



© Hak Cipta milik Politeknik Negeri Jakarta

LAPORAN PRAKTIK KERJA LAPANGAN

ANALISIS EFISIENSI GAS TURBIN 3.2 PADA 3 VARIASI BEBAN DI PT PLN INDONESIA POWER UBP PRIOK BLOK 3



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

2025

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



- 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 PENGESAHAN INDUSTRI

LAPORAN PRAKTIK KERJA LAPANGAN DI PT. PLN
INDONESIA POWER UBP PRIOK DENGAN JUDUL

ANALISIS EFISIENSI GAS TURBIN 3.2 PADA 3 VARIASI BEBAN DI PT PLN INDONESIA POWER UBP PRIOK BLOK

3

Disusun Oleh:

Nama/NIM : Alviansyah Putra Wahyudi / 2202431039

Jurusan/Program Studi : Teknik Mesin / D-IV TRKE

Perguruan Tinggi : Politeknik Negeri Jakarta

Telah Diperiksa dan Disetujui pada tanggal

6 Juni 2025



Hadi Saiful Mukminin
931632058I



© Hak Cipta milik Politeknik Negeri Jakarta

Hak Cipta :

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

LEMBAR PENGESAHAN KAMPUS

LAPORAN PRAKTIK KERJA LAPANGAN DI PT. PLN
INDONESIA POWER UBP PRIOK

ANALISIS EFISIENSI GAS TURBIN 3.2 PADA 3 VARIASI BEBAN DI PT PLN INDONESIA POWER UBP PRIOK BLOK 3

Disusun Oleh:

Nama/NIM : Alviansyah Putra Wahyudi / 2202431039
Jurusan/Program Studi : Teknik Mesin / D-IV TRKE
Perguruan Tinggi : Politeknik Negeri Jakarta

Telah Diperiksa dan Disetujui Pada Tanggal 6 Juni 2025

Pembimbing Praktik Kerja Lapangan

Kepala Program Studi Sarjana Terapan
Teknologi Rekayasa Konversi Energi

(Yuli Mafendro Dedet Eka Saputra, S.Pd., M.T.)
NIP. 199403092019031013

Dosen Pembimbing
Praktek Kerja Lapangan

(Gun Gun Ramdhan Gunadi, M.T.)
NIP. 197111142006041001

Ketua Jurusan Teknik Mesin

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



KATA PENGANTAR

Segala puji dan syukur penulis panjatkan ke hadirat Allah Subhanahu Wata'ala, Tuhan Yang Maha Esa, atas rahmat, karunia, dan petunjuk-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan laporan praktik kerja lapangan ini tepat waktu. Selama kegiatan berlangsung, penulis berupaya membahas berbagai permasalahan yang ditemui di lokasi praktik. Laporan ini disusun sebagai salah satu syarat dalam menyelesaikan praktik kerja lapangan pada Program Studi Teknologi Rekayasa Konversi Energi, Jurusan Teknik Mesin, Politeknik Negeri Jakarta. Penyusunan laporan ini tentu tidak terlepas dari bantuan dan dukungan berbagai pihak. Oleh karena itu, penulis ingin menyampaikan rasa terima kasih yang sebesar-besarnya kepada:

1. Tuhan yang maha Esa Allah SWT atas kemudahan dan kelancaran yang telah diberikan.
2. Kedua orang tua beserta seluruh keluarga yang selalu memberikan dukungan dan semangat.
3. Jajaran manajemen PT PLN Indonesia Power UBP Priok beserta jajaran staff yang ada di dalamnya
4. Bapak Dr. Eng Muslimin, M.T selaku Ketua Jurusan Teknik Mesin Politeknik Negeri Jakarta
5. Bapak Yuli Mafendro Dedet Eka Saputra, S.Pd., M.T. Selaku Ketua Program Studi Teknik Rekayasa Konversi Energi, Politeknik Negeri Jakarta
6. Bapak Gun Gun Ramdhan Gunadi, MT. selaku Dosen Pembimbing selama pelaksanaan PKL.
7. Bapak Syaiful Hadi, selaku mentor dan pembimbing selama pelaksanaan PKL.
8. Bapak Ary Maulana, atas kesempatan dan bimbingannya selama pelaksanaan PKL.
9. Seluruh tim divisi OPR/Operator telah membimbing penulis.
10. Rekan – rekan kelompok PKL yang telah bekerja sama selama kegiatan PKL.

Penulis menyadari adanya kekurangan dalam laporan ini, namun berharap laporan ini tetap bermanfaat dan menjadi referensi yang berguna. Kritik dan saran yang membangun sangat diharapkan sebagai bahan perbaikan ke depan. Penulis juga memohon maaf atas kekurangan yang ada dan mengucapkan terima kasih atas perhatian yang diberikan.

Priok, 6 Juni 2025

Penulis

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



Hak Cipta :

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

DAFTAR ISI

BAB I	1
1.1 Latar Belakang.....	1
1.2 Tujuan dan Manfaat Praktik Kerja Lapangan.....	2
1.2.1 Tujuan Umum	2
1.2.2 Tujuan Khusus	2
1.2.3 Manfaat Bagi Mahasiswa	2
1.2.4 Manfaat Bagi Kampus	3
1.2.5 Manfaat Bagi Perusahaan.....	3
1.3 Waktu dan Tempat.....	3
1.4 Rumusan Masalah.....	4
1.5 Batasan Masalah	4
1.6 Metode Analisa.....	4
1.7 Sistematika Penulisan	5
BAB II.....	7
2.1 PT PLN	7
2.1.1 Visi dan Misi PLN	7
2.1.2 Budaya Perusahaan	8
2.2 PT. PLN INDONESIA POWER	9
2.2.1 Sejarah Perusahaan.....	9
2.2.2 Profil Umum Perusahaan.....	10
2.2.3 Logo Perusahaan	11
2.2.4 Visi dan Misi Indonesia Power Priok.....	12
2.2.5 Budaya Perusahaan	12
2.3 Struktur Organisasi Perusahaan	13



© Hak Cipta milik Politeknik Negeri Jakarta

Hak Cipta :

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

2.4 Deskripsi Tugas.....	14
BAB III.....	15
3.1 Prosedur Praktik Kerja Lapangan	15
3.1.1 Tata Tertib.....	15
3.1.2 Lokasi dan Waktu Kegiatan.....	16
3.2 Pelaksanaan.....	16
3.3 Logbook.....	16
BAB IV.....	29
4.1 Pengertian PLTGU	29
4.1.1 Siklus PLTGU.....	30
4.2 Komponen Utama Pada PLTGU	32
4.2.1 Turbin Uap	32
4.2.2 Heat Recovery Steam Generator (HRSG).....	33
4.2.3 Turbin Gas.....	33
4.2.4 Komponen Utama Yang Terdapat Pada Gas Turbin.....	34
4.2.5 Siklus Brayton Pada Turbin Gas	35
4.3 Data Operasi Gas Turbin 3.2	36
4.4 Perhitungan T2s, T3, T4s.....	38
4.4.1 Perhitungan T2s	38
4.4.2 Perhitungan T3	38
4.4.3 Perhitungan T4s	39
4.5 Perhitungan Entalpi Udara	39
4.6 Perhitungan Efisiensi	41
4.6.1 Proses 1 – 2 (Kompresi).....	41
4.6.2 Proses 2 – 3 (Pembakaran).....	42
4.6.3 Proses 3-4 (ekspansi pada turbin)	42



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

4.6.4 Efisiensi Siklus Turbin Gas.....	43
4.7 Hasil dan Pembahasan	44
BAB V.....	47
5.1 Kesimpulan.....	47
5.2 Saran	47
5.3 Daftar Pustaka.....	47





