



© 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

LAPORAN PRAKTIK KERJA LAPANGAN

ANALISIS EFISIENSI TURBINE PADA SISTEM TURBINE

GENERATOR (51-G-101B)

PT KILANG PERTAMINA INTERNASIONAL RU VI BALONGAN



Disusun oleh :
Andre Ahmaraz
2202421020

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

2025



© Hak Cipta

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 KAMPUS
LAPORAN PRAKTIK KERJA LAPANGA PT KILANG PERTAMINA INTERNASIONAL
DENGAN JUDUL:
ANALISIS EFISIENSI TURBINE PADA STEAM TURBINE GENERATOR
(51-G-101B) PT KILANG PERTAMINA INTERNASIONAL RU VI
BALONGAN
Disusun Oleh:

Nama / NIM : Andre Ahmaraz / 2202421020
Program Studi : Teknologi Rekayasa Pembangkit Energi
Waktu Pelaksanaan : 01 Oktober 2025 s.d. 30 Januari 2026
Tempat Pelaksanaan : PT Kilang Pertamina Internasional RU VI Balongan
JL. Balongan, Km. 9, Sukareja, Kabupaten Indramayu, Jawa Barat
45218

Mengetahui,

Kepala Program Studi

Dosen Pembimbing

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

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

Menyetujui,

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

KATA PENGANTAR

Puji syukur kepada Allah SWT yang telah melimpahkan rahmat dan karunia tak terhingga sehingga penulis dapat menyelesaikan laporan magang di PT Kilang Pertamina Internasional RU Balongan yang dilaksanakan pada tanggal 01 Oktober 2025 – 30 Januari 2026.

Laporan ini dibuat sebagai bukti tertulis pemenuhan selama menjalani magang serta sebagai salah satu persyaratan kelulusan di Program Studi D4 Teknoogi Rekayasa Pembangkit Energi di Jurusan Teknik Mesin Politeknik Negeri Jakarta. Adapun tujuannya ialah beradaptasi dalam lingkungan kerja yang berkaitan dengan ilmu yang telah dipelajari selama proses perkuliahan. Serta dapat memaksimalkan potensi mengembangkan sikap profesional dalam bidang keahliannya. Laporan ini berisi tentang informasi-informasi baik yang bersifat umum tentang perusahaan, dan informasi khusus yang berkaitan dengan tugas selama pelaksanaan magang.

Selama proses penyusunan laporan ini, penulis telah banyak mendapat dukungan serta bimbingan dari berbagai pihak. Oleh karena itu, dalam kesempatan ini penulis ingin menyampaikan rasa hormat dan terimakasih kepada :

1. Tuhan Yang Maha Esa atas kelancaran pelaksanaan kerja praktek maupun penyelesaian laporan kerja praktek.
2. Bapak Dr. Fuad Zainur, S.T., M.Si., selaku ketua Jurusan Teknik Mesin Politeknik Negeri Jakarta.
3. Bapak Cecep Slamet Abadi S.T., M.T., selaku ketua Program Studi Teknologi Rekayasa Pembangkit Energi Politeknik Negeri Jakarta.
4. Bapak Cecep Slamet Abadi, ST., M.T., selaku dosen pembimbing praktik kerja lapangan yang telah membimbing, dan konsultasi selama proses praktik kerja lapangan.
5. PT Kilang Pertamina Internasional yang telah memberikan kesempatan belajar dan pengalaman dalam kegiatan dan praktik kerja 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

6. Bapak Mahardhika Putra Kurnia selaku Manager Human Capital.
7. Bapak Harun Al Rasyid selaku Section Head Utilities.
8. Bapak Surakman selaku Pembimbing Praktik Kerja Lapangan yang sudah memberikan ilmu serta waktunya untuk memberikan data dan arahan di lapangan.
9. Bapak Penanggung Jawab serta segenap karyawan shift A-D yang memantau di Distributed Control System maupun di lapangan Utilities yang telah memberikan ilmu, wejangan dan data untuk keperluan laporan ini.
10. Ibu Susi Susanti, Bapak Juandi dan Bapak Endri selaku staff Human Capital.
11. Bapak Agus Suharna dan Mbak Pingkan selaku administrasi Utilities.
12. Seluruh karyawan/karyawati PT³ Kilang Pertamina Internasional RU VI Balongan yang telah banyak membantu penulis.
13. Ucapan terima kasih penulis tujukan kepada Nadila Rifatul Karimah, S.Psi., favorit person, thanks for the support, endless jokes, motivation sepanjang penyusunan laporan ini sampai selesai.
14. Kepada Seto Hadi N dan Muhammad Fahri. M selaku teman seperjuangan dalam melaksanakan Praktik Kerja Lapangan.

Penulis menyadari bahwa laporan ini masih memiliki kekurangan. Oleh karena itu, kritik dan saran yang membangun sangat diharapkan demi perbaikan di masa yang akan datang. Akhir kata, semoga laporan ini dapat memberikan manfaat bagi pembaca dan menjadi kontribusi positif bagi pengembangan ilmu pengetahuan di bidang pembangkitan.

Indramayu, 25 Desember 2025



Andre Ahmaraz
NIM 2202421020



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

LEMBAR PENGESAHAN.....	i
KATA PENGANTAR.....	iii
DAFTAR ISI.....	v
DAFTAR TABEL.....	viii
DAFTAR GAMBAR.....	ix
BAB I PENDAHULUAN.....	1
5.1 Latar Belakang.....	1
5.2 Perumusan Masalah.....	2
5.3 Tujuan Penulisan Laporan.....	2
5.4 Tujuan Kerja Praktek.....	2
5.5 Manfaat	3
5.5.1 Bagi Mahasiswa	3
5.5.2 Bagi Perusahaan	3
5.5.3 Bagi Perguruan Tinggi	3
BAB II TINJAUAN UMUM PERUSAHAAN.....	4
2.1. Sejarah Singkat PT Pertamina (Persero).....	4
2.2 Visi dan Misi PT Pertamina (Persero).....	6
2.2.1 Visi	6
2.2.2 Misi.....	6
2.3 Logo dan Slogan PT Pertamina (Persero)	6
2.4 Sejarah Singkat PT Kilang Pertamina Internasional Refinery RU VI Balongan.....	7
2.5 Visi, Misi dan Tata Nilai Unggulan PT Kilang Pertamina Internasional Refinery Unit VI Balongan	8
2.5.1 Visi	8



