



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



**EVALUASI DAMPAK BEBAN GENERATOR TURBIN
GAS TERHADAP EFISIENSI HEAT RECOVERY STEAM
GENERATOR (HRSG) DI PT PLN INDONESIA POWER
PLTGU PRIOK BLOK 3**

DRAFT

LAPORAN TUGAS AKHIR

Laporan ini disusun sebagai salah satu syarat untuk menyelesaikan pendidikan
Diploma III Program Studi Teknik Mesin, Jurusan Teknik Mesin

Oleh:

Fathur Alfaridzi
NIM. 2202311061

**PROGRAM STUDI TEKNIK MESIN
JURUSAN TEKNIK MESIN
POLITEKNIK NEGERI JAKARTA
2025**



“Tugas Akhir ini kupersembahkan untuk ayah, ibu, bangsa dan almamater”

© Hak Cipta milik Politeknik Negeri Jakarta



Hak Cipta :

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

HALAMAN PERSETUJUAN
LAPORAN TUGAS AKHIR

**EVALUASI DAMPAK BEBAN GENERATOR TURBIN GAS TERHADAP
EFISIENSI HEAT RECOVERY STEAM GENERATOR (HRSG) DI PT PLN
INDONESIA POWER PLTGU PRIOK BLOK 3**

Oleh:
Fathur Alfaridzi
NIM. 2202311061
Program Studi D-III Teknik Mesin

Laporan Tugas Akhir telah disetujui oleh pembimbing

Ketua Program Studi D3 Teknik Mesin
Politeknik Negeri Jakarta



Budi Yuwono, S.T.
NIP.196306191990031002

Pembimbing Tugas Akhir



Dr. Dianta Mustofa Kamal, S.T., M.T.
NIP. 197312282008121001

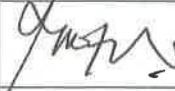
HALAMAN PENGESAHAN
LAPORAN TUGAS AKHIR

**EVALUASI DAMPAK BEBAN GENERATOR TURBIN GAS TERHADAP
EFISIENSI HEAT RECOVERY STEAM GENERATOR (HRSG) DI PT PLN
INDONESIA POWER PLTGU PRIOK BLOK 3**

Oleh:
Fathur Alfaridzi
NIM. 2202311061
Program Studi D-III Teknik Mesin

Telah berhasil dipertahankan dalam sidang tugas akhir Tugas Akhir di hadapan
Dewan Penguji pada tanggal 21 Juli 2025 dan diterima sebagai persyaratan untuk
memperoleh gelar Diploma III pada Program Studi Diploma III Teknik Mesin,
Jurusan Teknik Mesin

DEWAN PENGUJI

No.	Nama	Posisi Penguji	Tanda Tangan	Tanggal
1.	Budi Yuwono, S.T. NIP. 196306191990031002	Penguji 1		21 Juli 2025
2.	Seto Tjahyono, S.T., M.T. NIP. 195810301988031001	Penguji 2		21 Juli 2025
3.	Dr. Dianta Mustofa Kamal, S.T., M.T. NIP. 197312282008121001	Penguji 3 / Moderator		21 Juli 2025

Depok, 21 Juli 2025

Disahkan oleh:

Ketua Jurusan Teknik Mesin



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

NIP. 197707142008121005

LEMBARAN PERNYATAAN ORISINALITAS

Saya yang bertanda tangan dibawah ini:

Nama : Fathur Alfaridzi

NIM : 2202311061

Program Studi : D-III Teknik Mesin

Saya menyatakan bahwa seluruh isi Laporan Tugas Akhir ini merupakan hasil karya saya sendiri dan bukan merupakan hasil penjiplakan dari karya orang lain, baik sebagian maupun seluruhnya. Setiap pendapat, gagasan, atau temuan milik pihak lain yang digunakan dalam laporan ini telah saya cantumkan dan rujuk sesuai dengan kaidah dan etika penulisan ilmiah yang berlaku. Pernyataan ini saya buat dengan sebenar-benarnya dan penuh tanggung jawab.

Depok, 21 Juli 2025



Fathur Alfaridzi

NIM. 2202311061



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

EVALUASI DAMPAK BEBAN GENERATOR TURBIN GAS TERHADAP EFISIENSI HEAT RECOVERY STEAM GENERATOR (HRSG) DI PT PLN INDONESIA POWER PLTGU PRIOK BLOK 3

Fathur Alfaridzi¹⁾, Dianta Mustofa Kamal²⁾

¹⁾Program Studi D-III Teknik Mesin, Jurusan Teknik Mesin, Politeknik Negeri Jakarta, Kampus UI
Depok, 16424

Email: fathur.alfaridzi.tm22@mhs.w.pnj.ac.id

ABSTRAK

Heat Recovery Steam Generator (HRSG) adalah komponen utama untuk meningkatkan efisiensi termal pada Pembangkit Listrik Tenaga Gas dan Uap (PLTGU) siklus kombinasi. Namun, performa HRSG dapat mengalami penurunan seiring waktu operasi. Penelitian ini bertujuan untuk mengevaluasi efisiensi termal pada HRSG Blok 3 PT PLN Indonesia Power PLTGU Priok. Analisis dilakukan menggunakan data operasional dari *Automation Control System* (ACS) yang mencakup tiga variasi beban: tinggi, sedang, dan rendah. Hasil analisis menunjukkan adanya korelasi positif yang kuat antara beban generator turbin gas dan efisiensi HRSG. Pada kondisi beban tinggi, efisiensi termal mencapai nilai puncak sebesar 77.04%. Disimpulkan bahwa optimalisasi performa HRSG dapat dicapai melalui operasi pada beban tinggi, yaitu pada rentang 200 MW.

Kata Kunci: Efisiensi, PLTGU, HRSG, Variasi Beban



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

EVALUASI DAMPAK BEBAN GENERATOR TURBIN GAS TERHADAP EFISIENSI HEAT RECOVERY STEAM GENERATOR (HRSG) DI PT PLN INDONESIA POWER PLTGU PRIOK BLOK 3

Fathur Alfaridzi¹⁾, Dianta Mustofa Kamal²⁾

¹⁾Program Studi D-III Teknik Mesin, Jurusan Teknik Mesin, Politeknik Negeri Jakarta, Kampus UI
Depok, 16424

Email: fathur.alfaridzi.tm22@mhswn.pnj.ac.id

ABSTRACT

Heat Recovery Steam Generator (HRSG) is a key component for increasing thermal efficiency in Combined Cycle Power Plants (CCPP). However, the performance of the HRSG may decline over time with operation. This study aims to evaluate the thermal efficiency of the HRSG in Block 3 at PT PLN Indonesia Power Priok CCPP. The analysis was conducted using operational data from the Automation Control System (ACS), which includes three load variations: high, medium, and low. The results indicate a strong positive correlation between the gas turbine generator load and HRSG efficiency. Under high load conditions, the thermal efficiency reaches a peak value of 77.04%. It is concluded that optimizing HRSG performance can be achieved through operation at high load, namely in the range of 200 MW.

Keywords: Efficiency, CCPP, HRSG, Load Variation

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 kritikan atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

KATA PENGANTAR

Segala puji dan syukur penulis panjatkan kehadirat Allah SWT atas limpahan rahmat dan karunia-Nya yang tidak terhingga, penulis dapat menyelesaikan penyusunan Tugas Akhir yang berjudul "Evaluasi Dampak Beban Generator Turbin Gas Terhadap Efisiensi Heat Recovery Steam Generator (HRSG) di PT PLN Indonesia Power PLTGU Priok Blok 3" sebagai salah satu syarat untuk menyelesaikan pendidikan pada Program Studi D3 Teknik Mesin, Politeknik Negeri Jakarta.

Tugas Akhir ini disusun berdasarkan pengalaman dan data yang diperoleh selama pelaksanaan Praktik Kerja Lapangan di PT PLN (Persero) Unit Pembangkitan Priok, khususnya di PLTGU Priok Blok 3. Penulis menyadari bahwa dalam penyusunan laporan ini, banyak hambatan dan kesulitan yang dihadapi. Namun, berkat adanya dukungan, bimbingan, dan bantuan dari berbagai pihak, laporan ini dapat diselesaikan dengan baik.

Oleh karena itu, dengan segala kerendahan hati, penulis ingin menyampaikan terima kasih dan penghargaan yang sebesar-besarnya kepada:

1. Dr. Dianta Mustofa Kamal, S.T., M.T., selaku Dosen Pembimbing, atas bimbingan, masukan, dan arahnya selama proses penyusunan tugas akhir ini.
2. Bapak Wakhidin, selaku Mentor PKL di PT PLN (Persero) PLTGU Priok, atas arahan, dukungan, dan kesempatan yang diberikan kepada penulis selama pelaksanaan kegiatan magang.
3. Bapak Andri Rizki Fauzi, selaku Pendamping Lapangan, yang telah banyak membantu penulis dalam proses pengambilan data, pemahaman sistem, serta memberikan wawasan teknis yang sangat berarti.
4. Seluruh Tim RCBM dan Tim Operator PT PLN Priok, atas bantuan, kerja sama, dan penjelasan teknis yang mendukung kelancaran kegiatan lapangan dan pengumpulan.

5. Kedua orang tua dan keluarga tercinta, atas doa, dorongan, dan dukungan moral yang tiada henti, yang menjadi sumber kekuatan dan motivasi dalam menyelesaikan tugas akhir.
6. Rekan-rekan mahasiswa Teknik Mesin, atas kebersamaan, semangat, dan dukungan yang diberikan selama masa studi hingga penyusunan Tugas Akhir ini.

