



© 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



**SIMULASI PENGARUH VARIASI PEMBEBANAN
TERHADAP EFISIENSI GTG UNIT 1A DAN UNIT 1B
PLTGU PT X**

SKRIPSI

Oleh:

Akbar Ramadhan

NIM. 2202431022

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

JUNI, 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



**SIMULASI PENGARUH VARIASI PEMBEBANAN
TERHADAP EFISIENSI GTG UNIT 1A DAN UNIT 1B
PLTGU PT X**

SKRIPSI

Laporan ini disusun sebagai salah satu syarat untuk menyelesaikan Pendidikan Sarjana Terapan
Program Studi Teknologi Rekayasa Konversi Energi
Jurusan Teknik Mesin

Oleh:
Akbar Ramadhan
NIM. 2202431022

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

JUNI, 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

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





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

SKRIPSI

**SIMULASI PENGARUH VARIASI PEMBEBANAN TERHADAP EFISIENSI
GTG UNIT 1A DAN UNIT 1B PLTGU PT X**

Oleh:

Akbar Ramadhan

NIM. 2202431022

Program Studi Sarjana Terapan Konversi Energi

Skripsi telah disetujui oleh pembimbing

Pembimbing 1

Benhur Nainggolan, S.T., M.T.
NIP. 1961062519990031003

Pembimbing 2

Muhammad Ridwan, S.Hum., M.Hum.
NIP. 198609232022031003

Kepala Program Studi
Sarjana Terapan Teknologi Rekayasa Konversi Energi

Arifia Ekayuliana, M.T.
NIP. 199107212018032001



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

SIMULASI PENGARUH VARIASI PEMBEBANAN TERHADAP EFISIENSI GTG UNIT 1A DAN UNIT 1B PLTGU PT X

Oleh:

Akbar Ramadhan

NIM. 2202431022

Program Studi Sarjana Teknologi Rekayasa Konversi Energi

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

DEWAN PENGUJI

No.	Nama	Posisi Penguji	Tanda Tangan	Tanggal
1.	Ir. Benhur Nainggolan, M.T. NIP. 1961062519990031003	Ketua		07/06/26
2.	Fitri Wijayanti, S.Si., M. Eng. NIP. 198509042014042001	Penguji 1		07/13/26
3.	Ahmad Bustomi, S.T., M.Tr.T. NIP. 199107252024061001	Penguji 2		07/13/26

Depok, 22 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 bertandatangan di bawah ini:

Nama : Akbar Ramadhan

NIM : 2202431022

Program Studi : Sarjana Terapan Teknologi Rekayasa Konversi Energi

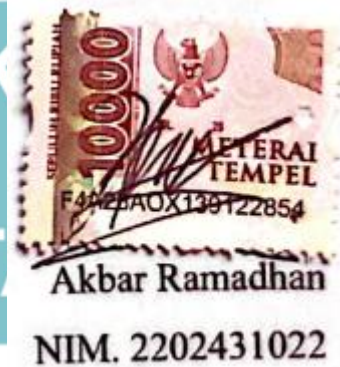
Menyatakan bahwa yang dituliskan di dalam Skripsi ini adalah hasil karya saya sendiri bukan jiplakan (plagiasi) karya orang lain baik sebagian atau seluruhnya.

Pendapat, gagasan, atau temuan orang lain yang terdapat di Skripsi telah saya kutip dan saya rujuk sesuai dengan etika ilmiah.

Demikian pernyataan ini saya buat dengan sebenar-benarnya.

Depok, 30 Juni 2026

**POLITEK
NEGERI
JAKARTA**



Akbar Ramadhan
NIM. 2202431022



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

SIMULASI PENGARUH VARIASI PEMBEBANAN TERHADAP EFISIENSI GTG UNIT 1A DAN UNIT 1B PLTGU PT X

Akbar Ramadhan¹⁾, Benhur Nainggolan²⁾, Muhammad Ridwan³⁾

Program Studi Sarjana Terapan Teknologi Rekayasa Konversi Energi, Jurusan Teknik Mesin,
Politeknik Negeri Jakarta, Kampus UI, Depok, 16425

Email: akbar.ramadhan.tn22@mhs.w.pnj.ac.id, benhur.nainggolan@mesin.pnj.ac.id

ABSTRAK

PLTGU sangat bergantung pada kinerja GTG sebagai komponen penghasil listrik utama, di mana efisiensinya dipengaruhi langsung oleh kondisi pembebanan yang berubah-ubah. Penelitian ini menganalisis pengaruh variasi pembebanan terhadap rugi-rugi daya dan efisiensi generator sinkron tiga fasa pada GTG Unit 1A dan 1B di PLTGU PT. X, sekaligus memvalidasi hasilnya melalui simulasi MATLAB App Designer. Data operasional dikumpulkan selama 18–22 September 2025 dengan 12 titik pencatatan per hari. Berdasarkan IEC 60034-3:2020 dan IEEE C50.13, generator berkapasitas besar 58750 kVA disyaratkan memiliki efisiensi $\geq 97\%$ pada beban nominal. Hasil penelitian menunjukkan GTG 1A mencapai efisiensi 97,84%–97,95% pada beban 30,64–33,32 MW, dan GTG 1B sebesar 97,79%–97,89% pada beban 30,36–31,88 MW — keduanya telah memenuhi standar tersebut. Penurunan efisiensi pada beban rendah disebabkan dominasi rugi tetap (rugi besi 314,1 KW dan rugi mekanik 209,4 KW) yang mencapai 76,6% dari total rugi daya. Selisih efisiensi rata-rata kedua unit hanya 0,03%, menunjukkan performa teknis yang setara. Deviasi simulasi MATLAB terhadap perhitungan manual hanya 0,01%–0,02%, membuktikan model simulasi yang dikembangkan valid dan andal sebagai alat evaluasi efisiensi generator.

Kata kunci: PLTGU, generator sinkron, variasi pembebanan, rugi-rugi daya, efisiensi generator, simulasi MATLAB



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

SIMULATION OF THE EFFECT OF LOAD VARIATION ON THE EFFICIENCY OF GTG UNIT 1A AND UNIT 1B AT PLTGU PT. X

Akbar Ramadhan¹⁾, Benhur Nainggolan²⁾, Muhammad Ridwan³⁾

Program Studi Sarjana Terapan Teknologi Rekayasa Konversi Energi, Jurusan Teknik Mesin,
Politeknik Negeri Jakarta, Kampus UI, Depok, 16425

Email: akbar.ramadhan.tm22@mhs.w.pnj.ac.id, benhur.nainggolan@mesin.pnj.ac.id

ABSTRACT

The combined cycle power plant (PLTGU) relies heavily on the GTG as its primary electricity-generating component, whose efficiency is directly affected by fluctuating load conditions. This study analyzes the effect of load variation on power losses and the efficiency of three-phase synchronous generators in GTG Unit 1A and 1B at PLTGU PT. X, and validates the results through MATLAB App Designer simulation. Operational data were collected over 18–22 September 2025 with 12 measurement points per day. Per IEC 60034-3:2020 and IEEE C50.13, large-capacity generators 58750 kVA are required to achieve efficiency $\geq 97\%$ at nominal load. Results show GTG 1A achieved efficiencies of 97.84%–97.95% at loads of 30.64–33.32 MW, and GTG 1B achieved 97.79%–97.89% at 30.36–31.88 MW — both complying with the applicable standards. Efficiency decline under low loads is attributed to fixed losses (iron losses 314.1 KW and mechanical losses 209.4 KW), which account for 76.6% of total power losses. The average efficiency difference between the two units was only 0.03%, indicating equivalent technical performance. Simulation deviations from manual calculations were only 0.01%–0.02%, confirming the model is valid and reliable as a generator efficiency evaluation tool.