© Hak Cipta milik Politeknik Negeri Jakarta

Hak Cipta :

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

2.5.2	Misi.....	8
2.5.3	Tata Nilai Unggulan	9
2.6	Logo dan Slogan PT Kilang Pertamina Internasional Refinery Unit VI Balongan.....	9
2.7	Tata Nilai Unggulan	10
2.8	Struktur Organisasi PT Kilang Pertamina Internasional Refinery Unit VI Balongan	11
2.9	Lokasi dan Tata Letak PT Kilang Pertamina Internasional Refinery Unit VI Balongan.	17
2.9.1	Lokasi Kilang	17
2.9.2	Tata Letak Kilang.....	18
2.10	Produk PT Kilang Pertamina Internasional Refinery Unit VI Balongan.....	20
2.11	Proses Produksi PT Kilang Pertamina Internasional Refinery Unit VI Balongan.....	24
2.11.1	Main Process unit	24
2.11.2	Support Process Unit.....	27
BAB III	PELAKSANAAN MAGANG INDUSTRI.....	35
3.1	Deskripsi Pelaksanaan Magang	35
3.1.1	Tempat Pelaksanaan	35
3.1.2	Waktu Pelaksanaan.....	36
3.1.3	Bagian Penempatan	36
3.2	Proses Pelaksanaan Magang.....	36
3.2.2	Teknik Pengumpulan Data	36
3.3	Hasil Pelaksanaan Magang.....	36
BAB IV	DASAR TEORI TURBIN UAP	43
4.1	Turbin Uap	43
4.1.1	Pengertian Turbin Uap.....	43
4.1.2	Prinsip Kerja Turbin Uap	43



© 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

4.1.3	Klasifikasi Turbin Uap	45
4.1.4	Komponen Utama Turbin Uap	48
4.1.4.1	Rotor Turbine	48
4.1.4.2	Nozzle	48
4.1.4.4	Carbon Ring	50
4.1.4.6	Governor.....	50
4.1.4.7	Oil Baffle.....	50
4.1.4.8	Splinger	51
4.2	Latar Belakang Pemilihan Topik	51
4.3	Data Spesifikasi Turbin Uap.....	51
4.4	Pembahasan.....	52
4.4.1	Hasil Perhitungan Kinerja Steam Turbin.....	52
4.4.2	Analisa Efisiensi Turbin Uap	54
BAB V	PENUTUP.....	58
5.1	Kesimpulan.....	58
5.2	Saran.....	58
DAFTAR PUSTAKA.....		60

**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 TABEL

Tabel 2.1 Kapasitas Produksi PT Kilang Pertamina (Persero).....	5
Tabel 2.2 Produk PT Kilang Pertamina Internasional Refinery Unit VI Balongan	20
Tabel 3.1 Logbook Pelaksanaan Praktik Kerja Lapangan.....	36
Tabel 4.1 Spesifikasi Turbin	51
Tabel 4.2 Data Aktual Lapangan Steam Turbin Generator	51
Tabel 4.3 Hasil perhitungan efisiensi	54
Tabel 4.4 Kriteria Steam masuk STG 51-G-101 B.....	56



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 Transformasi Logo PT Pertamina (Persero) (Passion Designs, 2022)	6
Gambar 2.2 Logo PT Pertamina (Persero)	6
Gambar 2.3 Logo PT Kilang Pertamina Internasional Refinery RU VI Balongan.	9
Gambar 2.4 Struktur Organisasi PT Kilang Pertamina Internasional Refinery Unit VI Balongan	11
Gambar 2.5 Letak Geografis PT Kilang Pertamina Internasional Refinery VI Balongan.....	19
Gambar 2.6 Diagram Alir Unit Utilities	34
Gambar 4.1 Siklus Turbin Uap.....	44
Gambar 4.2 Turbin Impuls	45
Gambar 4.3 Turbin Reaksi	46
Gambar 4.4 Komponen Turbin Uap.....	48

**POLITEKNIK
NEGERI
JAKARTA**



Hak Cipta :

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

BAB I PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Kemajuan suatu teknologi informasi dan komunikasi menyebabkan terjadinya persaingan dalam dunia kerja. Oleh karena itu tidak hanya dibutuhkan kecerdasan intelektual tetapi juga harus diimbangi dengan keterampilan yang baik. Terkait hal tersebut dunia pendidikan perlu menerapkan adanya keseimbangan antara teori dan keterampilan sehingga melahirkan sumber daya manusia yang handal sehingga nantinya dapat dipakai dalam dunia kerja dan mampu bersaing dalam era globalisasi di segala bidang. Magang atau praktek kerja lapangan merupakan suatu kegiatan pembelajaran atau proses belajar bekerja di suatu perusahaan yang dilakukan oleh mahasiswa dengan tujuan untuk menambah wawasan dan pengalaman praktisi. Melalui kegiatan magang ini, tidak hanya pada bidang hard skill saja yang di asah tetapi juga pada bidang soft skill. Dengan melaksanakan magang ini mahasiswa dilatih untuk mengenal dan menghayati lingkup pekerjaan serta belajar beradaptasi diri dengan lingkungan untuk melengkapi proses belajar yang telah diperoleh di bangku kuliah. Dengan adanya kegiatan magang ini dapat menjadi bekal untuk persiapan mahasiswa dalam menghadapi dunia kerja. Selain itu, mahasiswa dapat mengetahui sejauh mana perkembangan komunikasi dan cara kerja yang ada pada perusahaan.