Penulis menyadari sepenuhnya bahwa laporan ini masih jauh dari sempurna. Oleh karena itu, penulis sangat terbuka untuk menerima saran dan kritik yang membangun agar dapat meningkatkan kualitas penulisan di masa mendatang. Semoga Tugas Akhir ini dapat memberikan manfaat bagi pembaca serta menjadi referensi bagi penelitian selanjutnya.

Depok, 21 Juli 2025



Fathur Alfaridzi
NIM. 2202311061



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 ISI

KATA PENGANTAR.....	viii
DAFTAR ISI	x
DAFTAR GAMBAR	xiii
DAFTAR TABEL.....	xiv
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	2
1.3 Tujuan Penulisan	2
1.4 Manfaat Penulisan	3
1.5 Batasan Masalah.....	3
1.6 Sistematika Penulisan	4
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	5
2.1 Pembangkit Listrik Tenaga Gas dan Uap (PLTGU).....	5
2.1.1 Siklus Brayton.....	5
2.1.2 Siklus Rankine	6
2.1.3 Konfigurasi Sistem Turbin Gas – HRSG – Turbin Uap.....	7
2.1.4 Peran HRSG sebagai Penghubung Kedua Siklus.....	7
2.2 <i>Heat Recovery Steam Generator (HRSG)</i>	8
2.2.1 Klasifikasi HRSG Berdasarkan Tekanan	9
2.2.2 Komponen Utama HRSG.....	10
2.2.3 Konfigurasi dan Arrangement HRSG	11
2.2.4 Spesifikasi HRSG	13
2.3 Sistem Otomasi dan Pengambilan Data Operasional (ACS)	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 kritis atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

2.4	Pengaruh Beban Generator Turbin Gas terhadap Efisiensi HRSG	14
2.5	Kalor Spesifik Campuran	15
2.6	Efisiensi Termal HRSG	16
BAB III METODOLOGI Pengerjaan Tugas Akhir		17
3.1	Diagram Alir Pengerjaan	17
3.2	Penjelasan Diagram Alir Pengerjaan	17
3.2.1	Mulai	18
3.2.2	Observasi Lapangan	18
3.2.3	Studi Literatur	18
3.2.4	Identifikasi Masalah	18
3.2.5	Pengambilan Data Operasional	18
3.2.6	Konversi Satuan	19
3.2.7	Pengolahan dan Perhitungan Data	19
3.2.8	Evaluasi Perhitungan	19
3.2.9	Pembahasan dan Kesimpulan	20
3.2.10	Selesai	20
BAB IV PEMBAHASAN		21
4.1	Pengambilan Data	21
4.2	Perhitungan Data	24
4.3.1	Laju Aliran Massa Gas Buang <i>mfg</i> & Laju Aliran Massa <i>Water Preheater mpreheater</i>	24
4.3.2	Turbin Inlet Temperatur (T_C)	24
4.3.3	<i>Air Flow Ratio</i> (AFR)	25
4.3.4	Kalor Spesifik Campuran (C_{pg})	26
4.3	Perhitungan Efisiensi Termal	27



Hak Cipta :

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

4.3.1	Energi yang masuk ke dalam sistem HRSG (gas buang).....	27
4.3.2	Energi panas yang digunakan pada aliran uap HP	28
4.3.3	Energi panas yang digunakan pada aliran uap HTR	28
4.3.4	Energi panas yang digunakan pada aliran uap LP	29
4.3.5	Energi panas yang digunakan pada aliran <i>Preheater</i>	29
4.3.6	Efisiensi Termal HRSG	29
4.4	Pembahasan Hasil Perhitungan	30
BAB V KESIMPULAN DAN SARAN		32
5.1	Kesimpulan	32
5.2	Saran.....	32
DAFTAR PUSTAKA		34
LAMPIRAN		36

**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 2. 1 Skema Siklus Brayton	5
Gambar 2. 2 Skema Siklus Rankine.....	6
Gambar 2. 3 HRSG Sirkulasi Alami (aliran gas mendatar)	11
Gambar 2. 4 HRSG Sirkulasi Paksa (aliran gas vertikal)	12
Gambar 2. 5 Diagram PLTGU dengan konfigurasi 2-2-1	14
Gambar 3. 1 Diagram Alir Pengerjaan.....	17





Hak Cipta :

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

DAFTAR TABEL

Tabel 2. 1 Spesifikasi HRSG yang diteliti	13
Tabel 4. 1 Data Operasional Turbin Gas dan HRSG di PLTGU Priok Blok 3.....	21
Tabel 4. 2 Data Operasional Turbin Gas dan HRSG (konversi)	22
Tabel 4. 3 Data Heat Balance	23
Tabel 4. 4 Data Gas Chromatogram	23
Tabel 4. 5 Hasil Interpolasi data laju aliran gas buang dan laju aliran <i>water preheater</i>	24
Tabel 4. 6 Data Hasil Perhitungan dan Efisiensi HRSG	30

**POLITEKNIK
NEGERI
JAKARTA**

Hak Cipta :

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

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

PT PLN (Persero) sebagai perusahaan penyedia listrik terbesar di Indonesia memiliki peran strategis dalam memenuhi kebutuhan energi nasional. Salah satu upaya untuk memastikan pasokan listrik yang andal dan berkelanjutan adalah dengan mengoptimalkan pembangkit listrik berbasis teknologi tinggi, seperti Pembangkit Listrik Tenaga Gas dan Uap (PLTGU). PLTGU merupakan salah satu solusi efisien dalam menghasilkan energi listrik dengan memanfaatkan kombinasi antara gas alam dan uap, yang tidak hanya ramah lingkungan tetapi juga memiliki fleksibilitas operasional yang tinggi.

PT. Indonesia Power merupakan anak Perusahaan dari PT PLN (Persero) yang bertanggung jawab untuk memastikan keandalan dan efisiensi operasional pembangkit listrik. Salah satu fasilitas yang dimiliki adalah PLTGU Priok, yang terdiri dari 4 blok utama dengan total kapasitas terpasang 2,832.5 MW. Blok 1-2 beroperasi sejak 1993-1994 dengan kapasitas 1,180 MW, dilengkapi 3 *Gas Turbine* (GT), 3 *Heat Recovery Steam Generator* (HRSG), dan 1 *Steam Turbine* (ST). Blok 3, hasil proyek 10,000 MW yang beroperasi sejak 2012, menghasilkan 743 MW melalui 2 GT, 2 HRSG, dan 1 ST. Sementara itu, Blok 4 bagian dari proyek 35,000 MW merupakan unit paling modern dengan kapasitas 909.5 MW (2 GT, 2 HRSG, 1 ST), terhubung ke jaringan 500 kV melalui GISTET. Blok ini menggunakan teknologi turbin gas dan uap berstandar internasional yang menjamin efisiensi produksi hingga 60%, sekaligus mengurangi emisi karbon.

Dari keempat blok tersebut, Blok 3 PLTGU Priok menjadi fokus utama dalam penelitian ini karena perannya sebagai penyangga pasokan listrik Jakarta pasca-proyek percepatan 10,000 MW. Sebagai bagian dari proyek strategis nasional, blok ini dirancang untuk memenuhi lonjakan permintaan listrik di Jawa-Bali dengan efisiensi termal yang lebih baik dibandingkan blok sebelumnya. Namun, seiring bertambahnya usia operasional, kinerja mesin pembangkit dapat

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 kritis 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

mengalami penurunan, salah satunya ialah HRSG yang menjadi unit vital untuk proses *Combine Cycle Power Plant* (CCPP).

Dalam instalasi CCPP terdapat peralatan yang dinamakan HRSG. Keuntungan dari penggunaan HRSG dibandingkan dengan *boiler* adalah peningkatan efisiensi. Hal ini disebabkan HRSG memanfaatkan panas dari gas buang dari GT sebagai sumber kalor sehingga tidak memerlukan bahan bakar dan udara sebagai pemanas.

Pada penelitian ini akan dilakukan pengamatan, pengukuran, dan analisa data pengaruh beban generator GT terhadap efisiensi HRSG. Pengamatan dan pengukuran dilakukan secara langsung pada Blok 3 PLTGU Priok terhadap beberapa parameter seperti: beban generator GT, suhu, tekanan dan laju massa uap masing-masing tekanan (HP, IP, dan LP), serta suhu dan laju massa air pengumpan. Sementara analisis dilakukan terhadap parameter entalpi uap, entalpi air, dan nilai efisiensi HRSG. Tujuan akhir penelitian ini adalah memperoleh hubungan antara pengaruh beban turbin terhadap nilai efisiensi HRSG sehingga akan diketahui beban optimal GT untuk mendapatkan konversi energi yang maksimal pada HRSG.

1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang yang telah dijelaskan, maka rumusan masalah dalam penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Bagaimana beban generator turbin gas mempengaruhi performa efisiensi HRSG pada PLTGU Priok Blok 3?
2. Seberapa besar beban generator yang diperlukan untuk mencapai nilai efisiensi termal HRSG yang optimal?
3. Seberapa besar penyerapan panas pada setiap aliran produksi uap pada HRSG?

1.3 Tujuan Penulisan

Adapun tujuan dari penulisan tugas akhir ini adalah sebagai berikut:

Hak Cipta :

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

1. Mengevaluasi performa efisiensi HRSG di PLTGU Priok Blok 3 saat beroperasi pada kondisi beban generator turbin gas rendah, sedang, dan tinggi berdasarkan data operasional pada bulan Februari 2025.
2. Mengetahui nilai efisiensi termal HRSG yang optimal dari pengaruh variasi beban generator turbin gas.
3. Mengetahui kontribusi penyerapan panas pada setiap aliran produksi uap yang tersedia pada HRSG di PLTGU Priok Blok 3.