Keywords: combined cycle power plant, synchronous generator, load variation, power losses, generator efficiency, MATLAB simulation



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 serta syukur penulis panjatkan kehadirat Allah SWT, yang telah melimpahkan rahmat dan karunianya-Nya, sehingga penulis dapat menyelesaikan Skripsi yang berjudul **“Simulasi Pengaruh Variasi Pembebanan Terhadap Efisiensi GTG UNIT 1A dan Unit 1B Pada PLTGU PT X “**. Skripsi ini disusun untuk memenuhi salah satu syarat dalam menyelesaikan studi Sarjana Terapan Program Studi Teknologi Rekayasa Konversi, Jurusan Teknik Mesin Politeknik Negeri Jakarta. Penulisan skripsi ini tidak lepas dari bantuan dari berbagai pihak, oleh karena itu penulis ingin menyampaikan ucapan terimakasih yang tiada terhingga kepada:

1. Allah SWT. yang telah melimpahkan rahmat dan karunia-Nya sehingga dapat menyelesaikan skripsi ini.
2. Ayah dan Ibu yang selalu memberikan semangat dan dukungan bagi penulis
3. Bapak Dr. Fuad Zainuri, S.T., M.SI., selaku Ketua Jurusan Teknik Mesin Politeknik Negeri Jakarta.
4. Ibu Arifia Ekayuliana, S.T, M.T. selaku Kepala Program Studi Teknologi Rekayasa Konversi Energi.
5. Bapak Benhur Nainggolan, Ir., M.T., selaku dosen pembimbing I yang telah memberikan waktu, tenaga, dan pikiran untuk membimbing penelitian skripsi ini.
6. Muhammad Ridwan, S.Hum., M.Hum selaku selaku dosen pembimbing II yang telah memberikan waktu, tenaga, dan pikiran untuk membimbing penelitian skripsi ini.
7. Para mentor yang sudah membantu dalam memperoleh data serta membimbing penelitian skripsi ini.



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

8. Teman-teman Program Studi Teknologi Rekayasa Konversi Energi tahun 2022 yang telah memberi dukungan sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi ini.
9. Semua pihak yang telah berkontribusi yang tidak dapat disebutkan satu per satu, namun tidak mengurangi rasa hormat penulis.

Penulis berharap semoga skripsi ini bermanfaat bagi semua pihak terutama pada bidang Pembangkit dan konversi energi

Depok, 30 Juni 2026

Penulis,

**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 ISI

HALAMAN JUDUL	ii
HALAMAN PERSETUJUAN	iv
HALAMAN PENGESAHAN	v
LEMBAR PERNYATAAN ORISINALITAS	vi
ABSTRAK	vii
KATA PENGANTAR	ix
DAFTAR ISI	xi
DAFTAR GAMBAR	xiv
DAFTAR TABEL	xv
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	3
1.3 Pertanyaan Penelitian	3
1.4 Tujuan Penelitian	3
1.5 Batasan Masalah	4
1.6 Manfaat Penelitian	4
1.6.1 Manfaat Teoretis	4
1.6.2 Manfaat Praktis	4
1.7 Sistematika Penelitian	5
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	7
2.1 Landasan Teori	7



Hak Cipta :

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

2.1.1 Pembangkit Listrik Tenaga Gas dan Uap.....	7
2.1.2 Generator Sinkron	12
2.1.3 Komponen Generator Sinkron	12
2.1.4 Rangkaian Ekuivalen generator Sinkron.....	17
2.1.5 Karakteristik Generator Sinkron	19
2.1.6 Prinsip Kerja Generator Sinkron.....	21
2.2 Rugi Rugi Daya	22
2.3 Efisiensi Generator.....	27
2.4 Simulasi Matlab.....	28
2.5 Kajian Literatur	29
BAB III METODE PENELITIAN	32
3.1 Jenis Penelitian	32
3.2 Flowchart	33
3.3 Objek Penelitian.....	34
3.4 Metode Pengambilan Sampel.....	35
3.5 Metode Pemecahan Masalah.....	35
3.6 Jenis dan Sumber Data Penelitian.....	36
3.7 Metode Pengumpulan Data.....	36
3.8 Metode Analisa Data	37
BAB IV ANALISIS DATA	41
4.1 Hasil Penelitian.....	41
4.1.1 Data Harian Pembebanan Pada PLTGU PT X.....	41
4.2 Pembahasan	50



Hak Cipta :

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

4.2.1 Perhitungan Efisiensi Secara manual.....	50
4.2.2 Total rugi rugi yang dihasilkan GTG 1A dan GTG 1B	52
4.2.3 Analisis Pengaruh Variasi beban terhadap efisiensi generator.....	54
4.2.4 Hasil Efisiensi Pada Simulasi	55
BAB V PENUTUP	58
5.1 Kesimpulan	58
5.2 Saran	59
LAMPIRAN.....	63





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 GAMBAR

Gambar 2. 1 Urutan Siklus Brayton.....	9
Gambar 2. 2 Diagram Siklus Renkine.....	11
Gambar 2. 3 Stator	13
Gambar 2. 4 Salient Pole Rotor.....	16
Gambar 2. 5 Non Saliient Pole Rotor.....	17
Gambar 2. 6 Rangkaian Ekvivalen generator Sinkron perfasa	18
Gambar 2. 7 Penyederhanaan Ekvivalen Generator Sinkron dengan parameter X_s dan R_a	18
Gambar 2. 8 Rangkaian Ekvivalen Generator 3 Fasa.	19
Gambar 2. 9 Rangkaian Sistem Generator Ekvivalen Tanpa Beban.....	20
Gambar 2. 10 Rangkaian Generator Dengan Beban	21
Gambar 2. 11 Diagram Skema Rugi Rugi daya generator.....	22
Gambar 2. 12 Program Code Matlab	28
Gambar 3. 1 Diagram Alir Penelitian.....	33
Gambar 3. 2 Posisi Objek Generator	34
Gambar 4. 1 Grafik Pembebanan GTG 1A dan 1B 18 September 2025	42
Gambar 4. 2 Grafik Pembebanan GTG 1A dan 1B 19 September 2025	44
Gambar 4. 3 Grafik Pembebanan GTG 1A dan 1B 20 September 2025	46
Gambar 4. 4 Grafik Pembebanan GTG 1A dan 1B 21 September 2025	47
Gambar 4. 5 Grafik Pembebanan GTG 1A dan 1B 22 September 2025	49
Gambar 4. 6 Hasil Efisiensi GTG 1A	55
Gambar 4. 7 Hasil Efisiensi GT1B	55



Hak Cipta :

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

DAFTAR TABEL

Tabel 4. 1 Data Pembebanan generator GTG 1A 18 September	41
Tabel 4. 2 Data Pembebanan generator GTG 1B 18 September	42
Tabel 4. 3 Data Pembebanan generator GTG 1A 19 September	43
Tabel 4. 4 Data Pembebanan generator GTG 1B 19 September	43
Tabel 4. 5 Data Pembebanan generator GTG 1A 20 September	45
Tabel 4. 6 Data Pembebanan generator GTG 1B 20 September	45
Tabel 4. 7 Data Pembebanan generator GTG 1A 21 September	46
Tabel 4. 8 Data Pembebanan generator GTG 1B 21 September	47
Tabel 4. 9 Data Pembebanan generator GTG 1A 22 September	48
Tabel 4. 10 Data Pembebanan generator GTG 1B 22 September	49
Tabel 4. 11 Total Rugi Rugi Daya GTG 1A	52
Tabel 4. 12 Total Rugi Rugi Daya GTG 1B	53
Table 4. 13 Hasil Efisiensi GTG 1A dan GTG 1B 18-22 September	56

**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

Pembangkit Listrik Tenaga Gas dan Uap (PLTGU) PT. X merupakan pembangkit listrik yang menggunakan bahan bakar gas sebagai sumber energi utama. Panas sisa dari gas buang turbin gas dimanfaatkan untuk memanaskan air pada *Heat Recovery Steam Generator* (HRSG) hingga menghasilkan uap, yang selanjutnya digunakan untuk menggerakkan turbin uap guna menghasilkan energi listrik tambahan [1].

