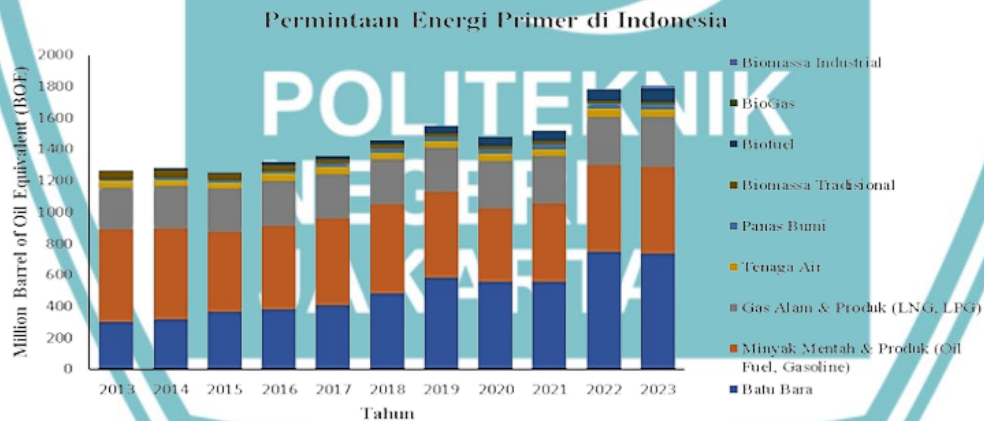
2. Dilarang mengemukakan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Energi merupakan kebutuhan fundamental dalam mendukung pertumbuhan ekonomi dan pembangunan nasional di Indonesia. Seiring meningkatnya aktivitas industri dan konsumsi domestik, permintaan terhadap sumber energi primer di Indonesia rata-rata meningkat sekitar 4,1% pada periode 2013-2023 seperti yang ditunjukkan pada Gambar 1.1 (ESDM, 2023). Salah satu bentuk energi primer yang berperan strategis dalam memenuhi kebutuhan tersebut adalah *Liquefied Natural Gas* (LNG) sebagai produk gas alam lainnya, yang memiliki keunggulan dalam hal efisiensi, kebersihan, dan fleksibilitas distribusi. LNG tidak hanya menjadi komoditas ekspor unggulan Indonesia, tetapi juga memainkan peran vital dalam suplai energi nasional, khususnya sebagai bahan bakar utama di sektor pembangkit listrik dan industri pengolahan gas (Subagja, 2019).



Gambar 1. 1 Permintaan Energi Primer di Indonesia Tahun 2013-2023 (ESDM, 2023)

Salah satu perusahaan yang bergerak dalam bidang pengolahan gas alam menjadi *Liquefied Natural Gas* (LNG) adalah PT Badak NGL. Proses pengubahan gas menjadi LNG tersebut memerlukan berbagai fasilitas pendukung, seperti pasokan listrik, air bersih, uap (*steam*), udara bertekanan, dan gas nitrogen. Fasilitas

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

– fasilitas ini disediakan oleh *utilities section*, yang terbagi menjadi dua bagian, yaitu Utilities-I dan Utilities-II. Meskipun sistem peralatan dan proses yang digunakan pada kedua unit *utilities* tersebut sama, tetapi terdapat perbedaan pada pabrik pembuat peralatan serta kapasitas dari masing – masing peralatan. Peralatan utama dalam utilitas ini salah satunya adalah *Steam Turbine Generator*, yang memanfaatkan energi termal dari *steam* untuk menghasilkan energi listrik yang digunakan dalam berbagai proses produksi (PT Badak NGL, 2024).

Steam yang dihasilkan oleh *boiler* PT Badak NGL harus memenuhi spesifikasi alat pengguna, termasuk *steam turbine generator*, yang membutuhkan tekanan 62,5 kg/cm² dan suhu 455°C. *Steam* berkualitas tinggi diperlukan untuk mencegah kerusakan bilah turbin akibat uap basah dan partikel mineral (PT Badak NGL, 2024). *Superheated steam* lebih umum digunakan karena memiliki entalpi lebih tinggi dan bebas fase cair, sehingga menghasilkan lebih banyak energi dan kerja saat melewati *steam turbine*. Kualitas *steam* tersebut ditentukan oleh parameter tekanan dan suhu, yang mempengaruhi kinerja *steam turbine* dan secara langsung berdampak pada nilai efisiensi pembangkit listrik (Darren Alber et al., 2022).



Gambar 1. 2 Data Aktual 2024 Suhu *Inlet Steam Turbine Generator*

Sumber : Data Diolah

Namun, berdasarkan Gambar 1.2, suhu *steam* produk *boiler* Utilities-II yang masuk ke *turbine generator* memiliki rata-rata 447⁰C. Hal ini suhu *steam* produk boiler tersebut berada di bawah spesifikasi alat pengguna dan belum adanya sistem evaluasi efisiensi *steam turbine generator* yang rutin dan sistematis seperti yang

Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :

a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.

b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta

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

dilakukan pada efisiensi boiler di PT Badak NGL (PT Badak NGL, 2024). *Steam* dengan entalpi yang lebih tinggi membawa lebih banyak energi yang dapat meningkatkan kerja turbin dan menghasilkan daya listrik yang lebih besar dengan konsumsi *steam* yang sama, sehingga perlu dilakukan optimasi kinerja turbin (Bahri, 2020).

Optimasi merupakan suatu proses untuk menemukan solusi yang paling tepat dalam menyelesaikan suatu permasalahan yang bertujuan untuk meningkatkan kembali kinerja suatu alat agar mencapai atau mendekati kondisi optimal dan efisien (Sadrehaghghi, 2022). Penelitian yang dilakukan oleh Bahri, 2020 terkait optimasi kinerja pada *steam turbine* dapat dilakukan dengan mengubah kondisi operasi yaitu mengubah nilai entalpi *steam* yaitu dengan memvariasikan parameter suhu dan tekanan input untuk menganalisis pengaruh terhadap daya turbin yang dihasilkan (Bahri, 2020).

Berdasarkan hal tersebut, untuk mengatasi permasalahan spesifikasi *steam turbine generator* yang belum maksimal di PT Badak NGL, maka dilakukan optimasi hanya pada variasi suhu *steam* input dengan menggunakan simulasi perangkat lunak Aspen HYSYS. Hal ini dikarenakan perubahan pada tekanan *steam* input berpotensi mempengaruhi efisiensi boiler secara signifikan, yang dapat mengganggu keseimbangan sistem secara keseluruhan (TÜV Rheinland Indonesia, 2023). Oleh karena itu, peningkatan kualitas *steam* dilakukan dengan menaikkan entalpi melalui peningkatan suhu, tanpa mengubah tekanan operasi yang telah ditetapkan. Metode yang digunakan meliputi analisis termodinamika melalui perhitungan efisiensi dan entalpi menggunakan data operasi aktual, simulasi peningkatan suhu *steam* menggunakan perangkat lunak proses Aspen HYSYS, serta uji lapangan sebagai identifikasi potensi peningkatan efisiensi. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk menganalisis sejauh mana pengaruh peningkatan entalpi terhadap efisiensi *turbine generator* dan potensi penghematan energi yang dapat dicapai. Penelitian ini diharapkan berupa rekomendasi teknis dan operasional untuk meningkatkan efisiensi energi di unit utilitas perusahaan, serta mendorong penerapan sistem *monitoring* efisiensi *turbine generator* secara berkelanjutan.

Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :

a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.

b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta

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

1.2 Rumusan Masalah Penelitian

Berdasarkan uraian di atas, *steam turbine generator* yang beroperasi belum memiliki sistem evaluasi efisiensi *turbine generator* yang rutin dan sistematis seperti yang dilakukan pada efisiensi boiler di PT Badak NGL. Hal ini berpotensi menyebabkan tidak optimalnya pemanfaatan energi *steam* yang dihasilkan, sehingga berdampak pada kinerja sistem secara keseluruhan. Penelitian yang dapat dilakukan untuk meningkatkan efisiensi *turbine generator* adalah dengan meningkatkan kualitas *steam* melalui kenaikan entalpi *steam* yang masuk ke turbin.

Penyusunan laporan skripsi ini terdapat berbagai faktor yang mempengaruhi objek penelitian. Penulis membatasi pembahasan untuk menjaga fokus dan spesifikasi penelitian, serta tidak meluas. Batasan masalah yang dianalisis adalah nilai efisiensi operasional internal antar *steam turbine generator* lainnya di Utilities-II PT Badak NGL dan pengaruh kenaikan entalpi *steam* dalam operasional internal antar *Steam Turbine Generator* lainnya melalui simulasi proses perangkat lunak Aspen HYSYS dan perhitungan optimasi efisiensi, serta hasil *plant test*.

1.3 Pertanyaan Penelitian

Berdasarkan rumusan masalah penelitian diatas, pertanyaan penelitian yang akan dibahas adalah sebagai berikut:

1. Bagaimana analisis nilai efisiensi *Steam Turbine Generator* terhadap entalpi *steam inlet Turbine Generator* di Utilities-II PT Badak NGL?
2. Bagaimana hasil optimasi parameter entalpi *steam* produk *boiler* terhadap nilai efisiensi *steam turbine generator*?
3. Bagaimana hasil implementasi (*plant test*) dari optimasi entalpi *steam* terhadap kinerja sistem *Steam Turbine Generator* Utilities-II PT Badak NGL?

1.4 Tujuan Penelitian

Adapun tujuan yang ingin dicapai dalam laporan skripsi yang berjudul “Peningkatan Kualitas *Steam* dengan Menaikkan Entalpi *Steam* Guna Optimalisasi Nilai Efisiensi *Steam Turbine Generator* di Utilities-II PT Badak NGL” ini, yaitu:

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. Mendapatkan hasil pengaruh entalpi *steam inlet* terhadap nilai efisiensi *Steam Turbine Generator* di Utilities-II PT Badak NGL.
2. Mendapatkan hasil optimasi parameter entalpi *steam* produk *boiler* terhadap nilai efisiensi *steam turbine generator*.
3. Mendapatkan hasil implementasi (*plant test*) dari optimasi entalpi *steam* terhadap kinerja sistem *Steam Turbine Generator Utilities-II PT Badak NGL*.

1.5 Manfaat Penelitian

Manfaat yang dapat diperoleh dari penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Bagi Penulis
 - a) Mengaplikasikan ilmu pengetahuan yang telah diperoleh di bangku perkuliahan sebagai pengalaman dan wawasan terkait dunia kerja sebelum terjun langsung dalam dunia kerja baik di bidang industri maupun instansi pemerintahan.
 - b) Memperdalam, serta meningkatkan kualitas, keterampilan, dan kreativitas.
 - c) Melatih mahasiswa untuk bersikap jujur, tanggap dan peka serta bertanggung jawab dalam menghadapi dunia kerja.
 - d) Memiliki jiwa sosialitas yang tinggi terhadap lingkungan kerja.
2. Bagi LNG Academy dan Politeknik Negeri Jakarta
 - a) Sebagai bahan masukan untuk mengevaluasi sejauh mana kurikulum yang diterapkan sesuai dengan kebutuhan tenaga kerja.
 - b) Mencetak tenaga kerja yang terampil, jujur, dan berkualitas.
 - c) Meningkatkan, memperluas, dan mempercepat kerjasama antara perguruan tinggi dengan industri atau instansi melalui penelitian yang dilaksanakan oleh mahasiswa.
3. Bagi Badak LNG
 - a) Hasil analisis dan penelitian yang dilakukan dapat menjadi bahan masukan bagi perusahaan untuk menentukan kebijakan perusahaan di masa yang akan datang.

Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :

a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.

b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta

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

- b) Sarana untuk menjalin hubungan kerjasama yang baik antara perusahaan dan Politeknik Negeri Jakarta, khususnya program studi Teknologi Rekayasa Konversi Energi.

1.6 Sistematika Penulisan

Sistematika penulisan dalam laporan skripsi ini dirancang untuk memastikan laporan tersusun secara terarah dan mempermudah pemahaman terhadap materi yang menjadi fokus penelitian. Penjabaran dari sistematika penulisan laporan ini adalah sebagai berikut:

A. BAB I PENDAHULUAN

Pada bab ini berisi tentang latar belakang, rumusan masalah, pertanyaan penelitian, tujuan penelitian, batasan masalah, manfaat penelitian, dan sistematika penulisan laporan skripsi.

B. BAB II TINJAUAN PUSTAKA

Pada bab ini berisikan teori dasar pengetahuan yang digunakan dalam menyelesaikan permasalahan penelitian ini. Bab ini juga dapat ditambahkan bahan penelitian lain yang dijadikan acuan landasan dalam pelaksanaan penulisan penelitian. Selain itu terdapat pula kerangka pemikiran mengenai penelitian yang dilakukan.

C. BAB III METODOLOGI PENELITIAN

Bab ini diuraikan mengenai jenis penelitian, objek penelitian, jenis dan sumber data penelitian, metode pengumpulan data penelitian, serta metode analisis data.

D. BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN

Bab ini berisikan tentang hasil, pembahasan dan jawaban dari permasalahan yang muncul didalam penelitian.

E. BAB V PENUTUP

Bab ini berisikan tentang kesimpulan dan saran dari hasil penelitian yang telah dilakukan.

Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :

a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.

b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta

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

BAB V PENUTUP

5.1 Kesimpulan

Berdasarkan hasil analisis, studi literatur dan pembahasan didapatkan kesimpulan pada laporan skripsi ini, yaitu:

1. Terdapat hubungan positif yang kuat antara entalpi *steam inlet* dan efisiensi di tiap *steam turbine generator* di Utilities-II PT Badak NGL, dengan nilai koefisien korelasi Pearson berkisar antara 0,782 hingga 0,811. Peningkatan entalpi yang mencerminkan kualitas energi termal lebih tinggi dapat meningkatkan efisiensi konversi energi, meskipun efisiensi juga dipengaruhi oleh faktor lain seperti beban turbin, parameter *exhaust* turbin, kondisi peralatan, dan parameter operasi harian.
2. Hasil optimasi parameter entalpi *steam* produk boiler melalui simulasi Aspen HYSYS didapatkan setiap kenaikan suhu 1°C di tiap turbin, efisiensinya meningkat rata-rata 0,17%-0,32%. Optimasi ini dihasilkan terjadi penurunan laju alir *steam* rata-rata sebesar 400 – 600 kg/hr untuk menjaga daya turbin tetap sama.
3. Implementasi (*plant test*) dari optimasi proses di *steam turbine generator* Utilities-II PT Badak NGL terdapat peningkatan entalpi *steam* rata-rata sebesar 0,17%, dengan rata-rata penurunan efisiensi *steam turbine generator* lainnya sebesar 0,7%.

5.2 Saran

Saran yang diperlukan dalam laporan ini adalah pengaturan suhu *steam* melalui attemperator boiler sebaiknya tidak dilakukan, karena peningkatan suhu *steam* terbukti dapat menurunkan efisiensi turbin. Namun demikian, pengaturan suhu *steam* masih dapat dipertimbangkan dalam kondisi tertentu jika tujuan utamanya adalah untuk memperoleh penghematan energi pembakaran dan *steam* di boiler.

Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :

a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.

b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta

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

DAFTAR PUSTAKA

- Alfaris, L., Kurniawan, E., & Zulaikha, D. F. (2022). *TERMODINAMIKA : TINJAUAN TEORITIS DAN PRAKTIS* (Issue May). Indie Press.
- Alfayed, M. (2023). Upaya Peningkatan Kinerja Steam Turbine PT. X. *Prosiding Seminar Nasional Teknologi Energi Dan Mineral*, 3(1), 302–312. <https://doi.org/10.53026/sntem.v3i1.1339>
- Anggraini, T. M., Sanjaya, A. S., & Wikanswasto, R. A. (2018). Perhitungan ASR dan Efisiensi Internal Steam Turbine (Back Pressure). *Jurnal Chemurgy*, 2(2). <https://doi.org/10.30872/cmg.v2i2.2231>
- Arif, A., Zambak, M. F., & Harahap, M. (2023). Analisa Dan Simulasi Efisiensi Energi Listrik PT. XYZ Dengan Menggunakan Regresi Linier. *RELE (Rekayasa Elektrikal Dan Energi) : Jurnal Teknik Elektro*, 5(2), 93–97. <https://doi.org/10.30596/rele.v5i2.13085>
- Bahri, S. (2020). *Optimasi Unjuk Kerja Dongfang Steam Turbine Generator Unit 2 PT Bosowa Energi Jeneponto*.
- Batkorbawa, M., & Setiyono, A. (2024). Optimasi Yield Produk Kolom Distilasi C1-1 di Unit CDU V PT X. *Jurnal Ilmiah Multidisiplin Terpadu*, 8(12), 2246–6111.
- Bloch, H. P., & Singh, M. P. (2009). Steam Turbines (Design, Applications and Re-Rating). In *Journal GEEJ* (Second, Vol. 7, Issue 2). The McGraw-Hill Companies, Inc.
- Çengel, Y. A. (2008). Introduction to Thermodynamics and Heat Transfer 2nd Edition. In *McGraw-Hill Primis* (Vol. 2).
- Darren Alber, I., Fajar Tamtomo Kiono, B., & Harmoko, U. (2022). Analisa Efisiensi Isentropik Turbin pada Pembangkit Listrik Tenaga Uap. *Jurnal Ilmiah Indonesia*,

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

7(9). <https://doi.org/10.46799/jsa.v4i8.679>

ESDM. (2023). *Handbook of Energy & Economic Statistics of Indonesia 2023*. Ministry of Energy and Mineral Resources Republic of Indonesia.

Hack, E., Burguete, R., Dvurecenska, K., Lampeas, G., Patterson, E., Siebert, T., & Szigeti, E. (2018). *Steps towards Industrial Validation Experiments*. 391. <https://doi.org/10.3390/icem18-05216>

Harahap, T. K., Indra, I. M., Issabella, C. M., Yusriani, Hasibuan, S., Hasan, M., Musyaffa, A. ., Surur, M., & Ariawan, S. (2021). Metodologi Penelitian Pendidikan. In *Pustaka Ramadhan*. Tahta Media Group.

Iba, Z., & Wardhana, A. (2023). *Metode Penelitian (Landasan Teori, Kerangka Pemikiran, Penelitian Terdahulu, & Hipotesis)* (Issue July). Eureka Media Aksara.

Jouhari, D., Meris, L., Renanto, Purwo, J., & Widodo, A. (2014). Analisis Risk Assessment Menggunakan Process Hazard Analysis (PHA) dan Safety Objective Analysis (SOA) pada Central Gathering Station (CGS) di Onshore Facilities. *Teknik Pomits*, 3(1), 19–22.

Lewis, C. D. (1982). Industrial and Business Forecasting Methods: A Practical Guide to Exponential Smoothing and Curve Fitting. In *Butterworth & Co Ltd*.

Megawati, E., Gantri Pirri, M., & Ketut Warsa, I. (2023). Optimasi Flowrate dan Beban Generator Terhadap Efisiensi Turbin C60-8.883/535 di PLTU PT. XYZ Unit 3 Kapasitas 1x60 MW. *Jurnal Pendidikan Tambusai*, 7(2), 4502–4506.

Montaño Moreno, J. J., Palmer Pol, A., Sesé Abad, A., & Cajal Blasco, B. (2013). Using the R-MAPE Index As A Resistant Measure of Forecast Accuracy. *Psicothema*, 25(4), 500–506. <https://doi.org/10.7334/psicothema2013.23>

Moran, M. J., Shapiro, H. N., Boettner, D. D., & Bailey, M. B. (2011). Fundamentals of Engineering Thermodynamics. In *John Wiley & Sons, Inc*.



Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :

a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.

b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta

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

Mustangin, M., H., S., M., F., & S., R. (2018). *TURBIN UAP - Prinsip, Start-up, Perawatan, dan Penunjangnya: Vol. xvi*. Poltek LPP Press.

Nafilah, I., Nyoman U, I. B., & Lukitaningsih, A. (2021). Pengaruh Cost Saving, Time Saving, dan Trust Terhadap Purchase Intention Melalui Perceived Value Pada Konsumen. *Buletin Ekonomi*, 18(1), 57–66.

Okpatrioka. (2023). Research And Development (R&D) Penelitian Yang Inovatif Dalam Pendidikan. *Dharma Acariya Nusantara: Jurnal Pendidikan, Bahasa Dan Budaya*, 1(1), 86–100. <https://doi.org/10.47861/jdan.v1i1.154>

Pratama, Y., Radhiah, & Fauzan. (2023). Analisis Beban Generator Prototipe Pembangkit Listrik Tenaga Uap (PLTU). *Jurnal Tektro*, 7(1), 104–111.

PT Badak NGL. (2024). *Badak LNG Operating Manual Book of Plant-31 Boiler Steam Generation*. PT Badak NGL.

PT Badak NGL. (2024). *Badak LNG Operating Manual Book of Plant-31 Power Generator*. PT Badak NGL.

Puriyanto, R. D., & Rosyady, P. A. (2021). *Dasar-Dasar Pengukuran Besaran Listrik*. UAD Press.
https://www.google.co.id/books/edition/Dasar_Dasar_Pengukuran_Besaran_Listrik/RnIyEAAAQBAJ?hl=en&gbpv=0

Putri, D. N., Yuliani, A., Fatria, Amin, J. M., & Tahdid. (2022). Efisiensi Termal Water Tube Boiler Berbahan Bakar Gas dan Solar Pada Produksi Saturated dan Superheated Steam Berdasarkan Level Ketinggian Air dalam Steam Drum. *Distilasi*, 7(1), 1–7.

Refaldi, D. A., Faiz, A., Jawakory, M. R., & Rakhmawati, N. A. (2024). Analisis Korelasi Pearson: Faktor Pengaruh Generative AI terhadap Kemampuan Berpikir Kritis Mahasiswa ITS Surabaya. *Sistem Informasi Dan Aplikasi*, 3(3), 9–19.

Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :

a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.

b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta

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

Rudiyanto, B., Kusuma Wardani, T. A., Anwar, S., Al Jamali, L., Prasetyo, T., Mukti Wibowo, K., Agung Pambudi, N., & Huat Saw, L. (2019). Energy and Exergy Analysis of Steam Power Plant in Paiton, Indonesia. *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*, 268(1). <https://doi.org/10.1088/1755-1315/268/1/012091>

Sadrehaghighi, I. (2022). *Optimization Problem*. CFD Open. <https://doi.org/10.4018/978-1-5225-8933-4.ch013>

Saifudin, A. R., Gunawan, & Nurdin, A. (2022). Analisis Performansi Steam Turbine Generator 1 Pada Power Plant 2 Utilities PT Pertamina RU V Balikpapan. *Jurnal Rekayasa Mesin Dan Inovasi Teknologi*, 03(01), 174–178. <http://jurnal.ftm.uniba-bpn.ac.id/index.php/REMIT/article/view/41>

Saputra, A. N., Puspawan, A., & Supardi, N. I. (2021). Lube Oil Cooler Performance Analysis Before and After Maintenance Outage at PLTGU. *Rekayasa Mekanika*, 5(2), 19–27.