1.4 Manfaat Penulisan

Penulisan tugas akhir ini diharapkan dapat memberikan manfaat sebagai berikut:

1. Dapat memahami serta mampu melakukan evaluasi pengaruh beban generator turbin gas terhadap efisiensi HRSG.
2. Dapat memahami serta mampu melakukan perhitungan efisiensi termal HRSG.
3. Hasil penelitian ini dapat menjadi rekomendasi teknis bagi PT. PLN Indonesia Power untuk meningkatkan kinerja dan efisiensi HRSG.

1.5 Batasan Masalah

Agar pembahasan lebih terfokus dan sesuai dengan waktu serta data yang tersedia, maka batasan masalah dalam penelitian ini adalah:

- Data parameter operasional yang diambil pada 10, 13, dan 23 Februari 2025, dengan durasi dua jam per hari.
- Periode data yang diambil pada masa beban generator turbin gas dalam kondisi stabil dari durasi dua jam tersebut.
- Penelitian menggunakan data yang tersedia dan tercatat pada *Automation Control System* (ACS) dan data performa heat balance PLTGU.

Hak Cipta :

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

- Analisis terbatas pada identifikasi dan perhitungan efisiensi termal HRSG. Tidak mengkaji mekanisme kausalitas dan efek mendalam dari parameter lain.
- Faktor eksternal seperti kualitas air feed water atau pemeliharaan darurat dikecualikan dari analisis.
- Objek penelitian terbatas pada HRSG dan media sumber dari kalor (gas buang dari turbin gas) yang berkontribusi pada perhitungan efisiensi termal HRSG.

1.6 Sistematika Penulisan

Sistematika penulisan penelitian tugas akhir adalah sebagai berikut:

BAB I PENDAHULUAN

Bab ini membahas tentang Latar Belakang Penelitian, Rumusan Masalah, Tujuan Penulisan, Batasan Masalah, Metode Penulisan, Dan Sistematika Penulisan Laporan Tugas Akhir.

BAB II TINJAUAN PUSTAKA

Bab ini membahas teori dan literatur terkait yang menjadi dasar bagi penelitian ini.

BAB III METODE Pengerjaan Tugas Akhir

Bab ini menjelaskan langkah-langkah metodologi yang digunakan dalam penelitian, termasuk diagram alur penelitian dan metode pemecahan masalah yang diterapkan.

BAB IV PEMBAHASAN

Bab ini membahas hasil analisis perhitungan yang sesuai dengan tujuan penelitian.

BAB V KESIMPULAN DAN SARAN

Bab ini mengevaluasi kesimpulan dari penelitian yang telah dilakukan dan memberikan saran untuk penelitian selanjutnya.

Hak Cipta :

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

BAB V

KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan

Berdasarkan hasil perhitungan dan analisis dampak beban generator turbin gas terhadap efisiensi HRSG Blok 3 PT PLN Indonesia Power PLTGU Priok, maka dapat diambil kesimpulan sebagai berikut:

1. Performa efisiensi termal HRSG memiliki korelasi positif terhadap beban generator turbin gas. Terlihat pada grafik titik tertinggi efisiensi pada beban rendah (153 MW) ke beban menengah (165 MW) meningkat 0.66% dan beban menengah (165 MW) ke beban tinggi (200 MW) meningkat 1.07%.
2. Berdasarkan tren yang ditampilkan oleh grafik mengindikasikan bahwa HRSG Blok 3 membuat beban optimal generator turbin gas pada kondisi beban tinggi (200 MW) dengan rentang beban 198.8 MW hingga 205.3 MW sehingga mendapatkan efisiensi termal HRSG sebesar 74.59% – 77.04%.
3. Dari hasil perhitungan dapat diketahui bahwa aliran uap HP (*High Pressure*) memberikan pengaruh yang paling signifikan terhadap efisiensi termal, dengan kontribusi sebesar 68% hingga 69.5% dari total efisiensi termal HRSG. Sedangkan, pada aliran uap menengah HTR (*Hot Reheat*) memiliki kontribusi sebesar 21.6% hingga 22.5% dan pada aliran uap rendah LP (*Low Pressure*) memiliki kontribusi sebesar 9.10% hingga 9.46%.

5.2 Saran

Berdasarkan hasil perhitungan, analisis, dan kesimpulan dapat diambil beberapa saran sebagai berikut:

1. Disarankan agar pembangkit dioperasikan pada beban sekitar 200 MW dengan rentang 198.8 MW – 205.3 MW untuk menjaga efisiensi di atas 74.5%.
2. Perlu dilakukan pembersihan pada tube-tube pada HRSG untuk memperkecil fluktuasi atau rentang efisiensi pada HRSG. Dikarenakan kebersihan pada tube-tube ini membuat aliran air dan uap menjadi lebih stabil.



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

3. Perlu dikaji kembali mengenai perhitungan performa HRSG dengan beban diatas 200 MW untuk mengetahui titik beban tinggi yang dapat menurunkan performa HRSG.



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 PUSTAKA

- [1] B. SUGANDI, F. ATABIQ, and R. A. ASTI, “Pengaruh Beban Gas Turbine Generator terhadap Efisiensi Heat Recovery Steam Generator pada Pembangkit Listrik Tenaga Gas Uap (PLTGU),” *ELKOMIKA: Jurnal Teknik Energi Elektrik, Teknik Telekomunikasi, & Teknik Elektronika*, vol. 11, no. 3, p. 639, Jul. 2023, doi: 10.26760/elkomika.v11i3.639.
- [2] M. Yusron, “Analisa Performa Heat Recovery Steam Generator Sebelum dan Sesudah Cleaning di PT Indonesia Power Tambak Lorok Semarang Menggunakan Software MATLAB R.12,” *Saintekno: Jurnal Sains dan Teknologi. Universitas Negeri Semarang*, 2019.
- [3] T. A. Prasetya, “Siklus Brayton,” *binadhirgantara.blogspot.com*. [Online]. Available: <https://binadhirgantara.blogspot.com/2015/02/brayton-cycle.html>
- [4] A. D. Kusuma, “Siklus Rankine Ideal,” *tutorialteknik.blogspot.com*. [Online]. Available: <https://tutorialteknik.blogspot.com/2011/05/siklus-rankine-ideal.html>
- [5] E. Yohana and R. Julyansyah, “ANALISIS TOTAL EFISIENSI HRSG (HEAT RECOVERY STEAM GENERATOR) PADA COMBINE CYCLE POWER PLANT (CCPP) 120 MW PT. KRAKATAU DAYA LISTRIK,” 2016. [Online]. Available: <http://ejournal.undip.ac.id/index.php/rotasi>
- [6] R. S. Maulana, “ANALISIS PENGARUH VARIASI BEBAN TURBIN GAS TERHADAP KINERJA SIKLUS GABUNGAN PLTGU BLOK 1 DI PT. INDONESIA POWER UPJP PERAK GRATI PASURUAN,” 2018.
- [7] A. Rakhman, “Heat Recovery Steam Generator (HRSG),” *Rakhman.net*. [Online]. Available: <https://rakhman.net/power-plants-id/heat-recovery-steam-generator-hrsg/>
- [8] Eugene L. Keating, *Applied Combustion Second Edition*. CRC Press, 2007.
- [9] PLN, “Heat Balance Diagram,” 2010, *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

- [10] H. Cohen and G. Rogers, *Gas Turbine Theory Fourth Edition*. England: Longman Group Limited, 1996.
- [11] C. Borgnakke and R. E. Sonntag, *Fundamentals of Thermodynamics Seventh Edition*, Sevent edition. Michigan: John Wiley & Sons, Inc., 2009.