Output sistem PLTGU sangat dipengaruhi oleh kinerja (GTG). Panas buang dari turbin gas dimanfaatkan oleh HRSG untuk menghasilkan uap yang menggerakkan turbin uap, sehingga produksi listrik menjadi lebih efisien dibanding pembangkit siklus tunggal. Energi mekanik dari turbin gas memutar generator untuk menghasilkan listrik, dengan besar daya yang dipengaruhi oleh kondisi operasi turbin, efisiensi generator, serta parameter kelistrikan seperti tegangan, arus, faktor daya, dan beban. Karena itu, performa GTG menjadi faktor kunci dalam menentukan kapasitas, efisiensi, dan keandalan PLTGU secara keseluruhan [2].

Generator yang digunakan untuk mengonversi energi kinetik dari sistem turbin gas (GTG) adalah generator AC tiga fasa. Pemilihan ini didasarkan pada keunggulan generator tiga fasa yang mampu menghasilkan daya output lebih besar dengan ukuran fisik lebih ringkas dibandingkan generator satu fasa dengan kapasitas daya yang setara [3]. Untuk mendapatkan hasil yang lebih optimal demi menunjang kebutuhan Energi listrik dan memaksimalkan Energi gas yang dimiliki PLTGU maka dibutuhkanlah analisa efisiensi generator.



© 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

Besarnya beban yang terhubung ke generator akan memengaruhi arus jangkar, faktor daya, serta rugi-rugi internal seperti rugi tembaga dan rugi inti. Ketika beban meningkat, arus keluaran generator ikut naik sehingga rugi rugi bertambah dan temperatur lilitan meningkat. Kondisi ini dapat menurunkan efisiensi apabila tidak diimbangi dengan sistem eksitasi dan pendinginan yang optimal. Sebaliknya, pada beban yang terlalu rendah, generator dapat beroperasi di bawah titik efisiensi maksimumnya sehingga pemanfaatan energi menjadi kurang optimal [4].

Analisa Rugi rugi akan dilakukan secara perhitungan secara numerik berdasarkan data yang dimiliki. Rugi rugi yang dihitung meliputi rugi tembaga, rugi rugi besi dan rugi rugi mekanik. Seluruh rugi rugi tersebut menjadi faktor internal yang mempengaruhi efisiensi generator. Dalam praktik nya PT X menggunakan variasi beban yang berbeda pada beberapa waktu tertentu. Maka perubahan beban tersebut tentu menjadi salah satu faktor alasan mengapa efisiensi generator sangat lah dibutuhkan.

Selain dilakukan perhitungan secara numerik penelitian ini juga didukung dengan menjalankan simulasi menggunakan software MATLAB. Simulasi dijalankan dengan memasukan data mentah serta data yang telah dihitung yang akan menjadi input dalam program simulasi dengan output grafik yang akan disajikan. Simulasi tersebut tentu menjadi pondasi yang kuat untuk menjaga keakuratan hasil dari penelitian ini.

Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis pengaruh variasi pembebanan terhadap rugi-rugi daya dan efisiensi generator, sehingga dapat diperoleh gambaran kinerja generator secara lebih akurat pada kondisi operasi nyata. Selain itu, penelitian ini juga bertujuan untuk memberikan pendekatan perhitungan yang lebih representatif dalam mengevaluasi efisiensi generator sebagai dasar optimasi pengoperasian sistem pembangkit.



Hak Cipta :

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

1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang yang sudah dipaparkan di atas dapat dapat dirumuskan masalah sebagai berikut.

1. Apa pengaruh variasi pembebanan output daya terhadap efisiensi generator PLTGU PT X?
2. Seberapa besar pengaruh nilai beban output daya terhadap peningkatan dan penurunan efisiensi generator turbin gas pada PLTGU PT X?
3. Bagaimana hasil simulasi efisiensi generator pada berbagai kondisi pembebanan?

1.3 Pertanyaan Penelitian

Sesuai dengan rumusan masalah, disusun pertanyaan penelitian sebagai berikut.

1. Bagaimana perubahan nilai efisiensi generator ketika terjadi variasi tingkat pembebanan dari kondisi rendah hingga beban penuh?
2. Pada rentang pembebanan tertentu, di titik mana efisiensi generator mengalami kondisi optimal dan penurunan paling signifikan?
3. Bagaimana hasil simulasi dapat menggambarkan pola hubungan antara pembebanan dan efisiensi generator secara kuantitatif?

1.4 Tujuan Penelitian

Adapun tujuan dalam penelitian ini adalah sebagai berikut.

1. Menganalisis pengaruh variasi pembebanan terhadap rugi-rugi daya serta efisiensi generator sinkron tiga fasa pada GTG Unit 1A dan GTG Unit 1B di PLTGU PT. X. Membandingkan hasil efisiensi kinerja kedua generator.
2. Membandingkan kinerja efisiensi antara GTG Unit 1A dan GTG Unit 1B pada berbagai kondisi pembebanan selama periode operasi 18–22 September 2025.
3. Mengembangkan model simulasi berbasis MATLAB App Designer untuk memvisualisasikan dan memvalidasi nilai efisiensi generator secara digital, sehingga dapat digunakan sebagai alat evaluasi kinerja generator



Hak Cipta :

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

1.5 Batasan Masalah

Penelitian ini dibatasi oleh masalah-masalah sebagai berikut.

1. Penelitian difokuskan pada generator turbin gas PLTGU PT X.
2. Analisis dilakukan berdasarkan data operasi pembebanan generator dengan rentang pembebanan 60-70 %.
3. Simulasi dilakukan menggunakan software pemodelan MATLAB.
4. Parameter yang dianalisis meliputi daya output, rugi-rugi daya, dan efisiensi generator.

1.6 Manfaat Penelitian

1.6.1 Manfaat Teoretis

Secara teoretis penelitian ini memiliki manfaat sebagai berikut.

1. Menambah referensi ilmiah mengenai karakteristik efisiensi generator sinkron pada sistem pembangkit listrik tenaga gas dan uap (PLTGU).
2. Memberikan pemahaman yang lebih mendalam tentang pengaruh pembebanan terhadap performa dan efisiensi generator sinkron dalam kondisi operasi aktual.
3. Menjadi bahan pembandingan antara teori perhitungan efisiensi generator dengan data operasional di lapangan.
4. Memperkaya kajian akademik di bidang sistem tenaga listrik, khususnya terkait analisis kinerja generator pada pembangkit skala industri.