Saputra, B. A., & Nurato. (2023). Performance Analysis of A Single-Cylinder Type Steam Turbine With A Capacity of 3.5 MW Using Enthalpy Drop Method. *Sinergi (Indonesia)*, 27(3), 319–326. <https://doi.org/10.22441/sinergi.2023.3.003>

Schober, P., & Schwarte, L. A. (2018). Correlation Coefficients: Appropriate Use and Interpretation. *Anesthesia and Analgesia*, 126(5), 1763–1768. <https://doi.org/10.1213/ANE.0000000000002864>

Sembiring, T. B., Irmawati, Sabir, M., & Tjahyadi, I. (2023). *Buku Ajar Metodologi Penelitian (Teori dan Praktik)* (Issue 1). Saba Jaya Publisher.

Sidiq, A. N., & Anwar, M. (2021). Perbandingan Efisiensi Turbin Uap Kondisi Aktual Berbasis Data Komissioning Sesuai Standard ASME PTC 6. *Kilat*, 10(1), 190–199. <https://doi.org/10.33322/kilat.v10i1.1188>

Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :

a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.

b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta

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

Subagja, I. (2019). Peranan Perusahaan Migas Nasional Terhadap Ketersediaan Energi Indonesia. *Justitiable, 1*, 117–130.

Syahputri, A. Z., Fallenia, F. Della, & Syafitri, R. (2023). Kerangka Berfikir Penelitian Kuantitatif. *Tarbiyah: Jurnal Ilmu Pendidikan Dan Pengajaran, 2*(1), 160–166.

TÜV-Rheinland-Indonesia. (2023). *Final Report Boilers Detailed Energy Audit for PT Badak NGL Bontang-East Kalimantan*. www.tuv.com/id

Wulandari, P. F., Lutfiananda, D., & Sumada, K. (2023). Unjuk Kerja Dan Efisiensi Turbin Uap Dan Generator (TG-65) Pada Pembangkit Listrik Unit Sistem Utilitas Departemen Produksi IIIA PT Petrokimia Gresik. *SINERGI POLMED: Jurnal Ilmiah Teknik Mesin, 4*(1), 67–74.
<https://doi.org/10.51510/sinergipolmed.v4i1.1036>

Yunianto, I., Saragih, G., & Nurmadia Pasaribu, S. (2022). Perhitungan Steam Yang Dibutuhkan Pada Proses Pelumatan Buah Kelapa Sawit Di Unit Digester PT. Perkebunan Sumatera Utara PMKS Tanjung Kasau. *Rekayasa, Teknologi Proses Dan Sains Kimia, 1*(8), 1–12.

**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 1 – Parameter Kondisi Operasi *Steam Turbine Generator*

Steam Turbine Generator (Back Pressure)

BACK PRESSURE	31PG-09	31PG-10			31PG-13		
Parameter	Feb	Feb	Maret	April	Feb	Maret	April
Electrical Power (kW)	2849,98	5582,77	6753,64	6485,84	3546,02	5928,46	6113,79
Flow Steam (kg/hr)	125249,10	114996,62	131429,82	127948,99	91911,35	132818,51	135553,61
Pressure Inlet Steam (bar)	59,31	59,31	59,31	59,34	59,31	59,31	59,34
Temp. Inlet Steam (C)	448,02	447,01	448,15	447,57	445,25	445,70	445,81
Pressure Exhaust Steam (bar)	16,57	16,52	16,60	16,59	17,35	17,46	17,46
Temp. Exhaust Steam (C)	314,13	314,13	314,13	314,13	314,13	314,13	314,13
Entalpi Inlet Steam (kJ/kg)	3287,27	3296,78	3299,29	3298,18	3291,88	3293,42	3293,65
Entalpi Exhaust Steam (kJ/kg)	3065,54	3065,66	3065,46	3065,47	3063,55	3063,28	3063,25

Steam Turbine Generator (Condensing)

CONDENSING	31PG-11			31PG-12		
Parameter	Feb	Maret	April	Feb	Maret	April
Electrical Power (kW)	6370,8	6919,0	6456,9	7385,7	8162,8	8144,6
Flow Steam (kg/hr)	14152,9	15194,7	14304,7	16022,7	19613,5	19047,9
Pressure Inlet Steam (bar)	59,3	59,3	59,3	59,3	59,3	59,3
Temp. Inlet Steam (C)	450,8	451,2	451,9	446,4	448,0	447,9
Pressure Exhaust Steam (bar)	-0,9	-0,9	-0,9	-0,8	-0,8	-0,8
Temp. Exhaust Steam (C)	108,9	108,9	108,9	108,9	108,9	108,9
Flow Steam Ind/Ext (kg/hr)	28734,1	29660,1	28272,7	39156,2	34358,3	32185,8
Press. Steam Ind/Ext (bar)	3,0	2,9	3,0	2,9	2,8	2,9
Temp. Steam Ind/Ext (C)	153,5	151,9	154,6	153,5	151,9	154,6
Entalpi Inlet Steam (kJ/kg)	3305,8	3308,6	3307,2	3292,5	3298,0	3297,4
Entalpi Exhaust Steam (kJ/kg)	2268,1	2267,4	2268,9	2256,4	2257,7	2258,9
Entalpi Steam Ind/Ext (kJ/kg)	2769,1	2765,7	2771,4	2769,9	2766,6	2772,1

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

Lampiran 2 – Perhitungan Energi Panas Turbin

1. 31PG-10 (April 2025)

a) Mencari Energi Panas *Inlet* Turbin (Q_1)

Energi panas *inlet* turbin dihitung menggunakan persamaan (1) dengan diketahui data parameter jumlah *flow steam* ($\dot{m}_0$) sebesar 127949 kg/hr dan entalpi *inlet steam* (h_0) sebesar 3298,18 kJ/kg yang terdapat pada Lampiran 1. Energi panas *inlet* turbin yang dihasilkan adalah sebagai berikut.

$$\begin{aligned} &= \dot{m}_0 \times h_0 \\ &= 127949 \text{ kg/hr} \times 3298,18 \text{ kJ/kg} \\ &= 422000412 \text{ kJ/hr} \end{aligned}$$

b) Mencari Energi Panas *Exhaust* Turbin (Q_2)

Perhitungan energi panas *exhaust* turbin menggunakan persamaan (2) dengan diketahui data parameter jumlah *flow steam* ($\dot{m}_i$) sebesar 127949 kg/hr dan entalpi *exhaust steam* (h_i) sebesar 3065,47 kJ/kg yang terdapat pada Lampiran 1. Energi panas *exhaust* turbin yang dihasilkan adalah.

$$\begin{aligned} &= \dot{m}_i \times h_i \\ &= 127949 \text{ kg/hr} \times 3065,47 \text{ kJ/kg} \\ &= 392223319,4 \text{ kJ/hr} \end{aligned}$$

2. 31PG-11 (Maret 2025)

a) Mencari Energi Panas *Inlet* Turbin (Q_1)

Energi panas *inlet* turbin dihitung menggunakan persamaan (1) dengan Diketahui data parameter *inlet* turbin 31PG-11 yaitu jumlah laju alir *steam* ($\dot{m}_{HPS}$) sebesar 15194 kg/hr dan entalpi *inlet steam* (h_{HPS}) sebesar 3308,6 kJ/kg, serta parameter *induction* turbin yaitu laju alir *steam ind/ext* sebesar 28734 kg/hr dan entalpi *steam induction* sebesar 2765,7 kJ/kg yang terdapat pada Lampiran 1. Energi panas *inlet* turbin 31PG-11 yang dihasilkan sebagai berikut.

Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :

a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.

b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta

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

$$\begin{aligned}
 &= (\dot{m}_{HPS} \times h_{HPS}) + (\dot{m}_{i/e} \times h_{i/e}) \\
 &= (15194 \text{ kg/hr} \times 3308,6 \text{ kJ/kg}) + (28734 \text{ kg/hr} \times 2765,7 \text{ kJ/kg}) \\
 &= 132282474 \text{ kJ/hr}
 \end{aligned}$$

b) Mencari Energi Panas *Exhaust* Turbin (Q_2)

Perhitungan energi panas *exhaust* turbin *condensing* menggunakan persamaan (2) dengan menggunakan data *exhaust* turbin dan *induction* turbin. Diketahui data parameter *exhaust* turbin 31PG-11 yaitu entalpi *exhaust steam* sebesar 2267,4 kJ/kg yang terdapat pada Lampiran 1. Laju alir *steam exhaust* turbin dilakukan dengan menjumlahkan laju alir *steam inlet* dan *induction* turbin. Energi panas *exhaust* 31PG-11 yang dihasilkan sebagai berikut.

$$\begin{aligned}
 &= (\dot{m}_{HPS} + \dot{m}_{i/e}) \times h_i \\
 &= (14153 \text{ kg/hr} + 28734 \text{ kg/hr}) \times 2767,4 \text{ kJ/kg} \\
 &= 101705486,8 \text{ kJ/hr}
 \end{aligned}$$

3. 31PG-12 (Maret 2025)

a) Mencari Energi Panas *Inlet* Turbin (Q_1)

Energi panas *inlet* turbin dihitung menggunakan persamaan (1) dengan Diketahui data parameter *inlet* turbin 31PG-12 yaitu jumlah laju alir *steam* ($\dot{m}_{HPS}$) sebesar 19613,5 kg/hr dan entalpi *inlet steam* (h_{HPS}) sebesar 3298 kJ/kg, serta parameter *induction* turbin yaitu laju alir *steam ind/ext* sebesar 34358 kg/hr dan entalpi *steam induction* sebesar 2766,6 kJ/kg yang terdapat pada Lampiran 1. Energi panas *inlet* turbin 31PG-12 yang dihasilkan sebagai berikut.

$$\begin{aligned}
 &= (\dot{m}_{HPS} \times h_{HPS}) + (\dot{m}_{i/e} \times h_{i/e}) \\
 &= (19613,5 \text{ kg/hr} \times 3298 \text{ kJ/kg}) + (34358 \text{ kg/hr} \times 2766,6 \text{ kJ/kg}) \\
 &= 157611365,5 \text{ kJ/hr}
 \end{aligned}$$

b) Mencari Energi Panas *Exhaust* Turbin (Q_2)

Perhitungan energi panas *exhaust* turbin *condensing* menggunakan persamaan (2) dengan menggunakan data *exhaust* turbin dan *induction* turbin.