Lampiran 1. A : Data Operasional ACS Beban Rendah



Hak Cipta

1. Di

Lampiran 1. B : Data Operasional ACS Beban Menengah

Nama	Unit	31CHC002		31JMB001		31JMB002		31JMB003		31JMB004		31JMB005		31JMB006		31JMB007		31JMB008		31JMB009		31JMB010		31JMB011		31JMB012		31JMB013		31JMB014		31JMB015		31JMB016		31JMB017		31JMB018		31JMB019		31JMB020		31JMB021		31JMB022		31JMB023		31JMB024		31JMB025		31JMB026		31JMB027		31JMB028		31JMB029		31JMB030		31JMB031		31JMB032		31JMB033		31JMB034		31JMB035		31JMB036		31JMB037		31JMB038		31JMB039		31JMB040		31JMB041		31JMB042		31JMB043		31JMB044		31JMB045		31JMB046		31JMB047		31JMB048		31JMB049		31JMB050		31JMB051		31JMB052		31JMB053		31JMB054		31JMB055		31JMB056		31JMB057		31JMB058		31JMB059		31JMB060		31JMB061		31JMB062		31JMB063		31JMB064		31JMB065		31JMB066		31JMB067		31JMB068		31JMB069		31JMB070		31JMB071		31JMB072		31JMB073		31JMB074		31JMB075		31JMB076		31JMB077		31JMB078		31JMB079		31JMB080		31JMB081		31JMB082		31JMB083		31JMB084		31JMB085		31JMB086		31JMB087		31JMB088		31JMB089		31JMB090		31JMB091		31JMB092		31JMB093		31JMB094		31JMB095		31JMB096		31JMB097		31JMB098		31JMB099		31JMB100		31JMB101		31JMB102		31JMB103		31JMB104		31JMB105		31JMB106		31JMB107		31JMB108		31JMB109		31JMB110		31JMB111		31JMB112		31JMB113		31JMB114		31JMB115		31JMB116		31JMB117		31JMB118		31JMB119		31JMB120		31JMB121		31JMB122		31JMB123		31JMB124		31JMB125		31JMB126		31JMB127		31JMB128		31JMB129		31JMB130		31JMB131		31JMB132		31JMB133		31JMB134		31JMB135		31JMB136		31JMB137		31JMB138		31JMB139		31JMB140		31JMB141		31JMB142		31JMB143		31JMB144		31JMB145		31JMB146		31JMB147		31JMB148		31JMB149		31JMB150		31JMB151		31JMB152		31JMB153		31JMB154		31JMB155		31JMB156		31JMB157		31JMB158		31JMB159		31JMB160		31JMB161		31JMB162		31JMB163		31JMB164		31JMB165		31JMB166		31JMB167		31JMB168		31JMB169		31JMB170		31JMB171		31JMB172		31JMB173		31JMB174		31JMB175		31JMB176		31JMB177		31JMB178		31JMB179		31JMB180		31JMB181		31JMB182		31JMB183		31JMB184		31JMB185		31JMB186		31JMB187		31JMB188		31JMB189		31JMB190		31JMB191		31JMB192		31JMB193		31JMB194		31JMB195		31JMB196		31JMB197		31JMB198		31JMB199		31JMB200		31JMB201		31JMB202		31JMB203		31JMB204		31JMB205		31JMB206		31JMB207		31JMB208		31JMB209		31JMB210		31JMB211		31JMB212		31JMB213		31JMB214		31JMB215		31JMB216		31JMB217		31JMB218		31JMB219		31JMB220		31JMB221		31JMB222		31JMB223		31JMB224		31JMB225		31JMB226		31JMB227		31JMB228		31JMB229		31JMB230		31JMB231		31JMB232		31JMB233		31JMB234		31JMB235		31JMB236		31JMB237		31JMB238		31JMB239		31JMB240		31JMB241		31JMB242		31JMB243		31JMB244		31JMB245		31JMB246		31JMB247		31JMB248		31JMB249		31JMB250		31JMB251		31JMB252		31JMB253		31JMB254		31JMB255		31JMB256		31JMB257		31JMB258		31JMB259		31JMB260		31JMB261		31JMB262		31JMB263		31JMB264		31JMB265		31JMB266		31JMB267		31JMB268		31JMB269		31JMB270		31JMB271		31JMB272		31JMB273		31JMB274		31JMB275		31JMB276		31JMB277		31JMB278		31JMB279		31JMB280		31JMB281		31JMB282		31JMB283		31JMB284		31JMB285		31JMB286		31JMB287		31JMB288		31JMB289		31JMB290		31JMB291		31JMB292		31JMB293		31JMB294		31JMB295		31JMB296		31JMB297		31JMB298		31JMB299		31JMB300		31JMB301		31JMB302		31JMB303		31JMB304		31JMB305		31JMB306		31JMB307		31JMB308		31JMB309		31JMB310		31JMB311		31JMB312		31JMB313		31JMB314		31JMB315		31JMB316		31JMB317		31JMB318		31JMB319		31JMB320		31JMB321		31JMB322		31JMB323		31JMB324		31JMB325		31JMB326		31JMB327		31JMB328		31JMB329		31JMB330		31JMB331		31JMB332		31JMB333		31JMB334		31JMB335		31JMB336		31JMB337		31JMB338		31JMB339		31JMB340		31JMB341		31JMB342		31JMB343		31JMB344		31JMB345		31JMB346		31JMB347		31JMB348		31JMB349		31JMB350		31JMB351		31JMB352		31JMB353		31JMB354		31JMB355		31JMB356		31JMB357		31JMB358		31JMB359		31JMB360		31JMB361		31JMB362		31JMB363		31JMB364		31JMB365		31JMB366		31JMB367		31JMB368		31JMB369		31JMB370		31JMB371		31JMB372		31JMB373		31JMB374		31JMB375		31JMB376		31JMB377		31JMB378		31JMB379		31JMB380		31JMB381		31JMB382		31JMB383		31JMB384		31JMB385		31JMB386		31JMB387		31JMB388		31JMB389		31JMB390		31JMB391		31JMB392		31JMB393		31JMB394		31JMB395		31JMB396		31JMB397		31JMB398		31JMB399		31JMB400		31JMB401		31JMB402		31JMB403		31JMB404	
		MMW	deg C	deg C	deg C	deg C	deg C	kg/m2	mmH2O	deg C	deg C	deg C	t/h	kg/m2	deg C	deg C	deg C	deg C	deg C	deg C	deg C	deg C	deg C	deg C	deg C	deg C	deg C	deg C	deg C	deg C	deg C	deg C	deg C	deg C	deg C	deg C	deg C	deg C	deg C	deg C	deg C	deg C	deg C	deg C	deg C	deg C	deg C	deg C	deg C	deg C	deg C	deg C	deg C	deg C	deg C	deg C	deg C	deg C	deg C	deg C	deg C	deg C	deg C	deg C	deg C	deg C	deg C	deg C	deg C	deg C	deg C	deg C	deg C	deg C	deg C	deg C	deg C	deg C	deg C	deg C	deg C	deg C	deg C	deg C	deg C	deg C	deg C	deg C	deg C	deg C	deg C	deg C	deg C	deg C	deg C	deg C	deg C	deg C	deg C	deg C	deg C	deg C	deg C	deg C	deg C	deg C	deg C	deg C	deg C	deg C	deg C	deg C	deg C	deg C	deg C	deg C	deg C	deg C	deg C	deg C	deg C	deg C	deg C	deg C	deg C	deg C	deg C	deg C	deg C	deg C	deg C	deg C	deg C	deg C	deg C	deg C	deg C	deg C	deg C	deg C	deg C	deg C	deg C	deg C	deg C	deg C	deg C	deg C	deg C	deg C	deg C	deg C	deg C	deg C	deg C	deg C	deg C	deg C	deg C	deg C	deg C	deg C	deg C	deg C	deg C	deg C	deg C	deg C	deg C	deg C	deg C	deg C	deg C	deg C	deg C	deg C	deg C	deg C	deg C	deg C	deg C	deg C	deg C	deg C	deg C	deg C	deg C	deg C	deg C	deg C	deg C	deg C	deg C	deg C	deg C	deg C	deg C	deg C	deg C	deg C	deg C	deg C	deg C	deg C	deg C	deg C	deg C	deg C	deg C	deg C	deg C	deg C	deg C	deg C	deg C	deg C	deg C	deg C	deg C	deg C	deg C	deg C	deg C	deg C	deg C	deg C	deg C	deg C	deg C	deg C	deg C	deg C	deg C	deg C	deg C	deg C	deg C	deg C	deg C	deg C	deg C	deg C	deg C	deg C	deg C	deg C	deg C	deg C	deg C	deg C	deg C	deg C	deg C	deg C	deg C	deg C	deg C	deg C	deg C	deg C	deg C	deg C	deg C	deg C	deg C	deg C	deg C	deg C	deg C	deg C	deg C	deg C	deg C	deg C	deg C	deg C	deg C	deg C	deg C	deg C	deg C	deg C	deg C	deg C	deg C	deg C	deg C	deg C	deg C	deg C	deg C	deg C	deg C	deg C	deg C	deg C	deg C	deg C	deg C	deg C	deg C	deg C	deg C	deg C	deg C	deg C	deg C	deg C	deg C	deg C	deg C	deg C	deg C	deg C	deg C	deg C	deg C	deg C	deg C	deg C	deg C	deg C	deg C	deg C	deg C	deg C	deg C	deg C	deg C	deg C	deg C	deg C	deg C	deg C	deg C	deg C	deg C	deg C	deg C	deg C	deg C																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																						



Hak Cipta

1. Dilarang
 - a. Pengut
 - b. Pengu
2. Dilarang tanpa izi

- [illegible]

38

Lampiran 2. A : *Properties of Saturated Water Table*

TABLE B.1.1 (continued)
Saturated Water

Temp. (°C)	Press. (kPa)	Enthalpy, kJ/kg			Entropy, kJ/kg·K		
		Sat. Liquid h_f	Evap. h_{fg}	Sat. Vapor h_g	Sat. Liquid s_f	Evap. s_{fg}	Sat. Vapor s_g
0.01	0.6113	0.00	2501.35	2501.35	0	9.1562	9.1562
5	0.8721	20.98	2489.57	2510.54	0.0761	8.9496	9.0257
10	1.2276	41.99	2477.75	2519.74	0.1510	8.7498	8.9007
15	1.705	62.98	2465.93	2528.91	0.2245	8.5569	8.7813
20	2.339	83.94	2454.12	2538.06	0.2966	8.3706	8.6671
25	3.169	104.87	2442.30	2547.17	0.3673	8.1905	8.5579
30	4.246	125.77	2430.48	2556.25	0.4369	8.0164	8.4533
35	5.628	146.66	2418.62	2565.28	0.5052	7.8478	8.3530
40	7.384	167.54	2406.72	2574.26	0.5724	7.6845	8.2569
45	9.593	188.42	2394.77	2583.19	0.6386	7.5261	8.1647
50	12.350	209.31	2382.75	2592.06	0.7037	7.3725	8.0762
55	15.758	230.20	2370.66	2600.86	0.7679	7.2234	7.9912
60	19.941	251.11	2358.48	2609.59	0.8311	7.0784	7.9095
65	25.03	272.03	2346.21	2618.24	0.8934	6.9375	7.8309
70	31.19	292.96	2333.85	2626.80	0.9548	6.8004	7.7552
75	38.58	313.91	2321.37	2635.28	1.0154	6.6670	7.6824
80	47.39	334.88	2308.77	2643.66	1.0752	6.5369	7.6121
85	57.83	355.88	2296.05	2651.93	1.1342	6.4102	7.5444
90	70.14	376.90	2283.19	2660.09	1.1924	6.2866	7.4790
95	84.55	397.94	2270.19	2668.13	1.2500	6.1659	7.4158
100	101.3	419.02	2257.03	2676.05	1.3068	6.0480	7.3548
105	120.8	440.13	2243.70	2683.83	1.3629	5.9328	7.2958
110	143.3	461.27	2230.20	2691.47	1.4184	5.8202	7.2386
115	169.1	482.46	2216.50	2698.96	1.4733	5.7100	7.1832
120	198.5	503.69	2202.61	2706.30	1.5275	5.6020	7.1295
125	232.1	524.96	2188.50	2713.46	1.5812	5.4962	7.0774
130	270.1	546.29	2174.16	2720.46	1.6343	5.3925	7.0269
135	313.0	567.67	2159.59	2727.26	1.6869	5.2907	6.9777
140	361.3	589.11	2144.75	2733.87	1.7390	5.1908	6.9298
145	415.4	610.61	2129.65	2740.26	1.7906	5.0926	6.8832
150	475.9	632.18	2114.26	2746.44	1.8417	4.9960	6.8378
155	543.1	653.82	2098.56	2752.39	1.8924	4.9010	6.7934
160	617.8	675.53	2082.55	2758.09	1.9426	4.8075	6.7501
165	700.5	697.32	2066.20	2763.53	1.9924	4.7153	6.7078
170	791.7	719.20	2049.50	2768.70	2.0418	4.6244	6.6663
175	892.0	741.16	2032.42	2773.58	2.0909	4.5347	6.6256
180	1002.2	763.21	2014.96	2778.16	2.1395	4.4461	6.5857
185	1122.7	785.36	1997.07	2782.43	2.1878	4.3586	6.5464
190	1254.4	807.61	1978.76	2786.37	2.2358	4.2720	6.5078