PT. Kilang Pertamina Internasional merupakan perusahaan nasional yang berperan mengelola, mengolah, dan mengembangkan penambangan minyak dan gas bumi di Indonesia. Salah satu unit yang dimiliki PT Kilang Pertamina Internasional yaitu Refinery Unit VI yang berlokasi di Jawa Barat tepatnya di Balongan, Sukareja, Kec. Indramayu, Kabupaten Indramayu. PT. Kilang Pertamina Internasional Refinery Unit IV Balongan merupakan salah satu unit dengan proses produksi terbesar di Indonesia yang memiliki peran yang penting terhadap keberlangsungan ketersediaan kebutuhan BBM (bahan bakar minyak) nasional maupun non-BBM yang menjadikannya termasuk salah satu objek strategis yang sangat vital, fasilitas ini dilengkapi dengan beberapa unit terkemuka, seperti OM, CDU, NPU, HTU, RCC, serta POC & Utilities sebagai support. Pada unit utilities berfungsi sebagai penghasil tenaga listrik.(Maulana, 2017)



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 Perumusan Masalah

1. Bagaimana kondisi operasi aktual STG Bravo berdasarkan data tekanan, temperature, dan aliran uap ?
2. Berapa nilai efisiensi turbin aktual jika dibandingkan dengan perhitungan ideal (isentropik) ?
3. Seberapa besar efisiensi generator dari daya mekanik turbin ke daya listrik yang dihasilkan ?
4. Bagaimana perbedaan hasil aktual dengan kondisi ideal, dan faktor-faktor apa yang menyebabkan perbedaan tersebut ?

1.3 Tujuan Penulisan Laporan

1. Menganalisis kondisi operasi aktual Steam Turbine Generator (STG) Bravo 14 MW berdasarkan data tekanan, temperatur, aliran uap, dan daya listrik.
2. Menghitung efisiensi turbin aktual menggunakan data operasi (tekanan, temperatur, dan flow steam).
3. Membandingkan efisiensi aktual dengan efisiensi ideal (isentropik) untuk mengetahui kinerja turbin pada mode ekstraksi.
4. Mengidentifikasi penyebab perbedaan antara kondisi aktual dan ideal, seperti rugi-rugi pada turbin, kualitas vakum kondensor, maupun variasi beban generator.

1.4 Tujuan Kerja Praktek

1. Melaksanakan kewajiban sebagai mahasiswa Diploma IV Teknik Mesin Politeknik Negeri Jakarta.
2. Memberikan pengalaman kerja bagi mahasiswa dalam rangka untuk membandingkan atau menerapkan teori yang sudah dipelajari di perkuliahan dengan kondisi yang sebenarnya di lapangan.
3. Untuk mengetahui dan mempelajari tentang proses produksi, cara kerja serta bagian-bagian dari Pembangkit Listrik Tenaga Uap khususnya di PT Kilang Pertamina Internasional Refinery Unit VI Balongan.
4. Menjalin hubungan kerja sama yang baik antara Politeknik Negeri Jakarta dengan PT Kilang Pertamina Internasional Refinery Unit VI Balongan. Dalam proses pengenalan dunia kerja sehingga dapat menerapkan dan menjalankan teori yang sudah diperoleh di perkuliahan.



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 Manfaat

Manfaat dari melaksanakan Magang Industri yaitu untuk memenuhi standar perkuliahan dan menyelesaikan tugas-tugas Magang Industri dengan baik. Adapun beberapa manfaat yang diperoleh mahasiswa, perusahaan, dan perguruan tinggi adalah sebagai berikut :

1.5.1 Bagi Mahasiswa

1. Menambah wawasan pengetahuan dan keterampilan mahasiswa dalam menerapkan ilmu yang diperoleh di bangku kuliah dengan mempraktekkan di suatu industri.
2. Mahasiswa terlibat langsung terhadap kegiatan di dunia industri, sehingga transfer keterampilan, sikap, motivasi, nilai, dan wawasan yang akan meningkatkan daya saing.
3. Dapat mengenal lebih jauh realita ilmu yang telah diterima dan kehidupan bermasyarakat melalui kenyataan di lapangan kerja.
4. Melatih mahasiswa untuk lebih cakap dalam bekerja sama, berkomunikasi, dan memecahkan masalah dalam dunia kerja.
5. Meningkatkan *skill* dalam bekerja sesuai dengan SOP.

1.5.2 Bagi Perusahaan

1. Mendapatkan informasi dan masukan dari mahasiswa kepada perusahaan sebagai bahan pertimbangan demi kemajuan perusahaan dimasa yang akan datang.
2. Sarana untuk membentuk kerja sama antara perusahaan dengan perguruan tinggi, sehingga dapat menilai kualitas lulusannya, yang bisa menjadi sumber daya manusia yang berpotensi.
3. Terjalinnya hubungan kerjasama yang baik antara perguruan tinggi dengan perusahaan.



© Hak Cipta milik Politeknik Negeri Jakarta

Hak Cipta :

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

1.5.3 Bagi Perguruan Tinggi

1. Terjalannya hubungan kemitraan yang baik dengan dunia industri.
2. Mengenalkan keberadaan instansi yang bersangkutan khususnya untuk Program Studi Teknologi Rekayasa Pembangkit Energi Politeknik Negeri Jakarta, sehingga diharapkan dapat membangun image dan citra yang baik dimata masyarakat.





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 TURBIN UAP

4.1 Turbin Uap

4.1.1 Pengertian Turbin Uap

Turbin adalah suatu penggerak mula yang mengubah energi potensial menjadi energi kinetik dan energi kinetik ini selanjutnya diubah menjadi energi mekanik dalam bentuk putaran poros turbin. Poros turbin langsung atau dengan bantuan elemen lain, dihubungkan dengan mekanisme yang digerakkan. Tergantung dari jenis mekanisme yang digerakkan turbin uap dapat digunakan pada berbagai bidang industri, seperti untuk pembangkit listrik. Bagian yang berputar dalam turbin disebut rotor atau roda turbin sedangkan bagian yang tidak berputar disebut stator atau rumah turbin.

Turbin uap adalah turbin yang menggunakan uap sebagai fluida kerjanya. Turbin uap juga berfungsi untuk memutar generator, terdiri dari HP (high-pressure) turbin, MP (Medium-pressure) turbin dan LP (low-pressure) turbin. Turbin dan generator memiliki beberapa peralatan pendukung, yaitu lubricating oil system dan generator cooling system. Dimana komponen utama dari sistem tersebut yaitu kondensor, pompa air ketel, dan turbin itu sendiri. Uap yang berfungsi sebagai fluida kerja dihasilkan oleh ketel uap, yaitu suatu alat yang berfungsi untuk mengubah air menjadi uap.