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

Diketahui data parameter *exhaust* turbin 31PG-12 yaitu entalpi *exhaust steam* sebesar 2257,7 kJ/kg yang terdapat pada Lampiran 1. Laju alir *steam exhaust* turbin dilakukan dengan menjumlahkan laju alir *steam inlet* dan *induction* turbin. Energi panas *exhaust* 31PG-12 yang dihasilkan sebagai berikut.

$$\begin{aligned} &= (\dot{m}_{HPS} + \dot{m}_{i/e}) \times h_i \\ &= (19613,5 \text{ kg/hr} + 34358 \text{ kg/hr}) \times 2257,7 \text{ kJ/kg} \\ &= 120404693 \text{ kJ/hr} \end{aligned}$$

4. 31PG-12 (April 2025)

a) Mencari Energi Panas *Inlet* Turbin (Q_1)

Energi panas *inlet* turbin dihitung menggunakan persamaan (1) dengan Diketahui data parameter *inlet* turbin 31PG-12 yaitu jumlah laju alir *steam* ($\dot{m}_{HPS}$) sebesar 19047,9 kg/hr dan entalpi *inlet steam* (h_{HPS}) sebesar 3297,4 kJ/kg, serta parameter *induction* turbin yaitu laju alir *steam ind/ext* sebesar 32186 kg/hr dan entalpi *steam induction* sebesar 2772 kJ/kg yang terdapat pada Lampiran 1. Energi panas *inlet* turbin 31PG-12 yang dihasilkan sebagai berikut.

$$\begin{aligned} &= (\dot{m}_{HPS} \times h_{HPS}) + (\dot{m}_{i/e} \times h_{i/e}) \\ &= (19047,9 \text{ kg/hr} \times 3297,4 \text{ kJ/kg}) + (32186 \text{ kg/hr} \times 2772 \text{ kJ/kg}) \\ &= 152043152,5 \text{ kJ/hr} \end{aligned}$$

b). Mencari Energi Panas *Exhaust* Turbin (Q_2)

Perhitungan energi panas *exhaust* turbin *condensing* menggunakan persamaan (2) dengan menggunakan data *exhaust* turbin dan *induction* turbin. Diketahui data parameter *exhaust* turbin 31PG-12 yaitu entalpi *exhaust steam* sebesar 2258,9 kJ/kg yang terdapat pada Lampiran 1. Laju alir *steam exhaust* turbin dilakukan dengan menjumlahkan laju alir *steam inlet* dan *induction* turbin. Energi panas *exhaust* 31PG-12 yang dihasilkan sebagai berikut.

$$\begin{aligned} &= (\dot{m}_{HPS} + \dot{m}_{i/e}) \times h_i \\ &= (19047,9 \text{ kg/hr} + 32186 \text{ kg/hr}) \times 2258,9 \text{ kJ/kg} \end{aligned}$$

Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :

a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.

b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta

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

$$= 115729255,7 \text{ kJ/hr}$$

5. 31PG-13 (Maret 2025)

a) Mencari Energi Panas *Inlet* Turbin (Q_1)

Energi panas *inlet* turbin dihitung menggunakan persamaan (1) dengan diketahui data parameter jumlah *flow steam* ($\dot{m}$) sebesar 132818,5 kg/hr dan entalpi *inlet steam* (h_1) sebesar 3293,42 kJ/kg yang terdapat pada Lampiran 1. Energi panas *inlet* turbin yang dihasilkan adalah sebagai berikut.

$$\begin{aligned} &= \dot{m} \times h_1 \\ &= 132818,5 \text{ kg/hr} \times 3293,42 \text{ kJ/kg} \\ &= 437426908,3 \text{ kJ/hr} \end{aligned}$$

b) Mencari Energi Panas *Exhaust* Turbin (Q_2)

Perhitungan energi panas *exhaust* turbin menggunakan persamaan (2) dengan diketahui data parameter jumlah *flow steam* ($\dot{m}$) sebesar 132818,5 kg/hr dan entalpi *exhaust steam* (h_2) sebesar 3063,28 kJ/kg yang terdapat pada Lampiran 1. Energi panas *exhaust* turbin yang dihasilkan adalah.

$$\begin{aligned} &= \dot{m} \times h_2 \\ &= 132818,5 \text{ kg/hr} \times 3063,28 \text{ kJ/kg} \\ &= 406859551,4 \text{ kJ/hr} \end{aligned}$$

6. 31PG-13 (April 2025)

a) Mencari Energi Panas *Inlet* Turbin (Q_1)

Energi panas *inlet* turbin dihitung menggunakan persamaan (1) dengan diketahui data parameter jumlah *flow steam* ($\dot{m}$) sebesar 135553,6 kg/hr dan entalpi *inlet steam* (h_1) sebesar 3293,65 kJ/kg yang terdapat pada Lampiran 1. Energi panas *inlet* turbin yang dihasilkan adalah sebagai berikut.

$$\begin{aligned} &= \dot{m} \times h_1 \\ &= 135553,6 \text{ kg/hr} \times 3293,65 \text{ kJ/kg} \\ &= 446468305,8 \text{ kJ/hr} \end{aligned}$$

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

b) Mencari Energi Panas *Exhaust* Turbin (Q_2)

Perhitungan energi panas *exhaust* turbin menggunakan persamaan (2) dengan diketahui data parameter jumlah *flow steam* ($\dot{m}$) sebesar 135553,6 kg/hr dan entalpi *exhaust steam* (h_2) sebesar 3063,25 kJ/kg yang terdapat pada Lampiran 1. Energi panas *exhaust* turbin yang dihasilkan adalah.

$$\begin{aligned} &= \dot{m} \times h_2 \\ &= 135553,6 \text{ kg/hr} \times 3063,25 \text{ kJ/kg} \\ &= 415235185,5 \text{ kJ/hr} \end{aligned}$$



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 3 – Perhitungan *Turbine Heat Rate* (THR)

1. 31PG-10 (April 2025)

Nilai *Turbine Heat Rate* yang dihasilkan adalah sebagai berikut.

$$\begin{aligned} &= \frac{Q_1 - Q_2}{P} \\ &= \frac{422000412 \text{ kJ/hr} - 392223319 \text{ kJ/hr}}{6485,84 \text{ kW}} \\ &= 4594,78 \text{ kJ/kWh} \end{aligned}$$

2. 31PG-11 (Maret 2025)

Nilai *Turbine Heat Rate* yang dihasilkan adalah sebagai berikut.

$$\begin{aligned} &= \frac{Q_1 - Q_2}{P} \\ &= \frac{132282474 \text{ kJ/hr} - 101705486,8 \text{ kJ/hr}}{6919 \text{ kW}} \\ &= 4423,44 \text{ kJ/kWh} \end{aligned}$$

3. 31PG-11 (April 2025)

Nilai *Turbine Heat Rate* yang dihasilkan adalah sebagai berikut.

$$\begin{aligned} &= \frac{Q_1 - Q_2}{P} \\ &= \frac{125687335 \text{ kJ/hr} - 96598620 \text{ kJ/hr}}{6456,9 \text{ kW}} \\ &= 4504,30 \text{ kJ/kWh} \end{aligned}$$

4. 31PG-12 (Maret 2025)

Nilai *Turbine Heat Rate* yang dihasilkan adalah sebagai berikut.

$$\begin{aligned} &= \frac{Q_1 - Q_2}{P} \\ &= \frac{157611365 \text{ kJ/hr} - 120404693 \text{ kJ/hr}}{8162,8 \text{ kW}} \\ &= 4562,20 \text{ kJ/kWh} \end{aligned}$$

Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :

a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.

b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta

2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

5. 31PG-12 (April 2025)

Nilai *Turbine Heat Rate* yang dihasilkan adalah sebagai berikut.

$$\begin{aligned} &= \frac{Q_1 - Q_2}{P} \\ &= \frac{152043152,5 \text{ kJ/hr} - 115729256 \text{ kJ/hr}}{8144,6 \text{ kW}} \\ &= 4458,3 \text{ kJ/kWh} \end{aligned}$$

6. 31PG-13 (Maret 2025)

Nilai *Turbine Heat Rate* yang dihasilkan adalah sebagai berikut.

$$\begin{aligned} &= \frac{Q_1 - Q_2}{P} \\ &= \frac{437426908,3 \text{ kJ/hr} - 406859551 \text{ kJ/hr}}{5928,46 \text{ kW}} \\ &= 5157 \text{ kJ/kWh} \end{aligned}$$

7. 31PG-13 (April 2025)

Nilai *Turbine Heat Rate* yang dihasilkan adalah sebagai berikut.

$$\begin{aligned} &= \frac{Q_1 - Q_2}{P} \\ &= \frac{446468305,8 \text{ kJ/hr} - 415235185 \text{ kJ/hr}}{6113,79 \text{ kW}} \\ &= 5109,5 \text{ kJ/kWh} \end{aligned}$$

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 4 – Perhitungan Nilai Efisiensi *Steam Turbine*

1. 31PG-10 (April 2025)

Nilai efisiensi *steam turbine* yang dihasilkan adalah sebagai berikut.

$$\begin{aligned} &= \frac{Q \text{ dalam } 1 \text{ kWh}}{THR} \times 100\% \\ &= \frac{3600 \text{ kJ/kWh}}{4594,78 \text{ kJ/kWh}} \times 100\% \\ &= 78,37\% \end{aligned}$$

2. 31PG-11 (Maret 2025)

Nilai efisiensi *steam turbine* yang dihasilkan adalah sebagai berikut.

$$\begin{aligned} &= \frac{Q \text{ dalam } 1 \text{ kWh}}{THR} \times 100\% \\ &= \frac{3600 \text{ kJ/kWh}}{4423 \text{ kJ/kWh}} \times 100\% \\ &= 81,44\% \end{aligned}$$

3. 31PG-11 (April 2025)

Nilai efisiensi *steam turbine* yang dihasilkan adalah sebagai berikut.

$$\begin{aligned} &= \frac{Q \text{ dalam } 1 \text{ kWh}}{THR} \times 100\% \\ &= \frac{3600 \text{ kJ/kWh}}{4504 \text{ kJ/kWh}} \times 100\% \\ &= 79,94\% \end{aligned}$$

4. 31PG-12 (Maret 2025)

Nilai efisiensi *steam turbine* yang dihasilkan adalah sebagai berikut.

$$\begin{aligned} &= \frac{Q \text{ dalam } 1 \text{ kWh}}{THR} \times 100\% \\ &= \frac{3600 \text{ kJ/kWh}}{4562 \text{ kJ/kWh}} \times 100\% \\ &= 78,95\% \end{aligned}$$

Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :

a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.

b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta

2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

5. 31PG-12 (April 2025)

Nilai efisiensi *steam turbine* yang dihasilkan adalah sebagai berikut.

$$\begin{aligned} &= \frac{Q \text{ dalam } 1 \text{ kWh}}{THR} \times 100\% \\ &= \frac{3600 \text{ kJ/kWh}}{4458,28 \text{ kJ/kWh}} \times 100\% \\ &= 80,96\% \end{aligned}$$

6. 31PG-13 (Maret 2025)

Nilai efisiensi *steam turbine* yang dihasilkan adalah sebagai berikut.

$$\begin{aligned} &= \frac{Q \text{ dalam } 1 \text{ kWh}}{THR} \times 100\% \\ &= \frac{3600 \text{ kJ/kWh}}{5157,76 \text{ kJ/kWh}} \times 100\% \\ &= 69,81\% \end{aligned}$$

7. 31PG-13 (April 2025)

Nilai efisiensi *steam turbine* yang dihasilkan adalah sebagai berikut.

$$\begin{aligned} &= \frac{Q \text{ dalam } 1 \text{ kWh}}{THR} \times 100\% \\ &= \frac{3600 \text{ kJ/kWh}}{5109,5 \text{ kJ/kWh}} \times 100\% \\ &= 70,46\% \end{aligned}$$