1.6.2 Manfaat Praktis

Penelitian ini memiliki beberapa manfaat

1. Menjadi bahan evaluasi kinerja generator sinkron di PLTGU X, khususnya dalam menilai tingkat efisiensi pada berbagai kondisi pembebanan.
2. Memberikan informasi teknis yang dapat digunakan sebagai acuan dalam pengaturan beban agar generator beroperasi pada kondisi optimal.



© 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. Membantu pihak operator dalam melakukan pemeliharaan preventif berdasarkan tren penurunan efisiensi yang terdeteksi.
4. Menjadi dasar pertimbangan teknis bagi manajemen dalam meningkatkan keandalan dan efisiensi sistem pembangkit.
5. Menjadi referensi praktis bagi mahasiswa atau peneliti lain yang melakukan penelitian serupa di bidang pembangkit tenaga listrik.

1.7 Sistematika Penelitian

Penulisan skripsi ini memiliki sistematika yang terdiri dari:

BAB I PENDAHULUAN

Bab I skripsi ini menyajikan kerangka awal penelitian, di mana pembahasan diawali dengan pemaparan latar belakang, dilanjutkan dengan perincian rumusan masalah, pertanyaan, tujuan, dan manfaat penelitian, serta diakhiri dengan penjelasan mengenai organisasi penulisan skripsi.

BAB II TINJAUAN PUSTAKA

Bab ini memaparkan landasan teoretis dan konseptual penelitian, di mana pembahasan diawali dengan landasan teori yang bertujuan membangun konsep serta teori fundamental sebagai fondasi penelitian. Pembahasan kemudian dilanjutkan dengan kajian literatur, yang menyajikan uraian sistematis dari berbagai artikel jurnal dan pustaka relevan. Bagian ini diakhiri dengan penyusunan kerangka 4 pemikiran untuk menjelaskan alur logis serta kelayakan topik untuk diteliti berdasarkan telaah terhadap penelitian terdahulu.

BAB III METODE PENELITIAN

Bab ini menguraikan secara rinci metodologi penelitian yang diterapkan. Pembahasan diawali dengan penetapan jenis dan objek penelitian, dilanjutkan dengan penjelasan teknis mengenai jenis, sumber, serta metode pengumpulan data. Sebagai penutup,



© 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

dipaparkan metode analisis yang digunakan untuk mengolah seluruh data yang telah diperoleh.

BAB IV ANSLISIS DATA

Bab ini memuat hasil penelitian yang telah diperoleh serta pembahasannya secara sistematis. Data yang telah dikumpulkan diolah dan disajikan dalam bentuk tabel, grafik, atau bentuk lain yang relevan, kemudian dianalisis untuk menjawab pertanyaan penelitian. Pembahasan dilakukan dengan menginterpretasikan hasil tersebut, mengidentifikasi pola atau kecenderungan yang muncul, serta mengaitkannya dengan teori atau konsep yang digunakan. Dengan demikian, bab ini tidak hanya menampilkan hasil, tetapi juga menjelaskan makna dari hasil penelitian secara logis dan terstruktur.

BAB V PENUTUP

Bab ini berisi kesimpulan dan saran. Kesimpulan disusun berdasarkan hasil analisis pada bab sebelumnya dan secara langsung menjawab tujuan atau pertanyaan penelitian. Penyajian kesimpulan dilakukan secara ringkas, jelas, dan sistematis. Selain itu, disampaikan pula saran yang dapat berupa rekomendasi praktis maupun usulan untuk penelitian selanjutnya, sebagai bentuk pengembangan dari hasil penelitian yang telah dilakukan.

**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 V PENUTUP

5.1 Kesimpulan

Berdasarkan hasil analisis pada Bab IV, dapat disimpulkan beberapa poin utama terkait efisiensi generator sebagai berikut:

1. Variasi pembebanan berbanding lurus dengan efisiensi generator. Data 18–22 September 2025 menunjukkan GTG 1A mencapai efisiensi maksimum 97,97% pada beban 33,32 MW dan turun menjadi 97,84% saat beban 30,64 MW, sedangkan GTG 1B berada pada kisaran 97,79%–97,89% dengan tren serupa. Penurunan ini dipengaruhi dominasi rugi tetap rugi besi 314,1 kW dan rugi mekanik 209,4 kW (total 523,5 kW atau 76,6%) yang tidak berubah terhadap beban, sehingga proporsinya meningkat saat daya output menurun. Oleh karena itu, efisiensi optimal dicapai pada operasi mendekati kapasitas nominal.
2. GTG 1A dan GTG 1B tidak menunjukkan perbedaan performa yang berarti. Selisih efisiensi rata-rata keduanya hanya 0,03% (97,88% vs 97,85%) dengan perbedaan beban rata-rata 0,73 MW. Kesimpulannya, kedua unit berada dalam kondisi teknis yang setara dan tidak ada unit yang secara konsisten lebih unggul, sehingga tidak diperlukan perlakuan operasional yang berbeda antara keduanya.
3. Model simulasi MATLAB App Designer valid dan layak menggantikan perhitungan manual. Deviasi antara hasil simulasi dan perhitungan manual hanya berkisar 0,01%–0,02%, berasal dari efek pembulatan desimal. Ini membuktikan bahwa simulasi yang dibangun mampu merepresentasikan kondisi nyata generator dengan presisi tinggi, sehingga dapat dijadikan alat evaluasi efisiensi yang efisien dan andal tanpa perlu bergantung sepenuhnya pada perhitungan konvensional.



© 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

5.2 Saran

1. Pengoperasian generator sebaiknya dilakukan pada kisaran beban mendekati kapasitas nominal untuk memperoleh efisiensi yang optimal serta menjaga kestabilan sistem pembangkit.
2. Perlu dilakukan analisis efisiensi dengan menggunakan faktor selain pengaruh pembebanan untuk semakin meningkat kan meningkatkan akurasi nilai efisiensi generator.
3. Melakukan maintenance dengan jadwal kontinu mengingat penggunaan generator dengan jangka waktu yang sudah cukup lama untuk dapat menanggulangi penurunan efisiensi yang akan terjadi.





Hak Cipta :

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

Daftar Pustaka

- [1] V. Satria and N. Hidayati, “Perhitungan Nilai Efisiensi Thermal pada Air Compressor Unit Gas Turbin UP Muara Tawar Blok 1,” pp. 200–205, 2025.
- [2] 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),” vol. 11, no. 3, pp. 639–648, 2023.
- [3] R. I.S. and Hartono, “Generator yang digunakan untuk mengonversi energi kinetik dari sistem turbin gas (GTG) adalah generator AC tiga fasa. Pemilihan ini didasarkan pada keunggulan generator tiga fasa yang mampu menghasilkan daya output lebih besar dengan ukuran fisik lebih ko,” vol. 3, 2018.
- [4] W. Dwiono, “Analisis Pengaruh Perubahan Beban Terhadap Karakteristik Generator Sinkron,” vol. 1, no. 1, pp. 37–53, 2019.
- [5] R. Prasetyo, P. Bismantolo, and A. Suandi, “Maintenance on the Combustion Section Gas Turbine of Unit 2 Gas & Steam Power Plant PLTGU,” *Rekayasa Mek.*, vol. 5, no. 2, pp. 9–18, 2022.
- [6] M. R. Oktafian, P. Sukusno, and B. Nainggolan, “Analisis Perbandingan Variasi Buka-an Diverter Damper pada HRSG Unit PLTGU PT . Bekasi Power,” pp. 1688–1691, 2023.
- [7] A. Syahidin *et al.*, “ANALISIS EFISIENSI THERMAL UNTUK MENENTUKAN BEBAN OPTIMAL PADA PEMBANGKIT LISTRIK TENAGA GAS,” vol. 1, no. 2, pp. 66–80, 2020.
- [8] G. Sihombing, K. Lubis, U. Amir, and H. Reat, “Analisis Performansi Turbin Uap dengan Kapasitas 115 MW dan Putaran 3000 Rpm pada unit 1 PLTU Labuhan Angin Sibolga,” vol. 14, no. 02, pp. 193–202, 2024.
- [9] H. Electric and P. Voc, “Thermal performance comparison of Rankine cycle , reheat cycle and regenerative cycle with the same initial and final parameters,” vol. 03015, pp. 0–3, 2021.
- [10] J. Hardiansyah, Salahuddin, and Taufiq, “Analisis Pengaturan Tegangan Generator Sinkron Ber,” *ReseachGate*, vol. 13, pp. 67–74, 2024.
- [11] <https://www.anakteknik.co.id/111467897585600928081>, “No Title.” [Online]. Available: https://www.anakteknik.co.id/111467897585600928081/articles/pengertian-motor-listrik-3-fasa-bagian-bagian-prinsip-kerja?srsId=AfmBOopr7Hg_EfSCGeFHjy5VOAMVBBRfzOSkVx0uyJJqe7r1bvTauuI.