4.1.2 Prinsip Kerja Turbin Uap

Secara singkat prinsip kerja turbin uap adalah sebagai berikut :

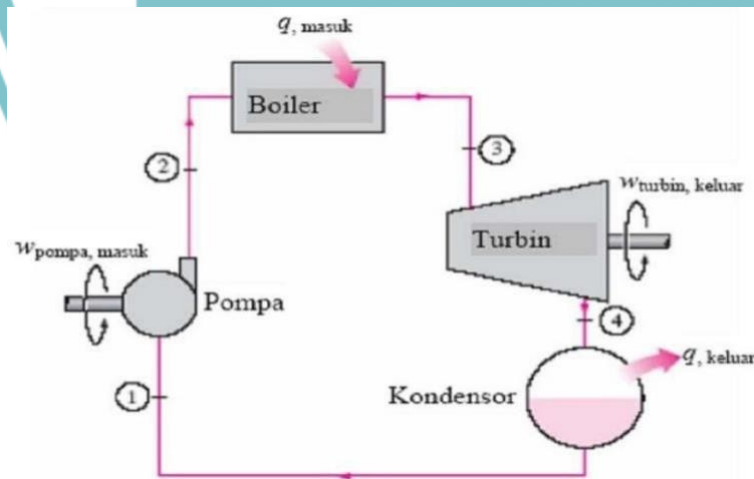
- a. Uap masuk kedalam turbin melalui nosel. Didalam nosel energi panas dari uap diubah menjadi energi kinetis dan uap mengalami pengembangan.

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

Tekanan uap pada saat keluar dari nosel lebih kecil dari pada saat masuk ke dalam nosel, akan tetapi sebaliknya kecepatan uap keluar nosel lebih besar dari pada saat masuk ke dalam nosel. Uap yang memancar keluar dari nosel diarahkan ke sudu-sudu turbin yang berbentuk lengkungan dan dipasang di sekeliling roda turbin. Uap yang mengalir melalui celah-celah antara sudut turbin itu dibelokkan ke arah mengikuti lengkungan dari sudu turbin. Perubahan kecepatan uap ini menimbulkan gaya yang mendorong dan kemudian memutar roda dan poros turbin.

- b. Jika uap masih mempunyai kecepatan saat meninggalkan sudu turbin berarti hanya sebagian yang energi kinetis dari uap yang diambil oleh sudu-sudu turbin yang berjalan. Supaya energi kinetis yang tersisa saat meninggalkan sudu turbin dimanfaatkan maka pada turbin dipasang lebih dari satu baris sudu gerak. Sebelum memasuki baris kedua sudu gerak. Maka antara baris pertama dan baris kedua sudu gerak dipasang satu baris sudu tetap (guide blade) yang berguna untuk mengubah arah kecepatan uap, supaya uap dapat masuk ke baris kedua sudu gerak dengan arah yang tepat.
- c. Kecepatan uap saat meninggalkan sudu gerak yang terakhir harus dapat dibuat sekecil mungkin, agar energi kinetis yang tersedia dapat dimanfaatkan sebanyak mungkin. Dengan demikian efisiensi turbin menjadi lebih tinggi karena kehilangan energi relatif kecil.



Gambar 4.1 Siklus Turbin Uap

Hak Cipta :

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

4.1.3 Klasifikasi Turbin Uap

Turbin Uap dapat diklasifikasikan menjadi beberapa kategori yang berbeda berdasarkan pada konstruksinya, prinsip kerjanya dan menurut proses penurunan tekanan uap sebagai berikut :

- a. Klasifikasi Turbin Berdasarkan Prinsip Kerjanya

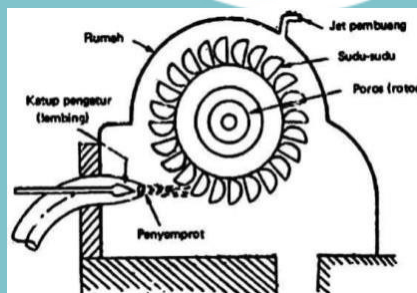
Turbin Impuls

Turbin impuls atau turbin tahapan impuls adalah turbin sederhana berrotor satu atau banyak (gabungan) yang mempunyai sudu-sudu pada rotor itu. Sudu biasanya simetris dan mempunyai sudut masuk dan sudut keluar.

- Turbin satu tahap.
- Turbin impuls gabungan.
- Turbin impuls gabungan kecepatan

Ciri-ciri dari turbin Impuls antara lain :

1. Proses pengembangan uap/penurunan tekanan seluruhnya terjadi pada sudut diam/ nozzle.
2. Akibat tekanan dalam turbin sama sehingga disebut dengan Tekanan Rata.



Gambar 4.2 Turbin Impuls

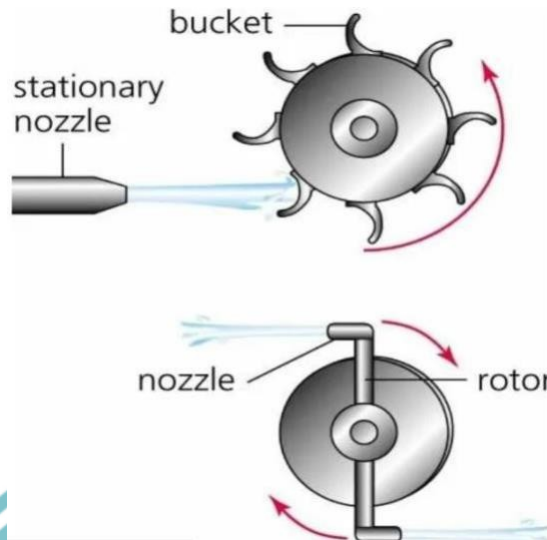
Turbin Reaksi

Turbin reaksi mempunyai tiga tahap, yaitu masing-masingnya terdiri dari baris sudu tetap dan dua baris sudu gerak. Sudu bergerak turbin reaksi dapat dibedakan dengan mudah dari sudu impuls karena tidak simetris, karena berfungsi sebagai nosel bentuknya sama dengan sudu tetap walaupun arahnya lengkungnya berlawanan. Ciri-ciri turbin ini adalah :