POLITEKNIK
NEGERI
JAKARTA

Lampiran 5 – Pemodelan *Steam Turbine Generator* Melalui Simulasi Aspen HYSYS

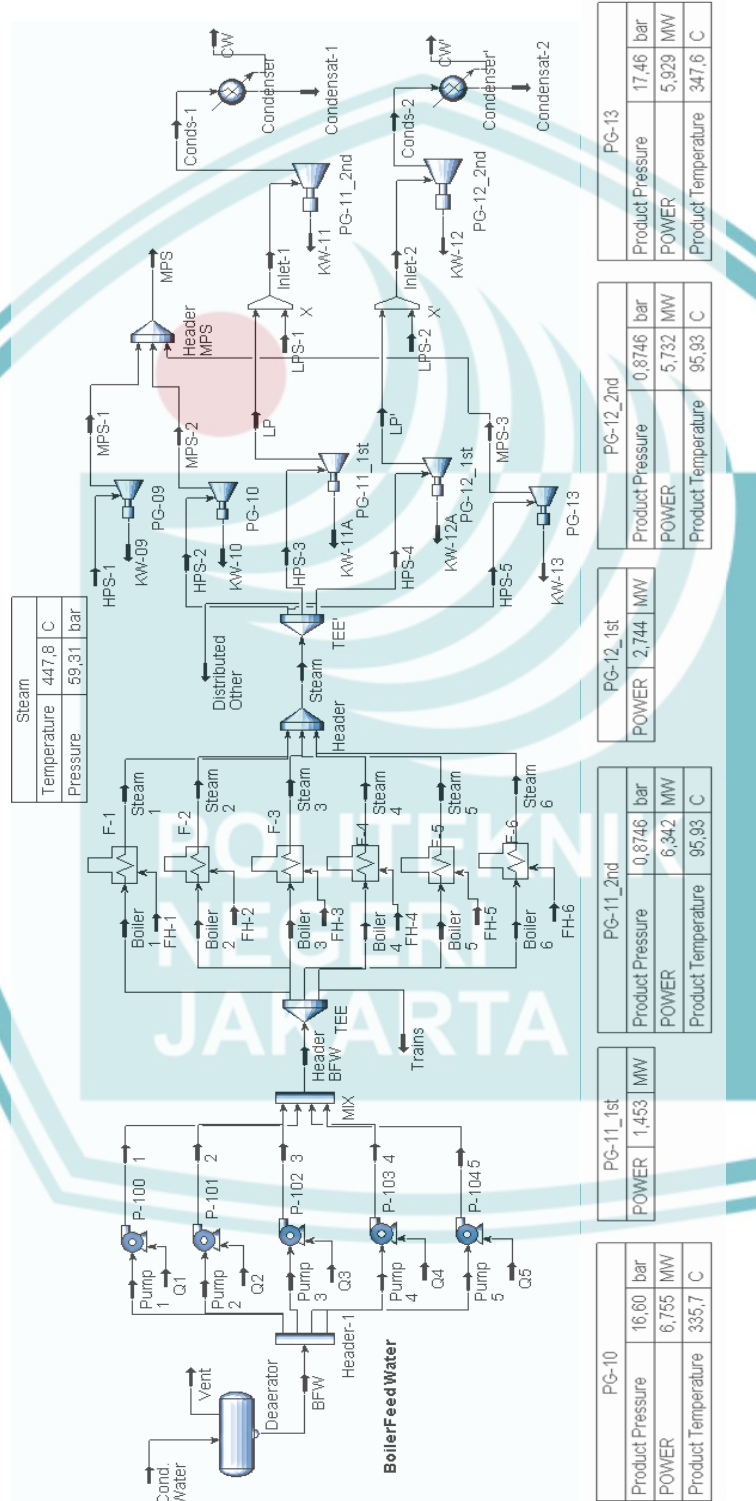
Hak Cipta :

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 6 – Perhitungan Nilai *Heat Flow* Turbin

1. 31PG-10

$$\begin{aligned} &= Q_1 - Q_2 \\ &= 379122181,8 \text{ kJ/hr} - 352539836 \text{ kJ/hr} \\ &= 26582345,8 \text{ kJ/hr} \end{aligned}$$

2. 31PG-11

$$\begin{aligned} &= Q_1 - Q_2 \\ &= 126355857 \text{ kJ/hr} - 97272647,87 \text{ kJ/hr} \\ &= 29083209 \text{ kJ/hr} \end{aligned}$$

3. 31PG-12

$$\begin{aligned} &= Q_1 - Q_2 \\ &= 161215377,1 \text{ kJ/hr} - 124506938 \text{ kJ/hr} \\ &= 36708439 \text{ kJ/hr} \end{aligned}$$

4. 31PG-13

$$\begin{aligned} &= Q_1 - Q_2 \\ &= 302565213,1 \text{ kJ/hr} - 281574444 \text{ kJ/hr} \\ &= 31233120,4 \text{ kJ/hr} \end{aligned}$$

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 7 – Perhitungan *Error Metode MAPE* Masing-masing *Steam Turbin Generator*

a. 31PG-10

$$= \frac{1}{n} \sum_{t=1}^n \frac{|y_t - \hat{y}_t|}{y_t} \times 100\%$$

$$= \frac{1}{1} \sum_{t=1}^1 \frac{|26582345 \text{ kJ/hr} - 25474449,9 \text{ kJ/hr}|}{26582345 \text{ kJ/hr}} \times 100\%$$

$$= 4\%$$

b. 31PG-11

$$= \frac{1}{n} \sum_{t=1}^n \frac{|y_t - \hat{y}_t|}{y_t} \times 100\%$$

$$= \frac{1}{1} \sum_{t=1}^1 \frac{|29083209 \text{ kJ/hr} - 28129709 \text{ kJ/hr}|}{29083209 \text{ kJ/hr}} \times 100\%$$

$$= 3\%$$

c. 31PG-12

$$= \frac{1}{n} \sum_{t=1}^n \frac{|y_t - \hat{y}_t|}{y_t} \times 100\%$$

$$= \frac{1}{1} \sum_{t=1}^1 \frac{|36708439 \text{ kJ/hr} - 35524603 \text{ kJ/hr}|}{36708439 \text{ kJ/hr}} \times 100\%$$

$$= 3\%$$

d. 31PG-13

$$= \frac{1}{n} \sum_{t=1}^n \frac{|y_t - \hat{y}_t|}{y_t} \times 100\%$$

$$= \frac{1}{1} \sum_{t=1}^1 \frac{|20990769,1 \text{ kJ/hr} - 20095151,9 \text{ kJ/hr}|}{20990769,1 \text{ kJ/hr}} \times 100\%$$

$$= 4\%$$

Lampiran 8 – Hasil Optimasi Pada Pemodelan *Steam Turbine Generator*

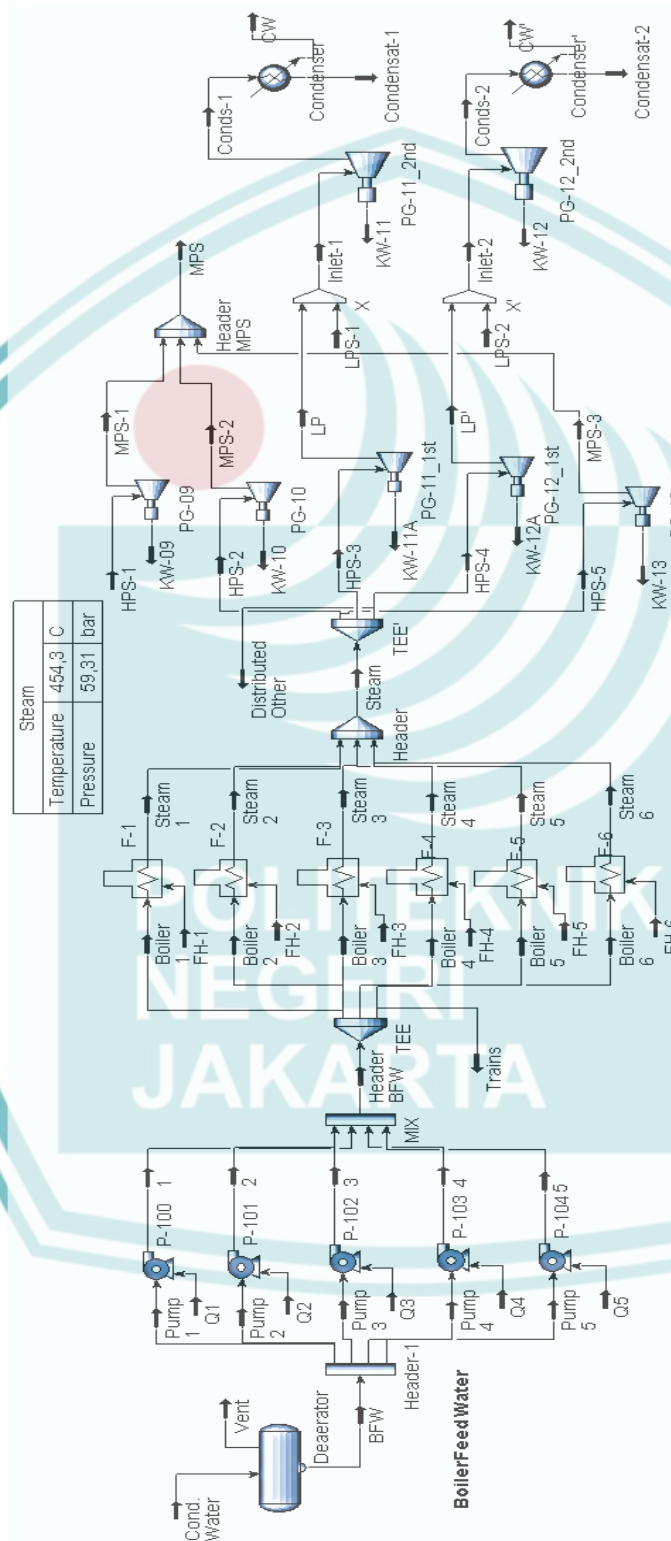
Hak Cipta :

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

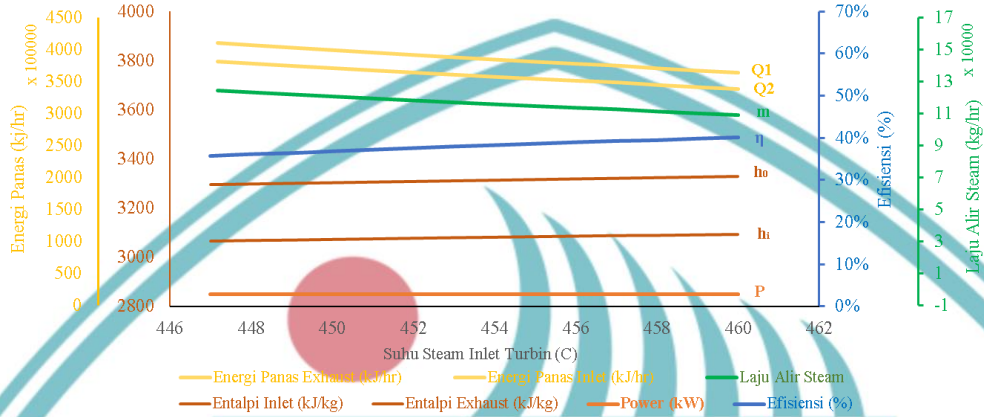
2. Dilarang mengumunkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta



Lampiran 9 – Parameter Operasional Hasil Optimasi

31PG-09

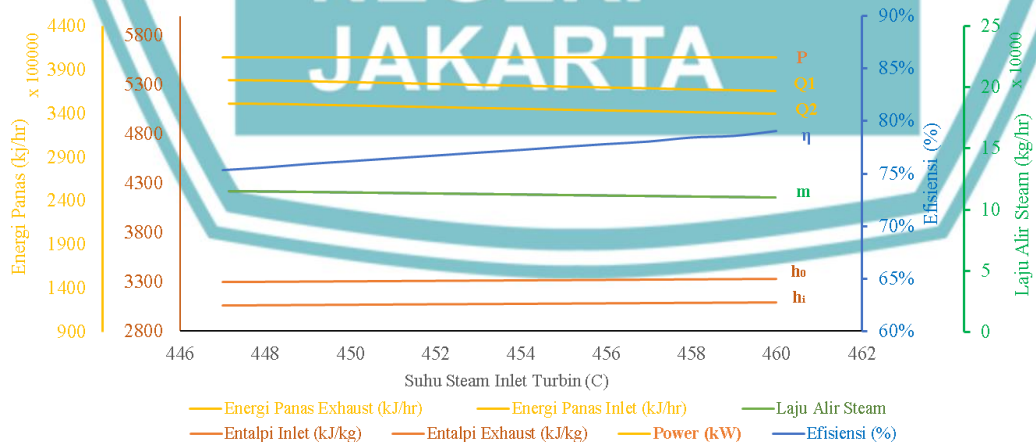
Parameter Operasional Hasil Optimasi 31PG-09



	P ₀	T ₀	P ₁	T ₁	P _{ind}	T _{ind}	m	m _{ind}	h ₀	h ₁	h _{ind}	P (kW)	Q1	Q2	THR	η (%)
31PG-09	59,3124	447	16,56756	314,13	-	-	124520	-	3296,6	3065,54	-	2850	410492632	381721040,8	10095,2952	35,66%
	59,3124	448	16,56756	315,4	-	-	123200	-	3299,03	3068,37	-	2850	406440496	378023184	9970,98667	36,10%
	59,3124	449	16,56756	316,13	-	-	121930	-	3301,47	3070	-	2850	402548237,1	374325100	9902,85512	36,35%
	59,3124	450	16,56756	317,23	-	-	120690	-	3303,9	3072,85	-	2850	398747691	370862266,5	9784,35947	36,79%
	59,3124	451	16,56756	318,32	-	-	119450	-	3306,33	3075,32	-	2850	394941118,5	367346974	9682,15596	37,18%
	59,3124	452	16,56756	319,42	-	-	118250	-	3308,76	3077,77	-	2850	391260870	363946302,5	9584,05877	37,56%
	59,3124	453	16,56756	320,52	-	-	117050	-	3311,19	3080,21	-	2850	387574789,5	360538580,5	9486,38912	37,95%
	59,3124	454	16,56756	321,61	-	-	115900	-	3313,62	3082,28	-	2850	384048558	357236252	9407,82667	38,27%
	59,3124	455	16,56756	322,71	-	-	114820	-	3316,05	3084,63	-	2850	380748861	354177216,6	9323,384	38,61%
	59,3124	456	16,56756	323,81	-	-	113770	-	3318,47	3087,07	-	2850	377542331,9	351215953,9	9237,32561	38,97%
	59,3124	457	16,56756	324,9	-	-	112860	-	3320,89	3089,49	-	2850	374795645,4	348679841,4	9163,44	39,29%
	59,3124	458	16,56756	325,09	-	-	111490	-	3323,31	3090,1	-	2850	370515831,9	344515249	9123,01154	39,46%
	59,3124	459	16,56756	326,08	-	-	110330	-	3325,73	3092,4	-	2850	366927790,9	341184492	9032,73646	39,86%
	59,3124	460	16,56756	327,07	-	-	109290	-	3328,15	3094,3	-	2850	363733513,5	338176047	8967,53211	40,14%

31PG-10

Parameter Operasional Hasil Optimasi 31PG-10





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

	P0	T0	Pi	Ti	P ind	T ind	m	m ind	h0	hi	h ind	P (kW)	Q1	Q2	THR	η (%)
31PG-10	59,3124	447	16,52016	313,93	-	-	114820	-	3296,6	3064,22	-	5583	378515612	351833740,4	4779,127996	75,33%
	59,3124	448	16,52016	315,2	-	-	114620	-	3299,03	3067,05	-	5583	378134818,6	351545271	4762,591367	75,59%
	59,3124	449	16,52016	315,93	-	-	114210	-	3301,47	3069,67	-	5583	377060888,7	350587010,7	4741,873186	75,92%
	59,3124	450	16,52016	317,03	-	-	113820	-	3303,9	3072,12	-	5583	376049898	349668698,4	4725,273079	76,19%
	59,3124	451	16,52016	318,12	-	-	113410	-	3306,33	3074,55	-	5583	374970885,3	348684715,5	4708,2518	76,46%
	59,3124	452	16,52016	319,22	-	-	113020	-	3308,76	3077	-	5583	373956055,2	347762540	4691,655956	76,73%
	59,3124	453	16,52016	320,32	-	-	112620	-	3311,19	3079,44	-	5583	372906217,8	346806532,8	4674,849543	77,01%
	59,3124	454	16,52016	321,41	-	-	112230	-	3313,62	3081,86	-	5583	371887572,6	345877147,8	4658,861687	77,27%
	59,3124	455	16,52016	322,51	-	-	111820	-	3316,05	3084,3	-	5583	370800711	344886426	4641,641591	77,56%
	59,3124	456	16,52016	323,61	-	-	111440	-	3318,47	3086,74	-	5583	369810296,8	343986305,6	4625,468601	77,83%
	59,3124	457	16,52016	324,7	-	-	111090	-	3320,89	3089,16	-	5583	368817670,1	343174784,4	4610,941376	78,08%
	59,3124	458	16,52016	325,8	-	-	110630	-	3323,31	3091,76	-	5583	367657785,3	342041408,8	4588,281659	78,46%
	59,3124	459	16,52016	326,7	-	-	110290	-	3325,73	3093,93	-	5583	366794761,7	341229539,7	4579,119112	78,62%
	59,3124	460	16,52016	327,87	-	-	109850	-	3328,15	3096,8	-	5583	365597277,5	340183480	4551,996686	79,09%

31PG-11

Parameter Operasional Hasil Optimasi 31PG-11



	P0	T0	Pi	Ti	P ind	T ind	m	m ind	h0	hi	h ind	P (kW)	Q1	Q2	THR	η (%)
31PG-11	59,3124	447	0,8714	108,61	2,96	143,1	14520	28734,1	3296,6	2287,86	2744,54	6371	126728518,8	98959325,23	4358,686798	82,59%
	59,3124	448	0,8714	108,61	2,96	143,1	14390	28734,1	3299,03	2287,86	2744,54	6371	126334928,5	98661903,43	4343,592072	82,88%
	59,3124	449	0,8714	108,61	2,96	143,1	14170	28734,1	3301,47	2287,86	2744,54	6371	125643716,7	98158574,23	4314,101787	83,45%
	59,3124	450	0,8714	108,71	2,96	143,1	14165	28733,2	3303,9	2289,06	2744,54	6371	125659160,2	98196553,69	4310,564517	83,52%
	59,3124	451	0,8714	108,71	2,96	143,1	14090	28733,2	3306,33	2289,06	2744,54	6371	125445606,4	98024874,19	4303,991875	83,64%
	59,3124	452	0,8714	108,73	2,96	143,1	13975	28734,4	3308,76	2289,26	2744,54	6371	125102631,2	97772921,04	4289,704934	83,92%
	59,3124	453	0,8714	108,73	2,96	143,1	13930	28734,4	3311,19	2289,26	2744,54	6371	124987586,9	97669904,34	4287,817067	83,96%
	59,3124	454	0,8714	108,86	2,96	143,1	13905	28734,4	3313,62	2290,46	2744,54	6371	124938596,3	97663840,12	4281,079289	84,09%
	59,3124	455	0,8714	108,86	2,96	143,1	13780	28734,4	3316,05	2290,46	2744,54	6371	124557879,2	97377532,62	4266,260642	84,38%
	59,3124	456	0,8714	108,86	2,96	143,1	13715	28734,4	3318,47	2290,46	2744,54	6371	124375526,2	97228652,72	4261,006671	84,49%
	59,3124	457	0,8714	108,86	2,96	143,1	13589	28734,4	3320,89	2290,46	2744,54	6371	123990284,4	96940054,76	4245,837329	84,79%
	59,3124	458	0,8714	108,97	2,96	143,1	13510	28734,4	3323,31	2291,55	2744,54	6371	123760628,3	96805154,82	4230,964284	85,09%
	59,3124	459	0,8714	108,97	2,96	143,1	13380	28734,4	3325,73	2291,55	2744,54	6371	123360977,6	96507253,32	4214,993605	85,41%
	59,3124	460	0,8714	108,97	2,96	143,1	13320	28734,4	3328,15	2291,55	2744,54	6371	123193668,2	96369760,32	4210,313586	85,50%

Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :

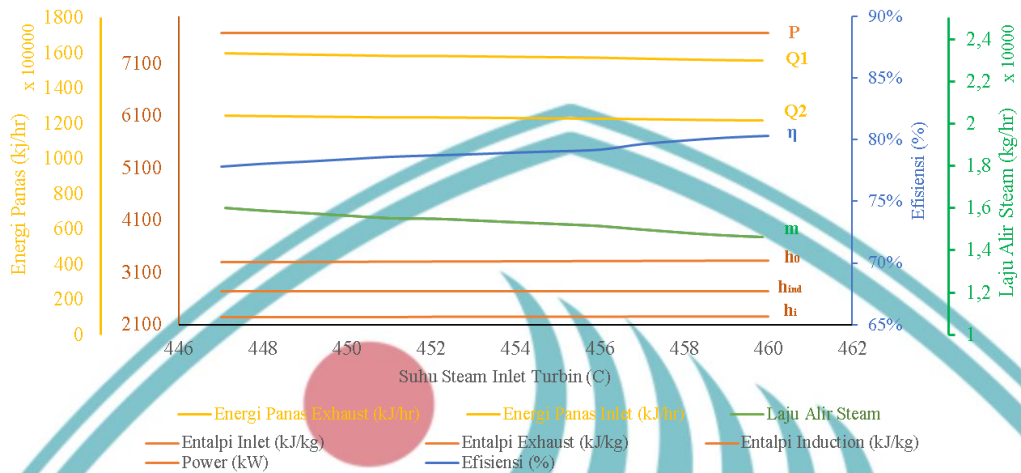
a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian , penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.

