



© Hak Cipta milik Politeknik Negeri Jakarta

Hak Cipta :

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



ANALISIS DAMPAK VARIASI BEBAN TERHADAP *HEAT RATE* EFISIENSI TERMAL DAN *SPESIFIC STEAM CONSUMPTION* TURBIN UAP BLOK 3 PLTGU PRIOK

SKRIPSI
POLITEKNIK
NEGERI
JAKARTA

Oleh:

Antares Firdausinuzula Sani Lewenussa 2202421014

PROGRAM STUDI SARJANA TERAPAN
TEKNOLOGI REKAYASA PEMBANGKIT ENERGI
JURUSAN TEKNIK MESIN
POLITEKNIK NEGERI JAKARTA

Juli, 2026



© Hak Cipta milik Politeknik Negeri Jakarta

Hak Cipta :

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



**ANALISIS DAMPAK VARIASI BEBAN TERHADAP *HEAT*
RATE EFISIENSI TERMAL DAN *SPESIFIC STEAM*
CONSUMPTION TURBIN UAP BLOK 3 PLTGU PRIOK**

SKRIPSI

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

Oleh:

Antares Firdausinuzula Sani Lewenussa 2202421014

**PROGRAM STUDI SARJANA TERAPAN
TEKNOLOGI REKAYASA PEMBANGKIT ENERGI
JURUSAN TEKNIK MESIN
POLITEKNIK NEGERI JAKARTA**

Juli, 2026



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 PERSEMBAHAN





Hak Cipta :

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

HALAMAN PERSETUJUAN SKRIPSI



ANALISIS DAMPAK VARIASI BEBAN TERHADAP *HEAT RATE* EFISIENSI TERMAL DAN *SPESIFIC STEAM CONSUMPTION* TURBIN UAP BLOK 3 PLTGU PRIOK

Oleh

Antares Firdausinuzula Sani Lewenusssa
NIM 2202421014

Program Studi Sarjana Terapan Teknologi Rekayasa Pembangkit Energi

Skripsi Telah Disetujui oleh pembimbing

Pembimbing 1

Arifia Ekayuliana, S.T., M.T.
NIP. 199107212018032001

Pembimbing 2

Asep Yana Yusyama, S.Pd., M.Pd.
NIP. 1990001112019031016

Kepala Program Studi

Sarjana Terapan Teknologi Rekayasa Pembangkit Energi

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



Hak Cipta :

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

HALAMAN PENGESAHAN SKRIPSI

ANALISIS DAMPAK VARIASI BEBAN TERHADAP *HEAT RATE* EFISIENSI TERMAL DAN *SPESIFIC STEAM CONSUMPTION* TURBIN UAP BLOK 3 PLTGU PRIOK

Oleh:

Antares Firdausinuzula Sani Lewenussa
NIM. 2202421014

Program Studi Sarjana Terapan Teknologi Rekayasa Pembangkit Energi

Telah berhasil dipertahankan dalam sidang sarjana terapan di hadapan Dewan Penguji pada tanggal 10 juli 2026 dan diterima sebagai persyaratan untuk memperoleh gelar Sarjana Terapan pada Program Studi Sarjana Terapan Teknologi Rekayasa Pembangkit Energi Jurusan Teknik Mesin

DEWAN PENGUJI

No.	Nama	Posisi Penguji	Tanda Tangan	Tanggal
1	Arifia Ekayuliana S.T., M.T. NIP. 199107212018032001	Ketua		
2	P. Jannus, S.T., M.T. NIP. 196304261988031004	Penguji 1		
3	Dr. Fuad Zainuri, S.T., M.Si. NIP. 197602252000121002	Penguji 2		

Depok, Juli 2026

Disahkan oleh:

Ketua Jurusan Teknik Mesin



Dr. Fuad Zainuri, S.T., M.Si.
NIP. 197602252000121002



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 : Antares Firdausinuzula Sani Lewenussa

NIM : 2202421014

Program Studi : Sarjana Terapan Teknologi Rekayasa Pembangkit Energi

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

Depok, 14 Juli 2026



Antares Firdausinuzula Sani Lewenussa
NIM. 2202421014



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 DAMPAK VARIASI BEBAN TERHADAP *HEAT RATE* EFISIENSI TERMAL DAN SPESIFIC STEAM CONSUMPTION TURBIN UAP BLOK 3 PLTGU PRIOK

Antares Firdausinuzula Sani Lewenussa¹⁾, Arifia Eka Yuliana¹⁾, Asep Yana Yusyama¹⁾

¹⁾Program Studi Sarjana Terapan Teknologi Rekayasa Pembangkit Energi, Jurusan Teknik Mesin, Politeknik Negeri Jakarta, Jl. Prof. G. A. Siwabessy, Kampus UI, Depok, 16425

Alamat E-mail: antares.firdausinuzula.sani.lewenussa.tm22@mhs.wpnj.ac.id

ABSTRAK

Fluktuasi beban operasi pada Pembangkit Listrik Tenaga Gas dan Uap (PLTGU) Priok Blok 3 sebagai *load follower* dalam sistem interkoneksi sering menimbulkan perubahan kinerja turbin uap yang berpengaruh pada efisiensi pembangkitan keseluruhan. Penelitian ini bertujuan untuk menilai pengaruh variasi beban terhadap *Turbine Heat Rate* (THR), mengukur perubahan efisiensi termal, serta menganalisis dampaknya pada karakteristik konsumsi uap spesifik turbin. Metode kuantitatif korelasional diterapkan dengan menggunakan data operasional sekunder *Central Control Room* (CCR) periode Bulan ke-7 hingga Bulan ke-11. Perhitungan parameter performa dilakukan berdasarkan rumus termodinamika melalui metode pengelompokan rata-rata bin. Hasil menunjukkan bahwa peningkatan beban operasi secara konsisten menurunkan nilai *Heat Rate* dan *Specific Steam Consumption* (SSC) serta meningkatkan efisiensi termal, yang berarti energi uap dimanfaatkan jauh lebih optimal. Konsumsi energi input spesifik dan laju penggunaan fluida kerja cenderung menurun ketika beban mendekati kondisi optimal. Pada beban puncak maksimum 240,75 MW di Bulan ke-11, sistem mencatat performa terbaik dengan THR terendah sebesar 8421,45 kJ/kWh, efisiensi termal tertinggi sebesar 42,75 persen, dan SSC minimum sebesar 2,832 kg/kWh. Keandalan hasil pemodelan ini didukung secara kokoh oleh nilai koefisien variasi yang secara konsisten berada di bawah dua setengah persen. Temuan ini menegaskan pentingnya menjaga beban operasi pada rentang beban penuh untuk memaksimalkan efisiensi energi termal di PLTGU Priok Blok 3.

Kata Kunci : PLTGU, Beban Operasi, Turbin Uap, *Turbine Heat Rate* (THR), Efisiensi Termal, *Specific Steam Consumption* (SSC).



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

**ANALYSIS OF THE IMPACT OF LOAD VARIATION ON THE HEAT RATE
THERMAL EFFICIENCY AND SPECIFIC STEAM CONSUMPTION OF
THE BLOCK 3 STEAM TURBINE AT PRIOK COMBINED CYCLE POWER
PLANT**

Antares Firdausinuzula Sani Lewenussa¹⁾, Arifia Eka Yuliana¹⁾, Asep Yana Yusyama¹⁾

¹⁾ Bachelor of Applied Science Program in Energy Generation Engineering Technology,
Department of Mechanical Engineering, Jakarta State Polytechnic, Prof. G. A. Siwabessy Street,
UI Campus, Depok 16425, Indonesia.

E-mail address: antares.firdausinuzula.sani.lewenussa.tm22@mhs.wpnj.ac.id

ABSTRACT

Fluctuations in operating load at the Priok Block 3 Gas and Steam Power Plant (PLTGU) as a load follower in the interconnection system frequently cause changes in steam Turbine performance, affecting overall generation efficiency. This study aims to assess the effect of load variation on the Turbine Heat Rate (THR), measure changes in thermal efficiency, and analyze its impact on the Specific Steam Consumption characteristics of the turbine. A correlational quantitative method was applied using secondary operational data from the Central Control Room (CCR) for the period from Month 7 to Month 11. Performance parameter calculations were conducted based on thermodynamic formulas using the bin average grouping method. The results indicate that an increase in operating load consistently decreases the Heat Rate and Specific Steam Consumption (SSC) values while increasing thermal efficiency, meaning steam energy is utilized much more optimally. Specific input energy consumption and the working fluid utilization rate tend to decrease as the load approaches the optimal condition. At the maximum peak load of 240.75 MW in Month 11, the system recorded its best performance with the lowest THR of 8421.45 kJ/kWh, the highest thermal efficiency of 42.75 percent, and a minimum SSC of 2.832 kg/kWh. The reliability of this modeling result is strongly supported by the Coefficient of Variation values, which consistently remain below two and a half percent. These findings underscore the importance of maintaining the operating load within the full load range to maximize thermal energy efficiency at PLTGU Priok Block 3.

Key words: Combined Cycle Power Plant, Operating Load, Steam Turbine, Turbine Heat Rate (THR), Thermal Efficiency, Specific Steam Consumption (SSC).



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

KATA PENGANTAR

Puji syukur penulis panjatkan ke hadirat Allah SWT, karena berkat rahmat dan hidayah-Nya penulis dapat menyelesaikan skripsi dengan judul "Analisis Dampak Variasi Beban terhadap Heat Rate Efisiensi Termal dan Specific Steam Consumption Turbin Uap Blok 3 PLTGU Priok" tepat pada waktunya. Skripsi ini disusun sebagai salah satu syarat untuk menyelesaikan pendidikan Sarjana Terapan pada Program Studi Teknologi Rekayasa Pembangkit Energi, Jurusan Teknik Mesin, Politeknik Negeri Jakarta. Penulis menyadari bahwa penyusunan skripsi ini tidak akan terwujud tanpa adanya bimbingan, dukungan, serta bantuan dari berbagai pihak. Karena itu, penulis ingin menyampaikan rasa terima kasih yang sebesar dan setulus-tulusnya kepada:

1. Dr. Fuad Zainuri, S.T., M.Si. selaku Ketua Jurusan Teknik Mesin Politeknik Negeri Jakarta.
2. Cecep Slamet Abadi, S.T., M.T. selaku Kepala Program Studi Teknologi Rekayasa Pembangkit Energi.
3. Arifia Ekayuliana, S.T., M.T. selaku dosen pembimbing ke-1 yang telah membimbing saya hingga penelitian ini selesai
4. Asep Yana Yusyama, S.Pd., M.Pd. selaku dosen pembimbing ke-2 yang telah membimbing saya hingga penelitian ini selesai.
5. Bapak Suwardi Mayor, Bapak Raihan. Bapak Bimo, Bapak Mukhanif, dan tim HAR Mekanik atas bimbingannya selama saya di industri.
6. Kedua orang tua yang sangat Penulis cintai, Debbie Firdaus Sany Lewenusssa dan Dyah Santiaji, secara khusus, Penulis mengucapkan terima kasih atas Segalanya, mulai dari didikan, kasih yang tiada habis, serta dukungan penuh, baik moral maupun finansial sedari penulis lahir hingga pendidikan tinggi kini.