© 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

- [12] D. I. Pt, P. J. B. Ubjom, and P. Arun, "ANALISIS PERUBAHAN BEBAN TERHADAP KINERJA GENERATOR," vol. 7, no. 2, 2023.
- [13] A. von Meier, *Electric Power Systems: A Conceptual Introduction by Alexander von Meier*. 2006.
- [14] Z. Muna, Syahputra, Fauzan, and Julianto, "Studi Perubahan Beban Terhadap Tugi-Rugi Daya Output Generator Sinkron Tiga Phase 20 MW Pada Generator Turbin Gas Unit 2 Pada PT Pupuk Iskandar Muda," *J. Tektro*, vol. 7, no. 1, pp. 112–117, 2023.
- [15] R. E. Pratama and U. Situmeang, "STUDI PENGARUH PENGUATAN MEDAN TERHADAP TEGANGAN KELUARAN GENERATOR SINKRON SATU PHASA," vol. 3, no. 2, pp. 69–76, 2019.
- [16] A. AR, H. Hamma, W. S. Alfira WS, A. Asri, and A. Ardiyansyah, "Analisis Efisiensi Generator Pada GT21 Blok 2 Pembangkit Listrik Tenaga Gas Dan Uap PT. CEPA Sengkang," *J. Teknol. Elekterika*, vol. 19, no. 2, p. 130, 2022.
- [17] R. SEPTIYAN, M. Waruni K, and B. Sugeng, "Analisa Hilang Daya Pada Generator Sinkron 3 Fasa (6,6 KV) 11 MVA TYPE 1DT4038-3EE02-Z," *J. Tek. Elektro Uniba (JTE UNIBA)*, vol. 4, no. 1, pp. 7–11, 2019.
- [18] H. F. Wibowo, P. Jannus, and B. Nainggolan, "Analisis Efisiensi dan Rugi-rugi Daya Pada Generator Terhadap Kinerja Generator PLTMG SPBG Klender," pp. 1652–1660, 2024.
- [19] S. J. Chapman, "Electric Machinery Fundamentals." New York: McGraw-Hill., 2011.
- [20] A. Ardiyansyah, R. Syahputra, and Maimun, "Studi Pengaruh Perubahan Beban Terhadap Efisiensi," vol. 8, no. 1, pp. 47–53, 2024.
- [21] G. Di and P. Embalut, "Analisis pengaruh pembebanan terhadap efisiensi generator di pltu embalut unit 3," vol. 2, no. 2, 2024.
- [22] A. K. Wijaya, D. Nugroho, and A. A. Nugroho, "Analisa Efisiensi Kinerja Generator G-101 Pada Pembangkit Listrik Tenaga Panas Bumi," *TRANSISTOR J. Elektro dan Inform.*, vol. 4, no. 1, pp. 43–48, 2022.
- [23] M. Syukrillah, K. H. Khwee, and A. Hiendro, "Analisis Perhitungan Efisiensi Energi Di Sistem Pembangkit Listrik Tenaga Biomassa (Pltbm) Pt. Harjohn Timber Kubu Raya," *J. Tek. Elektro Untan*, vol. 5, no. 1, pp. 1–11, 2019.
- [24] Z. Sagala, *Anal. PENGARUH PERUBAHAN BEBAN TERHADAP EFISIENSI Gener. PLTMG GUNUNG BELAH*, 2033.



© 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

- [25] A. A. Abdul Aziz Hutasuhut, Rafqi Nauli Lubis, Afritha Amelia, Cholish Cholish, ANALISIS PENGARUH PERUBAHAN BEBAN TERHADAP EFISIENSI GENERATOR KAPASITAS 12 MW DENGAN METODE TRIAL AND ERROR DI PT PERMATA HIJAU PALM OLEO BELAWAN,” no. 2024.
- [26] S. (Wibisono, A., Aaron, G. T., & Riyadi, “Analisis Kinerja Generator Sinkron Tiga Fasa pada Pembebanan Resistif. CYCLOTRON, 7(01), 20–26,” 2024.
- [27] H. (Manangka, R., Mangindaan, G. C., & Tumaliang, “Analisa Pengaruh Perubahan Beban terhadap Efisiensi Generator Sinkron 3 Fasa di PLTP Lahendong Unit 3. Jurnal Teknik Elektro dan Komputer, 10(2), 1-8.,” 2021.
- [28] R. Azharny, “Analisa Perbandingan Efisiensi Generator Sinkron Unit 1 dan 2 di PLTA Sipansihaporas. Jurnal Teknik Elektro, 1-20. Dokumen ini membandingkan efisiensi generator sinkron 3-fasa di PLTA,” 2021.
- [29] S. Fadilah, R., Yahya, S., & Ilman, “Analisis pengaruh pembebanan terhadap efisiensi generator 55 MW unit 3 di PLN Indonesia Power UBP Kamojang. Prosiding Industrial Research Workshop and National Seminar, 15(1).,” 2024.
- [30] A. Andaresta, “Andaresta, A. (2021). Analisis Fluktuasi Beban Terhadap Efisiensi Generator Sinkron di PT. PEMBANGKIT LISTRIK PALEMBANG JAYA. Jurnal Ampere, 6(2).,” 2021.
- [31] A. Ashar, A. R., Hamma, H., Alfira, W. S., Asri, A., & Ardiyansyah, “Analisis efisiensi generator pada GT21 blok 2 pembangkit listrik tenaga gas dan uap PT. CEPA Sengkang. Jurnal Teknologi Elekterika, 6(2).,” 2022.