- Penurunan tekanan uap sebagian terjadi di nozel dan sudu gerak.
- Adanya perbedaan tekanan didalam turbin sehingga disebut Tekanan Bertingkat.(Saifudin, Gunawan, and Nurdin 2022)

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



Gambar 4.3 Turbin Reaksi

- a) Klasifikasi Turbin Berdasarkan Pada Tingkat Penurunan Tekanan Dalam Turbin.
 1. Turbin Tunggal (*Singgel Stage*)

Dengan kecepatan satu tingkat atau lebih turbin ini cocok untuk daya kecil, misalnya untuk penggerak kompresor, blower.
 2. Turbin Bertingkat (Aksi dan Reaksi)

Definisi sudu-sudu turbin dibuat bertingkat, biasanya cocok untuk daya besar. Pada turbin bertingkat terdapat deretan sudu 2 atau lebih. Sehingga turbin tersebut terjadi distribusi kecepatan/tekanan.
- b) Klasifikasi Turbin Berdasarkan proses Penurunan Tekanan Uap
 1. Mode Condensing

Mode operasi turbin uap di mana seluruh uap diekspansikan di dalam turbin hingga mencapai tekanan sangat rendah (*vakum*), lalu dibuang ke kondensor untuk dikondensasikan menjadi air.

 - Setelah keluar dari turbin, uap masih memiliki energi sisa.
 - Uap diarahkan ke kondensor, di mana tekanan dijaga sangat rendah dengan bantuan vacuum pump dan pendinginan oleh cooling water.
 - Hasil kondensasi berupa air (kondensat) → dipompakan kembali ke boiler → siklus berulang.
 2. Mode Ekstraksi



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

Mode ekstraksi adalah mode operasi turbin uap di mana sebagian uap dikeluarkan (diambil) pada titik tertentu di dalam turbin untuk dimanfaatkan sebagai steam proses di unit kilang, sedangkan sisa uap tetap diekspansikan ke kondensor.

- Uap bertekanan tinggi masuk ke turbin dan mulai diekspansikan.
- Pada tahap tertentu (biasanya di Intermediate Pressure stage), terdapat extraction port untuk mengeluarkan sebagian uap.
- Uap hasil ekstraksi ini dialirkan ke header steam untuk keperluan proses kilang (misalnya: pemanasan, reboiler, stripping, distilasi, utilitas).
- Sisa uap yang tidak diekstraksi terus diekspansikan hingga tekanan rendah → kemudian masuk ke kondensor → dikondensasikan menjadi air kondensat.

3. Mode Back Pressure

Mode back pressure adalah mode operasi turbin di mana uap bertekanan tinggi diekspansikan dalam turbin hingga mencapai tekanan menengah/rendah tertentu, kemudian keluar dari turbin untuk digunakan langsung sebagai steam proses.

- Uap dari boiler masuk ke turbin dengan tekanan & temperatur tinggi.
- Turbin menurunkan tekanan uap → menghasilkan energi mekanik untuk memutar generator.
- Setelah ekspansi sebagian, uap keluar dari turbin dengan tekanan yang masih cukup tinggi (misalnya 3–10 barg tergantung kebutuhan pabrik).
- Uap ini dialirkan langsung ke header steam untuk dipakai di unit proses (pemanas, reboiler, stripping, utilitas).

c) Klasifikasi Turbin Menurut Arah Aliran Uap

1. Turbin Aksial

Fluida kerja yang digunakan mengalir dalam arah yang sejajar terhadap sumbu turbin.

2. Turbin Radial

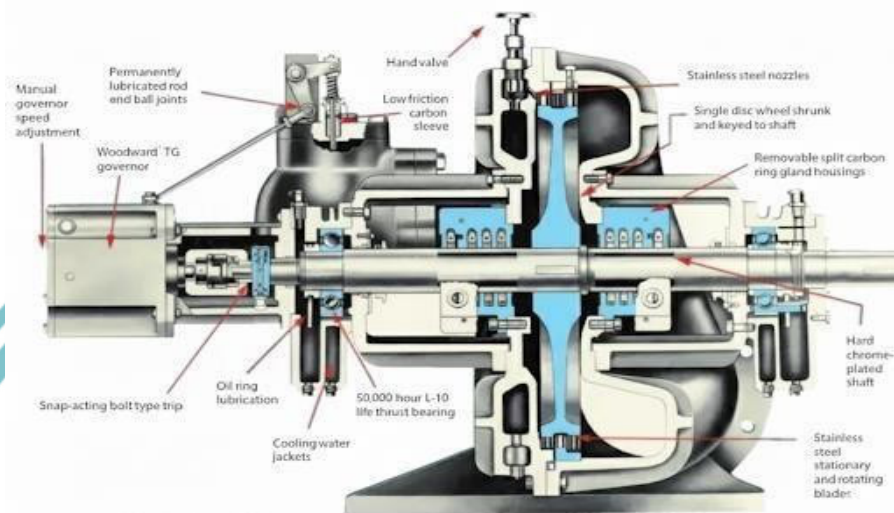
Hak Cipta :

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

Fluida kerja yang digunakan mengalir dalam arah yang tegak lurus terhadap sumbu turbin.

4.1.4 Komponen Utama Turbin Uap

Secara umum komponen-komponen utama yang terdapat di sebuah turbin uap (*steam turbine*) dapat dilihat pada gambar berikut ini :



Gambar 4.4 Komponen Turbin Uap

4.1.4.1 Rotor Turbine

Rotor turbin adalah bagian turbin yang berputar yang terdiri dari poros, sudu turbin atau deretan sudu, yaitu stasionary blade dan moving blade. Untuk turbin bertekanan tinggi atau berukuran besar, khususnya untuk turbin jenis reaksi rotor ini perlu di balance untuk mengimbangi gaya reaksi yang timbul secara aksial terhadap poros.

4.1.4.2 Nozzle

Nozzle adalah alat yang digunakan untuk mengubah energi potensial uap menjadi energi kinetik dengan cara mengembangkan (mengeksansi) uap dari tekanan tinggi ke tekanan yang lebih rendah pada sebuah turbin. Nozzle sering juga digantikan dengan sudu pengarah karena fungsinya adalah mengarahkan aliran uap yang masuk kedalam turbin.