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

HALAMAN PERSEMBAHAN	iii
HALAMAN PERSETUJUAN SKRIPSI	iv
HALAMAN PENGESAHAN SKRIPSI.....	v
LEMBAR PERNYATAAN ORISINALITAS	vi
ABSTRAK	vii
ABSTRACT	viii
KATA PENGANTAR.....	ix
DAFTAR ISI.....	x
DAFTAR TABEL	xiii
DAFTAR GAMBAR.....	xiv
DAFTAR KURVA	xv
BAB I PENDAHULUAN.....	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	4
1.3 Pertanyaan Penelitian	5
1.4 Tujuan Penelitian	5
1.5 Manfaat Penelitian	5
1.5.1 Manfaat bagi akademisi	5
1.5.2 Manfaat bagi industri	6
1.6 Sistematika Penelitian	6
BAB II TINJAUAN PUSTAKA.....	8
2.1 Landasan Teori.....	8
2.1.1 Pembangkit Listrik Tenaga Gas dan Uap (PLTGU)	8



© Hak Cipta milik Politeknik Negeri Jakarta

Hak Cipta :

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

2.1.2 Siklus Rankine	9
2.1.3 HRSG	10
2.1.4 Turbin Uap	11
2.1.5 Skema Aliran Uap	12
2.1.6 Pengaturan Beban.....	14
2.1.7 <i>part load Penalty</i>	14
2.1.8 <i>Turbine Heat Rate (THR)</i>	15
2.1.9 Efisiensi Termal Turbin	16
2.1.10 <i>Specific Steam Consumption</i>	17
2.1.11 Entalphi dan Standar IAPWS-IF97.....	18
2.1.12 Program Perhitungan.....	19
2.2 Kajian Literatur	25
2.3 Kerangka Pemikiran.....	29
BAB III METODOLOGI PENELITIAN	30
3.1 Jenis Penelitian.....	30
3.1.1 Diagram Alir	31
3.1.2 Penjelasan Diagram Alir	32
3.2 Objek Penelitian.....	35
3.3 Metode Pengumpulan Sampel.....	35
3.4 Jenis dan Sumber Data Penelitian	36
3.5 Metode Pengumpulan Data	37
3.6 Metode Analisis Data	37
BAB IV HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN.....	42
4.1 Hasil Penelitian	42
4.1.1 Validasi Hasil Program Perhitungan.....	42



© 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

4.1.2 pengolahan data awal	51
4.1.3 Data Bulan Juli	51
4.1.4 Data Bulan Agustus	53
4.1.5 Data Bulan September	55
4.1.6 Data bulan Oktober	57
4.1.7 Data bulan November	59
4.2 Pembahasan Penelitian	61
4.2.1 Kurva Beban Turbine Dengan <i>Heat Rate</i> Perbulan	61
4.2.2 Kurva Beban Turbine Dengan Efisiensi Perbulan	65
4.2.3 Kurva Beban Turbine Dengan SSC Perbulan	70
4.2.4 Beban Terhadap Performa	75
4.2.5 Perbandingan Performa Antar Bulan	77
BAB V Penutup	88
5.1 Kesimpulan	88
5.2 Saran	90
DAFTAR PUSTAKA	91
LAMPIRAN	97



Hak Cipta :

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

DAFTAR TABEL

Tabel 3. 1 Data Operasi.....	36
Tabel 4.1 data operasi tanggal 5 juli pada jam 1:00.....	42
Tabel 4. 2 Perbandingan Hasil Program dengan Hasil Aspen HYSYS	48
Tabel 4. 3 Pengelompokan data bulan juli	51
Tabel 4. 4 Pengelompokan data bulan Agustus	53
Tabel 4. 5 Pengelompokan data bulan September	55
Tabel 4. 6 Pengelompokan data bulan Oktober	57
Tabel 4. 7 Pengelompokan data bulan November	59
Tabel 4. 8 Data perubahan parameter dengan beban 78 MW	78
Tabel 4. 9 Data perubahan parameter dengan beban 72 MW	78

**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

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2. 1 Pembangkit listrik Tenaga Gas dan Uap (Sumber: dokumentasi Pribadi).....	8
Gambar 2. 2 Siklus Rankine (Sumber: https://homework.study.com/explanation/in-an-ideal-rankine-cycle-steam-enters-the-single-stage-turbine-at-a-pressure-of-8-mpa-and-temperature-of-440-o-c-heat-is-rejected-in-the-condenser-at-25-o-c-a-draw-the-schematic-and-t-s-diagram-b.html)	9
Gambar 2. 3 Turbin Uap (Sumber: dokumentasi Pribadi)	11
Gambar 2. 4 Skema Aliran Uap Siklus Rankine PLTGU Priok Blok 3	12
Gambar 2. 5 Kolom pengunggahan data ccr.....	20
Gambar 2. 6 antarmuka data load binning	21
Gambar 2. 7 Grafik Beban dibanding THR	22
Gambar 2. 8 Grafik Beban dibanding Efisiensi	22
Gambar 2. 9 Grafik Beban dibanding SSC	22
Gambar 3. 1 Diagram alir penelitian.....	31
Gambar 4. 1 Hasil Perhitungan Program	43
Gambar 4. 2 Simulasi Work Aspen HYSYS	45
Gambar 4. 3 Connections Aspen HYSYS.....	45
Gambar 4. 4 Worksheet Work Aspen HYSYS.....	46
Gambar 4. 5 Simulasi Stream Aspen HYSYS	47
Gambar 4. 6 Worksheet Stream Aspen HYSYS.....	47



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 KURVA

Kurva 4. 1 Turbine Heat Rate dengan Beban bulan ke-7	62
Kurva 4. 2 Turbine Heat Rate dengan Beban bulan ke-8	62
Kurva 4. 3 Turbine Heat Rate dengan Beban bulan ke-9	63
Kurva 4. 4 Turbine Heat Rate dengan Beban bulan ke-10	63
Kurva 4. 5 Turbine Heat Rate dengan Beban bulan ke-11	64
Kurva 4. 6 Efisiensi dengan Beban bulan ke-7	66
Kurva 4. 7 Efisiensi dengan Beban bulan ke-8	67
Kurva 4. 8 Efisiensi dengan Beban bulan ke-9	67
Kurva 4. 9 Efisiensi dengan Beban bulan ke-10	68
Kurva 4. 10 Efisiensi dengan Beban bulan ke-11	68
Kurva 4. 11 Specific Steam Consumption (SSC) dengan Beban bulan ke-7.....	71
Kurva 4. 12 Specific Steam Consumption (SSC) dengan Beban bulan ke-8.....	71
Kurva 4. 13 Specific Steam Consumption (SSC) dengan Beban bulan ke-9.....	72
Kurva 4. 14 Specific Steam Consumption (SSC) dengan Beban bulan ke-10.....	72
Kurva 4. 15 Specific Steam Consumption (SSC) dengan Beban bulan ke-11.....	73
Kurva 4. 16 Degradasi THR Pada Beban 78 MW dan 72 MW	79
Kurva 4. 17 Degradasi Efisiensi Pada Beban 78 MW dan 72 MW	79
Kurva 4. 18 Degradasi SSC Pada Beban 78 MW dan 72 MW	80



Hak Cipta :

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

BAB I PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Peningkatan kebutuhan energi listrik dan tuntutan efisiensi pembangkitan menuntut pembangkit beroperasi dengan kinerja yang semakin optimal. Sebagai gambaran, realisasi konsumsi listrik per kapita di Indonesia terus mengalami tren peningkatan yang signifikan, yakni meningkat dari 1.173 kWh per kapita pada tahun 2022 menjadi 1.411 kWh per kapita pada tahun 2024 (Kementerian ESDM, 2024). Pada praktiknya, unit pembangkit tidak selalu beroperasi pada kondisi beban desain. Perubahan pola konsumsi listrik harian serta tuntutan fleksibilitas sistem interkoneksi menyebabkan pembangkit sering kali dioperasikan pada kondisi beban parsial (*part-load*) [1]. Kondisi ini menjadi krusial karena performa termodinamika pembangkit umumnya dirancang mencapai titik optimal pada beban penuh, sehingga deviasi beban akan memicu perubahan karakteristik termal yang signifikan.

PLTGU (Pembangkit Listrik Tenaga Gas dan Uap) merupakan salah satu pembangkit yang diandalkan karena memiliki respons operasi yang relatif fleksibel dan efisiensi yang tinggi pada kondisi tertentu [2][3]. Namun, efisiensi PLTGU secara keseluruhan tidak hanya ditentukan oleh turbin gas, melainkan juga oleh kinerja siklus uap (*Steam Cycle*) terutama pada turbin uap. Turbin uap pada PLTGU berfungsi mengonversi energi termal uap yang dihasilkan oleh HRSG menjadi energi mekanik untuk menggerakkan *generator* sehingga menghasilkan energi listrik [4]. Oleh karena itu, perubahan kinerja turbin uap akibat variasi beban akan berdampak langsung pada efisiensi pembangkitan [5].

Variasi beban pada turbin uap memengaruhi performa melalui mekanisme kompleks, seperti penurunan tekanan pada katup pengatur (*throttling losses*) dan perubahan efisiensi internal pada tiap stage turbin akibat perubahan laju aliran massa uap [6]. Dampaknya sering terlihat pada indikator kinerja utama seperti efisiensi termal, *Heat Rate*, dan *Specific Steam Consumption* (SSC). Efisiensi termal menggambarkan kemampuan sistem mengubah energi panas menjadi listrik, *Heat Rate* menggambarkan kebutuhan energi input per kWh, sedangkan SSC



© 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

menunjukkan kebutuhan massa uap per kWh sebagai indikator operasional yang spesifik untuk turbin uap.

Penelitian empiris terdahulu memperkuat temuan bahwa perubahan beban operasi memiliki hubungan yang konsisten dengan nilai *Heat Rate* pada pembangkit berbasis siklus Rankine. Studi pada PLTU Ombilin Unit 1 menunjukkan bahwa kondisi operasi yang mendekati 93,39 MW net menghasilkan efisiensi termal optimal sebesar 34,693% dengan *Heat Rate* 2475,445 kcal/kWh, sementara performa menurun signifikan pada beban yang lebih rendah [7]. Pola serupa juga teridentifikasi pada PLTU Jenepono 2, di mana peningkatan beban operasi secara konsisten menurunkan nilai Net Plant *Heat Rate* (NPHR) pada rentang tiga tahun pengamatan[8]. Temuan yang sejalan diperoleh pula dari PLTU Moramo, yang menunjukkan bahwa efisiensi turbin meningkat dari 39,138% pada beban 30 MW menjadi 39,976% pada beban 50 MW, disertai penurunan *Turbine Heat Rate* dari 10.137,79 kJ/kWh menjadi 9.333,77 kJ/kWh [9]. Konsistensi pola ini pada berbagai unit pembangkit dengan kapasitas yang berbeda menegaskan bahwa hubungan antara beban operasi dan efisiensi termal bersifat fundamental dan tidak terbatas pada satu konfigurasi pembangkit saja.