**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

LAMPIRAN

Lampiran 1 Spesifikasi Generator

RESISTANCES AT 20°C

12.1	Stator resistance per phase	0.0033 ohms
12.2	Rotor resistance	0.138 ohms
12.3	Exciter armature resistance per phase	0.00130 ohms
12.4	Exciter field resistance	5.39 ohms
12.5	Pilot exciter resistance	0.088 ohms

EXCITER

13.1	Exciter frame size	BX 10.20
13.2	Voltage rating	204 Volts D.C
13.3	Current rating	1047 Amps D.C
13.4	Output	214 kW
13.5	Frequency	180 Hz
13.6	AC voltage at full load	199 Volts RMS
13.7	AC current at full load	717 Amps RMS
13.8	Power factor	0.71
13.9	Number of phases	3
13.10	Response ratio	3.3 Secs ⁻¹

Power factor	0.850	Unity
Friction & windage loss(kW)	305	305
Stator core iron loss(kW)	155	155
Stator copper loss at 95°C(kW)	127	91
Stray load loss at 95°C(kW)	233	168
Rotor copper loss at 95°C(kW)	162	81
Exciter loss(kW)	12	6
Total loss(kW)	995	808

Efficiencies:

% load	100	75	50	25
0.850 power factor	98.38 %	98.31 %	97.99 %	96.67 %
Unity power factor	98.68 %	98.56 %	98.17 %	96.79 %

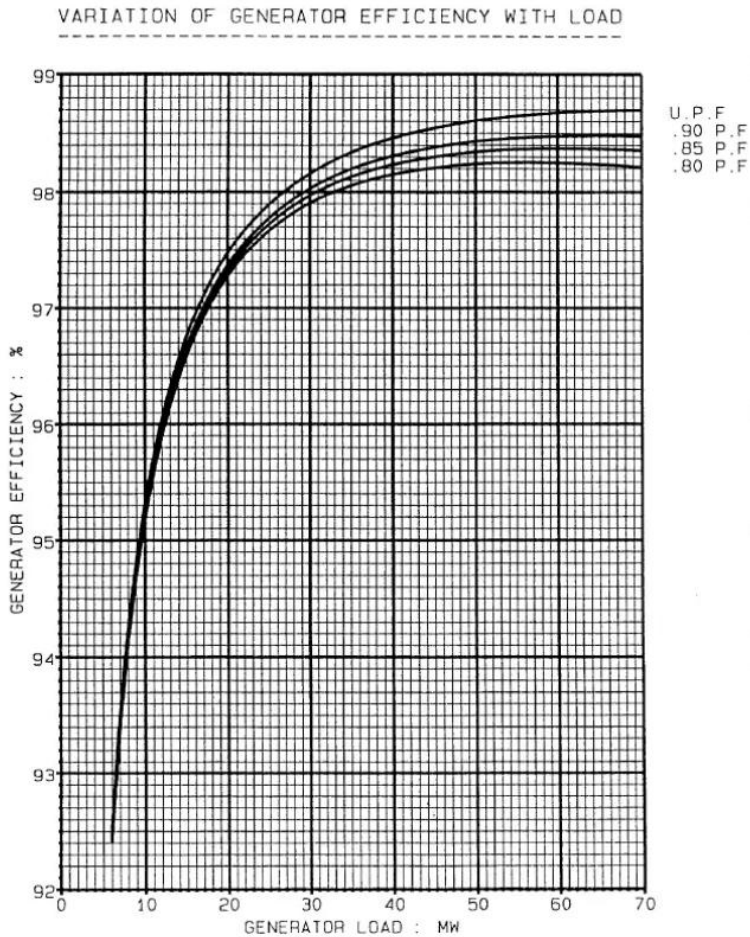


© Hak Cipta milik Politeknik Negeri Jakarta

Lampiran 2 Spesifikasi Generator

Hak Cipta :

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

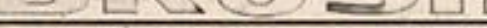


NEGERI
JAKARTA



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



— BRUSH BEM Ltd. —

FKI Energy Technology

SYNCHRONOUS MACHINE

<table border="0" style="width: 100%;"> <tr> <td style="width: 40%;">OUTPUT</td> <td>58750 KVA</td> </tr> <tr> <td>REV/MIN</td> <td>3000</td> </tr> <tr> <td>VOLTS</td> <td>11500</td> </tr> <tr> <td>AMPS</td> <td>2950</td> </tr> <tr> <td>PF</td> <td>0.8</td> </tr> <tr> <td>PHASES Hz</td> <td>3/50</td> </tr> <tr> <td>PHASE CONN</td> <td>STAR</td> </tr> <tr> <td>EXC. VOLTS</td> <td>199</td> </tr> <tr> <td>EXC. AMPS</td> <td>888</td> </tr> <tr> <td>DATE</td> <td>2007</td> </tr> <tr> <td>WT. OF M/C WITHOUT AIR TREATMENT</td> <td>74600 kg</td> </tr> <tr> <td>GE SERIAL No</td> <td>341X916</td> </tr> </table>	OUTPUT	58750 KVA	REV/MIN	3000	VOLTS	11500	AMPS	2950	PF	0.8	PHASES Hz	3/50	PHASE CONN	STAR	EXC. VOLTS	199	EXC. AMPS	888	DATE	2007	WT. OF M/C WITHOUT AIR TREATMENT	74600 kg	GE SERIAL No	341X916	<table border="0" style="width: 100%;"> <tr> <td style="width: 40%;">TURBOGENERATOR</td> <td>TYPE</td> </tr> <tr> <td>BDAX 7-290ERHN</td> <td>FRAME</td> </tr> <tr> <td>913522 010</td> <td>MACHINE No</td> </tr> <tr> <td>CONTINUOUS</td> <td>RATING</td> </tr> <tr> <td>IE C.60034-3</td> <td>SPEC</td> </tr> <tr> <td>50 °C</td> <td>AMB. TEMP</td> </tr> <tr> <td>Up to 1000m</td> <td>ALTITUDE</td> </tr> <tr> <td>WATER AT 30 °C</td> <td>COOLANT</td> </tr> <tr> <td>CLASS F</td> <td>ROTOR INSULN.</td> </tr> <tr> <td>CLASS F</td> <td>STATOR INSULN.</td> </tr> <tr> <td>IP54</td> <td>PROTECTION</td> </tr> <tr> <td>GE HANDBOOK</td> <td>1A TGE GEN 001</td> </tr> <tr> <td>GE UNIT No</td> <td>A</td> </tr> </table>	TURBOGENERATOR	TYPE	BDAX 7-290ERHN	FRAME	913522 010	MACHINE No	CONTINUOUS	RATING	IE C.60034-3	SPEC	50 °C	AMB. TEMP	Up to 1000m	ALTITUDE	WATER AT 30 °C	COOLANT	CLASS F	ROTOR INSULN.	CLASS F	STATOR INSULN.	IP54	PROTECTION	GE HANDBOOK	1A TGE GEN 001	GE UNIT No	A
OUTPUT	58750 KVA																																																		
REV/MIN	3000																																																		
VOLTS	11500																																																		
AMPS	2950																																																		
PF	0.8																																																		
PHASES Hz	3/50																																																		
PHASE CONN	STAR																																																		
EXC. VOLTS	199																																																		
EXC. AMPS	888																																																		
DATE	2007																																																		
WT. OF M/C WITHOUT AIR TREATMENT	74600 kg																																																		
GE SERIAL No	341X916																																																		
TURBOGENERATOR	TYPE																																																		
BDAX 7-290ERHN	FRAME																																																		
913522 010	MACHINE No																																																		
CONTINUOUS	RATING																																																		
IE C.60034-3	SPEC																																																		
50 °C	AMB. TEMP																																																		
Up to 1000m	ALTITUDE																																																		
WATER AT 30 °C	COOLANT																																																		
CLASS F	ROTOR INSULN.																																																		
CLASS F	STATOR INSULN.																																																		
IP54	PROTECTION																																																		
GE HANDBOOK	1A TGE GEN 001																																																		
GE UNIT No	A																																																		