DAFTAR GAMBAR

Gambar 2. 1 Logo PLN	7
Gambar 2. 2 Budaya PT PLN	8
Gambar 2. 3 Budaya PT PLN Indonesia Power.....	8
Gambar 2. 4 Logo PT PLN Indonesia Power	9
Gambar 2. 5 Logo PT PLN Indonesia Power UBP Priok.....	11
Gambar 2. 6 Budaya AKHLAK PT PLN Indonesia Power UBP Priok	12
Gambar 2. 7 Struktur Organisasi PT PLN Indonesia Power UBP Priok	13
Gambar 3. 1 Peta PLTGU Priok.....	16
Gambar 4. 1 Siklus PLTGU.....	29
Gambar 4. 2 Siklus Brayton Pada Turbin Gas.....	35
Gambar 4. 3 Grafik Efisiensi Kompresor di Beban 140 MW, 190 MW, 230 MW	44
Gambar 4. 4 Efisiensi Turbin Gas di Beban 140 MW, 190 MW, 230 MW	45
Gambar 4. 5 Efisiensi Siklus Turbin Gas di Beban 140 MW, 190 MW, 230 MW.....	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 mengemukakan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta



DAFTAR TABEL

Tabel 4. 1 Data Turbin Gas Pada Jam 22:58 Tanggal 22 April 2025.....	36
Tabel 4. 2 Data Turbin Gas Pada Jam 9:48 Tanggal 22 April 2025.....	37
Tabel 4. 3 Data Turbin Gas Pada Jam 3:00 Tanggal 23 April 2025.....	37
Tabel 4. 4 Nilai T2s pada Bulan April 2025.....	38
Tabel 4. 5 Nilai T3 pada Bulan April 2025	39
Tabel 4. 6 Nilai T4s pada Bulan April 2025.....	39
Tabel 4. 7 Batas Atas dan Bawah.....	40
Tabel 4. 8 Nilai Entalpi pada beban 230 MW, 190 MW dan 140 MW.....	40
Tabel 4. 9 Nilai Pada Sisi Kompresor di Beban 140 MW, 190 MW, 230 MW.....	42
Tabel 4. 10 Nilai Hasil Pembakaran 140 MW, 190 MW, 230 MW.....	42
Tabel 4. 11 Nilai Pada Sisi Turbin di Beban 140 MW, 190 MW, 230 MW.....	43

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



BAB I PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

PT PLN Indonesia Power UBP Priok merupakan anak perusahaan dari PT PLN (Persero) yang bergerak di bidang pembangkitan tenaga listrik. Salah satu jenis pembangkit yang dioperasikan adalah Pembangkit Listrik Tenaga Gas dan Uap (PLTGU), yaitu pembangkit yang menggabungkan turbin gas dan turbin uap dalam satu sistem terintegrasi untuk menghasilkan energi listrik dengan efisiensi yang lebih tinggi. PLTGU bekerja dengan memanfaatkan panas dari gas buang turbin gas untuk menghasilkan uap yang kemudian digunakan untuk menggerakkan turbin uap. Proses ini disebut sebagai siklus gabungan (*combined cycle*), dan menjadi teknologi penting dalam mendukung pembangkitan energi yang lebih efisien dan ramah lingkungan.

Di PLTGU UBP Priok terdapat empat blok pembangkit, salah satunya adalah Blok 3, tempat penulis melaksanakan kegiatan kerja praktik. Blok ini memiliki konfigurasi 2 turbin gas, 2 unit *Heat Recovery Steam Generator* (HRSG), dan 1 turbin uap, dengan total kapasitas sekitar 740 MW. Dalam sistem ini, turbin berfungsi sebagai mesin konversi energi yang mengubah energi panas hasil pembakaran bahan bakar menjadi energi mekanik, lalu dikonversikan menjadi energi listrik melalui generator.

Salah satu aspek penting dalam operasi pembangkit adalah efisiensi turbin gas, yang menentukan seberapa efektif bahan bakar diubah menjadi energi listrik. Dalam praktiknya, fluktuasi permintaan listrik dari konsumen menyebabkan pembangkit harus menyesuaikan beban operasional secara dinamis. Perubahan atau fluktuasi beban ini akan berdampak pada suplai bahan bakar, aliran udara pembakaran, serta temperatur dan tekanan gas buang. Seluruh perubahan tersebut sangat memengaruhi efisiensi kerja turbin gas dan juga kinerja sistem PLTGU secara keseluruhan.

Berdasarkan kondisi tersebut, penulis melakukan analisis terhadap efisiensi turbin gas 3.2 di Blok 3 pada tiga variasi beban berbeda. Tujuan dari analisis ini adalah untuk mengetahui pengaruh perubahan atau fluktuasi beban terhadap

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



Hak Cipta :

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

efisiensi termal turbin dan efisiensi siklus turbin serta untuk mengidentifikasi kondisi operasi yang paling efisien.

Hasil dari analisis ini diharapkan dapat memberikan gambaran nyata mengenai performa turbin gas dalam menghadapi fluktuasi beban, serta menjadi bahan pertimbangan dalam pengambilan keputusan operasional yang bertujuan untuk meningkatkan efisiensi, keandalan, dan kinerja sistem pembangkitan secara keseluruhan.

1.2 Tujuan dan Manfaat Praktik Kerja Lapangan

Berdasarkan perumusan ruang lingkup PKL, penulis menyimpulkan bahwa tujuan dan manfaat penelitian dari penelitian ini adalah:

1.2.1 Tujuan Umum:

- Mempelajari secara langsung mengenai siklus PLTGU dengan menggunakan *Combine Cycle* antara siklus *Brayton* dan siklus *Rankine*

1.2.2 Tujuan Khusus:

- Perbandingan efisiensi siklus turbin gas pada variasi beban 230 MW, 190 MW, dan 140 MW

1.2.3 Manfaat Bagi Mahasiswa

- Memberikan pengalaman kepada mahasiswa dalam mengimplementasikan teori ke dalam praktik, sehingga meningkatkan pemahaman terutama pada matakuliah Termodinamika untuk mengetahui efisiensi dari gas turbin
- Melatih kemampuan analisis, di mana dengan menganalisis hubungan antara beban dan efisiensi, mahasiswa terlatih untuk membaca data operasional dan menarik kesimpulan berdasarkan kondisi nyata di lapangan.
- Menambah pengetahuan dan wawasan terkait dunia industry pembangkit tenaga listrik, khususnya pada Pembangkit Listrik Tenaga Gas Uap (PLTGU).
- Dapat memahami prinsip kerja turbin gas, sistem pembangkitan listrik, serta hubungan antara proses pembakaran, aliran udara, dan



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

produksi energi.

- Menambah relasi dan hubungan di luar kampus, khususnya relasi dengan pegawai di dunia industri.
- Mahasiswa dapat mempelajari dan mengembangkan sikap professional yang dibutuhkan di dunia kerja, seperti etika kerja, rasa tanggung jawab, serta kemampuan berinteraksi dengan rekan kerja dan atasan.

1.2.4 Manfaat Bagi Kampus

- Terjalannya hubungan baik antara perguruan tinggi dengan perusahaan yang berkaitan pada pelaksanaan PKL. Serta memperkenalkan nama Politeknik Negeri Jakarta di dunia industri.
- Dapat menciptakan kerjasama yang efektif untuk membangun sinergi yang kuat, sehingga dapat mendukung tercapainya target pengembangan Sumber Daya Manusia (SDM) yang berkualitas tinggi.
- Sebagai bahan evaluasi terhadap kurikulum yang diterapkan, agar memastikan materi teori dikampus sesuai dengan kebutuhan industri.

1.2.5 Manfaat Bagi Perusahaan

- Menjadi referensi bagi mahasiswa yang ingin mengembangkan minat dan karier di industri pembangkit listrik.
- Terbentuknya kerja sama antara perusahaan dengan perguruan tinggi sehingga perusahaan tersebut dikenal oleh kalangan akademis.
- Memberikan kesempatan bagi industri untuk mengidentifikasi dan mengevaluasi bakat muda yang potensial. rapihkan kalimat berikut dan parafrase dengan mengubah ke bahasa manusia dan mudah dimengerti.

1.3 Waktu dan Tempat

Tanggal : 10 Februari 2025 – 6 Juni 2025

Nama Perusahaan : PT. PLN INDONESIA POWER UBP PRIOK



Alamat

: Jl. Laks RE Martadinata Jakarta Utara 14310

1.4 Rumusan Masalah

1. Bagaimana sistem kerja Pembangkit Listrik Tenaga Gas dan Uap (PLTGU) Blok 3 di PT PLN Indonesia Power UBP Priok?
2. Bagaimana pengaruh fluktuasi beban terhadap efisiensi operasional turbin gas di Blok 3?
3. Pada kondisi beban tertentu, seperti 230 MW, 190 MW, dan 140 MW bagaimana perbandingan efisiensi termal turbin gas yang dihasilkan?