Secara lebih spesifik, penurunan kinerja pada kondisi *part load* dapat ditelusuri pada komponen turbin uap itu sendiri, terutama pada bagian turbin tekanan tinggi (*High Pressure turbine*) yang paling rentan terhadap *throttling losses*. Hasil analisis pada PLTU Banten 3 Lontar Unit 2 memperlihatkan bahwa penurunan efisiensi turbin HP merupakan kontributor utama terhadap kenaikan NPHR, dengan kontribusi kerugian rata-rata sebesar 87,96 kCal/kWh atau setara 24,53% dari total *Heat Rate losses* [10]. Studi lainnya Pada PLTU Asam-Asam Unit 4, menunjukan bahwa peningkatan beban dari 32 MW menjadi 65 MW terbukti menurunkan Gross Plant *Heat Rate* dari 3.890,10 kcal/kWh menjadi 3.108,94 kcal/kWh, sekaligus menekan biaya produksi listrik [11]. Fenomena ini relevan pula bagi turbin uap pada PLTGU, mengingat SSC sebagai indikator operasional turbin uap secara prinsip dipengaruhi oleh mekanisme kerugian yang serupa, yakni penurunan rasio ekspansi efektif akibat pembukaan parsial katup governor pada beban rendah.



© 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

Sebagian besar penelitian terdahulu mengenai dampak perubahan beban terhadap performa turbin uap umumnya memanfaatkan objek Pembangkit Listrik Tenaga Uap (PLTU) dengan siklus Rankine konvensional. Namun, hasil-hasil studi tersebut tetap memiliki relevansi yang tinggi untuk diadaptasi pada turbin uap di sistem Pembangkit Listrik Tenaga Gas dan Uap (PLTGU). Meskipun terdapat perbedaan karakteristik pada sistem suplai uap antara boiler konvensional pada PLTU dan HRSG pada PLTGU yang fleksibilitas serta respons fluktuatifnya bergantung langsung pada variasi beban turbin gas [12], pendekatan analisis termal pada kedua jenis turbin pada dasarnya serupa. Oleh karena itu, pemodelan dari studi terdahulu tetap dapat dijadikan acuan untuk memproyeksikan indikator efisiensi termal, *Heat Rate*, dan *Specific Steam Consumption* (SSC) pada konfigurasi ini.

Berdasarkan kondisi tersebut, penelitian ini dilakukan pada turbin uap PLTGU Priok Blok 3 dengan fokus menganalisis pengaruh variasi beban terhadap efisiensi termal, *Heat Rate*, dan *Specific Steam Consumption*. Hasil penelitian diharapkan menghasilkan peta performa aktual terhadap beban serta informasi kuantitatif mengenai penurunan kinerja pada operasi beban parsial. Dengan demikian, penelitian ini tidak hanya berkontribusi pada penguatan literatur akademik berbasis data lapangan, tetapi juga memberikan manfaat praktis sebagai bahan evaluasi dan masukan dalam pengoperasian pembangkit.

Agar pembahasan dalam penelitian ini terarah dan sesuai dengan tujuan analisis, ruang lingkup penelitian difokuskan pada turbin uap (*steam turbine*) PLTGU Priok Blok 3 sebagai bagian dari *Steam Cycle*, tanpa membahas secara mendalam performa gas turbin. Variasi beban yang dianalisis dibatasi pada perubahan beban turbin uap (MW) berdasarkan data operasi *Central Control Room* (CCR) pada periode pengamatan yang ditetapkan, dengan interval pencatatan mengikuti ketersediaan data. Parameter kinerja yang menjadi fokus analisis meliputi *Turbine Heat Rate* (THR), efisiensi termal turbin uap, dan *Specific Steam Consumption* (SSC), karena ketiga parameter tersebut dinilai mampu merepresentasikan hubungan antara kebutuhan energi, penggunaan uap, dan daya keluaran turbin secara komprehensif.



© 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

Dalam pengevaluasian performa ini, analisis diawali dengan parameter *Turbine Heat Rate* (THR) untuk mengukur konsumsi energi panas yang dibutuhkan dalam menghasilkan setiap satuan daya listrik. Nilai THR berkaitan langsung secara terbalik dengan efisiensi termal siklus, sementara indikator *Specific Steam Consumption* (SSC) untuk mengetahui jumlah konsumsi uap yang diperlukan.

1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang penelitian ini, PLTGU Priok, sebagai unit yang berperan sebagai *load follower* dalam sistem interkoneksi, secara rutin mengalami variasi beban operasi sesuai instruksi P2B dan kebutuhan sistem kelistrikan. Variasi beban ini menyebabkan turbin uap pada blok 3 sering bekerja di luar titik beban desainnya, yang secara teoritis berpotensi menurunkan efisiensi termal serta meningkatkan *Heat Rate* dan *Specific Steam Consumption* unit. Namun, seberapa besar pengaruh variasi beban tersebut terhadap ketiga parameter performa pada objek penelitian yang spesifik ini, bagaimana pola hubungan antar parameter tersebut, serta pada kondisi beban berapa performa optimal dapat dicapai, belum dikuantifikasi dan diketahui secara pasti. Oleh karena itu, diperlukan analisis berbasis data operasional aktual untuk mengetahui secara komprehensif pola hubungan antara variasi beban dengan *Turbine Heat Rate*, efisiensi termal turbin uap, dan *Specific Steam Consumption* pada turbin uap Blok 3 PLTGU Priok.

Pemahaman yang akurat mengenai pola hubungan tersebut menjadi penting tidak hanya dari sisi keilmuan, tetapi juga dari sisi operasional pembangkit. Berangkat dari urgensi nyata tersebut, penelitian ini berupaya menjawab sejauh mana variasi beban operasi memengaruhi *Turbine Heat Rate*, efisiensi termal, dan *Specific Steam Consumption* pada turbin uap Blok 3 PLTGU Priok, sehingga dapat dirumuskan gambaran kondisi operasi yang mendukung pengambilan keputusan pembebanan unit secara lebih efisien. Oleh karena itu, pertanyaan-pertanyaan penelitian berikut diajukan dalam penelitian ini.



Hak Cipta :

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

1.3 Pertanyaan Penelitian

1. Bagaimana tren hubungan antara beban turbin uap dengan THR pada PLTGU Priok Blok 3?
2. Bagaimana tren hubungan antara beban turbin uap dengan efisiensi termal pada PLTGU Priok Blok 3?
3. Bagaimana tren hubungan antara beban turbin uap dengan SSC pada PLTGU Priok Blok 3?
4. Berdasarkan analisis THR, efisiensi termal, dan SSC, pada rentang beban berapa turbin uap PLTGU Priok Blok 3 menunjukkan kondisi operasi yang paling optimal?

1.4 Tujuan Penelitian

1. Menghitung pengaruh variasi beban operasi terhadap *Turbine Heat Rate* (THR) turbin uap PLTGU Priok Blok 3 sebagai indikator tingkat konsumsi energi panas per kWh listrik yang dihasilkan.
2. Menghitung pengaruh variasi beban operasi terhadap efisiensi termal turbin uap PLTGU Priok Blok 3
3. Menghitung pengaruh variasi beban operasi terhadap *Specific Steam Consumption* (SSC) turbin uap PLTGU Priok Blok 3
4. Menentukan rentang beban operasi yang paling optimal pada turbin uap PLTGU Priok Blok 3 berdasarkan sintesis data THR, efisiensi termal, dan SSC sebagai rekomendasi acuan operasional.

1.5 Manfaat Penelitian

1.5.1 Manfaat bagi akademisi

1. Menambah referensi kajian performa turbin uap pada pembangkit combined cycle khususnya terkait pengaruh variasi beban terhadap THR, efisiensi termal, dan SSC Turbin Uap.
2. Memberikan contoh penerapan analisis termodinamika berbasis data operasi (CCR) untuk menghasilkan kurva performa turbin uap yang dapat dijadikan rujukan penelitian sejenis.



© 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

1.5.2 Manfaat bagi industri

1. Menyediakan kurva performa turbin uap vs beban sebagai panduan operasi untuk mengetahui area beban yang relatif lebih efisien.
2. Menyediakan perangkat lunak (program) pengolahan data CCR otomatis yang dapat digunakan sebagai instrumen pemantauan unjuk kerja (*performance monitoring*) turbin uap secara praktis, baik untuk analisis data aktual maupun rata-rata bulanan dalam bentuk tabel dan grafik visual.

1.6 Sistematika Penelitian

1. BAB I PENDAHULUAN

Bab ini menguraikan latar belakang permasalahan operasional PLTGU Priok Blok 3 sebagai unit *load follower* yang sering beroperasi pada beban parsial, urgensi penelitian, celah penelitian terhadap studi terdahulu, rumusan masalah dan pertanyaan penelitian mengenai pengaruh variasi beban terhadap *Turbine Heat Rate* (THR), efisiensi termal, dan *Specific Steam Consumption* (SSC), tujuan penelitian, manfaat penelitian, serta sistematika penulisan skripsi.

2. BAB II TINJAUAN PUSTAKA

Bab ini memuat landasan teori mengenai siklus PLTGU, siklus Rankine, HRSG, dan turbin uap, beserta parameter performa termodinamika (THR, efisiensi termal, SSC) yang menjadi dasar analisis, dilengkapi kajian penelitian terdahulu mengenai pengaruh beban terhadap performa turbin pada berbagai unit PLTU maupun PLTGU dalam kajian literatur.

3. BAB III METODE PENELITIAN

Bab ini menjelaskan desain penelitian kuantitatif-korelasional, objek penelitian (Turbin Uap ST 3.3 PLTGU Priok Blok 3), teknik pengumpulan data operasi CCR periode Juli-November 2025, serta metode analisis data meliputi perhitungan THR, efisiensi termal, dan SSC berbasis standar IAPWS-IF97, pengelompokan data (*binning*) per rentang beban, dan evaluasi statistik menggunakan standar deviasi dan koefisien variasi.



© 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

4. BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN

Bab ini menyajikan hasil validasi program perhitungan, hasil pengolahan data operasi turbin uap selama lima bulan pengamatan (Juli-November 2025), serta pembahasan kurva karakteristik THR, efisiensi termal, dan SSC terhadap variasi beban, termasuk analisis titik operasi paling optimal dan evaluasi reliabilitas data.

5. BAB V KESIMPULAN DAN SARAN

Bab ini menyajikan kesimpulan atas tren hubungan beban terhadap THR, efisiensi termal, dan SSC turbin uap PLTGU Priok Blok 3, penentuan rentang beban paling optimal, serta saran operasional dan saran pengembangan penelitian selanjutnya.