4.1.4.3 Rumah Turbin/Casing Turbine

Rumah turbin merupakan rumah logam kedap udara, dimana uap dari ketel, dibawah tekanan dan temperatur tertentu, didistribusikan di sekeliling sudu tetap (mekanisme pengarah) di dalam turbin. Rumah turbin di design sedemikian rupa



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

sehingga uap memasuki sudu tetap dengan kecepatan yang seragam. Rumah turbin berfungsi untuk melindungi konstruksi dan komponen-komponen serta menahan tekanan yang terjadi didalam turbin.

4.1.4.4 Carbon Ring

Carbon ring berfungsi untuk mencegah kebocoran yaitu mencegah steam masuk ke bearing housing.

4.1.4.5 Bearing/Bantalan

Bearing atau sering disebut bantalan luncur mempunyai sifat mengurangi gesekan saat komponen mesin berputar. Bearing (bantalan) adalah elemen mesin yang menumpu poros yang mempunyai beban, sehingga putaran atau gerakan bolak-baliknya dapat berlangsung secara halus, aman, dan mempunyai umur yang panjang Bearing harus cukup kokoh untuk memungkinkan poros serta elemen mesin lainnya bekerja dengan baik. Pada sektor industri, banyak komponen mesin seperti poros yang berotasi. Kerja dari poros mesin tersebut memerlukan komponen yang dapat membantu menahan beban dari poros mesin yang bekerja, komponen tersebut adalah bantalan luncur. Pada bantalan luncur terjadi gesekan antara poros dan bantalan karena permukaan poros ditumpu oleh bantalan dengan perantara lapisan pelumas.

4.1.4.6 Governor

Governor adalah sebuah peralatan mekanis yang berfungsi untuk mengatur putaran dari sebuah mesin (turbin, mesin diesel), yaitu dengan cara mengatur jumlah masuknya aliran fluida, baik itu gas, uap, maupun cair ke turbin ataupun ruang bakar. Pada dasarnya cara kerja sebuah governor itu sederhana, hanya mengandalkan kecepatan putaran mesin itu sendiri. Governor pada turbin berfungsi untuk menjaga kestabilan sistem secara keseluruhan terhadap adanya variasi beban atau gangguan pada sistem. Governor juga berfungsi untuk mengatur kecepatan putaran pada steam turbine.

4.1.4.7 Oil Baffle

Oil baffle berfungsi sebagai penyekat untuk menahan kebocoran, baik kebocoran uap maupun kebocoran oli.



Hak Cipta :

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

4.1.4.8 *Splinger*

Splinger adalah bagian turbin yang berfungsi untuk menahan atau untuk menerima gaya aksial atau gaya sejajar terhadap poros yang merupakan gerak maju mundurnya poros rotor.(Area 2020)

4.2 Latar Belakang Pemilihan Topik

Steam Turbin Generator merupakan salah satu peralatan utama dalam pembangkit Listrik Tenaga Uap (PLTU) yang berfungsi mengubah energi panas dari uap menjadi energi mekanik, kemudian dikonversi menjadi energi listrik melalui generator. Kinerja STG sangat berpengaruh terhadap efisiensi keseluruhan pembangkit, karena sebagian besar energi input dari bahan bakar akan diproses melalui turbin uap. Namun, dalam praktiknya, efisiensi turbin tidak pernah mencapai 100% akibat adanya kerugian (losses) seperti gesekan fluida, kebocoran uap, rugi panas, maupun ketidaksempurnaan proses ekspansi isentropik. Penurunan efisiensi turbin dapat menyebabkan peningkatan konsumsi bahan bakar, biaya operasional yang lebih tinggi, serta berkurangnya output daya listrik. Oleh karena itu, analisis efisiensi turbin uap menjadi hal yang penting untuk:

- Menilai kinerja aktual turbin dibandingkan dengan kondisi desain.
- Mengidentifikasi potensi kerugian energi dan penyebab penurunan performa.
- Mendukung upaya optimasi operasi serta perawatan agar turbin tetap bekerja pada kondisi yang mendekati ideal.
- Meningkatkan keandalan dan umur operasi peralatan sehingga biaya operasional dapat ditekan.

Dengan melakukan analisis efisiensi, diharapkan dapat diperoleh gambaran yang lebih jelas mengenai kondisi aktual STG, karena steam turbin generator 51-G-101B ini sudah lama tidak overhaul dari tahun 2010 seharusnya jika sesuai yang dijadwalkan setiap 5 tahun sekali ada overhaul, maka dari itu saya tertarik mengambil topik ini untuk menghitung efisiensi menggunakan data aktual.

4.3 Data Spesifikasi Turbin Uap

MITSUI - ABB *STEAM TURBINE* Model DK-35



Hak Cipta :

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

Tabel 4.1 Spesifikasi Turbin

<i>Rated speed</i>	4.792 rpm
<i>1st critical speed</i>	2.300 rpm
<i>Overspeed trip set</i>	5.271 rpm
<i>Normal inlet press</i>	43 Kg/cm ²
<i>Normal extract press</i>	19, 5Kg / cm ²
<i>Max inlet press</i>	45 Kg/cm ²
<i>Normal inlet temperature</i>	45 Kg/cm ²
<i>Max inlet temperature</i>	399 deg C

4.4 Pembahasan

Pengambilan data ini dilakukan selama 5 hari

Tabel 4.2 Data Aktual Lapangan Steam Turbin Generator 51-G-101B

Hari/ Tgl	P_in Turbin (bar)	P_ ekstraksi (bar)	P_ exhaust (cmHg)	T_Hps (°C)	T_ ekstraksi (°C)	T_ exhaust (°C)	Flow in hp (t/h)	Flow mp ext (t/h)	Load (MW)
Kamis/ 10-12- 2025	42,02	7,16	-72,00	380	181	46,08	51,05	0	9,86
	42,04	12,82	-70,03	383	216	51,02	65,06	0	11,5
	42,03	7,16	-71,50	378	181	45,04	47,02	0	7,7
Rata''	42,03	9,05	-71,17	380	192	47,38	54,37	0	9,68
Jumat/ 11-12- 2025	42,03	12,82	-70,04	382	216	50,07	65,09	0	10,95
	42,02	12,82	-69,08	383	216	50,09	64,02	0	10,06
	42,01	12,82	-70,50	382	216	52,02	66,01	0	9,24
Rata''	42,02	12,82	-69,78	382	216	50,72	65,02	0	10,08
Sabtu/ 12-12- 2025	42,50	12,21	-70,20	383	211	51,09	63,09	0	10,50
	42,04	12,21	-70,40	385	214	51,09	64,03	0	11,20
	42,34	12,21	-70,40	382	216	51,00	64,09	0	10,50
Rata''	42,29	12,21	-70,33	383	213	51,06	63,73	0	10.7