MADE IN EUROPE

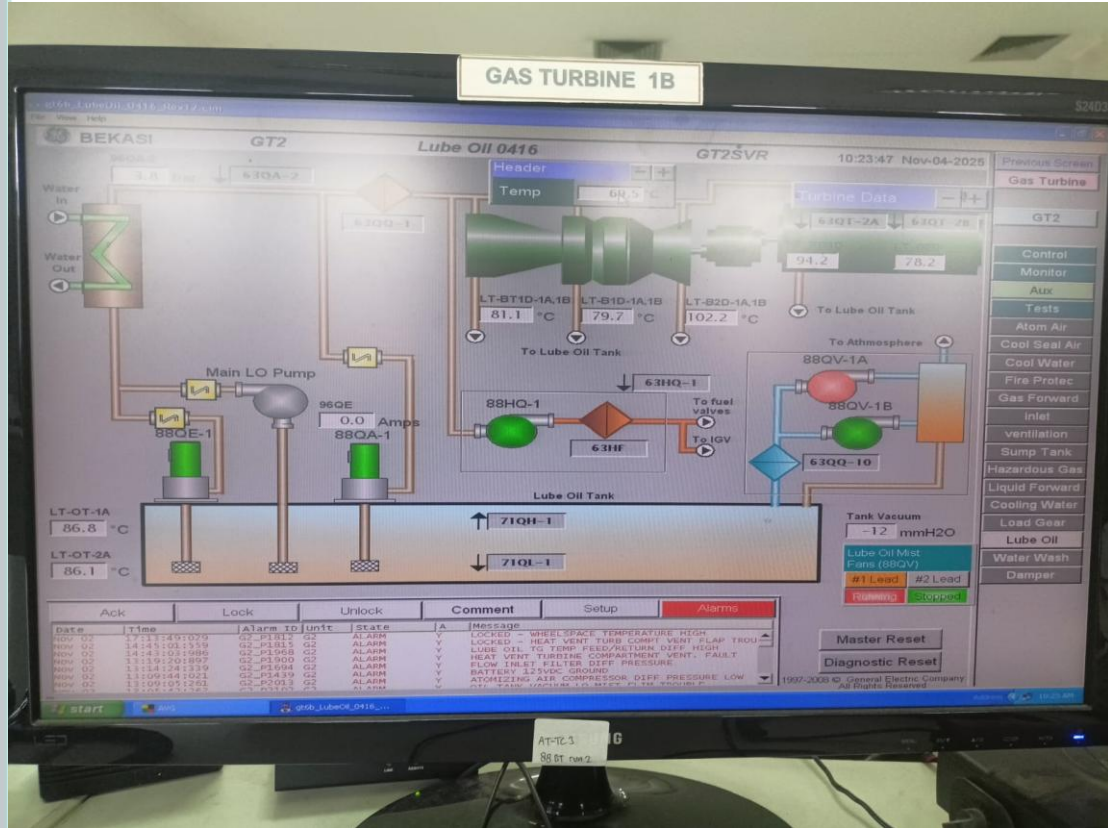
BRUSH ELECTRICAL MACHINES LIMITED

LOUGHBOROUGH, ENGLAND

www.fki-et.com

[illegible]

Lampiran 5 monitor data harian ccr



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

Lampiran analisis data GTG 1A 18-22 September 2025

Time	GTG-1A (MW)	Rugi tembaga (Kw)	Rugi Stray Load (Kw)	Rugi Besi (Kw)	Rugi Mekanik (Kw)	Rugi Daya Total	Efisiensi	Efisiensi (matlab)
0:00	35	173,36	1,73	314,1	209,4	658,59	98.04%	98.03%
2:00	31	128,11	1,8	314,1	209,4	652,89	97.94%	97.94%
4:00	31	147,07	1,28	314,1	209,4	672,04	97.88%	97.89%
6:00	32.5	147,63	1,47	314,1	209,4	672,61	97.97%	97.98%
8:00	32.2	149,69	1,48	314,1	209,4	674,7	97.95%	97.96%
10:00	32.1	148,75	1,5	314,1	209,4	673,75	97.94%	97.95%
12:00	32.3	147,07	1,49	314,1	209,4	672,04	97.96%	97.97%
14:00	32	151,15	1,47	314,1	209,4	677,18	97.93%	97.94%
16:00	30.8	141,88	1,52	314,1	209,4	666,81	97.88%	97.89%
18:00	29.5	145,76	1,42	314,1	209,4	670,73	97.78%	97.79%
20:00	29	147,63	1,46	314,1	209,4	672,61	97.73%	97.74%
22:00	29.4	136,97	1,48	314,1	209,4	661,85	97.80%	97.81%
0:00	29.4	136,61	1,37	314,1	209,4	661,49	97.80%	97.81%
2:00	30.0	138,06	1,38	314,1	209,4	662,94	97.84%	97.84%
4:00	30.0	137,33	1,37	314,1	209,4	662,21	97.84%	97.84%
6:00	30.6	140,05	1,4	314,1	209,4	664,96	97.87%	97.83%
8:00	30.1	141,52	1,42	314,1	209,4	666,44	97.83%	97.83%
10:00	30.3	151,96	1,52	314,1	209,4	676,99	97.81%	97.81%
12:00	30.8	155,40	1,55	314,1	209,4	680,45	97.84%	97.84%
14:00	30.7	155,59	1,56	314,1	209,4	680,65	97.83%	97.84%
16:00	30.5	152,72	1,53	314,1	209,4	677,76	97.83%	97.82%
18:00	30.6	148,56	1,49	314,1	209,4	673,56	97.85%	97.84%
20:00	30.6	148,56	1,49	314,1	209,4	673,56	97.85%	97.85%
22:00	32.7	169,73	1,7	314,1	209,4	694,93	97.92%	97.92%
0:00	34	187,42	1,87	314,1	209,4	712,8	97.95%	97.95%
2:00	32.2	168,33	1,68	314,1	209,4	693,51	97.89%	97.89%
4:00	31.6	159,84	1,6	314,1	209,4	684,95	97.88%	97.88%
6:00	31.7	163,17	1,63	314,1	209,4	688,31	97.87%	97.87%
8:00	32.9	175,39	1,75	314,1	209,4	700,65	97.91%	97.91%
10:00	33.2	176	1,76	314,1	209,4	701,27	97.93%	97.93%
12:00	32.6	169,73	1,7	314,1	209,4	694,93	97.91%	97.91%
14:00	32.1	181,77	1,82	314,1	209,4	707,1	97.84%	97.88%
16:00	32.2	170,93	1,71	314,1	209,4	696,15	97.88%	97.88%
18:00	32.6	168,73	1,69	314,1	209,4	693,92	97.92%	97.92%
20:00	33	169,53	1,7	314,1	209,4	694,73	97.94%	97.94%
22:00	33.3	174,58	1,75	314,1	209,4	699,83	97.94%	97.94%
0:00	33.9	166,73	1,67	314,1	209,4	691,91	97.99%	97.98%