**POLITEKNIK
NEGERI
JAKARTA**

Hak Cipta :

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

BAB V Penutup

5.1 Kesimpulan

Analisis integratif terhadap parameter performa termodinamika turbin uap pada PLTGU Priok Blok 3 dari Bulan ke-7 sampai Bulan ke-11 menunjukkan karakteristik operasi yang sangat stabil dan konsisten. Berdasarkan hasil pengolahan data menggunakan metode pengelompokan (*binning*), seluruh parameter utama yang meliputi *Turbine Heat Rate* (THR), efisiensi termal, dan *Specific Steam Consumption* (SSC) terbukti memiliki korelasi yang kuat dan fungsional terhadap variasi pembebanan *generator*. Validitas dan keandalan pemodelan ini didukung secara kokoh oleh indikator statistika, di mana nilai *Coefficient of Variation* (CV) di seluruh kelompok interval beban secara konsisten berada di bawah ambang batas 5 persen. Ini menegaskan bahwa fluktuasi data aktual lapangan sangat homogen dan terpusat erat di sekitar nilai rata-rata masing-masing kelompok beban, sehingga bebas dari kesalahan acak yang berarti.

Secara fisis, interaksi parameter tersebut mengonfirmasi ketercapaian efisiensi siklus Rankine kombinasi yang ideal saat kapasitas pembebanan ditingkatkan. Pada kondisi pembebanan tinggi, terjadi optimalisasi tekanan ekspansi uap kering di sepanjang sudu-sudu turbin yang disertai dengan penurunan persentase rugi-rugi pelepasan kalor, rugi gesek sudu, serta kerugian mekanis-termal lainnya. Fenomena tersebut menghasilkan penghematan konsumsi energi kalori input serta penurunan laju kebutuhan massa aliran uap air per satuan daya listrik yang dibangkitkan oleh *generator*.

Berdasarkan perumusan masalah yang diajukan dalam penelitian ini, maka kesimpulan spesifik yang dapat ditarik adalah sebagai berikut:

1. Tren hubungan antara beban turbin uap dengan *Turbine Heat Rate* (THR) pada PLTGU Priok Blok 3 menunjukkan gradien penurunan yang konstan dan monoton seiring dengan peningkatan pembebanan *generator*. Pada kondisi beban rendah (interval 60 hingga 69 MW), sistem membutuhkan masukan kalori energi input tertinggi dengan rata-rata nilai THR berkisar



© 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

antara 10.139,94 kJ/kWh hingga 10.617,25 kJ/kWh. Sebaliknya, ketika pembebanan *generator* dipacu menuju kapasitas yang lebih tinggi, nilai THR menyusut secara signifikan hingga mencapai titik konsumsi energi paling rendah.

2. Tren hubungan antara beban turbin uap dengan efisiensi termal pada PLTGU Priok Blok 3 menunjukkan korelasi positif yang linier, di mana nilai efisiensi konversi energi akan terus mengalami eskalasi sejalan dengan peningkatan laju aliran massa uap ke dalam turbin. Efisiensi termal rata-rata terendah tercatat pada kisaran beban parsial (60 hingga 69 MW) dengan nilai berkisar antara 33,91 persen hingga 35,50 persen. Seiring bertambahnya beban mekanis turbin, efisiensi sistem naik secara kontinu hingga mencapai persentase puncak pada kondisi beban penuh.
3. Tren hubungan antara beban turbin uap dengan *Specific Steam Consumption* (SSC) pada PLTGU Priok Blok 3 memperlihatkan kurva penurunan yang linier, yang mengindikasikan semakin hematnya kebutuhan massa aliran uap per kWh seiring bertambahnya beban. Laju konsumsi uap spesifik rata-rata bernilai maksimum pada tingkat pembebanan terendah (60 hingga 69 MW) dengan rentang nilai sebesar 3,515 kg/kWh hingga 3,696 kg/kWh. Nilai SSC tersebut terbukti dapat ditekan secara signifikan ke angka yang jauh lebih rendah sejalan dengan transisi menuju area pembebanan yang tinggi.
4. Berdasarkan analisis komparatif terhadap parameter THR, efisiensi termal, dan SSC di seluruh periode pengamatan, turbin uap PLTGU Priok Blok 3 menunjukkan kondisi operasi yang paling optimal pada rentang beban penuh. Pada periode Bulan ke-7 hingga Bulan ke-10, kondisi optimal dicapai pada interval beban 100 MW hingga 115 MW, dengan capaian efisiensi termal puncak berkisar antara 37,21 persen hingga 38,10 persen. Sementara itu, performa termodinamika yang paling ideal di sepanjang masa pengamatan tercatat pada Bulan ke-11 pada rentang beban puncak maksimum 240 MW hingga 249 MW (dengan rata-rata pembebanan 240,75 MW), yang berhasil membukukan nilai THR terendah sebesar 8.421,45



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

kJ/kWh, efisiensi termal tertinggi sebesar 42,75 persen, dan konsumsi uap spesifik paling minimum sebesar 2,832 kg/kWh.

5.2 Saran

Berdasarkan hasil pembahasan dan kesimpulan yang telah diperoleh, terdapat saran yang dapat direkomendasikan:

1. Jika memungkinkan operasional PLTGU Priok Blok 3 disarankan untuk memprioritaskan pengoperasian unit turbin uap pada rentang beban penuh, dalam penelitian ini 240 MW - 249 MW. Pengoperasian pada kapasitas puncak terbukti secara empiris mampu meminimalkan konsumsi energi spesifik bahan bakar (THR) dan menekan laju konsumsi uap (SSC) ke titik paling ekonomis.

**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

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Y. Li *et al.*, “Part-load performance analysis of a dual-recuperated gas Turbine combined cycle system,” *Energy*, vol. 269, p. 126744, 2023, doi: <https://doi.org/10.1016/j.energy.2023.126744>.
- [2] L. T. Shireef and T. K. Ibrahim, “Influence of operating parameters on the performance of combined cycle based on exergy analysis,” *Case Stud. Therm. Eng.*, vol. 40, p. 102506, 2022, doi: <https://doi.org/10.1016/j.csite.2022.102506>.
- [3] A. Meana-Fernández, J. M. González-Caballín, R. Martínez-Pérez, F. J. Rubio-Serrano, and A. J. Gutiérrez-Trasorras, “Power Plant Cycles: Evolution towards More Sustainable and Environmentally Friendly Technologies,” 2022. doi: 10.3390/en15238982.
- [4] Moch. Rayhan Akbar. S, “Peranan *Heat Recovery Steam Generator* (HRSG) pada Pembangkit Listrik PLTGU,” *JATRI - J. Tek. Ind.*, vol. 3, no. 1, 2025, [Online]. Available: <https://e-journals2.unmul.ac.id/index.php/jatri/article/download/2370/1027>
- [5] I. Dosa, “Assessment of steam Turbine performance degradation in long-term operation,” *Energy*, 2025, doi: 10.1016/j.energy.2025.136491.
- [6] H. N. Hafshejani, E. Hajidavalloo, and S. Moradi, “Modeling and simulation of 5-stage low-pressure steam Turbine to analyze L-2 stage blade failure,” *Appl. Therm. Eng.*, vol. 277, p. 126998, 2025, doi: <https://doi.org/10.1016/j.applthermaleng.2025.126998>.
- [7] A. R. Putra and R. Nazir, “Power Plant Performance Analysis on Variations of Generator loading at Ombilin Coal Fired Steam Power Plant Unit 1 (2x100 MW),” *Andalasian Int. J. Appl. Sci. Eng. Technol.*, vol. 3, no. 2, pp. 80-88, 2023, doi: 10.25077/aijaset.v3i2.58.
- [8] N. Hamzah, A. M. Shiddiq Yunus, and D. Dirgantama, “Analisis Pengaruh Perubahan Beban Terhadap *Heat Rate* pada Unit Pembangkit Listrik Tenaga Uap (PLTU) Jeneponto 2 135 MW,” *J. Tek. Mesin Sinergi*, vol. 18, no. 2, 2021, doi: 10.31963/sinergi.v18i2.2674.



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] M. Ilham, Salimin, and P. Aksar, "Analisis Pengaruh Nilai Beban Unit Terhadap Efisiensi dan *Heat Rate* Turbin Pada PLTU Moramo," *ETHALPY J. Ilm. Mhs. Tek. Mesin*, vol. 6, no. 3, pp. 107-113, 2021, [Online]. Available: <https://jurnal.uho.ac.id/index.php/mesin>
- [10] T. Wahyudi and Y. Kusuma, "Analisis Rugi-Rugi *Heat Rate* PLTU Banten 3 Lontar Akibat Deviasi Parameter pada Kondisi Aktual Menggunakan Analisis GAP," *J. Konversi Energi dan Manufaktur*, vol. 9, no. 1, pp. 8-19, 2023, doi: 10.21009/JKEM.9.1.2.
- [11] A. Ariyandi, Taqiyuddin, and D. Patriana, "Analisis Variasi Pembebanan Terhadap Konsumsi Bahan Bakar Spesifik, *Heat Rate* dan Biaya Produksi Listrik di PLTU Asam-Asam Unit 4," *J. Tek. Elektro UNIBA*, vol. 9, no. 1, 2024, doi: 10.36277/jteuniba.v9i1.298.
- [12] S. Arpit, P. K. Das, and S. K. Dash, "Exergy analysis of naphtha-based combined cycle captive cogeneration plant for a petrochemical complex," *Environ. Prog. Sustain. Energy*, vol. 42, no. 6, p. e14149, Nov. 2023, doi: <https://doi.org/10.1002/ep.14149>.
- [13] P. Breeze, *Power Generation Technologies*, 3rd ed. Oxford: Butterworth-Heinemann/Elsevier, 2019.
- [14] O. A. Marzouk, "Condenser Pressure Influence on Ideal Steam Rankine Power Vapor Cycle using the Python Extension Package Cantera for Thermodynamics," *Eng. Technol. & Appl. Sci. Res.*, vol. 14, no. 3, pp. 14069-14078, 2024, doi: 10.48084/etasr.7277.
- [15] V. Ganapathy, *Industrial Boilers and Heat Recovery Steam Generators: Design, Applications, and Calculations*. New York: Marcel Dekker, 2003.
- [16] I. Alber, B. Kiono, and U. Harmoko, "Analisa Efisiensi Isentropik Turbin pada Pembangkit Listrik Tenaga Uap," *J. Syntax Admiration*, vol. 4, Aug. 2023, doi: 10.46799/jsa.v4i8.679.
- [17] R. Kehlhofer, B. Rukes, F. Hannemann, and F. Stirnimann, *Combined-Cycle Gas & Steam Turbine Power Plants*, 3rd ed. Tulsa, OK: PennWell Corporation, 2009.
- [18] A. S. Karakurt and Güneş., "Performance analysis of a steam *Turbine* power