4.4.1 Hasil Perhitungan Kinerja Steam 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

Diketahui :

P _{in} turbin	: 42,03 bar
T _{in} turbin	: 379,84 °C
P _{exhaust}	: -71,17 mmHg vacum gauge tekanan absolut kondensor 71,17 mmHg
T _{exhaust}	: 47,38 °C
m' laju aliran In	: 54,37 t/h → 15,10 kg/s
load	: 9,68 MW → 9,680 KW

Mencari nilai entalpi & entropi dari tabel uap dengan (P 41,94 bar, T 379,84°C)

- H_{in} = 3156 kJ/kg
- S_{in} = 6,71 kJ/kg.k

Kondensor pembacaan *vacum* 71,17 mmHg absolut $71,17 \times 0,001333 = 0,0949$ bar (ambil data dari tabel) :

- T_{sat} ≈ 46–47°C (match sama T_{exh} 47,38°C)
- H_f = 191,4 kJ/kg
- H_g = 2584,6 kJ/kg
- H_{fg} = H_g – H_f = 2584,6 kJ/kg – 191,4 kJ/kg = 2393,2 kJ/kg
- S_f = 0,655 kJ/kg.k
- S_g = 8,198 kJ/kg.k

Hitung *hexh isentropic* :

$$X_{2s} = \frac{S_{in} - S_f}{S_g - S_f} = \frac{6,71 - 0,6329}{8,189 - 0,665} = \frac{6,055}{7,534} = 0,804$$

Sehingga *hexh isentropic* :

$$\begin{aligned} &= H_f + X_{2s} \times H_{fg} \\ &= 191,4 + 0,804 \times 2393,2 \\ &= 191,4 + 1923,8 \\ &= 2115,2 \text{ kJ/kg} \end{aligned}$$

Hitung kerja *isentropic*

$$\begin{aligned} W_{isent} &= m' (h_{in} - h_{2s}) \\ &= 15,10 (3156 - 2115,2) \\ &= 3156 - 2115,2 = 1040,8 \\ W_{isent} &= 15,10 \times 1040,8 = 15.708,1 \text{ kW} \end{aligned}$$

Efisiensi Turbin

$$\eta_t = \frac{W_{actual}}{W_{isent}} \times 100$$



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

$$= 0,616 \sim 61,6 \%$$

Menghitung *Theoretical Steam Rate* (TSR)

$$TSR = \frac{3600}{h_{in} - h_{exh}} = \frac{3600}{3156 - 2115,2} = 3,46 \text{ kg/kwh}$$

Menghitung *Actual Steam Rate* (ASR)

$$ASR = \frac{TSR}{\eta_t} = \frac{3,46}{0,616} = 5,62 \text{ kg/kwh}$$

Tabel 4.3 Hasil perhitungan efisiensi

Hari/tanggal	Efisiensi (η_t) %	TSR (kg/kwh)	ASR (kg/kwh)
Kamis/ 10-12-2025	61,60	3,460	5,62
Jumat/ 11-12-2025	57,40	3,460	6,03
Sabtu/ 12-12-2025	58,10	3,460	5,95

4.4.2 Analisa Efisiensi Turbin Uap

Steam Turbine Generator (STG) 51-G-101 B memiliki spesifikasi desain sebagai acuan operasi. Berdasarkan perhitungan desain yang sudah dilakukan sebelumnya, diperoleh nilai efisiensi sebesar $\pm 76,5 \%$, yang menjadi benchmark untuk mengevaluasi sejauh mana performa unit saat beroperasi aktual..

Untuk melihat kinerja aktual, parameter yang digunakan adalah efisiensi aktual, Theoretical Steam Rate (TSR), dan Actual Steam Rate (ASR). Ketiga parameter ini menggambarkan keseimbangan antara konsumsi steam, losses termal, serta daya listrik yang berhasil dikonversi oleh turbin.

Perbandingan efisiensi aktual dan desain STG 51-G-101 B diketahui bahwa Steam Turbine Generator 51-G-101 B Efisiensi aktual STG berada pada rentang $\pm 57-61\%$, atau sekitar $\pm 14-19\%$ lebih rendah dari efisiensi desain. Selisih ini masih dianggap cukup wajar untuk turbin kondensing yang beroperasi secara adiabatic irreversible, mengingat desain $76,5\%$ merepresentasikan kondisi ideal isentropic.



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

Kinerja Steam Turbin Generator (STG) 51-G-101 B tidak cukup hanya dengan tetap pada nilai efisiensi aktualnya sekarang ini. Terlebih dahulu harus diketahui faktor-faktor apa saja yang dapat mempengaruhi kinerja STG, diantaranya steam pada inlet turbin, kevakuman pada kondensor, serta rugi-rugi lainnya yang memungkinkan dapat mengurangi efisiensi *steam turbine*. Steam Turbin Generator (STG) 51-G-101 B merupakan unit pembangkit listrik tenaga uap yang dioperasikan pada unit Utilities (unit 51) PT Kilang Pertamina Internasional RU VI Balongan. Alat ini berfungsi memproduksi energi listrik menyuplai seluruh kebutuhan operasional kilang RU VI Balongan, dengan feed yang digunakan adalah *High Pressure Steam* (HPS) yang dihasilkan oleh boiler.