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 3. A : *Properties of Superheated Vapor Water Table*

TABLE B.1.3 (continued)
Superheated Vapor Water

Temp. (°C)	<i>v</i> (m ³ /kg)	<i>u</i> (kJ/kg)	<i>h</i> (kJ/kg)	<i>s</i> (kJ/kg-K)	<i>v</i> (m ³ /kg)	<i>u</i> (kJ/kg)	<i>h</i> (kJ/kg)	<i>s</i> (kJ/kg-K)
300 kPa (133.55°C)					400 kPa (143.63°C)			
250	0.79636	2728.69	2967.59	7.5165	0.59512	2726.11	2964.16	7.3788
300	0.87529	2806.69	3069.28	7.7022	0.65484	2804.81	3066.75	7.5661
400	1.03151	2965.53	3274.98	8.0329	0.77262	2964.36	3273.41	7.8984
500	1.18669	3129.95	3485.96	8.3250	0.88934	3129.15	3484.89	8.1912
600	1.34136	3300.79	3703.20	8.5892	1.00555	3300.22	3702.44	8.4557
700	1.49573	3478.38	3927.10	8.8319	1.12147	3477.95	3926.53	8.6987
800	1.64994	3662.85	4157.83	9.0575	1.23722	3662.51	4157.40	8.9244
900	1.80406	3854.20	4395.42	9.2691	1.35288	3853.91	4395.06	9.1361
1000	1.95812	4052.27	4639.71	9.4689	1.46847	4052.02	4639.41	9.3360
1100	2.11214	4256.77	4890.41	9.6585	1.58404	4256.53	4890.15	9.5255
1200	2.26614	4467.23	5147.07	9.8389	1.69958	4466.99	5146.83	9.7059
1300	2.42013	4682.99	5409.03	10.0109	1.81511	4682.75	5408.80	9.8780
500 kPa (151.86°C)					600 kPa (158.85°C)			
Sat.	0.37489	2561.23	2748.67	6.8212	0.31567	2567.40	2756.80	6.7600
200	0.42492	2642.91	2855.37	7.0592	0.35202	2638.91	2850.12	6.9665
250	0.47436	2723.50	2960.68	7.2708	0.39383	2720.86	2957.16	7.1816
300	0.52256	2802.91	3064.20	7.4598	0.43437	2801.00	3061.63	7.3723
350	0.57012	2882.59	3167.65	7.6328	0.47424	2881.12	3165.66	7.5463
400	0.61728	2963.19	3271.83	7.7937	0.51372	2962.02	3270.25	7.7078
500	0.71093	3128.35	3483.82	8.0872	0.59199	3127.55	3482.75	8.0020
600	0.80406	3299.64	3701.67	8.3521	0.66974	3299.07	3700.91	8.2673
700	0.89691	3477.52	3925.97	8.5952	0.74720	3477.08	3925.41	8.5107
800	0.98959	3662.17	4156.96	8.8211	0.82450	3661.83	4156.52	8.7367
900	1.08217	3853.63	4394.71	9.0329	0.90169	3853.34	4394.36	8.9485
1000	1.17469	4051.76	4639.11	9.2328	0.97883	4051.51	4638.81	9.1484
1100	1.26718	4256.29	4889.88	9.4224	1.05594	4256.05	4889.61	9.3381
1200	1.35964	4466.76	5146.58	9.6028	1.13302	4466.52	5146.34	9.5185
1300	1.45210	4682.52	5408.57	9.7749	1.21009	4682.28	5408.34	9.6906
800 kPa (170.43°C)					1000 kPa (179.91°C)			
Sat.	0.24043	2576.79	2769.13	6.6627	0.19444	2583.64	2778.08	6.5864
200	0.26080	2630.61	2839.25	6.8158	0.20596	2621.90	2827.86	6.6939
250	0.29314	2715.46	2949.97	7.0384	0.23268	2709.91	2942.59	6.9246
300	0.32411	2797.14	3056.43	7.2327	0.25794	2793.21	3051.15	7.1228
350	0.35439	2878.16	3161.68	7.4088	0.28247	2875.18	3157.65	7.3010
400	0.38426	2959.66	3267.07	7.5715	0.30659	2957.29	3263.88	7.4650
500	0.44331	3125.95	3480.60	7.8672	0.35411	3124.34	3478.44	7.7621
600	0.50184	3297.91	3699.38	8.1332	0.40109	3296.76	3697.85	8.0289

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 3. B : (Lanjutan)

TABLE B.1.3 (continued)
Superheated Vapor Water

Temp. (°C)	<i>v</i> (m ³ /kg)	<i>u</i> (kJ/kg)	<i>h</i> (kJ/kg)	<i>s</i> (kJ/kg-K)	<i>v</i> (m ³ /kg)	<i>u</i> (kJ/kg)	<i>h</i> (kJ/kg)	<i>s</i> (kJ/kg-K)
2000 kPa (212.42°C)					2500 kPa (223.99°C)			
Sat.	0.09963	2600.26	2799.51	6.3408	0.07998	2603.13	2803.07	6.2574
250	0.11144	2679.58	2902.46	6.5452	0.08700	2662.55	2880.06	6.4084
300	0.12547	2772.56	3023.50	6.7663	0.09890	2761.56	3008.81	6.6437
350	0.13857	2859.81	3136.96	6.9562	0.10976	2851.84	3126.24	6.8402
400	0.15120	2945.21	3247.60	7.1270	0.12010	2939.03	3239.28	7.0147
450	0.16353	3030.41	3357.48	7.2844	0.13014	3025.43	3350.77	7.1745
500	0.17568	3116.20	3467.55	7.4316	0.13998	3112.08	3462.04	7.3233
600	0.19960	3290.93	3690.14	7.7023	0.15930	3287.99	3686.25	7.5960
700	0.22323	3470.99	3917.45	7.9487	0.17832	3468.80	3914.59	7.8435
800	0.24668	3657.03	4150.40	8.1766	0.19716	3655.30	4148.20	8.0720
900	0.27004	3849.33	4389.40	8.3895	0.21590	3847.89	4387.64	8.2853
1000	0.29333	4047.94	4634.61	8.5900	0.23458	4046.67	4633.12	8.4860
1100	0.31659	4252.71	4885.89	8.7800	0.25322	4251.52	4884.57	8.6761
1200	0.33984	4463.25	5142.92	8.9606	0.27185	4462.08	5141.70	8.8569
1300	0.36306	4678.97	5405.10	9.1328	0.29046	4677.80	5403.95	9.0291
3000 kPa (233.90°C)					4000 kPa (250.40°C)			
Sat.	0.06668	2604.10	2804.14	6.1869	0.04978	2602.27	2801.38	6.0700
250	0.07058	2644.00	2855.75	6.2871	—	—	—	—
300	0.08114	2750.05	2993.48	6.5389	0.05884	2725.33	2960.68	6.3614
350	0.09053	2843.66	3115.25	6.7427	0.06645	2826.65	3092.43	6.5820
400	0.09936	2932.75	3230.82	6.9211	0.07341	2919.88	3213.51	6.7689
450	0.10787	3020.38	3344.00	7.0833	0.08003	3010.13	3330.23	6.9362
500	0.11619	3107.92	3456.48	7.2337	0.08643	3099.49	3445.21	7.0900
600	0.13243	3285.03	3682.34	7.5084	0.09885	3279.06	3674.44	7.3688
700	0.14838	3466.59	3911.72	7.7571	0.11095	3462.15	3905.94	7.6198
800	0.16414	3653.58	4146.00	7.9862	0.12287	3650.11	4141.59	7.8502
900	0.17980	3846.46	4385.87	8.1999	0.13469	3843.59	4382.34	8.0647
1000	0.19541	4045.40	4631.63	8.4009	0.14645	4042.87	4628.65	8.2661
1100	0.21098	4250.33	4883.26	8.5911	0.15817	4247.96	4880.63	8.4566
1200	0.22652	4460.92	5140.49	8.7719	0.16987	4458.60	5138.07	8.6376
1300	0.24206	4676.63	5402.81	8.9442	0.18156	4674.29	5400.52	8.8099

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 3. C : (Lanjutan)