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

- plant at part load conditions,” *J. Therm. Eng.*, vol. 3, pp. 1121-1128, 2017.
- [19] M. Vedran, P. O. Jasna, B. Š. Sandi, and P. Igor, “Energy analysis of main and auxiliary steam *Turbine* from coal fired power plant,” vol. 31, no. 1, pp. 28-31, 2023.
 - [20] D. K. Sarkar, *Thermal Power Plant: Design and Operation*. Amsterdam: Elsevier, 2015.
 - [21] Y. A. Çengel and M. A. Boles, *Thermodynamics: An Engineering Approach*. New York: McGraw-Hill Education, 2023.
 - [22] M. V. Petrovic, S. Milic, D. Petkovic, T. Madzar, and N. M. Markovic, “Improving Steam *Turbine* Plants Performance Through Advanced Testing and Simulation,” *Energies*, vol. 18, no. 7, p. 1615, Mar. 2025, doi: 10.3390/en18071615.
 - [23] L. Zhang, Z. Qiao, B. Hei, Y. Tang, and S. Liu, “Optimization of Steam Distribution Mode for *Turbine* Units Based on Governing Valve Characteristic Modeling,” *Energies*, vol. 15, no. 23, p. 9139, Dec. 2022, doi: 10.3390/en15239139.
 - [24] H. Gu, H. Zhu, and X. Cui, “Multivariate State Estimation Technique Combined with Modified Information Entropy Weight Method for Steam *Turbine* Energy Efficiency Monitoring Study,” *Energies*, vol. 14, no. 20, p. 6795, 2021, doi: 10.3390/en14206795.
 - [25] Y. D. Arferiandi, W. Caesarendra, and H. Nugraha, “Heat Rate Prediction of Combined Cycle Power Plant Using an Artificial Neural Network (ANN) Method,” *Sensors*, vol. 21, no. 4, p. 1022, 2021, doi: 10.3390/s21041022.
 - [26] L. Pattanayak, B. N. Padhi, and B. Kodamasingh, “Thermal performance assessment of steam surface *condenser*,” *Case Stud. Therm. Eng.*, vol. 14, p. 100484, 2019, doi: 10.1016/j.csite.2019.100484.
 - [27] M. A. Motamed, M. Genrup, and L. O. Nord, “Part-load thermal efficiency enhancement in gas *Turbine* combined cycles by *Exhaust* gas recirculation,” *Appl. Therm. Eng.*, vol. 244, p. 122716, 2024, doi: 10.1016/j.applthermaleng.2024.122716.
 - [28] A. Wan and T. Chen, “Performance degradation analysis of combined cycle



© 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

- power plant under high ambient temperature,” *Therm. Sci.*, vol. 26, no. 2, pp. 1897-1906, 2022, doi: 10.2298/TSCI210221226W.
- [29] G. Şen *et al.*, “The effect of ambient temperature on electric power generation in natural gas combined cycle power plant—A case study,” *Energy Reports*, vol. 4, pp. 682-690, 2018, doi: 10.1016/j.egyr.2018.10.009.
- [30] S. C. Gülen, “Steam Turbine—Quo Vadis?,” *Front. Energy Res.*, vol. 8, p. 612731, 2021, doi: 10.3389/fenrg.2020.612731.
- [31] B. V Weigel, O. Brunn, T. Polklas, S. Odenbach, and W. Uffrecht, “Experimental and Numerical Investigation of Heat Transfer of a Side Space of a Steam Turbine Casing at Full and Partial Load,” *Int. J. Turbomachinery, Propuls. Power*, vol. 11, no. 1, p. 3, 2026, doi: 10.3390/ijtp11010003.
- [32] Sugiyono, *Metode Penelitian Kuantitatif, Kualitatif, dan R&D*. Bandung: Alfabeta, 2022.
- [33] J. W. Creswell and J. D. Creswell, *Research Design: Qualitative, Quantitative, and Mixed Methods Approaches*, 5th ed. Thousand Oaks, CA: SAGE Publications, 2018.
- [34] F. P. Gomes, *Curso de Estatística Experimental*, 13th ed. Piracicaba: Livraria Nobel, 1985.
- [35] J. K. Patel, N. M. Patel, and R. L. Shiyani, “Coefficient of Variation in field experiments and yardstick thereof - An empirical study,” *Curr. Sci.*, vol. 81, no. 9, pp. 1163-1164, 2001.
- [36] O. Eriksrud and F. Westheim, “Test-retest and intrasession reliability of assisted sprint outcome measurements using a motorized resistance device,” *Front. Sports Act. Living*, vol. 7, art. 1592707, Jun. 2025, doi: 10.3389/fspor.2025.1592707.
- [37] L. Sallas, B. Antonio, D. H. Fukuda, and J. R. Stout, “Heart-rate and rating-of-perceived-exertion running-speed thresholds show acceptable test-retest reliability,” *J. Int. Soc. Sports Nutr.*, vol. 22, no. sup2, art. 2550178, Aug. 2025, doi: 10.1080/15502783.2025.2550178.
- [38] American Society of Mechanical Engineers, ASME PTC 6S-1988 (R2019): Procedures for Routine Performance Test of Steam Turbines, New York,



© 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

NY.

- [39] Veolia Water Technologies, "Steam *Turbine* deposition, erosion and corrosion," dalam The Handbook of Industrial Water Treatment, Bab 18.
- [40] B. Baboo, "Cause and prevention for steam *Turbine* blade scaling and fouling," National Fertilizers Limited, 2016.
- [41] ChemTreat, "Minimizing corrosion and deposition in high-pressure, high-purity steam *generators*," 2024.
- [42] Electric Power Research Institute, Routine Performance Test Guidelines for Steam Turbines, Technical Update 1021483, Palo Alto, CA, September 2010.
- [43] N. Hepperle, D. Therkorn, E. Schneider, dan S. Staudacher, "Assessment of gas *Turbine* and combined cycle power plant performance degradation," dalam Proceedings of ASME Turbo Expo 2011, GT2011-45375, Vancouver, Kanada, 6-10 Juni 2011.
- [44] A. Zwebek dan P. Pilidis, "Degradation effects on combined cycle power plant performance—Part II: Steam *Turbine* cycle component degradation effects," ASME Journal of Engineering for Gas Turbines and Power, vol. 125, no. 3, hlm. 658-663, 2003. DOI: 10.1115/1.1519272.
- [45] A. I. Zwebek dan P. Pilidis, "Degradation effects on combined cycle power plant performance—Part III: Gas and steam *Turbine* component degradation effects," ASME Journal of Engineering for Gas Turbines and Power, vol. 126, no. 2, hlm. 306-315, 2004. DOI: 10.1115/1.1639007.
- [46] D. H. Cioffi, D. R. Mitchell, dan S. C. Whitecar, "Improving steam *Turbine* efficiency," Encotech, Inc., Schenectady, NY, 1995. OSTI ID: 121521.
- [47] Siemens Energy, Maintenance and Overhaul for Industrial Steam Turbines, dokumen layanan pabrik.
- [48] Y. A. Cengel and M. A. Boles, Thermodynamics: An Engineering Approach, 8th ed. New York: McGraw-Hill Education, 2015.
- [49] M. M. El-Wakil, Powerplant Technology. New York: McGraw-Hill, 1984.
- [50] S. C. Chapra and R. P. Canale, Numerical Methods for Engineers,



© 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

7th ed. New York: McGraw-Hill Education. (Bab Least-Squares Regression)

- [51] Y. A. Çengel, M. A. Boles, and M. Kanoğlu, *Thermodynamics: An Engineering Approach*, 9th ed. New York, NY, USA: McGraw-Hill Education, 2019.
- [52] S. Suwasti, M. S. Abdullah, and S. A. Asdar, "Analisis efisiensi termal sistem PLTGU Sengkang pada tekanan uap ekstraksi yang bervariasi," *Jurnal Teknik Mesin Sinergi*, vol. 18, no. 2, pp. 157–162, Oct. 2020, doi: 10.31963/sinergi.v18i2.2622.
- [53] K. N. Faikoha and E. Naryono, "Analisis kinerja turbin uap berdasarkan parameter efisiensi isentropis dan efisiensi termal industri pembangkit listrik," *DISTILAT: Jurnal Teknologi Separasi*, vol. 11, no. 4, pp. 811–820, Dec. 2025, doi: 10.33795/distilat.v11i4.7178.

**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. Data perhitungan bulan Juli (7)

A. P ST dengan THR

P ST	THR	P ST	THR	P ST	THR	P ST	THR
102	9296,006	93	9373,944	83	9616,147	73	10022,94
102	9354,851	93	9513,389	82	9671,302	73	10024,58
102	9453,872	93	9302,413	82	9753,55	73	9970,481
102	9507,964	93	9497,565	82	9765,675	72	9856,869
102	9463,888	93	9680,811	81	9661,156	72	9947,035
102	9479,232	93	9607,492	81	10033,75	72	10071,94
101	9290,298	93	9683,723	81	9553,723	71	10190,92
101	9581,162	92	9345,519	81	9713,902	71	10077,24
101	9389,472	92	9475,798	80	9727,628	71	9770,517
100	9699,062	92	9581,409	80	9706,101	71	9974,114
99	9396,916	91	9606,532	79	9519,927	70	9957,458
99	9471,203	91	9599,99	79	9875,003	70	10066,14
99	9514,481	90	9520,627	79	9577,46	70	9848,454
99	9539,729	90	9600,255	79	9559,528	70	9759,23
98	9473,346	90	9649,122	79	9627,827	70	10204,89
98	9473,207	90	9814,754	79	9633,06	70	10131,7
98	9463,578	89	9523,402	78	9663,687	70	10161,4
97	9541,639	88	9563,81	78	9714,323	69	10136,01
96	9221,41	88	9696,896	78	9704,61	69	10177,95
96	9446,129	88	9551,055	78	9809,452	68	10098,13
96	9533,886	88	9585,591	77	9836,857	68	10053,05
95	9786,415	88	9527,976	77	9574,612	68	10234,57
95	9703,659	88	9759,023	76	9600,327		
94	9382,462	87	9711,776	76	9682,377		
94	9712,927	87	9829,049	76	9682,325		
94	9471,783	86	9932,968	75	9635,948		
94	9587,438	86	9589,559	74	9832,241		
94	9532,964	85	9831,925	74	9904,917		
94	9575,604	84	9470,459	74	10073,54		
94	9695,376	84	9462,304	73	10180,59		
93	9434,318	84	9651,291	73	9995,18		



© 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

B. P ST dengan Efisiensi

P ST	Efisiensi	P ST	Efisiensi	P ST	Efisiensi	P ST	Efisiensi
102	38,72631043	93	38,40433	83	37,43703311	73	35,91759
102	38,482707	93	37,8414	82	37,22352833	73	35,91172
102	38,07963727	93	38,69964	82	36,90963866	73	36,10658
102	37,86299484	93	37,90445	82	36,86381269	72	36,52275
102	38,039333	93	37,18697	81	37,26262024	72	36,19169
102	37,97776198	93	37,47076	81	35,87891056	72	35,74288
101	38,75010047	93	37,17579	81	37,68164356	71	35,32557
101	37,57373064	92	38,52114	81	37,06028722	71	35,72406
101	38,34081309	92	37,99152	80	37,0079951	71	36,84554
100	37,11698988	92	37,57276	80	37,09007169	71	36,09343
99	38,31044128	91	37,4745	79	37,81541628	70	36,15381
99	38,00995439	91	37,50004	79	36,45568382	70	35,76346
99	37,83706049	90	37,81264	79	37,58825513	70	36,55396
99	37,73691976	90	37,499	79	37,65876292	70	36,88816
98	38,00135558	90	37,30909	79	37,39161474	70	35,27719
98	38,0019153	90	36,67947	79	37,37130222	70	35,53204
98	38,04057864	89	37,80162	78	37,25286254	70	35,4282
97	37,72936688	88	37,6419	78	37,05868134	69	35,51695
96	39,03958156	88	37,12528	78	37,09577064	69	35,37058
96	38,11084848	88	37,69217	78	36,6992966	68	35,65018
96	37,7600502	88	37,55637	77	36,59705672	68	35,81002
95	36,78568621	88	37,78347	77	37,59943494	68	35,17491
95	37,09940768	88	36,88894	76	37,4987214		
94	38,36945902	87	37,0684	76	37,18095339		
94	37,06400762	87	36,62613	76	37,18115315		
94	38,00762809	86	36,24294	75	37,36010043		
94	37,54913339	86	37,54083	74	36,61423659		
94	37,76369961	85	36,61541	74	36,34558578		
94	37,59554129	84	38,01294	74	35,73718469		
94	37,13110122	84	38,0457	73	35,3614242		
93	38,15856168	84	37,30071	73	36,0173611		