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

31PG-12

Parameter Operasional Hasil Optimasi 31PG-12



	P0	T0	Pi	Ti	P ind	T ind	m	m ind	h o	h i	h ind	P (kW)	Q1	Q2	THR	η (%)
31PG-12	59,3124	447	0,808	107,96	2,85	141,8	15990	39156,2	3296,6	2258,57	2742,68	7686	160105560,6	124551552,9	4625,814166	77,82%
	59,3124	448	0,808	107,96	2,85	141,8	15850	39156,2	3299,03	2258,57	2742,68	7686	159682552,1	124235353,1	4611,91764	78,06%
	59,3124	449	0,808	107,96	2,85	141,8	15740	39156,2	3301,47	2258,57	2742,68	7686	159358064,4	123986910,4	4602,023677	78,23%
	59,3124	450	0,808	107,96	2,85	141,8	15620	39156,2	3303,9	2258,57	2742,68	7686	158999844,6	123715882	4590,679493	78,42%
	59,3124	451	0,808	107,96	2,85	141,8	15500	39156,2	3306,33	2258,57	2742,68	7686	158641041,6	123444853,6	4579,25943	78,62%
	59,3124	452	0,808	108,05	2,85	141,8	15480	39156,6	3308,76	2259,75	2742,68	7686	158613628,5	123465056,9	4573,064226	78,72%
	59,3124	453	0,808	108,05	2,85	141,8	15400	39156,6	3311,19	2259,75	2742,68	7686	158386349,7	123284276,9	4567,014421	78,83%
	59,3124	454	0,808	108,05	2,85	141,8	15310	39156,6	3313,62	2259,75	2742,68	7686	158125545,9	123080899,4	4559,542875	78,96%
	59,3124	455	0,808	108,05	2,85	141,8	15230	39156,6	3316,05	2259,75	2742,68	7686	157897465,2	122900119,4	4553,388738	79,06%
	59,3124	456	0,808	108,05	2,85	141,8	15140	39156,6	3318,47	2259,75	2742,68	7686	157635659,5	122696741,9	4545,786838	79,19%
	59,3124	457	0,808	108,14	2,85	141,8	14980	39156,6	3320,89	2260,93	2742,68	7686	157140955,9	122399063	4520,152596	79,64%
	59,3124	458	0,808	108,14	2,85	141,8	14830	39156,6	3323,31	2260,93	2742,68	7686	156678711	122059923,5	4504,13576	79,93%
	59,3124	459	0,808	108,14	2,85	141,8	14700	39156,6	3325,73	2260,93	2742,68	7686	156282254,7	121766002,6	4490,795219	80,16%
	59,3124	460	0,808	108,14	2,85	141,8	14610	39156,6	3328,15	2260,93	2742,68	7686	156018295,2	121562518,9	4482,926913	80,30%

31PG-13

Parameter Operasional Hasil Optimasi 31PG-13



	P0	T0	Pi	Ti	P ind	T ind	m	m ind	h o	h i	h ind	P (kW)	Q1	Q2	THR	η (%)
31PG-13	59,3124	447	17,34864	317,63	-	-	91650	-	3296,6	3071,39	-	3046	302133390	281492893,5	6776,262804	53,13%
	59,3124	448	17,34864	318,73	-	-	91400	-	3299,03	3073,86	-	3046	301531342	280950804	6756,578464	53,28%
	59,3124	449	17,34864	319,84	-	-	91250	-	3301,47	3076,34	-	3046	301259137,5	280716025	6744,291694	53,38%
	59,3124	450	17,34864	320,94	-	-	90940	-	3303,9	3078,39	-	3046	300456666	279948786,6	6732,724688	53,47%
	59,3124	451	17,34864	321,05	-	-	90720	-	3306,33	3080,94	-	3046	299950257,6	279502876,8	6712,863033	53,63%
	59,3124	452	17,34864	322,14	-	-	90570	-	3308,76	3083,47	-	3046	299674393,2	279269877,9	6698,790315	53,74%
	59,3124	453	17,34864	323,24	-	-	90400	-	3311,19	3085,93	-	3046	299331576	278968072	6685,32633	53,85%
	59,3124	454	17,34864	324,34	-	-	90230	-	3313,62	3088,38	-	3046	298987932,6	278664527,4	6672,161917	53,96%
	59,3124	455	17,34864	325,44	-	-	90110	-	3316,05	3090,83	-	3046	298809265,5	278514691,3	6662,696717	54,03%
	59,3124	456	17,34864	326,55	-	-	90010	-	3318,47	3093,3	-	3046	298695484,7	278427933	6653,825246	54,10%
	59,3124	457	17,34864	327,65	-	-	89870	-	3320,89	3096,75	-	3046	298448384,3	278304922,5	6613,086605	54,44%
	59,3124	458	17,34864	328,76	-	-	89410	-	3323,31	3098,22	-	3046	297137147,1	277011850,2	6607,123079	54,49%
	59,3124	459	17,34864	329,86	-	-	89220	-	3325,73	3101,66	-	3046	296721630,6	276730105,2	6563,205975	54,85%
	59,3124	460	17,34864	330,96	-	-	89000	-	3328,15	3106	-	3046	296205350	276434000	6490,92521	55,46%

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 10 – Memorandum Kalibrasi Instrumentasi Power Generator Utilities-II



Badak LNG

MEMORANDUM

Batang, 23 April 2025
No:070/BP3.1/2025-804.04

To : Manager, Instrument & Electrical
From : Manager, Process Engineering & Energy Conservation
Attach : 1 (one) bundle
Subject : Request Calibration for Power Generator Module II

Process Engineering & Energy Conservation plans to conduct higher temperature of HP Steam in Utilities Module II. The purpose of this test is to observe and evaluate whether higher temperature of HP Steam will lead to higher efficiency of Power Generator in Utilities Module II. The test will be conducted in 19 – 21 May 2025 tentatively.

Prior to conduct this test, we would like to request Instrumentation Section to calibrate instrumentation used in the attached document. Concurrently, Work Request (BPK) for instrument recalibration work will be issued by Utilities Section.

Should you have any question or clarification on this request, please contact Teguh Pratama (3571). Your kind attention and cooperation is highly appreciated.

Act. Process Engineering & Energy Conservation Manager

Zaki Anif
Zaki Anif

Cc:
1. Technical Section Manager
2. Quality Assurance Manager
3. Maintenance Senior Manager
4. Utilities Manager
5. Maintenance Planning & TA Manager

AKS / TGH
AKS / TGH

Processed using the free version of Wotamarkify. The paid version does not add this mark.

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



ATTACHMENT
INSTRUMENT LIST

No	Description	Tag Number
1.	Turbine Generator 31PG-09	
1.1	Temp. Steam Inlet Turbine	TI-238-9A
1.2	Press. Steam Inlet Turbine	PI-278-9A
2.	Turbine Generator 31PG-10	
2.1	Temp. Steam Inlet Turbine	TI-238-10A
2.2	Press. Steam Inlet Turbine	PI-278-10A
2.3	Flow Steam Inlet Turbine	FI-243-10A
3.	Turbine Generator 31PG-11	
3.1	Temp. Steam Inlet Turbine	TI-238-11A
3.2	Temp. Steam Inlet Turbine (Local)	TE-238-11
3.3	Press. Steam Inlet Turbine	PI-278-11A
3.4	Press. Induction/Extraction Turbine	PI-281-11B
3.5	Flow Steam Inlet Turbine	FI-243-11
4.	Turbine Generator 31PG-12	
4.1	Temp. Steam Inlet Turbine	TI-238-12B
4.2	Temp. Steam Inlet Turbine (Local)	TE-238-12
4.3	Press. Steam Inlet Turbine	PI-278-12A
4.4	Press. Induction/Extraction Turbine	PI-281-12B
4.5	Flow Steam Inlet Turbine	FI-243-12
5.	Turbine Generator 31PG-13	
5.1	Temp. Steam Inlet Turbine	TI-238-13A
5.2	Press. Steam Inlet Turbine	PI-278-13A
5.3	Flow Steam Inlet Turbine	FI-243-13A
6.	Output Boiler	
6.1	Temp. HP Steam Output Boiler F-21	31-TIC-B-21



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 11 – Memorandum Review PHA Meeting dan Dokumentasi



PHA REVIEW NOTES & RECOMMENDATIONS

Project Title : Higher Temperature of High-Pressure Steam (HPS) to Increase Steam Turbine Efficiency.

PHA Committee/Sub-Committee Notes

A plant test will be conducted to monitor efficiency of Steam Turbine in Power Generator Unit of Utilities Module II. It is suggested that by increasing temperature of HPS will lead to higher efficiency of Power Generator in Utilities Module II. HPS temperature will be increased at maximum 5°C. Maximum Allowable Working Pressure from HPS Header to Steam Turbine Inlet is 68.5 kg/cm² for 454°C of steam. It refers to general specification of piping material from header to Inlet which is Chromium Molybdenum Steel (JF2H). Temperature of each running Boiler will be set 5 degrees higher than current set (31TIC-6).
PHA Meeting was conducted on June 20th to evaluate the possible consequences and its mitigations. Based on assessment, the risk is quite low, by implementing following recommendations, the risk can be decreased from 8 (Medium) to 4 (Low).

PHA Committee/Sub-Committee Recommendations

No	Recommendations	PIC	Target Date	Verified by	Status	Remarks
1	Calibration of temperature, pressure, flow indicator in Steam Turbine area	INST	Before execution	PE&EC	Closed	Done
2	If alarm of 31-TAH-6: 455 degC goes off, one of boiler set value 31TIC-6 can be reduce from 455 to as low as 450 (previous set) compensate the overheating.	OPR	During execution	PE&EC	Open	
3	Monitor PI at boiler header (31PI-731), Inlet Turbine (31PI-278), Outlet Turbine (31PI-280).	OPR	During execution	PE&EC	Open	
4	Monitor load change in PG	OPR	During execution	PE&EC	Open	

Note:

- To be monitored before, during, and after project execution
- Status to be filled with: O (Open), IP (In Progress), Cm (Completed) or Cl (Closed).
- For a more detailed project, PHA study worksheet may be used.

Bontang, 23 Juni 2025
PHA Committee Chairman,


AKS / TGH


Mr. Arief Setiawan

Processed by the responsible official in the field of the project.

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

WHAT IF WORKSHEET

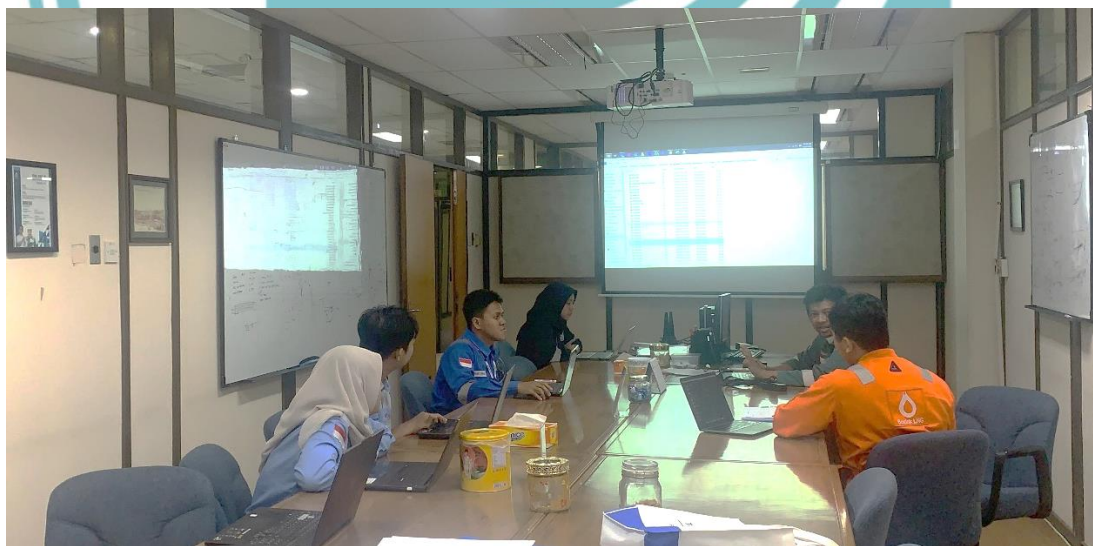
Leader : Teguh P.
Intention : Higher Temperature of High-Pressure Steam to Increase Steam Turbine Efficiency

Scriber : Teguh P.
Member : Bambang Tri A., Andi Dwi P., Herianto, Cheryn A.