TABLE B.1.3 (continued)
Superheated Vapor Water

Temp. (°C)	v (m ³ /kg)	u (kJ/kg)	h (kJ/kg)	s (kJ/kg-K)	v (m ³ /kg)	u (kJ/kg)	h (kJ/kg)	s (kJ/kg-K)
5000 kPa (263.99°C)					6000 kPa (275.64°C)			
Sat.	0.03944	2597.12	2794.33	5.9733	0.03244	2589.69	2784.33	5.8891
300	0.04532	2697.94	2924.53	6.2083	0.03616	2667.22	2884.19	6.0673
350	0.05194	2808.67	3068.39	6.4492	0.04223	2789.61	3042.97	6.3334
400	0.05781	2906.58	3195.64	6.6458	0.04739	2892.81	3177.17	6.5407
450	0.06330	2999.64	3316.15	6.8185	0.05214	2988.90	3301.76	6.7192
500	0.06857	3090.92	3433.76	6.9758	0.05665	3082.20	3422.12	6.8802
550	0.07368	3181.82	3550.23	7.1217	0.06101	3174.57	3540.62	7.0287
600	0.07869	3273.01	3666.47	7.2588	0.06525	3266.89	3658.40	7.1676
700	0.08849	3457.67	3900.13	7.5122	0.07352	3453.15	3894.28	7.4234
800	0.09811	3646.62	4137.17	7.7440	0.08160	3643.12	4132.74	7.6566
900	0.10762	3840.71	4378.82	7.9593	0.08958	3837.84	4375.29	7.8727
1000	0.11707	4040.35	4625.69	8.1612	0.09749	4037.83	4622.74	8.0751
1100	0.12648	4245.61	4878.02	8.3519	0.10536	4243.26	4875.42	8.2661
1200	0.13587	4456.30	5135.67	8.5330	0.11321	4454.00	5133.28	8.4473
1300	0.14526	4671.96	5398.24	8.7055	0.12106	4669.64	5395.97	8.6199
8000 kPa (295.06°C)					10000 kPa (311.06°C)			
Sat.	0.02352	2569.79	2757.94	5.7431	0.01803	2544.41	2724.67	5.6140
300	0.02426	2590.93	2784.98	5.7905	—	—	—	—
350	0.02995	2747.67	2987.30	6.1300	0.02242	2699.16	2923.39	5.9442
400	0.03432	2863.75	3138.28	6.3633	0.02641	2832.38	3096.46	6.2119
450	0.03817	2966.66	3271.99	6.5550	0.02975	2943.32	3240.83	6.4189
500	0.04175	3064.30	3398.27	6.7239	0.03279	3045.77	3373.63	6.5965
550	0.04516	3159.76	3521.01	6.8778	0.03564	3144.54	3500.92	6.7561
600	0.04845	3254.43	3642.03	7.0205	0.03837	3241.68	3625.34	6.9028
700	0.05481	3444.00	3882.47	7.2812	0.04358	3434.72	3870.52	7.1687
800	0.06097	3636.08	4123.84	7.5173	0.04859	3628.97	4114.91	7.4077
900	0.06702	3832.08	4368.26	7.7350	0.05349	3826.32	4361.24	7.6272
1000	0.07301	4032.81	4616.87	7.9384	0.05832	4027.81	4611.04	7.8315
1100	0.07896	4238.60	4870.25	8.1299	0.06312	4233.97	4865.14	8.0236
1200	0.08489	4449.45	5128.54	8.3115	0.06789	4444.93	5123.84	8.2054
1300	0.09080	4665.02	5391.46	8.4842	0.07265	4660.44	5386.99	8.3783

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 4. A : *Ideal-Gas Properties of Various Substances*

TABLE A.9

Ideal-Gas Properties of Various Substances (SI Units), Entropies at 0.1-MPa (1-Bar) Pressure, Mole Basis

<i>T</i> K	Nitrogen, Diatomic (N ₂) $\bar{h}_{f,298}^0 = 0 \text{ kJ/kmol}$ $M = 28.013 \text{ kg/kmol}$		Nitrogen, Monatomic (N) $\bar{h}_{f,298}^0 = 472\,680 \text{ kJ/kmol}$ $M = 14.007 \text{ kg/kmol}$	
	$(\bar{h} - \bar{h}_{298}^0)$ kJ/kmol	$\bar{s}_T^0$ kJ/kmol K	$(\bar{h} - \bar{h}_{298}^0)$ kJ/kmol	$\bar{s}_T^0$ kJ/kmol
0	-8670	0	-6197	0
100	-5768	159.812	-4119	130.593
200	-2857	179.985	-2040	145.001
298	0	191.609	0	153.300
300	54	191.789	38	153.429
400	2971	200.181	2117	159.409
500	5911	206.740	4196	164.047
600	8894	212.177	6274	167.837
700	11937	216.865	8353	171.041
800	15046	221.016	10431	173.816
900	18223	224.757	12510	176.265
1000	21463	228.171	14589	178.455
1100	24760	231.314	16667	180.436
1200	28109	234.227	18746	182.244
1300	31503	236.943	20825	183.908
1400	34936	239.487	22903	185.448
1500	38405	241.881	24982	186.883
1600	41904	244.139	27060	188.224
1700	45430	246.276	29139	189.484
1800	48979	248.304	31218	190.672
1900	52549	250.234	33296	191.796
2000	56137	252.075	35375	192.863
2200	63362	255.518	39534	194.845
2400	70640	258.684	43695	196.655
2600	77963	261.615	47860	198.322
2800	85323	264.342	52033	199.868
3000	92715	266.892	56218	201.311
3200	100134	269.286	60420	202.667
3400	107577	271.542	64646	203.948
3600	115042	273.675	68902	205.164
3800	122526	275.698	73194	206.325
4000	130027	277.622	77532	207.437
4400	145078	281.209	86367	209.542
4800	160188	284.495	95457	211.519
5200	175352	287.530	104843	213.397
5600	190572	290.349	114550	215.195
6000	205848	292.984	124590	216.926

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 4. B : (Lanjutan)

TABLE A.9 (continued)

Ideal-Gas Properties of Various Substances (SI Units), Entropies at 0.1-MPa (1-Bar) Pressure, Mole Basis

<i>T</i> K	Oxygen, Diatomic (O ₂) $\bar{h}_{f,298}^0 = 0 \text{ kJ/kmol}$ $M = 31.999 \text{ kg/kmol}$		Oxygen, Monatomic (O) $\bar{h}_{f,298}^0 = 249\,170 \text{ kJ/kmol}$ $M = 16.00 \text{ kg/kmol}$	
	$(\bar{h} - \bar{h}_{298}^0)$ kJ/kmol	$\bar{s}_T^0$ kJ/kmol K	$(\bar{h} - \bar{h}_{298}^0)$ kJ/kmol	$\bar{s}_T^0$ kJ/kmol K
0	-8683	0	-6725	0
100	-5777	173.308	-4518	135.947
200	-2868	193.483	-2186	152.153
298	0	205.148	0	161.059
300	54	205.329	41	161.194
400	3027	213.873	2207	167.431
500	6086	220.693	4343	172.198
600	9245	226.450	6462	176.060
700	12499	231.465	8570	179.310
800	15836	235.920	10671	182.116
900	19241	239.931	12767	184.585
1000	22703	243.579	14860	186.790
1100	26212	246.923	16950	188.783
1200	29761	250.011	19039	190.600
1300	33345	252.878	21126	192.270
1400	36958	255.556	23212	193.816
1500	40600	258.068	25296	195.254
1600	44267	260.434	27381	196.599
1700	47959	262.673	29464	197.862
1800	51674	264.797	31547	199.053
1900	55414	266.819	33630	200.179
2000	59176	268.748	35713	201.247
2200	66770	272.366	39878	203.232
2400	74453	275.708	44045	205.045
2600	82225	278.818	48216	206.714
2800	90080	281.729	52391	208.262
3000	98013	284.466	56574	209.705
3200	106022	287.050	60767	211.058
3400	114101	289.499	64971	212.332
3600	122245	291.826	69190	213.538
3800	130447	294.043	73424	214.682
4000	138705	296.161	77675	215.773
4400	155374	300.133	86234	217.812
4800	172240	303.801	94873	219.691
5200	189312	307.217	103592	221.435
5600	206618	310.423	112391	223.066
6000	224210	313.457	121264	224.597

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. C : (Lanjutan)

TABLE A.9 (continued)

Ideal-Gas Properties of Various Substances (SI Units), Entropies at 0.1-MPa (1-Bar)
Pressure, Mole Basis

<i>T</i> K	Carbon Dioxide (CO ₂) $\bar{h}_{f,298}^0 = -393\,522 \text{ kJ/kmol}$ $M = 44.01 \text{ kg/kmol}$		Carbon Monoxide (CO) $\bar{h}_{f,298}^0 = -110\,527 \text{ kJ/kmol}$ $M = 28.01 \text{ kg/kmol}$	
	$(\bar{h} - \bar{h}_{298}^0)$ kJ/kmol	$\bar{s}_T^0$ kJ/kmol K	$(\bar{h} - \bar{h}_{298}^0)$ kJ/kmol	$\bar{s}_T^0$ kJ/kmol K
0	-9364	0	-8671	0
100	-6457	179.010	-5772	165.852
200	-3413	199.976	-2860	186.024
298	0	213.794	0	197.651
300	69	214.024	54	197.831
400	4003	225.314	2977	206.240
500	8305	234.902	5932	212.833
600	12906	243.284	8942	218.321
700	17754	250.752	12021	223.067
800	22806	257.496	15174	227.277
900	28030	263.646	18397	231.074
1000	33397	269.299	21686	234.538
1100	38885	274.528	25031	237.726
1200	44473	279.390	28427	240.679
1300	50148	283.931	31867	243.431
1400	55895	288.190	35343	246.006
1500	61705	292.199	38852	248.426
1600	67569	295.984	42388	250.707
1700	73480	299.567	45948	252.866
1800	79432	302.969	49529	254.913
1900	85420	306.207	53128	256.860
2000	91439	309.294	56743	258.716
2200	103562	315.070	64012	262.182
2400	115779	320.384	71326	265.361
2600	128074	325.307	78679	268.302
2800	140435	329.887	86070	271.044
3000	152853	334.170	93504	273.607
3200	165321	338.194	100962	276.012
3400	177836	341.988	108440	278.279
3600	190394	345.576	115938	280.422
3800	202990	348.981	123454	282.454
4000	215624	352.221	130989	284.387
4400	240992	358.266	146108	287.989
4800	266488	363.812	161285	291.290
5200	292112	368.939	176510	294.337
5600	317870	373.711	191782	297.167
6000	343782	378.180	207105	299.809