© 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

C. P ST dengan SSC

P ST	SSC	P ST	SSC	P ST	SSC	P ST	SSC
102	3,138235294	93	3,188172043	83	3,285542169	73	3,438356164
102	3,159803922	93	3,227956989	82	3,313414634	73	3,452054795
102	3,181372549	93	3,164516129	82	3,32804878	73	3,42739726
102	3,196078431	93	3,222580645	82	3,32195122	72	3,405555556
102	3,187254902	93	3,274193548	81	3,301234568	72	3,458333333
102	3,193137255	93	3,247311828	81	3,42345679	72	3,468055556
101	3,13960396	93	3,27311828	81	3,27037037	71	3,592957746
101	3,245544554	92	3,177173913	81	3,309876543	71	3,507042254
101	3,16039604	92	3,223913043	80	3,32625	71	3,388732394
100	3,278	92	3,25	80	3,32625	71	3,433802817
99	3,183838384	91	3,265934066	79	3,267088608	70	3,464285714
99	3,188888889	91	3,267032967	79	3,372151899	70	3,485714286
99	3,206060606	90	3,233333333	79	3,286075949	70	3,418571429
99	3,206060606	90	3,266666667	79	3,281012658	70	3,391428571
98	3,207142857	90	3,287777778	79	3,306329114	70	3,524285714
98	3,202040816	90	3,318888889	79	3,306329114	70	3,485714286
98	3,203061224	89	3,238202247	78	3,317948718	70	3,505714286
97	3,21443299	88	3,256818182	78	3,326923077	69	3,527536232
96	3,139583333	88	3,302272727	78	3,325641026	69	3,505797101
96	3,196875	88	3,25	78	3,353846154	68	3,504411765
96	3,217708333	88	3,260227273	77	3,379220779	68	3,508823529
95	3,303157895	88	3,248863636	77	3,3	68	3,530882353
95	3,276842105	88	3,304545455	76	3,311842105		
94	3,178723404	87	3,309195402	76	3,334210526		
94	3,288297872	87	3,333333333	76	3,331578947		
94	3,209574468	86	3,365116279	75	3,325333333		
94	3,238297872	86	3,268604651	74	3,382432432		
94	3,222340426	85	3,335294118	74	3,418918919		
94	3,232978723	84	3,236904762	74	3,448648649		
94	3,272340426	84	3,239285714	73	3,494520548		
93	3,202150538	84	3,291666667	73	3,439726027		



© Hak Cipta milik Politeknik Negeri Jakarta

Hak Cipta :

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

2. Data perhitungan bulan Agustus (8)

A. P ST dengan THR

P ST	THR	P ST	THR
107	9514,608	80	9850,39
100	9743,98	78	10026,68
100	9629,667	78	10018,74
100	9740,102	77	9937,928
98	9649,71	76	10266,24
98	9628,225	74	10781,58
97	9724,072	74	10066,86
97	9689,258	73	10130,74
95	9758,648	72	10126,77
95	9770,201	72	10493,77
95	9742,242	68	10547,73
87	9924,211	65	10616,04
86	9842,26	65	10437,91
85	9824,133	64	10669,77
83	9876,4	64	10632,88
81	9952,494	63	10694,72
81	10026,38	63	10699,31
80	9974,749		

**POLITEKNIK
NEGERI
JAKARTA**



© Hak Cipta milik Politeknik Negeri Jakarta

Hak Cipta :

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

B. P ST dengan Efisiensi

P ST	Efisiensi	P ST	Efisiensi
107	37,83655466	80	36,54678
100	36,94588912	78	35,90421
100	37,38446989	78	35,93266
100	36,96059843	77	36,22486
98	37,3068218	76	35,0664
98	37,39007095	74	33,3903
97	37,02152768	74	35,76091
97	37,15454739	73	35,53541
95	36,89035708	72	35,54934
95	36,84673385	72	34,30606
95	36,95248083	68	34,13055
87	36,2749232	65	33,91094
86	36,57696452	65	34,48966
85	36,64445326	64	33,74018
83	36,45052752	64	33,85725
81	36,17183792	63	33,66147
81	35,90529516	63	33,64702
80	36,09113515		

**POLITEKNIK
NEGERI
JAKARTA**



© Hak Cipta milik Politeknik Negeri Jakarta

Hak Cipta :

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

C. P ST dengan SSC

P ST	SSC	P ST	SSC
107	3,18317757	80	3,3575
100	3,285	78	3,420512821
100	3,243	78	3,414102564
100	3,278	77	3,396103896
98	3,269387755	76	3,506578947
98	3,245918367	74	3,702702703
97	3,273195876	74	3,466216216
97	3,26185567	73	3,478082192
95	3,313684211	72	3,490277778
95	3,301052632	72	3,597222222
95	3,290526316	68	3,630882353
87	3,366666667	65	3,672307692
86	3,334883721	65	3,616923077
85	3,34	64	3,7
83	3,36626506	64	3,6859375
81	3,404938272	63	3,714285714
81	3,430864198	63	3,717460317
80	3,395		

**POLITEKNIK
NEGERI
JAKARTA**



© Hak Cipta milik Politeknik Negeri Jakarta

Hak Cipta :

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

3. Data perhitungan bulan September

A. P ST dengan THR

P ST	THR	P ST	THR	P ST	THR	P ST	THR
112	9382,603947	92	9973,438541	82	9667,341354	69	10286,86846
105	9451,785983	92	9715,196921	82	9891,670232	69	10062,59374
104	9640,14537	91	10162,44059	81	9719,66345	69	10088,29982
104	9724,773495	91	9830,996239	81	9793,922095	69	10205,88994
102	9750,043924	91	9729,493722	81	9785,355129	69	10147,2006
102	9732,409538	91	9648,031428	81	9869,512636	69	10135,6262
101	9794,210856	91	9648,762419	81	9850,954794	69	10223,1541
101	9701,39702	90	9736,455988	81	9456,058798	69	10243,3028
101	9756,909209	90	9859,011917	81	9726,381656	68	10444,58808
101	9614,443053	90	9778,98372	81	9729,771744	68	10392,61321
101	9636,282701	89	9876,731476	81	9969,205828	68	10404,67522
101	9617,829737	89	9910,527118	80	9854,165227	68	10403,10957
101	9636,076309	89	9882,477659	79	10033,37503	68	10198,20115
100	9795,112977	89	9825,647038	79	10070,89044	67	10554,26008
100	9694,5915	89	9799,272638	79	10046,23746		
100	9699,526242	89	9806,643115	79	9971,59532		
100	9861,306327	89	9836,464596	79	9761,363838		
99	9735,52447	88	9925,131182	79	9721,881701		
99	9730,989196	88	9906,093885	78	9863,600962		
98	9576,616136	88	10122,93116	78	9846,52121		
98	9357,881653	87	9738,735265	77	10167,96425		
97	9907,88405	86	9908,474499	77	9677,584123		
97	9753,794483	86	9824,862984	76	10215,61686		
97	9681,586056	86	9879,106547	76	9953,153672		
97	9665,139048	86	9819,120022	73	10363,22104		
96	9736,140353	86	9590,855913	72	10073,07528		
96	9686,146602	85	9878,649026	72	10057,00786		
94	9796,573827	85	9949,322475	71	10263,80589		
94	10374,23544	85	9920,245816	71	10300,66228		
94	9962,886868	85	9919,224703	70	10029,69358		
94	9559,103871	84	9648,020418	70	10187,91347		
94	9602,938381	84	9880,249126	70	10187,57947		
94	9727,379761	83	9633,532478	70	10103,54785		
94	9569,117625	83	9749,553268	70	10041,27776		
94	9626,123239	83	10036,16238	70	10092,65385		
93	9505,36654	83	9698,401448	70	10194,71557		
93	9532,423201	82	9651,527165	69	10346,27036		



© 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

B. P ST dengan Efisiensi

P ST	Efisiensi	P ST	Efisiensi	P ST	Efisiensi	P ST	Efisiensi
112	38,36887948	92	36,09587591	82	37,23878022	69	34,99607304
105	38,08803973	92	37,05534771	82	36,39425815	69	35,77606425
104	37,3438352	91	35,42456134	81	37,03831947	69	35,68490296
104	37,01885706	91	36,61887272	81	36,75749067	69	35,27374901
102	36,92291058	91	37,00089751	81	36,78967143	69	35,47776517
102	36,98981209	91	37,31331129	81	36,47596526	69	35,51827907
101	36,75640695	91	37,31048443	81	36,54468095	69	35,21418112
101	37,10805766	90	36,97443921	81	38,07082926	69	35,1449144
101	36,8969304	90	36,51481538	81	37,01273636	68	34,46761109
101	37,44366658	90	36,81364141	81	36,99984023	68	34,63998829
101	37,35880434	89	36,44930521	81	36,11120145	68	34,59983058
101	37,4304817	89	36,32501034	80	36,5327749	68	34,60503781
101	37,35960452	89	36,4281117	79	35,88024956	68	35,30034313
100	36,75302172	89	36,63880848	79	35,74659086	67	34,10944939
100	37,1341072	89	36,73742055	79	35,83431123		
100	37,11521481	89	36,70980944	79	36,10254813		
100	36,50631956	89	36,5985153	79	36,88009237		
99	36,97797701	88	36,27156089	79	37,0298684		
99	36,99521115	88	36,34126672	78	36,49782685		
98	37,59156626	88	35,56282209	78	36,56113589		
98	38,47024501	87	36,96578562	77	35,40531724		
97	36,33470055	86	36,33253535	77	37,19936664		
97	36,90871287	86	36,64173237	76	35,24016267		
97	37,18399009	86	36,4405423	76	36,16944055		
97	37,24726548	86	36,66316322	73	34,73823424		
96	36,97563787	86	37,53575314	72	35,73883743		
96	37,16648269	85	36,44223001	72	35,79593505		
94	36,74754117	85	36,18336836	71	35,07470852		
94	34,70135241	85	36,28942334	71	34,94920912		
94	36,13410498	85	36,29315907	70	35,89341959		
94	37,66043396	84	37,31335387	70	35,33598916		
94	37,48852546	84	36,43632822	70	35,33714765		
94	37,00893857	83	37,36946969	70	35,63104815		
94	37,6210236	83	36,92476877	70	35,85201094		
94	37,39823302	83	35,87028451	70	35,66950829		
93	37,87334223	83	37,11951933	70	35,31241235		
93	37,76584321	82	37,29979658	69	34,79514719		