© 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

2:00	32	164,95	1.65	314,1	209,4	690.1	97.89%	97.89%
4:00	32	160,62	1.61	314,1	209,4	685.74	97.90%	97.90%
6:00	31.8	159,84	1.6	314,1	209,4	684.95	97.89%	97.88%
8:00	32.6	161,99	1.62	314,1	209,4	687.12	97.94%	97.92%
10:00	32.7	177,64	1.78	314,1	209,4	702.93	97.90%	97.90%
12:00	31.8	166,73	1.67	314,1	209,4	691.91	97.87%	97.87%
14:00	29.9	153,67	1.54	314,1	209,4	678.72	97.78%	97.78%
16:00	29.6	148,19	1.48	314,1	209,4	673.17	97.78%	97.78%
18:00	30.9	157,32	1.57	314,1	209,4	682.4	97.84%	97.84%
20:00	33.9	184,69	1.85	314,1	209,4	710.04	97.95%	97.95%
22:00	34.1	187,21	1.87	314,1	209,4	712.58	97.95%	97.95%
0:00	34.3	189,53	1.9	314,1	209,4	714.94	97.96%	97.96%
2:00	32.2	165,94	1.66	314,1	209,4	691.1	97.90%	97.90%
4:00	31.7	155,78	1.56	314,1	209,4	680.85	97.90%	97.89%
6:00	32	160,82	1.61	314,1	209,4	685.93	97.90%	97.90%
8:00	32.3	170,53	1.71	314,1	209,4	695.75	97.89%	97.90%
10:00	31.7	162,78	1.63	314,1	209,4	687.91	97.88%	97.88%
12:00	32.6	170,73	1.71	314,1	209,4	695.95	97.91%	97.91%
14:00	32.3	170,53	1.71	314,1	209,4	695.75	97.89%	97.89%
16:00	30.1	148,94	1.49	314,1	209,4	673.93	97.81%	97.79%
18:00	30.1	142,25	1.42	314,1	209,4	667.17	97.83%	97.83%
20:00	30	147,07	1.47	314,1	209,4	672.04	97.81%	97.80%
22:00	29.9	148,38	1.48	314,1	209,4	673.36	97.80%	97.79%

Lampiran analisis data GTG 1B 18-22 September 2025

Time	GTG-1A (MW)	Rugi tembaga (Kw)	Rugi Stray Load (Kw)	Rugi Besi (Kw)	Rugi Mekanik (Kw)	Rugi Daya Total	Efisiensi	Efisiensi (matlab)
0:00	33.5	179,70	1,8	314,1	209,4	705,01	97.94%	97.95%
2:00	30.0	141,33	1,41	314,1	209,4	666,25	97.83%	97.84%
4:00	30.0	147,07	1,47	314,1	209,4	672,04	97.81%	97.82%
6:00	30.0	147,63	1,48	314,1	209,4	672,61	97.81%	97.82%
8:00	30.3	149,69	1,5	314,1	209,4	674,7	97.82%	97.83%
10:00	30.1	147,81	1,48	314,1	209,4	672,8	97.81%	97.82%
12:00	30.0	147,07	1,47	314,1	209,4	672,04	97.81%	97.82%
14:00	30.0	152,15	1,52	314,1	209,4	677,18	97.79%	97.80%
16:00	30.0	141,88	1,42	314,1	209,4	666,81	97.83%	97.83%



© 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

18:00	30.0	145,76	1,46	314,1	209,4	670,73	97.81%	97.82%
20:00	30.3	147,63	1,48	314,1	209,4	672,61	97.83%	97.84%
22:00	29.2	136,97	1,37	314,1	209,4	661,85	97.78%	97.79%
0:00	29.0	131,62	1.32	314,1	209,4	656.44	97.79%	97.78%
2:00	29.0	129,86	1.3	314,1	209,4	654.66	97.79%	97.79%
4:00	29.2	131,44	1.31	314,1	209,4	656.26	97.80%	97.81%
6:00	29.4	136,43	1.36	314,1	209,4	661.3	97.80%	97.80%
8:00	29.7	138,78	1.39	314,1	209,4	663.68	97.81%	97.80%
10:00	29.3	144,83	1.45	314,1	209,4	669.79	97.77%	97.74%
12:00	29.7	145,95	1.46	314,1	209,4	670.91	97.79%	97.79%
14:00	29.8	159,46	1.59	314,1	209,4	684.55	97.75%	97.75%
16:00	29.6	145,95	1.46	314,1	209,4	670.91	97.78%	97.80%
18:00	29.8	142,07	1.42	314,1	209,4	666.99	97.81%	97.81%
20:00	29.8	142,99	1.43	314,1	209,4	667.92	97.81%	97.81%
22:00	30.7	151,20	1.51	314,1	209,4	676.22	97.84%	97.82%
0:00	32.2	162,39	1.62	314,1	209,4	687.51	97.91%	97.90%
2:00	32.3	155,97	1.56	314,1	209,4	681.04	97.94%	97.92%
4:00	32.5	170,93	1.71	314,1	209,4	696.15	97.90%	97.88%
6:00	32.5	171,94	1.72	314,1	209,4	697.17	97.90%	97.90%
8:00	31.4	158,48	1.58	314,1	209,4	683.57	97.87%	97.84%
10:00	30.5	155,01	1.55	314,1	209,4	680.07	97.82%	97.81%
12:00	32.3	166,33	1.66	314,1	209,4	691.5	97.90%	97.80%
14:00	31.5	155,78	1.56	314,1	209,4	680.85	97.88%	97.88%
16:00	31.7	156,74	1.57	314,1	209,4	681.82	97.89%	97.89%
18:00	31.7	162,19	1.62	314,1	209,4	687.31	97.88%	97.88%
20:00	32.2	166,33	1.66	314,1	209,4	691.5	97.90%	98.01%
22:00	32.5	172,14	1.72	314,1	209,4	697.37	97.90%	97.90%
0:00	32.3	170,53	1.71	314,1	209,4	695.75	97.89%	97.87%
2:00	32.7	175,60	1.76	314,1	209,4	700.86	97.90%	97.90%
4:00	32.8	172,95	1.73	314,1	209,4	698.19	97.92%	97.92%
6:00	32.9	173,16	1.73	314,1	209,4	698.39	97.92%	97.91%
8:00	31.8	162,78	1.63	314,1	209,4	687.91	97.88%	97.88%
10:00	31	150,26	1.5	314,1	209,4	675.26	97.87%	97.85%
12:00	30.5	149,13	1.49	314,1	209,4	674.12	97.84%	97.84%
14:00	30.4	145,58	1.46	314,1	209,4	670.54	97.84%	97.84%
16:00	30.7	152,72	1.53	314,1	209,4	677.76	97.84%	97.86%
18:00	31.3	153,67	1.54	314,1	209,4	678.72	97.88%	97.88%
20:00	31.7	158,29	1.58	314,1	209,4	683.38	97.89%	97.88%
22:00	32.1	162,19	1.62	314,1	209,4	687.31	97.90%	98.03%



© 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

0:00	32.4	162,78	1.63	314,1	209,4	687.91	97.92%	97.92%
2:00	32.3	165,94	1.66	314,1	209,4	691.1	97.91%	97.88%
4:00	32.7	170,73	1.71	314,1	209,4	695.95	97.92%	97.92%
6:00	32.7	164,95	1.65	314,1	209,4	690.1	97.93%	97.93%
8:00	31.7	170,73	1.71	314,1	209,4	695.95	97.85%	97.83%
10:00	30.9	155,40	1.55	314,1	209,4	680.45	97.85%	97.84%
12:00	30.7	149,32	1.49	314,1	209,4	674.31	97.85%	97.85%
14:00	30.2	150,26	1.5	314,1	209,4	675.26	97.81%	97.82%
16:00	30.5	145,76	1.46	314,1	209,4	670.73	97.85%	97.85%
18:00	31.2	155,21	1.55	314,1	209,4	680.26	97.87%	97.86%
20:00	29	130,56	1.31	314,1	209,4	655.38	97.79%	97.79%
22:00	29	210,43	2.1	314,1	209,4	736.04	97.52%	97.52%

**POLITEKNIK
NEGERI
JAKARTA**