1.5 Batasan Masalah

Merujuk masalah pada latar belakang yang sudah dijelaskan pada 1.1 maka rumusan masalah yang akan dibahas pada laporan ini adalah sebagai berikut:

1. Menganalisa sistem dan prinsip kerja dari Pembangkit Listrik Tenaga Gas Uap (PLTGU) berdasarkan pada *textbook* dan modul yang diberikan dan pengamatan langsung di lapangan.
2. Data yang digunakan merupakan data operasional aktual dari unit turbin gas 3.2 di blok 3 PT. PLN UBP PRIOK
3. Analisis hanya mencakup komponen utama turbin gas, yaitu kompresor, ruang bakar, dan turbin.
4. Data yang diperlukan pada analisis kali ini mencakup temperatur udara keluar kompresor pada kondisi ideal, temperatur udara masuk turbin, temperature udara keluar turbin pada kondisi ideal, entalpi udara masuk kompresor, entalpi udara keluar kompresor pada kondisi actual, entalpi udara keluar kompresor pada kondisi ideal, entalpi udara masuk turbin, entalpi udara keluar turbin pada kondisi actual, dan entalpi udara keluar turbin pada kondisi ideal.

1.6 Metode Analisa

Dalam melaksanakan kerja praktik, penulis melakukan beberapa tahapan untuk mendapatkan data yang akan dibutuhkan dalam proses membuat laporan ini. Adapun metode untuk mengumpulkan data adalah sebagai berikut:

1. Wawancara dan Diskusi

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



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

Pengumpulan data dilakukan dengan melakukan diskusi dan melakukan sesi tanya jawab secara langsung kepada Operator CCR (Central Control ROOM) yang secara teknis memahami secara teknis pengoperasian.

2. Studi Dokumen

Dalam metode ini, penulis mengumpulkan data dengan cara mendokumentasikan informasi yang tersedia di perusahaan, termasuk pengambilan gambar sebagai bahan pendukung dalam penyusunan laporan.

3. Konsultasi

Pada metode kali ini konsultasi dilakukan bersama mentor guna memverifikasi keakuratan data dan validitas perhitungan yang telah dilakukan, sehingga hasil analisis yang disusun dapat dipertanggungjawabkan secara ilmiah.

1.7 Sistematika Penulisan

Sistematika penulisan dalam laporan kerja praktik ini dibagi menjadi 5 bab dan beberapa sub-bab untuk mendukung atau menjelaskan pada masing-masing bab. Tujuan dari sistematika penulisan adalah agar pembaca lebih mudah untuk memahami permasalahan atau penerapan yang akan diuraikan.

1. BAB I PENDAHULUAN

Didalam bab I ini terdapat beberapa sub-bab yang dimana terdapat latar belakang, tujuan dan manfaat, waktu dan tempat, rumusan masalah, batasan masalah, metode analisa, dan sistematika penulisan ini sendiri.

2. BAB II PROFIL PERUSAHAAN

Didalam bab II ini berisi tentang profil perusahaan yang dimana dalam sub-bab bab II ini terdapat profil umum perusahaan yang berisi tentang visi dan misi perusahaan, lokasi dan budaya perusahaan, struktur organisasi perusahaan, dan deskripsi tugas.

3. BAB III LOG BOOK

Didalam bab III terdapat LOG BOOK yang berisi kegiatan harian selama kegiatan PKL berlangsung dari hari pertama tepatnya tanggal 10 Februari 2025 sampai dengan tanggal 6 Juni 2025 beserta dokumentasi kegiatan.

4. BAB IV DASAR TEORI DAN HASIL PEMBAHASAN

Didalam bab IV ini menjelaskan mengenai pengertian PLTGU secara umum, siklus PLTGU, dan komponen PLTGU yang terdiri dari Turbin Gas, HRSG (*Heat*



© Hak Cipta milik Politeknik Negeri Jakarta

Recovery Steam Generator) dan Turbin uap. Lalu menjelaskan topik dari komponen utama dari turbin gas yang terdiri dari Kompresor, *Combustion Chamber*, dan turbin. Lalu terapat perhitungan yang berkaitan dengan system *Combustion* pada *Gas Turbine* seperti perhitungan efisiensi turbin, efisiensi termal, dan efisiensi kompresor.

5. BAB V KESIMPULAN

Pada bab V ini membahas mengenai kesimpulan dari analisa penulis terkait pembahasan dalam topik kerja praktik dan rekomendasi kepada perusahaan terkait proses yang terjadi di lapangan.

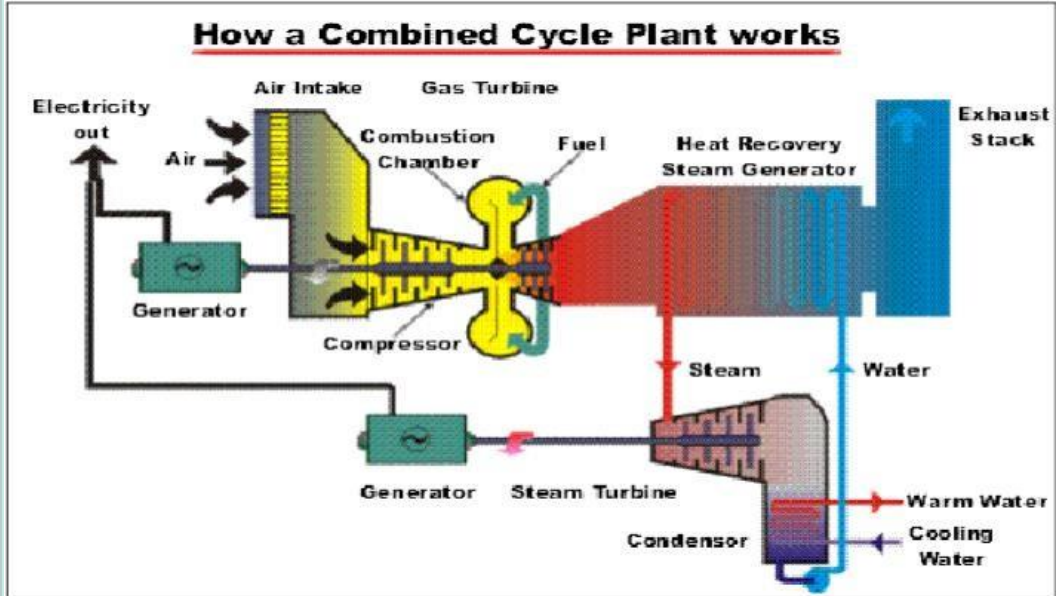


Hak Cipta :

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 IV DASAR TEORI DAN HASIL PEMBAHASAN

4.1 Pengertian PLTGU



Gambar 4. 1 Siklus PLTGU

Pembangkit Listrik Tenaga Gas dan Uap (PLTGU) merupakan kombinasi dari dua jenis sistem pembangkitan, yaitu Pembangkit Listrik Tenaga Gas (PLTG) dan Pembangkit Listrik Tenaga Uap (PLTU). Pada PLTG, energi listrik dihasilkan melalui proses pembakaran bahan bakar gas yang dicampur dengan udara bertekanan tinggi. Proses ini menghasilkan gas buang bersuhu tinggi, sekitar 1100°C , yang digunakan untuk memutar sudu-sudu turbin gas. Turbin ini terhubung langsung dengan poros rotor generator sehingga menghasilkan energi listrik. Proses ini dikenal sebagai siklus Brayton, yang menjadi prinsip dasar kerja turbin gas.

Gas buang dari turbin gas yang masih memiliki suhu tinggi, sekitar 600°C , dimanfaatkan kembali melalui Heat Recovery Steam Generator (HRSG) untuk memanaskan air hingga menghasilkan uap kering lanjut (superheated steam). Uap ini selanjutnya digunakan untuk menggerakkan turbin uap pada siklus Rankine, sehingga menghasilkan tambahan energi listrik.