© 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

C. P ST dengan SSC

P ST	SSC	P ST	SSC	P ST	SSC	P ST	SSC
112	3,155357143	92	3,390217391	82	3,324390244	69	3,565217391
105	3,21047619	92	3,305434783	82	3,385365854	69	3,502898551
104	3,250961538	91	3,451648352	81	3,344444444	69	3,513043478
104	3,295192308	91	3,351648352	81	3,366666667	69	3,546376812
102	3,304901961	91	3,31978022	81	3,369135802	69	3,524637681
102	3,301960784	91	3,297802198	81	3,386419753	69	3,515942029
101	3,318811881	91	3,291208791	81	3,379012346	69	3,544927536
101	3,288118812	90	3,324444444	81	3,255555556	69	3,550724638
101	3,312871287	90	3,361111111	81	3,337037037	68	3,635294118
101	3,264356436	90	3,335555556	81	3,338271605	68	3,607352941
101	3,268316832	89	3,365168539	81	3,367901235	68	3,610294118
101	3,265346535	89	3,384269663	80	3,38	68	3,614705882
101	3,267326733	89	3,374157303	79	3,450632911	68	3,551470588
100	3,314	89	3,353932584	79	3,450632911	67	3,667164179
100	3,292	89	3,343820225	79	3,451898734		
100	3,29	89	3,34494382	79	3,42278481		
100	3,334	89	3,359550562	79	3,359493671		
99	3,305050505	88	3,382954545	79	3,343037975		
99	3,297979798	88	3,381818182	78	3,392307692		
98	3,255102041	88	3,429545455	78	3,385897436		
98	3,176530612	87	3,329885057	77	3,48961039		
97	3,358762887	86	3,377906977	77	3,34025974		
97	3,310309278	86	3,358139535	76	3,517105263		
97	3,286597938	86	3,377906977	76	3,428947368		
97	3,286597938	86	3,354651163	73	3,578082192		
96	3,310416667	86	3,277906977	72	3,477777778		
96	3,3	85	3,388235294	72	3,480555556		
94	3,328723404	85	3,401176471	71	3,553521127		
94	3,509574468	85	3,392941176	71	3,566197183		
94	3,387234043	85	3,391764706	70	3,48		
94	3,256382979	84	3,30952381	70	3,537142857		
94	3,271276596	84	3,382142857	70	3,532857143		
94	3,309574468	83	3,309638554	70	3,504285714		
94	3,265957447	83	3,340963855	70	3,484285714		
94	3,276595745	83	3,442168675	70	3,502857143		
93	3,249462366	83	3,330120482	70	3,541428571		
93	3,249462366	82	3,315853659	69	3,597101449		



© 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

4. Data perhitungan bulan Oktober (10)

A. P ST dengan THR

P ST	THR	P ST	THR	P ST	THR	P ST	THR
112	9268,781184	88	9827,937846	77	9863,836667	71	10247,07022
112	9379,410391	87	9774,816739	77	9797,72141	71	10096,14902
112	9364,638902	84	9699,976249	76	9580,171473	71	10357,4042
112	9376,990819	83	9636,925894	75	9971,688933	71	10399,60008
111	9410,729848	83	10353,2053	75	10058,50741	71	10289,86188
111	9351,337638	83	9626,734733	74	9840,782885	70	10107,04779
111	9368,240354	83	10057,00624	74	9988,684105	70	10125,39786
111	9440,453855	83	10011,23811	74	9897,517582	70	10175,35414
111	9465,076105	82	9840,177423	74	9889,479515	70	10174,29685
110	9477,136367	82	9851,636359	74	9938,782155	70	10177,59575
110	9420,165474	82	9796,807363	74	9974,79793	70	10213,87442
109	9486,2434	82	10056,47987	74	9907,142068	70	10138,19042
109	9489,780531	82	10058,17668	74	10528,91932	70	10130,27507
106	9600,020676	81	10473,04893	74	10173,41966	70	10051,67113
105	9698,785466	81	9748,018094	73	10024,29082	70	10575,92965
104	9522,784065	81	9743,328094	73	9994,809907	70	10518,29221
104	9513,529565	81	10117,06844	73	9991,316581	70	10351,92126
103	9418,802228	80	9789,192095	73	10022,3242	70	10502,65592
101	9505,010534	80	9784,005778	73	10016,49062	69	10266,21613
101	9523,224237	80	9817,283278	73	10018,48196	69	10278,6781
101	9953,069391	80	9589,938726	73	9945,229418	69	10275,7734
100	9483,095338	80	9666,100861	73	10046,07538	68	10581,66151
99	9557,309737	80	9647,985087	73	10044,92121	67	10520,47791
99	9543,3001	79	9873,247665	73	10037,16312	67	10245,09671
99	9615,17734	79	10056,55042	73	10121,74918	66	10294,66748
97	9721,285115	79	9745,237048	73	10254,06369	61	10730,90428
95	9525,808813	79	10189,66493	73	10360,52089	61	10679,14109
94	9718,641645	79	9732,257246	72	10111,68461		
93	9652,098535	79	9798,158117	72	10188,97275		
92	9614,17417	79	9794,090729	72	10056,44845		
92	9733,781803	79	10157,86434	72	10128,54537		
91	9689,889427	79	9841,815198	71	10113,0678		
91	9734,799248	79	9919,436197	71	10139,33972		
90	9710,781235	78	9895,778726	71	10088,98876		
90	10165,92475	78	9762,415828	71	10123,24825		
89	9818,344172	78	9791,546341	71	10154,58581		
89	10063,3961	78	10415,95072	71	10130,16451		



© 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

B. P ST dengan Efisiensi

P ST	Efisiensi	P ST	Efisiensi	P ST	Efisiensi	P ST	Efisiensi
112	38,84005813	88	36,63026829	77	36,4969547	71	35,13199307
112	38,38194353	87	36,82933497	77	36,74323702	71	35,65715991
112	38,44248601	84	37,11349293	76	37,5776155	71	34,75774364
112	38,39184734	83	37,35631092	75	36,10220921	71	34,61671576
111	38,25420619	83	34,77184018	75	35,79059849	71	34,98589236
111	38,49716628	83	37,39585747	74	36,5824553	70	35,61870958
111	38,42770749	83	35,79594082	74	36,04078337	70	35,55415846
111	38,13375983	83	35,95958822	74	36,37275681	70	35,37960399
111	38,03455947	82	36,5847062	74	36,40232021	70	35,38328055
110	37,98615806	82	36,54215268	74	36,2217417	70	35,37181167
110	38,2158892	82	36,74666518	74	36,09095668	70	35,24617449
109	37,94969039	82	35,79781442	74	36,33742178	70	35,50929556
109	37,93554538	82	35,79177535	74	34,19154324	70	35,53704097
106	37,49991923	81	34,37394425	74	35,38633145	70	35,81494015
105	37,1180496	81	36,93058389	73	35,91276493	70	34,03956077
104	37,80407048	81	36,94836061	73	36,01869404	70	34,22608848
104	37,84084524	81	35,58343032	73	36,03128748	70	34,77615324
103	38,22142044	80	36,77525137	73	35,91981191	70	34,27704408
101	37,87476076	80	36,79474524	73	35,94073152	69	35,0664739
101	37,80232315	80	36,67002263	73	35,93358767	69	35,02395896
101	36,16974682	80	37,53934308	73	36,19825998	69	35,03385937
100	37,96228838	80	37,24355924	73	35,8348894	68	34,02112228
99	37,66750371	80	37,31349051	73	35,83900686	67	34,21897781
99	37,72279989	79	36,46216647	73	35,86670811	67	35,13876053
99	37,4408071	79	35,79756328	73	35,56697501	66	34,96956078
97	37,03214089	79	36,94112295	73	35,10803238	61	33,54796488
95	37,79206649	79	35,32991542	73	34,74728768	61	33,71057626
94	37,04221363	79	36,99039091	72	35,60237625		
93	37,29758857	79	36,74159936	72	35,3323155		
92	37,44471378	79	36,75685778	72	35,79792625		
92	36,98459728	79	35,44052055	72	35,54310978		
91	37,15212673	79	36,57861815	71	35,59750681		
91	36,98073179	79	36,29238526	71	35,50527057		
90	37,07219752	78	36,37914812	71	35,68246617		
90	35,41242031	78	36,8761182	71	35,56170818		
89	36,66606036	78	36,76640925	71	35,45196298		
89	35,77321179	78	34,5623755	71	35,53742878		



© 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

C. P ST dengan SSC

P ST	SSC	P ST	SSC	P ST	SSC	P ST	SSC
112	3,133928571	88	3,356818182	77	3,374025974	71	3,51971831
112	3,155357143	87	3,33908046	77	3,353246753	71	3,507042254
112	3,136607143	84	3,319047619	76	3,314473684	71	3,553521127
112	3,138392857	83	3,296385542	75	3,432	71	3,571830986
111	3,16036036	83	3,527710843	75	3,442666667	71	3,538028169
111	3,157657658	83	3,297590361	74	3,395945946	70	3,507142857
111	3,166666667	83	3,427710843	74	3,445945946	70	3,514285714
111	3,145945946	83	3,412048193	74	3,417567568	70	3,527142857
111	3,179279279	82	3,370731707	74	3,413513514	70	3,528571429
110	3,207272727	82	3,3	74	3,428378378	70	3,527142857
110	3,182727273	82	3,351219512	74	3,437837838	70	3,544285714
109	3,213761468	82	3,425609756	74	3,401351351	70	3,492857143
109	3,200917431	82	3,42804878	74	3,594594595	70	3,492857143
106	3,250943396	81	3,288888889	74	3,485135135	70	3,487142857
105	3,265714286	81	3,345679012	73	3,463013699	70	3,63
104	3,218269231	81	3,343209877	73	3,450684932	70	3,614285714
104	3,206730769	81	3,445679012	73	3,450684932	70	3,56
103	3,200970874	80	3,3625	73	3,467123288	70	3,608571429
101	3,227722772	80	3,36125	73	3,508219178	69	3,563768116
101	3,226732673	80	3,37	73	3,502739726	69	3,565217391
101	3,344554455	80	3,275	73	3,44109589	69	3,568115942
100	3,2	80	3,3175	73	3,47260274	68	3,641176471
99	3,219191919	80	3,31125	73	3,447945205	67	3,628358209
99	3,239393939	79	3,389873418	73	3,443835616	67	3,547761194
99	3,262626263	79	3,424050633	73	3,471232877	66	3,571212121
97	3,296907216	79	3,34556962	73	3,512328767	61	3,736065574
95	3,242105263	79	3,496202532	73	3,545205479	61	3,719672131
94	3,310638298	79	3,343037975	72	3,473611111		
93	3,28172043	79	3,363291139	72	3,518055556		
92	3,27826087	79	3,402531646	72	3,473611111		
92	3,313043478	79	3,456962025	72	3,508333333		
91	3,306593407	79	3,362025316	71	3,502816901		
91	3,312087912	79	3,386075949	71	3,512676056		
90	3,315555556	78	3,43974359	71	3,491549296		
90	3,133333333	78	3,356410256	71	3,505633803		
89	3,351685393	78	3,376923077	71	3,51971831		
89	3,423595506	78	3,535897436	71	3,487323944		