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 4. D : (Lanjutan)

TABLE A.9 (continued)

Ideal-Gas Properties of Various Substances (SI Units), Entropies at 0.1-MPa (1-Bar) Pressure, Mole Basis

<i>T</i> K	Water (H ₂ O) $\bar{h}_{f,298}^0 = -241\,826 \text{ kJ/kmol}$ $M = 18.015 \text{ kg/kmol}$		Hydroxyl (OH) $\bar{h}_{f,298}^0 = 38\,987 \text{ kJ/kmol}$ $M = 17.007 \text{ kg/kmol}$	
	$(\bar{h} - \bar{h}_{298}^0)$ kJ/kmol	$\bar{s}_T^0$ kJ/kmol K	$(\bar{h} - \bar{h}_{298}^0)$ kJ/kmol	$\bar{s}_T^0$ kJ/kmol K
0	-9904	0	-9172	0
100	-6617	152.386	-6140	149.591
200	-3282	175.488	-2975	171.592
298	0	188.835	0	183.709
300	62	189.043	55	183.894
400	3450	198.787	3034	192.466
500	6922	206.532	5991	199.066
600	10499	213.051	8943	204.448
700	14190	218.739	11902	209.008
800	18002	223.826	14881	212.984
900	21937	228.460	17889	216.526
1000	26000	232.739	20935	219.735
1100	30190	236.732	24024	222.680
1200	34506	240.485	27159	225.408
1300	38941	244.035	30340	227.955
1400	43491	247.406	33567	230.347
1500	48149	250.620	36838	232.604
1600	52907	253.690	40151	234.741
1700	57757	256.631	43502	236.772
1800	62693	259.452	46890	238.707
1900	67706	262.162	50311	240.556
2000	72788	264.769	53763	242.328
2200	83153	269.706	60751	245.659
2400	93741	274.312	67840	248.743
2600	104520	278.625	75018	251.614
2800	115463	282.680	82268	254.301
3000	126548	286.504	89585	256.825
3200	137756	290.120	96960	259.205
3400	149073	293.550	104388	261.456
3600	160484	296.812	111864	263.592
3800	171981	299.919	119382	265.625
4000	183552	302.887	126940	267.563
4400	206892	308.448	142165	271.191
4800	230456	313.573	157522	274.531
5200	254216	318.328	173002	277.629
5600	278161	322.764	188598	280.518
6000	302295	326.926	204309	283.227

Lampiran 5 : *Enthalpy of Formation and Absolute Entropy of Various Substances*

Hak Cipta :

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

Hak Cipta :

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

TABLE A.10

Enthalpy of Formation and Absolute Entropy of Various Substances at 25°C, 100 kPa Pressure

Substance	Formula	<i>M</i> kg/kmol	State	$\bar{h}_f^0$ kJ/kmol	$\bar{s}_f^0$ kJ/kmol K
Acetylene	C ₂ H ₂	26.038	gas	+226 731	200.958
Ammonia	NH ₃	17.031	gas	−45 720	192.572
Benzene	C ₆ H ₆	78.114	gas	+82 980	269.562
Carbon dioxide	CO ₂	44.010	gas	−393 522	213.795
Carbon (graphite)	C	12.011	solid	0	5.740
Carbon monoxide	CO	28.011	gas	−110 527	197.653
Ethane	C ₂ H ₆	30.070	gas	−84 740	229.597
Ethene	C ₂ H ₄	28.054	gas	+52 467	219.330
Ethanol	C ₂ H ₅ OH	46.069	gas	−235 000	282.444
Ethanol	C ₂ H ₅ OH	46.069	liq	−277 380	160.554
Heptane	C ₇ H ₁₆	100.205	gas	−187 900	427.805
Hexane	C ₆ H ₁₄	86.178	gas	−167 300	387.979
Hydrogen peroxide	H ₂ O ₂	34.015	gas	−136 106	232.991
Methane	CH ₄	16.043	gas	−74 873	186.251
Methanol	CH ₃ OH	32.042	gas	−201 300	239.709
Methanol	CH ₃ OH	32.042	liq	−239 220	126.809
<i>n</i> -Butane	C ₄ H ₁₀	58.124	gas	−126 200	306.647
Nitrogen oxide	N ₂ O	44.013	gas	+82 050	219.957
Nitromethane	CH ₃ NO ₂	61.04	liq	−113 100	171.80
<i>n</i> -Octane	C ₈ H ₁₈	114.232	gas	−208 600	466.514
<i>n</i> -Octane	C ₈ H ₁₈	114.232	liq	−250 105	360.575
Ozone	O ₃	47.998	gas	+142 674	238.932
Pentane	C ₅ H ₁₂	72.151	gas	−146 500	348.945
Propane	C ₃ H ₈	44.094	gas	−103 900	269.917
Propene	C ₃ H ₆	42.081	gas	+20 430	267.066
Sulfur	S	32.06	solid	0	32.056
Sulfur dioxide	SO ₂	64.059	gas	−296 842	248.212
Sulfur trioxide	SO ₃	80.058	gas	−395 765	256.769
<i>T-T</i> -Diesel	C _{14.4} H _{24.9}	198.06	liq	−174 000	525.90
Water	H ₂ O	18.015	gas	−241 826	188.834
Water	H ₂ O	18.015	liq	−285 830	69.950

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 6. A : *Thermochemical Properties of Various Substances*

Table B.18 Thermochemical Properties of Nitrogen

Nitrogen (N ₂)		September 30, 1965				
MW = 28.0134						
$\bar{h}_f^0 = 0.000$ kcal/gmole						
T		$\bar{C}_p^0$	$\bar{h}(T) - \bar{h}(T_0)$	$\bar{s}^0(T)$	$\Delta G^0(T)$	$\log K_p$
0	0	0.000	-2.072	0.000	0.000	0.000
100	180	6.956	-1.379	38.170	0.000	0.000
200	360	6.957	-0.683	42.992	0.000	0.000
298	536	6.961	0.000	45.770	0.000	0.000
300	540	6.961	0.013	45.813	0.000	0.000
400	720	6.990	0.710	47.818	0.000	0.000
500	900	7.069	1.413	49.386	0.000	0.000
600	1,080	7.196	2.125	50.685	0.000	0.000
700	1,260	7.350	2.853	51.806	0.000	0.000
800	1,440	7.512	3.596	52.798	0.000	0.000
900	1,620	7.670	4.355	53.692	0.000	0.000
1,000	1,800	7.815	5.129	54.507	0.000	0.000
1,100	1,980	7.945	5.917	55.258	0.000	0.000
1,200	2,160	8.061	6.718	55.955	0.000	0.000
1,300	2,340	8.162	7.529	56.604	0.000	0.000
1,400	2,520	8.252	8.350	57.212	0.000	0.000
1,500	2,700	8.330	9.179	57.784	0.000	0.000
1,600	2,880	8.398	10.015	58.324	0.000	0.000
1,700	3,060	8.458	10.858	58.835	0.000	0.000
1,800	3,240	8.512	11.707	59.320	0.000	0.000
1,900	3,420	8.559	12.560	59.782	0.000	0.000
2,000	3,600	8.601	13.418	60.222	0.000	0.000
2,100	3,780	8.638	14.280	60.642	0.000	0.000
2,200	3,960	8.672	15.146	61.045	0.000	0.000
2,300	4,140	8.703	16.015	61.431	0.000	0.000
2,400	4,320	8.731	16.886	61.802	0.000	0.000
2,500	4,500	8.756	17.761	62.159	0.000	0.000
2,600	4,680	8.779	18.638	62.503	0.000	0.000
2,700	4,860	8.800	19.517	62.835	0.000	0.000
2,800	5,040	8.820	20.398	63.155	0.000	0.000
2,900	5,220	8.838	21.280	63.465	0.000	0.000
K	°R	$\frac{\text{cal}}{\text{gmole} \cdot \text{K}}$	$\frac{\text{kcal}}{\text{gmole}}$	$\frac{\text{cal}}{\text{gmole} \cdot \text{K}}$	$\frac{\text{kcal}}{\text{gmole}}$	—

Lampiran 6. B : (Lanjutan)