Turbin uap dalam sistem PLTGU biasanya memiliki beberapa tahap tekanan, yaitu tekanan tinggi (High Pressure/HP), tekanan menengah (Intermediate Pressure/IP), dan tekanan rendah (Low Pressure/LP), guna meningkatkan efisiensi

Hak Cipta :

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



Hak Cipta :

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

konversi energi termal ke energi mekanik. Setelah uap melewati turbin, sisa uap didinginkan menggunakan air laut di dalam kondensor hingga kembali menjadi air, untuk kemudian digunakan kembali dalam siklus pembangkitan.

4.1.1 Siklus PLTGU

1. Siklus Rankine

Siklus Rankine adalah siklus termodinamika yang digunakan untuk menganalisis kerja mesin atau turbin uap, dengan air sebagai fluida kerjanya. Siklus ini pertama kali dikembangkan oleh ilmuwan asal Skotlandia, William John Macquorn Rankine. Untuk menggambarkan prosesnya, digunakan diagram T-s (temperatur vs entropi) dan P-v (tekanan vs volume spesifik). Diagram T-s menunjukkan hubungan antara temperatur, entropi, tekanan, entalpi, fase, dan massa jenis fluida, sementara diagram P-v menggambarkan kondisi fluida selama siklus berlangsung. Karena fluida dalam siklus tertutup digunakan berulang kali, air menjadi pilihan yang paling praktis. Hukum gas ideal tidak berlaku dalam siklus ini, sehingga data sifat air dan uap disajikan dalam tabel uap.

Dalam siklus Rankine sistem akan mengalami serangkaian proses, yaitu proses isentropik dan isobarik. Dalam siklus rankine ideal berikut merupakan tahapan prosesnya:

- Proses 1 -2

air atau condensate akan dikompresi secara isentropic adiabatic dalam pompa sentrifugal. Air kemudian di pompa dari condenser ke boiler bertekanan tinggi. Dalam proses ini fluida mengalami peningkatan entalpi dan tekanan. Disisi lain, entropi tidak berubah.

- Proses 2 – 3

Fase penambahan panas secara isobaric (tekanan konstan) pada boiler. Air dipanaskan hingga mencapai titik didih dan kemudian diuapkan.

- Proses 3 – 4

Uap yang dihasilkan berekspansi secara isentropic didalam turbin uap untuk menghasilkan kerja.

- Proses 4 - 1

Pada fase ini, siklus Rankine diakhiri dengan proses tekanan konstan (isobaric) dimana Sebagian panas dibuang dari uap yang terkondensasi. Di fase ini juga 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 mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

perpindahan panas dari uap ke air yang mengalir di sirkuit pendingin. Uap mengembun, sementara temperatur air pendingin menjadi naik.

2. Siklus Brayton

Siklus Brayton, yang ditemukan oleh George Brayton pada tahun 1872, bekerja dengan prinsip mengompresi udara, memanaskannya dengan bahan bakar, dan kemudian mengarahkan udara panas ke turbin untuk menghasilkan tenaga. Awalnya, siklus ini digunakan untuk mesin-mesin industri, namun seiring waktu, siklus Brayton digunakan pada turbin gas untuk pembangkit listrik dan pesawat terbang. Teknologi ini terus berkembang dan sekarang menjadi dasar turbin gas modern, seperti yang digunakan di PLTGU (Pembangkit Listrik Tenaga Gas dan Uap), yang menggabungkan siklus Brayton dan Rankine untuk membuat pembangkitan listrik lebih efisien. Siklus Brayton memiliki beberapa proses sebagai berikut :

- Proses 1 – 2

Pada tahap ini, udara atmosfer masuk ke sistem turbin gas melalui kompresor. Udara kemudian dikompresi hingga mencapai tekanan tertentu dan volumenya mengecil. Proses ini disebut kompresi isentropic, yang artinya proses terjadi tanpa perubahan entropi atau panas.

- Proses 2 – 3

Di tahap ini, udara yang sudah dikompresi masuk ke ruang bakar, di mana bahan bakar disuntikkan dan terbakar. Proses pembakaran ini terjadi pada tekanan yang tetap, sehingga disebut proses isobarik. Pembakaran menghasilkan panas yang akan meningkatkan suhu udara dan menambah volumenya, tetapi tekanan udara tidak berubah karena udara dapat mengembang bebas ke turbin.

- Proses 3 – 4

Setelah pembakaran, udara yang panas dan terkompresi mengalir melalui turbin. Di sini, energi panas dari udara diubah menjadi energi kinetik oleh sudu-sudu turbin. Energi ini kemudian digunakan untuk memutar kompresor dan generator listrik.

- Proses 4 – 1

Pada tahap ini, udara yang sudah melalui turbin akan dibuang kembali ke atmosfer setelah melewati proses pembuangan panas.



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

3. Siklus Gabungan

Siklus kombinasi adalah perpaduan dua siklus termodinamika yang berbeda namun saling terintegrasi, di mana satu sumber panas digunakan untuk mengoptimalkan efisiensi proses pembangkitan energi. Pada Pembangkit Listrik Tenaga Gas dan Uap (PLTGU), kombinasi ini terdiri atas Siklus Brayton, yang digunakan pada turbin gas, dan Siklus Rankine, yang digunakan pada turbin uap.

Siklus Brayton dimulai dengan proses pembakaran antara bahan bakar dan udara bertekanan tinggi di dalam ruang bakar turbin gas. Hasil pembakaran berupa gas buang bersuhu tinggi dimanfaatkan untuk memutar turbin gas yang porosnya terhubung langsung ke generator, sehingga menghasilkan energi listrik secara langsung.

Gas buang yang keluar dari turbin gas masih mengandung energi termal yang signifikan dan tidak langsung dibuang. Energi panas tersebut dialirkan ke alat Heat Recovery Steam Generator (HRSG) untuk memanaskan air hingga berubah menjadi uap super panas (superheated steam). Uap inilah yang kemudian dialirkan ke turbin uap dalam Siklus Rankine guna memutar rotor dan menghasilkan tambahan energi listrik.

Dalam sistem ini, air berperan sebagai fluida kerja utama karena dapat digunakan secara berulang dalam suatu siklus tertutup. Namun, karena uap air memiliki karakteristik yang kompleks dan tidak mengikuti hukum gas ideal, maka sifat-sifat termodinamika seperti entalpi, entropi, dan temperatur tidak dapat dihitung dengan persamaan gas ideal. Oleh sebab itu, perhitungan dalam siklus ini menggunakan data dari tabel uap (steam table) agar hasilnya lebih akurat dan sesuai dengan kondisi aktual operasi.

4.2 Komponen Utama Pada PLTGU

4.2.1 Turbin Uap

Turbin uap di PLTGU (Pembangkit Listrik Tenaga Gas dan Uap) adalah bagian penting dari sistem pembangkit yang bekerja dengan dua tahap. Pertama, turbin gas digunakan untuk menghasilkan listrik. Setelah itu, gas buang dari turbin



Hak Cipta :

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

gas yang masih panas tidak dibuang begitu saja, tapi dimanfaatkan lagi untuk memanaskan air hingga menjadi uap. Proses pemanasan ini dilakukan oleh alat bernama HRSG (Heat Recovery Steam Generator). Uap yang dihasilkan kemudian digunakan untuk memutar turbin uap. Dari putaran turbin ini, dihasilkan energi mekanik yang akan menggerakkan generator kedua untuk menghasilkan listrik tambahan. Karena memakai dua sumber tenaga—dari turbin gas dan turbin uap—PLTGU bisa menghasilkan listrik lebih banyak dari jumlah bahan bakar yang sama. Sistem ini jauh lebih efisien dibanding pembangkit biasa, bahkan efisiensinya bisa lebih dari 50%. Selain itu, karena panas yang ada dimanfaatkan kembali, PLTGU juga lebih ramah lingkungan.

4.2.2 Heat Recovery Steam Generator (HRSG)

HRSG atau *Heat Recovery Steam Generator* adalah salah satu komponen penting dalam sistem PLTGU. Fungsinya adalah menangkap panas dari gas buang turbin gas yang masih sangat panas, lalu menggunakan panas tersebut untuk memanaskan air hingga berubah menjadi uap. Uap inilah yang nantinya digunakan untuk memutar turbin uap agar bisa menghasilkan listrik tambahan. Bisa dibilang, HRSG ini adalah jembatan antara turbin gas dan turbin uap, karena ia memanfaatkan energi sisa dari proses pertama untuk mendukung proses kedua. Tanpa HRSG, panas dari gas buang akan terbuang sia-sia ke udara. Dengan adanya alat ini, efisiensi pembangkit jadi jauh lebih tinggi karena energi yang sebelumnya terbuang bisa dimanfaatkan lagi. HRSG biasanya memiliki beberapa tingkat pemanas (seperti *economizer*, *evaporator*, dan *superheater*) agar proses pembentukan uap bisa berjalan lebih optimal sesuai kebutuhan tekanan dan suhu uap untuk turbin uap.