© 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

5. Data perhitungan bulan November (11)

A. P ST dengan THR

P ST	THR	P ST	THR	P ST	THR
241	8413,416	171	8945,049	75	10247,08
241	8403,833	171	8993,877	73	10460,32
241	8425,225	169	8961,494	73	10203,38
240	8443,309	167	9019,193	72	10563,73
239	8451,417	163	9070,643	72	10074,42
239	8397,949	109	9577,544	70	10648,84
239	8431,998	102	9811,686	70	10411,12
238	8452,914	94	9736,155	69	10567,91
238	8467,493	94	9657,127	69	10266,74
238	8429,98	94	10007,79	69	10265
238	8443,733	93	10068,96	69	10589,63
237	8484,864	92	10114,63	69	10497,76
236	8506,273	91	10169,94	69	10819,29
236	8504,764	90	10131,03	69	10611,55
234	8537,164	89	10163,32	68	10525,81
234	8435,83	87	9867,444	68	10437,16
233	8535,757	87	9854,789	68	10473
230	8589,207	86	9970,89	68	10480,55
229	8811,716	85	10143,18	68	10600,47
223	8615,957	84	10273,27	68	10769,15
223	8632,92	82	10246,92	68	10728,18
221	8710,689	82	10655,96	67	10606,09
221	8692,244	82	10200,51	67	10564,59
219	8721,425	82	10389,73	67	10558,37
218	8706,009	79	10366,54	67	10593,08
216	8773,727	79	10186,1	67	10929,37
215	8790,461	79	10473	66	10685,84
205	8805,574	79	10323,23	66	10566,39
200	8851,534	79	10328,99	66	10573,5
198	8865,852	79	10218,09	66	10815,67
197	8872,034	78	10383,05	66	10794,96
195	8888,395	78	10498,78	66	10731,76
188	8929,686	78	9925,805	66	10774,44
177	8974,068	77	10292,55	66	10839,61
175	8954,627	76	10633,39		
173	8967,946	76	10252,75		
171	8976,464	75	10587,12		



© 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

B. P ST dengan Efisiensi

P ST	Efisiensi	P ST	Efisiensi	P ST	Efisiensi
241	42,7888	171	40,24573	75	35,13196
241	42,8376	171	40,02723	73	34,41576
241	42,72883	169	40,17187	73	35,28241
240	42,63731	167	39,91488	72	34,07888
239	42,59641	163	39,68848	72	35,73405
239	42,86761	109	37,58792	70	33,80649
239	42,69451	102	36,69094	70	34,57842
238	42,58886	94	36,97558	69	34,06538
238	42,51554	94	37,27817	69	35,0647
238	42,70473	94	35,97199	69	35,07063
238	42,63517	93	35,75343	69	33,99551
237	42,42849	92	35,592	69	34,29303
236	42,32171	91	35,39845	69	33,27391
236	42,32922	90	35,53439	69	33,9253
234	42,16857	89	35,42151	68	34,20164
234	42,67511	87	36,48361	68	34,49214
233	42,17552	87	36,53046	68	34,3741
230	41,91306	86	36,1051	68	34,34934
229	40,8547	85	35,49182	68	33,96076
223	41,78294	84	35,04241	68	33,42883
223	41,70084	82	35,1325	68	33,55649
221	41,32853	82	33,7839	67	33,94276
221	41,41623	82	35,29234	67	34,07609
219	41,27766	82	34,6496	67	34,09616
218	41,35075	79	34,72712	67	33,98445
216	41,03159	79	35,34228	67	32,93877
215	40,95348	79	34,3741	66	33,68944
205	40,88319	79	34,87279	66	34,0703
200	40,67092	79	34,85335	66	34,04739
198	40,60524	79	35,23164	66	33,28504
197	40,57694	78	34,67188	66	33,3489
195	40,50225	78	34,2897	66	33,54529
188	40,31497	78	36,2691	66	33,41242
177	40,11559	77	34,97675	66	33,21153
175	40,20268	76	33,85563		
173	40,14297	76	35,11255		
171	40,10488	75	34,00357		



© 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

C. P ST dengan SSC

P ST	SSC	P ST	SSC	P ST	SSC
241	2,826971	171	3,019883	75	3,545333
241	2,826556	171	3,030994	73	3,623288
241	2,83361	169	3,023077	73	3,539726
240	2,840833	167	3,038922	72	3,640278
239	2,849372	163	3,055828	72	3,668056
239	2,833891	109	3,247706	70	3,697143
239	2,846025	102	3,317647	70	3,595714
238	2,84958	94	3,321277	69	3,673913
238	2,857143	94	3,269149	69	3,544928
238	2,845798	94	3,428723	69	3,544928
238	2,84916	93	3,439785	69	3,684058
237	2,864135	92	3,454348	69	3,628986
236	2,869068	91	3,463736	69	3,757971
236	2,868644	90	3,455556	69	3,694203
234	2,88547	89	3,466292	68	3,661765
234	2,855556	87	3,363218	68	3,642647
233	2,888841	87	3,350575	68	3,660294
230	2,905217	86	3,416279	68	3,629412
229	2,961135	85	3,472941	68	3,676471
223	2,905381	84	3,530952	68	3,744118
223	2,916143	82	3,52561	68	3,736765
221	2,943439	82	3,654878	67	3,686567
221	2,937104	82	3,507317	67	3,685075
219	2,957534	82	3,57561	67	3,686567
218	2,945413	79	3,558228	67	3,671642
216	2,963889	79	3,486076	67	3,80597
215	2,97814	79	3,621519	66	3,709091
205	2,974634	79	3,564557	66	3,706061
200	2,9915	79	3,562025	66	3,706061
198	2,99596	79	3,518987	66	3,774242
197	2,995939	78	3,598718	66	3,769697
195	3,006667	78	3,601282	66	3,751515
188	3,015957	78	3,403846	66	3,765152
177	3,024294	77	3,555844	66	3,781818
175	3,018857	76	3,663158		
173	3,018497	76	3,532895		
171	3,027485	75	3,649333		



© 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

$$THR = \frac{\dot{m}(h_{in} - h_{out})}{P_{ST}}$$

$$THR = \frac{(Q_{HP} + Q_{HRH} + Q_{LP} - Q_{CRH} - Q_{cond})}{P_{ST}}$$

$$THR = \frac{(724.910,99 + 705.400,43 + 65.386,18 - 664.932,05 - 48.211,89)}{81}$$

$$THR = 9.661,16 \text{ kJ/kWh}$$

Dengan *Turbine Heat Rate* yang sudah diketahui, efisiensi termal dari turbin uap bisa dicari menggunakan rumus dan perhitungan seperti berikut

$$\eta_{th} = \left(\frac{3600}{THR} \right) \times 100\%$$

$$\eta_{th} = \left(\frac{3600}{9.661,16} \right) \times 100\%$$

$$\eta_{th} = 37,26\%$$

Sementara untuk *Specific Steam Consumption* (ssc) dihitung dengan menggunakan rumus berikut:

$$SSC = \frac{\dot{m}_{total}}{P_{ST}}$$

$$SSC = \frac{208 + 37,2 + 22,2}{81}$$

$$SSC = \frac{267,4}{81}$$

$$SSC = 3,3012 \text{ kg/kWh}$$

Program Perhitungan:

<https://github.com/antareslewenussagaming/st-thr-proxy-appv7>

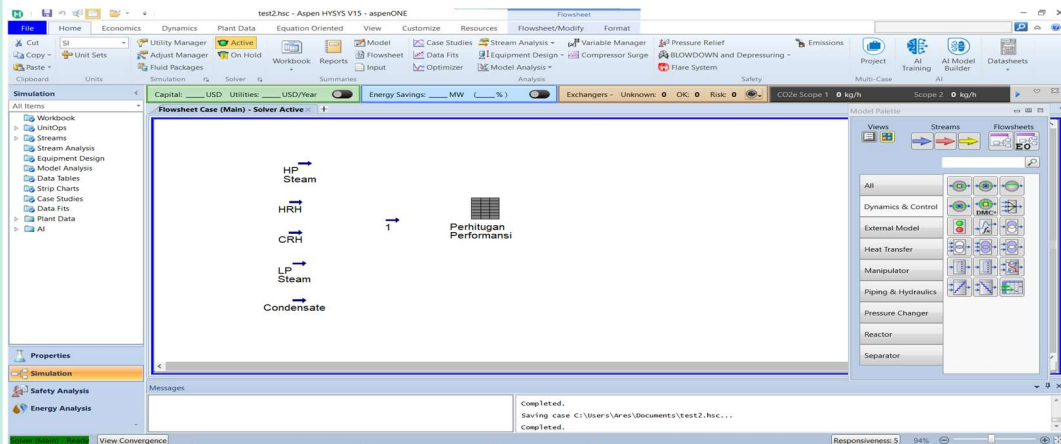


© Hak Cipta milik Politeknik Negeri Jakarta

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

Simulasi Aspen HYSYS



	A	B	C	D	Cell	Formula	Result
1	Entalpi HP	-1,249e+004 kJ/kg			B14		37,20
2	Entalpi HRH	-1,309e+004 kJ/kg			B15	=B1-B6	3485 kJ/kg
3	Entalpi CRH	-1,277e+004 kJ/kg			B16	=B2-B6	2882 kJ/kg
4	Entalpi LP	-1,302e+004 kJ/kg			B17	=B3-B6	3197 kJ/kg
5	Entalpi Condensate	-1,582e+004 kJ/kg			B18	=B4-B6	2945 kJ/kg
6	Entalpi Ref	-1,597e+004 kJ/kg			B19	=B5-B6	147,5 kJ/kg
7					B21	=B15*B8	7,249e+005 kJ/kg
8	Flow HP	208,0			B22	=B16*B9	7,066e+005 kJ/kg
9	Flow HRH	245,2			B23	=B17*B10	6,649e+005 kJ/kg
10	Flow CRH	208,0			B24	=B18*B11	6,539e+004 kJ/kg
11	Flow LP	22,20			B25	=B19*B12	4,824e+004 kJ/kg
12	Flow Condensate	327,0			B27	=B21+B22+B24-B23-B25)/B13	9675 kJ/kg
13	P ST	81,00			B28	=3600/B27*100	37,21
14		37,20			B29	=(B8+B14+B11)/B13	3,301
15		3485 kJ/kg					
16		2882 kJ/kg					
17		3197 kJ/kg					
18		2945 kJ/kg					
19		147,5 kJ/kg					
20							
21		7,249e+005 kJ/kg					
22		7,066e+005 kJ/kg					
23		6,649e+005 kJ/kg					
24		6,539e+004 kJ/kg					
25		4,824e+004 kJ/kg					
26							
27	THR HYSYS	9675 kJ/kg	THR Program	9.661,16			
28	Efisiensi Termal H...	37,21	Efisiensi Termal Pr...	37,26%			
29	Specific Steam Co...	3,301	Specific Steam Co...	3,301			