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

Table B.22 Thermochemical Properties of Diatomic Oxygen

Oxygen, Diatomic (O ₂)		September 30, 1965				
<i>MW</i> = 31.9988						
$\bar{h}_f^0 = 0.000$ kcal/gmole						
<i>T</i>		$\bar{C}_p^0$	$\bar{h}(T) - \bar{h}(T_0)$	$\bar{s}^0(T)$	$\Delta G^0(T)$	log <i>K_p</i>
0	0	0.000	-2.075	0.000	0.000	0.000
100	180	6.958	-1.381	41.395	0.000	0.000
200	360	6.961	-0.685	46.218	0.000	0.000
298	536	7.020	0.000	49.004	0.000	0.000
300	540	7.023	0.013	49.047	0.000	0.000
400	720	7.196	0.724	51.091	0.000	0.000
500	900	7.431	1.455	52.722	0.000	0.000
600	1,080	7.670	2.210	54.098	0.000	0.000
700	1,260	7.883	2.988	55.297	0.000	0.000
800	1,440	8.063	3.786	56.361	0.000	0.000
900	1,620	8.212	4.600	57.320	0.000	0.000
1,000	1,800	8.336	5.427	58.192	0.000	0.000
1,100	1,980	8.439	6.266	58.991	0.000	0.000
1,200	2,160	8.527	7.114	59.729	0.000	0.000
1,300	2,340	8.604	7.971	60.415	0.000	0.000
1,400	2,520	8.674	8.835	61.055	0.000	0.000
1,500	2,700	8.738	9.706	61.656	0.000	0.000
1,600	2,880	8.800	10.583	62.222	0.000	0.000
1,700	3,060	8.858	11.465	62.757	0.000	0.000
1,800	3,240	8.916	12.354	63.265	0.000	0.000
1,900	3,420	8.973	13.249	63.749	0.000	0.000
2,000	3,600	9.029	14.149	64.210	0.000	0.000
2,100	3,780	9.084	15.054	64.652	0.000	0.000
2,200	3,960	9.139	15.966	65.076	0.000	0.000
2,300	4,140	9.194	16.882	65.483	0.000	0.000
2,400	4,320	9.248	17.804	65.876	0.000	0.000
2,500	4,500	9.301	18.732	66.254	0.000	0.000
2,600	4,680	9.354	19.664	66.620	0.000	0.000
2,700	4,860	9.405	20.602	66.974	0.000	0.000
2,800	5,040	9.455	21.545	67.317	0.000	0.000
2,900	5,220	9.503	22.493	67.650	0.000	0.000
K	°R	$\frac{\text{cal}}{\text{gmole} \cdot \text{K}}$	$\frac{\text{kcal}}{\text{gmole}}$	$\frac{\text{cal}}{\text{gmole} \cdot \text{K}}$	$\frac{\text{kcal}}{\text{gmole}}$	—

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 6. C : (Lanjutan)

Table B.5 Thermochemical Properties of Carbon Dioxide

Carbon Dioxide (CO ₂)		September 30, 1965				
MW = 44.00995						
$\bar{h}_f^0 = -94.054$ kcal/gmole						
<i>T</i>		$\bar{C}_p^0$	$\bar{h}(T) - \bar{h}(T_0)$	$\bar{s}^0(T)$	$\Delta G^0(T)$	log <i>K_p</i>
0	0	0.000	-2.238	0.000	-93.965	infinite
100	180	6.981	-1.543	42.758	-94.100	205.645
200	360	7.734	-0.816	47.769	-94.191	102.922
298	536	8.874	0.000	51.072	-94.265	69.095
300	540	8.896	0.016	51.127	-94.267	68.670
400	720	9.877	0.958	53.830	-94.335	51.540
500	900	10.666	1.987	56.122	-94.399	41.260
600	1,080	11.310	3.087	58.126	-94.458	34.405
700	1,260	11.846	4.245	59.910	-94.510	29.506
800	1,440	12.293	5.453	61.522	-94.556	25.830
900	1,620	12.667	6.702	62.992	-94.596	22.970
1,000	1,800	12.980	7.984	64.344	-94.628	20.680
1,100	1,980	13.243	9.296	65.594	-94.658	18.806
1,200	2,160	13.466	10.632	66.756	-94.681	17.243
1,300	2,340	13.656	11.988	67.841	-94.701	15.920
1,400	2,520	13.815	13.362	68.859	-94.716	14.785
1,500	2,700	13.953	14.750	69.817	-94.728	13.801
1,600	2,880	14.074	16.152	70.722	-94.739	12.940
1,700	3,060	14.177	17.565	71.578	-94.746	12.180
1,800	3,240	14.269	18.987	72.391	-94.750	11.504
1,900	3,420	14.352	20.418	73.165	-94.751	10.898
2,000	3,600	14.424	21.857	73.903	-94.752	10.353
2,100	3,780	14.489	23.303	74.608	-94.746	9.860
2,200	3,960	14.547	24.755	75.284	-94.744	9.411
2,300	4,140	14.600	26.212	75.931	-94.735	9.001
2,400	4,320	14.648	27.674	76.554	-94.724	8.625
2,500	4,500	14.692	29.141	77.153	-94.714	8.280
2,600	4,680	14.734	30.613	77.730	-94.698	7.960
2,700	4,860	14.771	32.088	78.286	-94.683	7.664
2,800	5,040	14.807	33.567	78.824	-94.662	7.388
2,900	5,220	14.841	35.049	79.344	-94.639	7.132
K	°R	$\frac{\text{cal}}{\text{gmole} \cdot \text{K}}$	$\frac{\text{kcal}}{\text{gmole}}$	$\frac{\text{cal}}{\text{gmole} \cdot \text{K}}$	$\frac{\text{kcal}}{\text{gmole}}$	—

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 6. D : (Lanjutan)

Table B.14 Thermochemical Properties of Water Vapor

Water Vapor (H ₂ O)		March 31, 1961				
MW = 18.016						
$\bar{h}_f^0 = -57.798$ kcal/gmole						
T		$\bar{C}_p^0$	$\bar{h}(T) - \bar{h}(T_0)$	$\bar{s}^0(T)$	$\Delta G^0(T)$	$\log K_p$
0	0	0.000	-2.367	0.000	-57.103	infinite
100	180	7.961	-1.581	36.396	-56.557	123.600
200	360	7.969	-0.784	41.916	-55.635	60.792
298	536	8.025	0.000	45.106	-54.636	40.048
300	540	8.027	0.015	45.155	-54.617	39.786
400	720	8.186	0.825	47.484	-53.519	29.240
500	900	8.415	1.654	49.334	-52.361	22.886
600	1,080	8.676	2.509	50.891	-51.156	18.633
700	1,260	8.954	3.390	52.249	-49.915	15.583
800	1,440	9.246	4.300	53.464	-48.646	13.289
900	1,620	9.547	5.240	54.570	-47.352	11.498
1,000	1,800	9.851	6.209	55.592	-46.040	10.062
1,100	1,980	10.152	7.210	56.545	-44.712	8.883
1,200	2,160	10.444	8.240	57.441	-43.371	7.899
1,300	2,340	10.723	9.298	58.288	-42.022	7.064
1,400	2,520	10.987	10.384	59.092	-40.663	6.347
1,500	2,700	11.233	11.495	59.859	-39.297	5.725
1,600	2,880	11.462	12.630	60.591	-37.927	5.180
1,700	3,060	11.674	13.787	61.293	-36.549	4.699
1,800	3,240	11.869	14.964	61.965	-35.170	4.270
1,900	3,420	12.048	16.160	62.612	-33.786	3.886
2,000	3,600	12.214	17.373	63.234	-32.401	3.540
2,100	3,780	12.366	18.602	63.834	-31.012	3.227
2,200	3,960	12.505	19.846	64.412	-29.621	2.942
2,300	4,140	12.634	21.103	64.971	-28.229	2.682
2,400	4,320	12.753	22.372	65.511	-26.832	2.443
2,500	4,500	12.863	23.653	66.034	-25.439	2.224
2,600	4,680	12.965	24.945	66.541	-24.040	2.021
2,700	4,860	13.059	26.246	67.032	-22.641	1.833
2,800	5,040	13.146	27.556	67.508	-21.242	1.658
2,900	5,220	13.228	28.875	67.971	-19.838	1.495
K	°R	$\frac{\text{cal}}{\text{gmole} \cdot \text{K}}$	$\frac{\text{kcal}}{\text{gmole}}$	$\frac{\text{cal}}{\text{gmole} \cdot \text{K}}$	$\frac{\text{kcal}}{\text{gmole}}$	—



Lampiran 7 : Data Gas Chromatogram PGN Bulan Februari

PT. PGN TBK					
DAILY REPORT					
---GENERAL---					
Metering Station ID	:	FCC-001			
Metering Location	:	PLN TANJUNG PRIOK			
Metering Station Date	:	04/02/25			
Metering Station Time	:	00:00:00			
Meter ID		STREAM A	STREAM B	STREAM C	STATION
---TOTAL DAILY - METERING STREAM---					
Std Vol	MSCF	15587.151	.000	.000	15587.151
Energy	MMBTU	16131.473	.000	.000	16131.473
---CUMULATIVE TOTALIZER---					
Cum. Std Vol	MSCF	386375.146	604895.802	457855.611	
Cum. Energy	MMBTU	95310.775	545799.060	474240.850	
---DAILY AVERAGES---					
Pressure	psig	343.47	.00	.00	
Temperature	deg.F	83.18	.00	.00	
DP	inH2O	26.58	.00	.00	
Line Density	lb/ft3	1.184465	.000000	.000000	
GHV	BTU/SCF	1033.43958	.00000	.00000	
---GAS CHROMATOGRAM - AVERAGE FOR THE DAY---					
Methane	mol %	90.7938			
Ethane	mol %	3.1313			
Propane	mol %	1.0017			
n-Butane	mol %	.2826			
i-Butane	mol %	.2546			
n-Pentane	mol %	.0756			
i-Pentane	mol %	.1229			
n-Hexane	mol %	.0692			
n-Heptane	mol %	.0346			
n-Octane	mol %	.0115			
n-Nonane	mol %	.0000			
n-Decane	mol %	.0000			
Nitrogen	mol %	.2426			
Carbon Dioxide	mol %	3.9796			

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