4.2.3 Turbin Gas

Turbin gas adalah bagian utama yang pertama kali bekerja dalam sistem PLTGU. Cara kerjanya mirip seperti mesin jet pesawat. Udara dari luar dikompresi terlebih dahulu, kemudian dicampur dengan bahan bakar (biasanya gas alam) dan dibakar di ruang bakar. Hasil pembakaran ini berupa gas panas bertekanan tinggi yang kemudian diarahkan untuk memutar turbin gas. Dari putaran ini, energi mekanik dihasilkan dan digunakan untuk menggerakkan generator yang menghasilkan listrik. Setelah melewati turbin, gas buangnya masih sangat panas.



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

Di sinilah keunggulan PLTGU gas panas yang tersisa itu tidak dibuang, tetapi dimanfaatkan oleh HRSG (Heat Recovery Steam Generator) untuk menghasilkan uap. Jadi, turbin gas tidak hanya berfungsi menghasilkan listrik, tetapi juga menghasilkan panas sisa yang bisa digunakan kembali, sehingga membuat sistem pembangkit lebih efisien dan hemat energi.

4.2.4 Komponen Utama Yang Terdapat Pada Gas Turbin

1. Kompresor.

Kompresor pada PLTGU (Pembangkit Listrik Tenaga Gas dan Uap) adalah alat yang berfungsi untuk menghisap udara dari atmosfer dan memampatkannya hingga mencapai tekanan yang sangat tinggi. Udara yang sudah terkompresi ini kemudian dicampurkan dengan bahan bakar (biasanya gas alam) dan dibakar di ruang bakar turbin gas. Proses kompresi ini penting karena semakin tinggi tekanan udara yang masuk, semakin efisien proses pembakaran yang menghasilkan energi panas. Dalam sistem PLTGU, kompresor bekerja bersamaan dengan turbin gas, di mana kompresor mengalirkan udara ke dalam ruang bakar, sementara turbin gas mengubah energi panas dari pembakaran menjadi energi mekanik yang digunakan untuk menghasilkan listrik.

2. Ruang Bakar (Combustion Chamber)

Pada PLTGU, ruang bakar adalah bagian penting dalam turbin gas. Ruang bakar berfungsi untuk membakar campuran udara yang terkompresi dan bahan bakar (seperti gas alam). Pembakaran ini menghasilkan gas panas bertekanan tinggi yang digunakan untuk memutar turbin gas. Turbin gas mengubah energi panas menjadi energi mekanik yang akhirnya menghasilkan listrik. Jadi, ruang bakar berfungsi untuk menghasilkan energi panas yang dibutuhkan untuk menggerakkan turbin gas, sehingga sistem dapat menghasilkan listrik dengan efisien.

3. Turbin

Gas panas yang keluar dari ruang bakar dialirkan ke turbin. Turbin ini akan berputar karena dorongan gas panas tersebut, dan energi mekanik dari putaran turbin ini akan digunakan untuk menggerakkan generator listrik.

Hak Cipta :

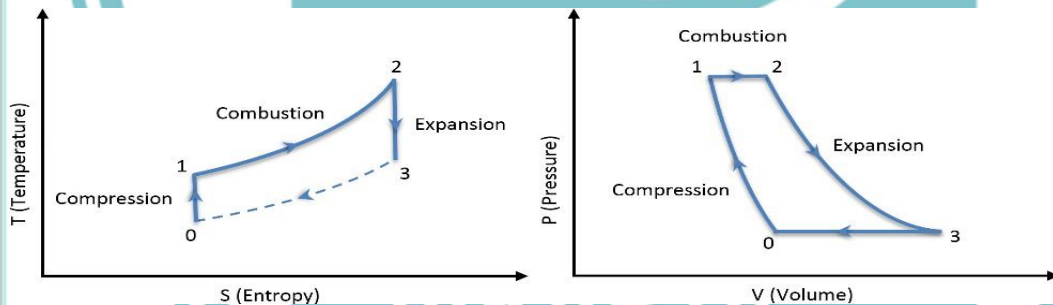
1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan 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. Generator

Generator pada turbin gas di PLTGU berperan mengubah energi dari putaran turbin menjadi listrik. Gas panas yang dihasilkan dari pembakaran membuat turbin berputar, dan putaran tersebut menggerakkan generator. Generator lalu mengubah energi mekanik menjadi listrik yang disalurkan ke jaringan untuk digunakan.

4.2.5 Siklus Brayton Pada Turbin Gas

Siklus Brayton ditemukan oleh George Brayton pada tahun 1872. Siklus ini bekerja dengan cara mengompresi udara, memanaskannya dengan bahan bakar, dan kemudian mengarahkan udara panas ke turbin untuk menghasilkan tenaga. Awalnya, siklus ini digunakan untuk mesin-mesin industri, namun seiring waktu, siklus Brayton digunakan pada turbin gas untuk pembangkit listrik dan pesawat terbang. Teknologi ini terus berkembang dan sekarang menjadi dasar turbin gas modern, seperti yang digunakan di PLTGU (Pembangkit Listrik Tenaga Gas dan Uap), yang menggabungkan siklus Brayton dan Rankine untuk membuat pembangkitan listrik lebih efisien. Siklus Brayton memiliki beberapa proses sebagai berikut :



Gambar 4. 2 Siklus Brayton Pada Turbin Gas

• Proses 1 – 2

Pada tahap ini, udara atmosfer masuk ke sistem turbin gas melalui kompresor. Udara kemudian dikompresi hingga mencapai tekanan tertentu dan volumenya mengecil. Proses ini disebut kompresi isentropic, yang artinya proses terjadi tanpa perubahan entropi atau panas.

• Proses 2 – 3

Di tahap ini, udara yang sudah dikompresi masuk ke ruang bakar, di mana bahan bakar disuntikkan dan terbakar. Proses pembakaran ini terjadi pada tekanan yang



Hak Cipta :

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

tetap, sehingga disebut proses isobarik. Pembakaran menghasilkan panas yang akan meningkatkan suhu udara dan menambah volumenya, tetapi tekanan udara tidak berubah karena udara dapat mengembang bebas ke turbin.

- Proses 3 – 4

Setelah pembakaran, udara yang panas dan terkompresi mengalir melalui turbin. Di sini, energi panas dari udara diubah menjadi energi kinetik oleh sudu-sudu turbin. Energi ini kemudian digunakan untuk memutar kompresor dan generator listrik.

- Proses 4 – 1

Pada tahap ini, udara yang sudah melalui turbin akan dibuang kembali ke atmosfer setelah melewati proses pembuangan panas.

Efisiensi kompresor juga berpengaruh karena kompresor diperlukan untuk meningkatkan tekanan udara, suhu udara juga akan meningkat. Selain kompresor, efisiensi termal juga berpengaruh terhadap efisiensi turbin gas, yang dimana efisiensi termal merupakan perbandingan antara kerja yang dihasilkan oleh turbin gas dengan jumlah kalor yang diperlukan. Turbin gas memiliki fungsi untuk mengkonversi energi panas menjadi energi mekanik karena udara yang bertekanan dan memiliki suhu yang tinggi diarahkan ke sudu – sudu turbin udara bertekanan dan suhu yang tinggi tersebut dapat memutar turbin dan menghasilkan energi mekanik.