No.	WHAT IF... (CAUSES)	No.	HAZARDS	No.	CONSEQUENCES	No.	SAFEGUARDS	P	C	R	RECOMMENDATIONS	P	C	R	PIC
1	HP Steam temperature header increased.	1.1	Overheating	1.1.1	- Material turbine damage - Piping (header) damage	1.1.1.1	- 31TAH-6-21-29 (Safety Valve 455) - 31PIC-314/314 BNC Boiler Master Control will reduce fuel & flow to balance the pressure.	1	8	8	- Balance at 31TAH-6-21-29 (Safety Valve 455) can be reset from 455 to as low as 450 (green gas 1st) compensate the overheating. - Calibration of temperature, pressure, flow indicator in Steam Turbine area.	1	4	4	OPR
2	HP Steam pressure increased.	2.1	Overpressure	2.1.1	Pressure	2.1.1.1	- 31PIC-314/314 BNC Boiler Master Control will reduce fuel & flow to balance the pressure.	1	8	8	- Monitor PI at boiler header (PI-7311), Inlet Turbine (PI-278), Outlet Turbine (PI-280) - Calibration of temperature, pressure, flow indicator in Steam Turbine area.	1	4	4	OPR
3	Increasing HP Steam temperature will increase Enthalpy	3.1	Unstable turbine and generator	3.1.1	PG load fluctuation/unstable potential to trip	3.1.1.1	- Generator Speed Control, Isochronous PG will maintain its frequency at 50Hz	1	8	8	Monitor load change in PG	1	4	4	OPR

CONFIDENTIAL

Dokumentasi saat PHA Meeting





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 12 – Memorandum *Plant Test* dan Panduan Kegiatan *Plant Test*



Badak LNG

MEMORANDUM

Bontang, 04 July 2025

No. /BP31/2025-701/04

To : Manager, Utilities

From : Manager, Process Engineering & Energy Conservation

Attach : 1 (one) bundle

Subject : Guidance for Plant Test: Higher Temperature of HPS Inlet to Turbine Generator

Process Engineering & Energy Conservation plans to conduct higher temperature of High-Pressure Steam (HPS) in Utilities Module II. The purpose of this test is to observe and evaluate whether higher temperature of HP Steam will lead to higher efficiency of Power Generator in Utilities Module II. The test will be conducted in 7-8 July 2025 tentatively.

PHA had been conducted for this plant test, attached along with guidance. We recommend Utilities to accommodate this guidance during the plant test.

Should you have any questions, please contact Teguh Pratama, Bambang Irawan (3871/3826). Your kind attention and cooperation are highly appreciated.

Act. Process Engineering & Energy Conservation Manager

Akbar S. Laksamana

Cc:

1. Technical Senior Manager

2. Operations Senior Manager

BI / TGH



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



Attachments

No. /BP31/2025-701.04

Panduan Plant Test Higher Temperature of HPS in Utilities Module II / Plant Test Guidance of Higher Temperature of HPS in Utilities Module II

A. PREPARATION 1. Yakinkan semua PSV sudah in service sesuai dengan PSV check list. 2. Boiler 23-29 yang running sebagai objek untuk dinaikkan suhu HP Steam (Attemperator)	A. PREPARATION 1. Ensure that all Pressure Safety Valves (PSVs) are in service and have been checked according to the PSV checklist. 2. Boilers 23-29 must be operational as they are the units used to increase the HP Steam temperature (via the Attemperator).
B. INCREASING HP STEAM TEMPERATURE OF BOILER PRODUCT 1. Naikkan suhu HP Steam di 31TIC-6 dengan mengatur set point dari 450°C ke 454°C. (PIC: DCS Panel) 2. Jika alarm 31-TAH-6: 455°C aktif, maka nilai set point salah satu boiler dapat dikurangi hingga serendah 450°C (set sebelumnya) untuk mengimbangi panas berlebih. (PIC: DCS Panel) 3. Monitor pressure indicator di Boiler Header (PI-731), Inlet Turbine Generator (PI-278). Jika terdapat overpressure, 31-PIC-314/814 BMC akan mengurangi bahan bakar dan aliran steam untuk menyeimbangkan tekanan. (PIC: DCS Panel and Field Operator).	B. INCREASING HP STEAM TEMPERATURE OF BOILER PRODUCT 1. Increase the HP Steam temperature at 31TIC-6 by adjusting the set point from 450°C to 454°C (PIC: DCS Panel) 2. If alarm 31-TAH-6 is triggered at 455°C, reduce the set point of one of the boilers back to 450°C (previous setting) to compensate for excess heat. (PIC: DCS Panel) 3. Monitor the pressure indicators at the Boiler Header (PI-731) and Turbine Generator Inlet (PI-278); if overpressure occurs, 31-PIC-314/814 BMC will automatically reduce fuel and steam flow to balance the pressure. (PIC: DCS Panel and Field Operator)
C. SINKRONISASI DAN PEMBEBANAN LOAD POWER GENERATOR 1. Monitor the generator load. If there are fluctuations or signs of instability, adjust the generator speed. The Isochronous Governor of the Power Generator will maintain frequency at 50 Hz. (Via DCS/Field Operator)	C. SYNCHRONIZATION AND LOAD SHARING OF POWER GENERATOR 1. Monitor the generator load. If there are fluctuations or signs of instability, adjust the generator speed. The Isochronous Governor of the Power Generator will maintain frequency at 50 Hz. (Via DCS/Field Operator)
D. INDIKATOR & UKURAN KEBERHASILAN Indikator keberhasilan untuk menaikkan suhu HPS steam adalah nilai efisiensi operasional steam turbine generator mencapai kesesuaian dengan spesifikasi steam user (steam turbine generator) di 4500C dan 62.5 kg/cm².	D. INDICATORS & MEASURES OF SUCCESS The success indicator for increasing the HPS steam temperature is an improvement in the operational efficiency of the steam turbine generator, and conformity with the steam user (steam turbine generator) specifications of 450°C and 62.5 kg/cm².

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



Badak LNG

Attachments

No. /BP31/2025-701.04

LOGSHEET MONITORING HIGHER TEMPERATURE OF HPS INLET TO TURBINE GENERATOR
(FIELD OPERATOR)

No.	Description	Unit	Day 1												Day 2													
			02.00	04.00	06.00	08.00	10.00	12.00	14.00	16.00	18.00	20.00	22.00	24.00	02.00	04.00	06.00	08.00	10.00	12.00	14.00	16.00	18.00	20.00	22.00	24.00		
1	Temp. Steam Inlet Turbine °C [TI-238]	9																										
2	Temp. Steam Inlet Turbine °C [TE-238]	11																										
3	Press. Steam Inlet Turbine kg/cm2 [PI-276]	12																										
		9																										
		10																										
		11																										
4	Temp. Induction/Extraction Turbine °C [TI-710]	12																										
		13																										
5	Daya Generator (PANEL) MW [YI-051A, PG-09] [YI-701A, PG-10-13]	11																										
		10																										
		9																										
		12																										
		13																										

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 13 – Perhitungan Biaya Steam dan Power

1. Biaya Steam Selama Plant Test

a. Biaya *Fuel Boiler*

Biaya *fuel boiler*, didapatkan dari total *fuel steam consumption* dikalikan harga *fuel gas*. *Fuel gas* diperoleh dengan mengalikan dalam sebulan. Harga *fuel gas* diasumsikan sama dengan harga LNG sebesar 10,04 US\$/MMBTU dengan *highest heating value* sebesar 1064,90 Btu/SCF.

$$\begin{aligned}
 &= 69552000 \text{ Nm}^3 \times \frac{\text{SCF}}{0,02679 \text{ Nm}^3} \times 1,0649 \text{ BTU/SCF} \\
 &\times 10,04 \text{ US$/MMBTU} \times \frac{\text{MMBTU}}{1000000 \text{ BTU}} \\
 &= 27763248,36 \text{ US\$}
 \end{aligned}$$

b. Biaya *Make-up BFW*

Biaya *make up boiler feed water treatment*, diperoleh dari total *flow make up water* dikalikan biaya *Water Treatment Plant*.

$$\begin{aligned}
 &= 116400 \text{ m}^3 \times 1,16 \text{ US$/m}^3 \\
 &= 135024 \text{ US\$}
 \end{aligned}$$

c. Biaya *Chemical*

Biaya *chemical*, didapatkan dari total produksi *steam* dikalikan dengan biaya *chemical* untuk pengolahan air *condensate* dan *boiler*. Total produksi steam diperoleh dengan mengalikan dalam sebulan.

$$\begin{aligned}
 &= 884880 \text{ ton} \times 0,0004282 \text{ US$/ton} \\
 &= 378,91 \text{ US\$}
 \end{aligned}$$

d. Biaya *Maintenance*

Biaya *maintenance*, diperoleh dari perhitungan hasil kali antara biaya pemeliharaan boiler dan jumlah boiler yang sedang pemeliharaan.

Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :

a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.

b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta

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

$$= \frac{150 \text{ US\$} \times 5}{12}$$

$$= 62,5 \text{ US\$}$$

e. Biaya *Electric*

Biaya *electric* didapatkan dari total *steam production* dikalikan biaya listrik untuk BFW dan produksi *steam*.

$$= 884880 \text{ ton} \times 0,57 \text{ US\$/ton}$$

$$= 504381,6 \text{ US\$}$$

Sehingga biaya *steam generation* dapat ditentukan dengan persamaan (6) berikut.

$$= \frac{27763248,36 \text{ US\$} + 135024 \text{ US\$} + 378,31 \text{ US\$} + 62,5 \text{ US\$} + 504381,6 \text{ US\$}}{884880 \text{ ton}}$$

$$= 32,10 \text{ US\$/ton} \approx \text{Rp}523.201,-$$

2. Biaya Power Selama Plant Test

Adapun perhitungan biaya *power* adalah sebagai berikut.

$$= \frac{10178,16 \text{ ton} \times \text{Rp}523.201,-}{889,68 \text{ MW}}$$

$$= \text{Rp}5.985.554,-$$

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 14 - Daftar Riwayat Hidup



1. Nama Lengkap : Herianto Ramadan
2. NIM : 2102322007
3. Tempat, Tanggal Lahir : Bontang, 28 November 2002
4. Jenis Kelamin : Laki-laki
5. Alamat : Jl. KS Tubun Gang Wakaf 2 RT 16, Kel. Bontang
Kuala, Kec. Bontang Utara, Kota Bontang,
Kalimantan Timur
6. Email : hramadan782@gmail.com
7. Pendidikan
 - SD (2009-2015) : SD Negeri 012 Bontang Selatan
 - SMP (2015-2018) : SMP Negeri 1 Bontang
 - SMA (2018-2021) : SMA Negeri 1 Bontang
8. Program Studi : Teknologi Rekayasa Konversi Energi
9. Bidang Peminatan : Teknik Pengolahan Gas
10. Tempat Penelitian : PT Badak NGL, Bontang
11. Judul Penelitian : Peningkatan Kualitas *Steam* dengan Menaikkan
Entalpi *Steam* Guna Optimalisasi Nilai Efisiensi
Steam Turbine Generator di Utilities-II PT Badak
NGL