4.3 Data Operasi Gas Turbin 3.2

Data operasi gas turbin dibawah ini adalah table data sisi input dan output dari gas turbin 3.1 pada beban 230 MW, 190 MW, 140 MW yang berlokasi di PT PLN INDONESIA POWER UBP PRIOK berbahan bakar gas alam pada periode 22 April 2025 dan 23 April 2025. Data tersebut dapat dilihat pada table 4.1, 4.2, dan 4.3 berikut:

Tabel 4. 1 Data Turbin Gas Pada Jam 22:58 Tanggal 22 April 2025

BEBAN 230 MW	
T1 (Temperature Inlet Kompresor)	29.3 °C
T2 (Temperatur Outlet Kompresor)	436 °C



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

T3 (Temperature Inlet Turbin)	1047 °C
T4 (Temperatur Outlet Turbin)	585 °C
P1 (Pressure Inlet Kompresor)	757.11 mmHg
P2 (Pressure Outlet Kompresor)	11457.94 mmHg
P3 (Pressure Inlet Turbin)	11457.94 mmHg
P4 (Pressure Outlet Turbin)	757.11 mmHg
LHV (Bahan Bakar Gas Alam)	12933.3 kcal/kg
Mf (Laju Aliran Bahan Bakar Gas Alam)	11.68 kg/s
Ma (Laju Aliran Udara)	633.13 kg/s

Tabel 4. 2 Data Turbin Gas Pada Jam 9:48 Tanggal 22 April 2025

BEBAN 190 MW	
T1 (Temperature Inlet Kompresor)	31.8 °C
T2 (Temperatur Outlet Kompresor)	421 °C
T3 (Temperature Inlet Turbin)	1014 °C
T4 (Temperatur Outlet Turbin)	563 °C
P1 (Pressure Inlet Kompresor)	757.33 mmHg
P2 (Pressure Outlet Kompresor)	10125.83 mmHg
P3 (Pressure Inlet Turbin)	10125.83 mmHg
P4 (Pressure Outlet Turbin)	757.33 mmHg
LHV (Bahan Bakar Gas Alam)	12933.3 kcal/kg
Mf (Laju Aliran Bahan Bakar Gas Alam)	10.07 kg/s
Ma (Laju Aliran Udara)	605.88 kg/s

Tabel 4. 3 Data Turbin Gas Pada Jam 3:00 Tanggal 23 April 2025

BEBAN 140 MW	
T1 (Temperature Inlet Kompresor)	302.1 °K / 29 °C
T2 (Temperatur Outlet Kompresor)	662.1 °K / 389 °C



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

T3 (Temperature Inlet Turbin)	°C
T4 (Temperatur Outlet Turbin)	828.1 °K / 555 °C
P1 (Pressure Inlet Kompresor)	755.35 mmHg
P2 (Pressure Outlet Kompresor)	8325.69 mmHg
P3 (Pressure Inlet Turbin)	8325.69 mmHg
P4 (Pressure Outlet Turbin)	755.35 mmHg
LHV (Bahan Bakar Gas Alam)	12940.2 kcal/kg
Mf (Laju Aliran Bahan Bakar Gas Alam)	9.24 kg/s
Ma (Laju Aliran Udara)	484.56 kg/s

4.4 Perhitungan T2s, T3, T4s

4.4.1 Perhitungan T2s

- Untuk mengetahui nilai T2S dapat menggunakan persamaan sebagai berikut:

$$T2s = T1 \left(\frac{P2}{P1} \right)^{\frac{K-1}{K}}$$

$$T2s = 302.1 \left(\frac{11.1}{1.0074} \right)^{\frac{1.4-1}{1.4}}$$

$$= 599.652 \text{ } ^\circ K$$

Dengan membuat asumsi K = 1,4. Maka dapat diketahui nilai dari T2s yang ditunjukkan pada table 4.4

Tabel 4. 4 Nilai T2s pada Bulan April 2025

Tanggal	Beban	T2s (°K)
22 April 2025	230 MW	657.512
22 April 2025	190 MW	639.605
23 April 2025	140 MW	599.652

4.4.2 Perhitungan T3

- Untuk mengetahui nilai T3 dapat menggunakan persamaan sebagai berikut :

$$T4 = T3 \left(\frac{P4}{P3} \right)^{\frac{K-1}{K}}$$



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

$$555 = T3 \left(\frac{755.35}{8325.69} \right)^{\frac{1.4-1}{1.4}}$$

$$= 1101.754 \text{ } ^\circ\text{C}$$

$$= 1374.90 \text{ } ^\circ\text{K}$$

Dengan membuat asumsi K = 1,4. Maka dapat diketahui nilai dari T3 yang ditunjukkan pada table 4.5

Tabel 4. 5 Nilai T3 pada Bulan April 2025

Tanggal	Beban	T3 (°K)
22 April 2025	230 MW	1545.12
22 April 2025	190 MW	1454.18
23 April 2025	140 MW	1374.90

4.4.3 Perhitungan T4s

- Untuk mengetahui nilai T4s dapat menggunakan persamaan sebagai berikut :

$$T4s = T3 \left(\frac{P4}{P3} \right)^{\frac{K-1}{K}}$$

$$T4s = 1374.90 \left(\frac{755.35}{8325.69} \right)^{\frac{1.4-1}{1.4}}$$

$$= 692.59 \text{ } ^\circ\text{K}$$

Dengan membuat asumsi K = 1,4. Maka dapat diketahui nilai dari T3 yang ditunjukkan pada table 4.6

Tabel 4. 6 Nilai T4s pada Bulan April 2025

Tanggal	Beban	T4s (°K)
22 April 2025	230 MW	710.93
22 April 2025	190 MW	693.20
23 April 2025	140 MW	692.59

4.5 Perhitungan Entalpi Udara



Untuk menentukan entalpi pada siklus gas turbin dapat menggunakan interpolasi berdasarkan tabel A-17. Pada siklus turbin gas, udara dianggap sebagai gas ideal. Pada Temperatur 29.3 °C atau sama dengan 302.45 °K, h1 dapat dicari dengan cara system interpolasi menggunakan table gas ideal. Berikut table 4.6 sebagai batas atas dan batas bawah untuk mencari entalpi

Tabel 4. 7 Batas Atas dan Bawah

Batas	T (K)	h (Kj/kg)
Batas Atas	305	305.22
Batas Bawah	300	300.19

Untuk mencari nilai dari entalpi dapat dilakukan dengan menggunakan persamaan sebagai berikut:

$$h_x = \left\{ \frac{h_{atas} - h_{bawah}}{T_{atas} - T_{bawah}} \times (T_x - T_{bawah}) \right\} + h_{bawah}$$

$$h_3 = \left\{ \frac{1491.44 - 1467.49}{1380 - 1360} \times (1374.90 - 1360) \right\} + 1467.49$$

$$h_3 = 1485.33 \text{ kj/kg}$$

Dari persamaan tersebut, maka dapat diketahui bila entalpi pada setiap kondisi dan setiap variasi beban yang ditunjukkan pada table 4.7 berikut:

Tabel 4. 8 Nilai Entalpi pada beban 230 MW, 190 MW dan 140 MW

PARAMETER	NILAI					
	230 MW		190 MW		140 MW	
BEBAN	Kj/kg	Kcal/kg	Kj/kg	Kcal/kg	Kj/kg	Kcal/kg
Satuan						
h1 (entalpi inlet compressor)	302.747	72.309	305.119	72.876	302.302	72.203
h2a (entalpi outlet kompressor)	722.963	172.676	706.927	168.846	672.710	160.674
h2s (entalpi ideal outlet kompressor)	667.825	159.51	650.579	155.38	606.654	144.89
h3 (entalpi inlet turbin)	1690.73	403.82	1580.61	377.52	1485.33	354.76
h4a (entalpi outlet turbin)	886.161	211.655	861.770	205.830	852.930	203.718
h4s (entalpi ideal outlet turbin)	725.05	179.62	705.96	168.62	705.30	168.46

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



Hak Cipta :

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

4.6 Perhitungan Efisiensi

Dari data diatas, maka bisa dihitung efisiensi Turbin gas dari PLTGU 3.2 pada tanggal 23 April di beban 140 MW. Nilai efisiensi bisa dihitung dengan menggunakan tahapan rumus - rumus dibawah ini :

4.6.1 Proses 1 – 2 (Kompresi)

Pada tahap 1-2, proses kompresi, gesekan terjadi antara udara dan sudu-sudu kompresor. Temperatur udara keluar dari kompresor menjadi lebih tinggi dari proses ideal (isentropis), efisiensi kompresor menurun, sehingga kerja yang diperlukan untuk kompresi meningkat. Jumlah kerja pada kompresor bisa dihitung dengan menggunakan tahapan rumus - rumus dibawah ini:

$$W_{ca} = M a x (h_2 - h_1)$$

Pada perhitungan aktual diperlukan nilai efisiensi kompresor. Karena pada perhitungan ini menggunakan kerugian-kerugian (losses) pada perhitungannya. Dimana untuk menghitung efisiensi kompresor dapat digunakan rumus berikut ini:

- Perhitungan Efisiensi Kompresor

$$\begin{aligned}
 \text{Eff Kompresor} &= \frac{h_{2s} - h_1}{h_2 - h_1} \\
 &= \frac{606.654 - 302.302}{672.71 - 302.302} \\
 &= 0.8217 = 82.17\%
 \end{aligned}$$

- Perhitungan Jumlah Kerja Kompresor

$$\begin{aligned}
 W_{ca} &= M a x (h_2 - h_1) \\
 &= 484.56 x (672.71 - 302.302) \\
 &= 179484.90 \text{ kj/s}
 \end{aligned}$$

Berdasarkan efisiensi kompresor dari perhitungan diatas maka diperoleh nilai efisiensi kompresor pada variasi pembebanan 140 MW, 190 MW, 230 MW seperti pada table 4.9



Tabel 4. 9 Nilai Pada Sisi Kompresor di Beban 140 MW, 190 MW, 230 MW

Beban	Efisiensi Kompresor	Kerja Kompresor
140 MW	82.17%	179484.90 kj/s
190 MW	85.98%	243447.43 kj/s
230 MW	86.88%	266051.35 kj/s

4.6.2 Proses 2 – 3 (Pembakaran)

Pada tahap 2-3 yaitu tahapan proses pembakaran di ruang bakar. Pada proses pembakaran, terjadi penurunan tekanan karena adanya gesekan panas dengan bagian dari ruang bakar. Nilai kalor pada hasil pembakaran bisa dihitung dengan menggunakan rumus dibawah ini :

$$\begin{aligned}
 Q_{in} &= (M_a + M_f) \times (h_3 - h_2) \\
 &= 493.8 \times (1485.37 - 672.71) \\
 &= 401291.50 \text{ kj/s}
 \end{aligned}$$

Tabel 4. 10 Nilai Hasil Pembakaran 140 MW, 190 MW, 230 MW

Beban	Kalor Hasil Pembakaran (kcal/s)
140 MW	119567.448
190 MW	130238.331
230 MW	151060.944

4.6.3 Proses 3-4 (ekspansi pada turbin)

Pada tahap 3-4 yaitu tahapan proses pembakaran di ruang bakar. Pada proses ekspansi berlangsung terjadi gesekan antara gas hasil pembakaran dengan sudu-sudu turbin, sehingga temperatur gas buang yang keluar dari turbin menjadi lebih tinggi dari pada gas ideal (isentropis). Jumlah kerja pada turbin dapat dihitung dengan menggunakan tahapan rumus - rumus dibawah ini :

$$W_{ta} = M_{total} \times (h_3 - h_4)$$

Hak Cipta :

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



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

Pada perhitungan aktual diperlukan nilai efisiensi turbin. Karena pada perhitungan ini menggunakan kerugian-kerugian (losses) pada perhitungannya. Dimana untuk menghitung efisiensi turbin dapat digunakan rumus berikut ini :

$$\begin{aligned}
 \text{Eff Turbin} &= \frac{h3-h4}{h3-h4s} \\
 &= \frac{1485.37-852.93}{1485.37-705.30} \\
 &= 0.8107 = 81.07\%
 \end{aligned}$$

Dengan diketahuinya efisiensi turbin maka didapat kerja pada turbin sebagai berikut :

$$\begin{aligned}
 W_{ta} &= M_{total} \times h3 - h4 \\
 &= 493.8 \times (1485.37 - 852.93) \\
 &= 312298.87 \text{ kJ/s}
 \end{aligned}$$

4.6.4 Efisiensi Siklus Turbin Gas

Untuk menghitung efisiensi siklus turbin gas secara keseluruhan, dapat dilakukan dengan berikut : Efisiensi Siklus

$$\begin{aligned}
 W_{siklus} &= \frac{W_{ta}-W_{ca}}{Q_{in}} \\
 &= \frac{312298.87 - 179484.90}{401291.50} \\
 &= 0.3310 = 33.10\%
 \end{aligned}$$

Tabel 4. 11 Nilai Pada Sisi Turbin di Beban 140 MW, 190 MW, 230 MW

Beban	Efisiensi Turbin	Kerja Turbin	Efisiensi Siklus
140 MW	81.07%	312298.87 kJ/s	33.10%

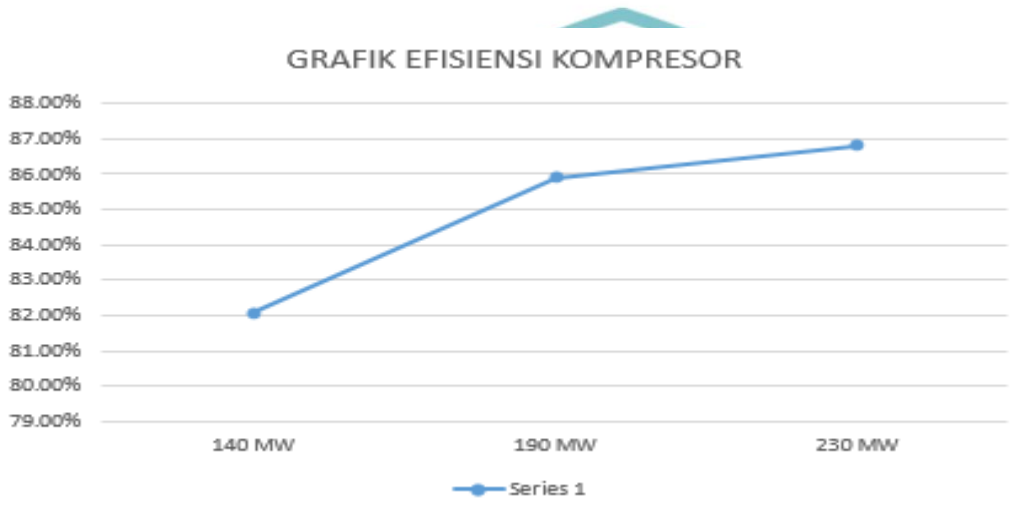


Hak Cipta :

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

190 MW	82.19%	442769.49 kj/s	37.04%
230 MW	83.32%	521505.53 kj/s	40.72%

4.7 Hasil dan Pembahasan



Gambar 4. 3 Grafik Efisiensi Kompresor di Beban 140 MW, 190 MW, 230 MW

Berdasarkan hasil yang didapatkan efisiensi kompresor GT 3.2 pada periode April 2025, efisiensi turbin tercatat berada pada rentang 82.17% (pada 140 MW) hingga 86.88% (pada 230 MW). Nilai ini menunjukkan tingkat efisiensi yang tinggi, mencerminkan performa sistem yang optimal. Sebagai perbandingan, efisiensi isentropik turbin umumnya berada pada kisaran 80% hingga 90%, tergantung pada desain dan kondisi operasional

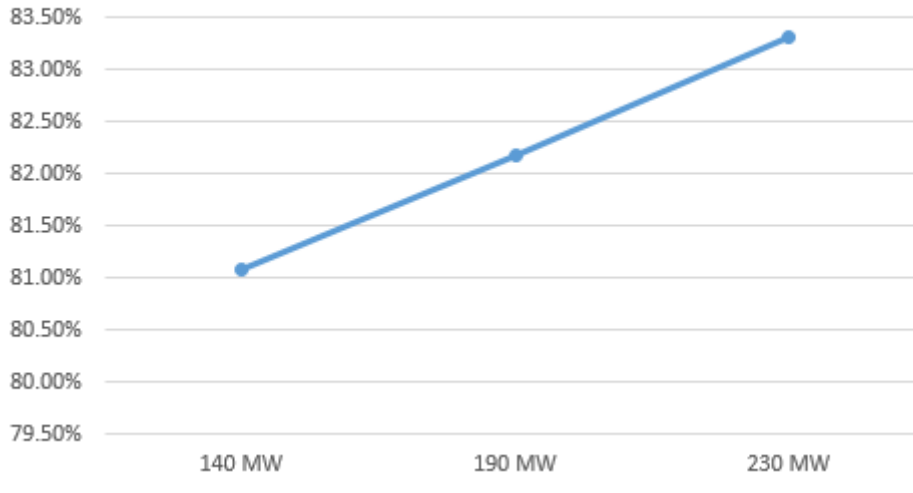


© Hak Cipta milik Politeknik Negeri Jakarta

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

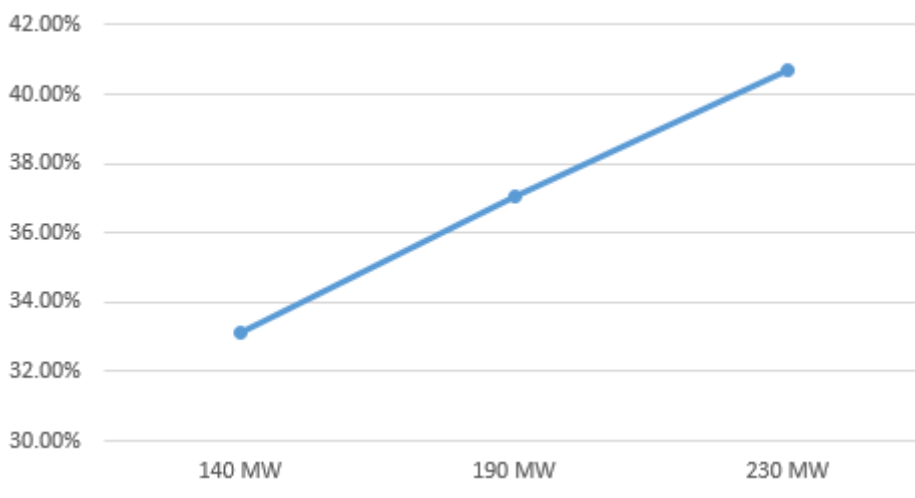
EFISIENSI TURBIN



Gambar 4. 4 Efisiensi Turbin Gas di Beban 140 MW, 190 MW, 230 MW

Berdasarkan hasil yang didapatkan efisiensi turbin gas GT 3.2 pada periode April 2025, efisiensi turbin tercatat berada pada rentang 81,07% (pada 140 MW) hingga 83,32% (pada 230 MW). Nilai ini menunjukkan tingkat efisiensi yang tinggi, mencerminkan performa sistem yang optimal. Sebagai perbandingan, efisiensi isentropik turbin umumnya berada pada kisaran 80% hingga 90%, tergantung pada desain dan kondisi operasional.

POLITEKNIK EFISIENSI SIKLUS



Gambar 4. 5 Efisiensi Siklus Turbin Gas di Beban 140 MW, 190 MW, 230 MW



© Hak Cipta milik Politeknik Negeri Jakarta

Berdasarkan hasil yang telah didapatkan efisiensi siklus turbin gas GT 3.2 pada periode April 2025, efisiensi siklus tercatat berada pada rentang 33.10% (pada 140 MW) hingga 40.72% (pada 230 MW). Nilai ini menunjukkan tingkat efisiensi yang tinggi, mencerminkan performa sistem yang optimal. Sebagai perbandingan, efisiensi umumnya berada pada kisaran 25% hingga 45%, tergantung pada desain dan kondisi operasional.



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

Melalui analisis terhadap kinerja turbin gas GT 3.2 pada periode April 2025 dengan tiga variasi beban (140 MW, 190 MW, dan 230 MW), dapat disimpulkan bahwa efisiensi komponen utama sistem, yaitu kompresor dan turbin, serta efisiensi siklus keseluruhan menunjukkan tren peningkatan yang konsisten seiring dengan kenaikan beban operasi. Efisiensi isentropik kompresor tercatat dalam rentang 82.17% hingga 86.88%, mengindikasikan kinerja kompresor yang sangat baik. Demikian pula, efisiensi turbin itu sendiri berada pada kisaran 81.07% hingga 83.32%. Pola peningkatan ini juga tercermin pada efisiensi termal siklus turbin gas secara keseluruhan, yang berkisar dari 33.10% hingga 40.48%. Angka-angka ini menunjukkan bahwa turbin gas GT 3.2 beroperasi secara optimal dan efisien, khususnya pada beban yang lebih tinggi, yang sejalan dengan karakteristik desain turbin gas modern yang cenderung lebih efisien mendekati beban penuh.

5.2 Saran

Sebagai saran, untuk menjaga dan bahkan meningkatkan performa optimal ini di masa mendatang, disarankan untuk secara berkala melakukan evaluasi mendalam terhadap faktor-faktor eksternal yang dapat memengaruhi efisiensi, seperti suhu dan kelembaban udara ambien. Selain itu, pemantauan berkelanjutan terhadap kerugian-kerugian internal yang mungkin berkembang seiring waktu, seperti fouling pada bilah kompresor atau degradasi lapisan pelindung turbin, perlu diintensifkan. Dengan demikian, langkah-langkah preventif dan korektif dapat diterapkan secara proaktif, memastikan bahwa turbin gas GT 3.2 dapat mempertahankan tingkat efisiensi yang tinggi dan performa yang stabil dalam jangka panjang, berkontribusi pada operasi pembangkit yang ekonomis dan handal

5.3 Daftar Pustaka

Mitshubishi. (2011). *GCH-110220(0)_GT Traning_M701F_Tanjung Priok (1)*.

Hak Cipta :

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



© Hak Cipta milik Politeknik Negeri Jakarta

Yohana, E., Muhammad Herriza, R., Soedarto, J., & Tembalang, U. (2016). *ANALISIS EFISIENSI SIKLUS COMBINE CYCLE POWER PLANT (CCPP) GAS TURBINE GENERATOR TERHADAP BEBAN OPERASI PT KRAKATAU DAYA LISTRIK.*

IR Naryono, & Lukman budiono. (2013). *ANALISIS EFISIENSI TURBIN GAS TERHADAP BEBAN OPERASI PLTGU MUARA TAWAR BLOK 1.*

Ammar Jaya, M. (2023). *LAPORAN KERJA PRAKTIK ANALISIS PENGARUH EFISIENSI TERHADAP KINERJA GAS TURBINE 3.1 MITSUBISHI M701F PT PLN INDONESIA POWER UPJP PRIOK PROGRAM STUDI SARJANA TEKNIK MESIN FAKULTAS TEKNIK UNIVERSITAS SEBELAS MARET 2023.*

Maulidiarto, R. (2024). *LAPORAN PRAKTIK KERJA LAPANGAN PENGARUH NILAI VIBRASI FGC COOLER TERHADAP PENERAPAN PREVENTIVE MAINTENANCE DI PT. PLN INDONESIA POWER PLTGU PRIOK BLOK 4.1 PROGRAM STUDI TEKNOLOGI REKAYASA PEMBANGKIT ENERGI.*

Santosa, B., Nur Qosim, M., Abdul Ajiz, F., & Elektro, T. (2015). EFISIENSI PEMBEBANAN PLTGU PT. KRAKATAU DAYA LISTRIK DENGAN PERHITUNGAN SPECIFIC FUEL CONSUMTION UNTUK MEMINIMALKAN BIAYA PRODUKSI LISTRIK. In *68 / Jurnal Sutet* (Vol. 5, Issue 2). Juni-Desember.

Sunarwo, & Teguh Harijono M. (2016). *ANALISA EFISIENSI TURBIN GAS UNIT 1 SEBELUM DAN SETELAH OVERHAUL COMBUSTOR INSPECTION DI PT PLN (PERSERO) SEKTOR PEMBANGKITAN PLTGU CILEGON.*

Gusnita, N., & Saputra Said, K. (2017). Analisa Efisiensi dan Pemanfaatan Gas Buang Turbin Gas Alsthom Pada Pembangkit Listrik Tenaga Gas Kapasitas 20 Mw. *Jurnal Sains, Teknologi Dan Industri*, *14*(2), 209–218. <http://ejournal.uin-suska.ac.id/index.php/sitekin>

APPENDIX 1. (2000). *ROPERTY TABLES AND CHARTS (SI UNITS).*

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