Perbandingan kebutuhan steam aktual dan desain STG 51- G-101 B Sesuai data hasil perhitungan efisiensi pada tabel 4.3 dapat diketahui bahwa Nilai TSR tetap pada 3,460 kg/kWh, yang merupakan kebutuhan steam teoritis untuk menghasilkan daya 1 kWh pada kondisi ideal. Sedangkan ASR aktual berada pada 5,62 – 6,03 kg/kWh, menunjukkan bahwa konsumsi steam aktual lebih besar dibandingkan teoritis.

Hal ini terjadi karena STG tidak beroperasi dalam kondisi isentropic murni. Dalam kondisi nyata, proses ekspansi mengalami losses termal, mechanical losses, dan irreversibilities lainnya. Semakin tinggi gap antara ASR dan TSR maka semakin besar losses yang terjadi pada sistem. kebutuhan *steam* untuk pengoperasian STG sudah melebihi dari kebutuhan *steam* teoritis hal ini terjadi karena suatu STG tidak dioperasikan dalam kondisi isentropic, dimana keadaan tersebut merupakan kondisi ideal suatu turbin uap. STG secara aktual dioperasikan pada keadaan adiabatic irreversible. Oleh karena itu, terdapat perbedaan jumlah kebutuhan steam aktual dengan teoritis.



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

Faktor kualitas steam dapat mempengaruhi kinerja dari Steam Turbine Generator 51-G-101 B. Kualitas dapat ditentukan oleh kualitas *feedwater* pada boiler karena keduanya merupakan hal yang saling berhubungan, dimana kualitas dari *feedwater* akan memberikan dampak pada tingkat kemurnian *steam*. Kualitas dari boiler feedwater ditentukan oleh spesifikasi yang dibutuhkan oleh Steam Turbine Generator sehingga *steam* yang dihasilkan memiliki tingkat kemurnian yang sesuai dengan rekomendasi yang telah ditentukan, kriteria tersebut tercantum dalam tabel berikut :

Tabel 4.4 Kriteria Steam masuk STG 51-G-101 B

Parameter	Kadar maksimal (ppm)
SiO ₂	0.02
Fe	0.02
Cu	0.03
Na+Ca	0.01
Konduktivitas	0.2
pH	8.5-9.0

Terbentuknya kerak dalam turbin terjadi bila air yang digunakan mempunyai kandungan tinggi khususnya *calcium carbonate*, *magnesium carbonate*, *silikat* (SiO₂). Kerak SiO₂ berbentuk Kristal sangat keras yang tidak bisa dibersihkan dengan *water jet*, tetapi harus dengan *chemical cleaning* memakai asam kuat. Untuk mencegah terbentuknya kristal dilakukan *internal treatment* dengan menambah bahan kimia pencegah terbentuknya kristal. misalnya senyawa poliakriat dan poliphospat. Dengan tambahan bahan kimia ini maka senyawa pembentuk kerak menjadi lunak, mudah dibersihkan dengan *water jet* biasa. Terjadinya *fouling* dalam turbin diakibatkan oleh kenaikan suspended solid (TSS) dalam air, sehingga membentuk lapisan atau terjadi penumpukan di bagian turbin. Tidak seperti kerak yang keras, *fouling* lebih mudah dibersihkan dengan semprotan *water jet*. Tetapi *fouling* juga akan membuat perpindahan panas dan bila berupa senyawa organik bisa mendorong terjadinya korosi akibat pH yang bersifat asam dan dapat merusak turbin.

Jika *steam* memiliki kualitas sesuai dengan parameter yang ditentukan, maka penurunan kinerja akibat faktor eksternal dapat dihindari. Oleh karena itu



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

diperlukan pengolahan *feed boiler* agar dapat memenuhi kualitas steam yang masuk ke dalam STG, selain itu perawatan turbin secara berkala dibutuhkan untuk menghindari penurunan kinerja yang diakibatkan oleh *fouling* dan kerak.

Kemudian penurunan tekanan yang terjadi pada steam yang masuk turbin juga dapat mempengaruhi kinerja STG. Hal ini akan terjadi akibat adanya *losses* yang terjadi dan belum diperhitungkan dalam analisis kinerja dari turbin. Beberapa jenis *losses* yang tergolong sebagai faktor internal diantaranya :

- *Loss* pada rotor turbin
- *Loss* pada akibat kebocoran
- *Loss* ketika proses transportasi/perpindahan *steam*
- *Loss* saat pengaturan *valve* dan penggeseran nosel
- *Loss* karena pergeseran *blade*

Kelima faktor di atas dapat menyebabkan terjadinya penurunan tekanan operasi. Ketika telah terjadi penurunan tekanan, maka kebutuhan steam untuk menghasilkan daya yang sama akan menjadi lebih besar.

Faktor lain yang berpengaruh terhadap penurunan kinerja Steam Turbine Generator adalah performa/kinerja dari peralatan pendukung STG, salah satunya kondensor sebagai pengubah fasa uap keluaran STG menjadi cair. Selain itu, kondensor juga digunakan untuk meningkatkan efisiensi turbin dengan pengaturan sistem vakum secara tepat. Ketika tekanan operasi pada kondensor rendah (kevakuman bertambah), maka penurunan entalpi dari proses ekspansi pada Steam Turbine Generator akan semakin meningkat. Hal ini akan meningkatkan jumlah energi listrik (daya) yang dihasilkan namun dengan konsumsi steam yang lebih berkurang, sehingga efisiensi Steam Turbine Generator akan meningkat.

Sehingga pengoperasian kondensor pada tekanan serendah mungkin atau pada tingkat kevakuman yang tinggi dapat menguntungkan bagi peningkatan kinerja Steam Turbine Generator. Kevakuman pada kondensor dapat ditingkatkan dengan adanya suatu *ejector*, yaitu alat yang berperan menjaga kondisi *steam* yang masuk ke dalam kondensor. Ketika *exhaust steam* mengandung kadar air dan tingkat korosivitas yang tinggi, maka kendala tersebut dapat ditangani dengan adanya *ejector* yang dapat menahan segala zat pengotor yang terkandung di dalam steam. Hal ini nantinya akan membuat nilai kevakuman menjadi meningkat, serta



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

dapat memperbaiki kinerja kondensor sehingga kinerja Steam Turbine Generator juga akan meningkat.

Penggunaan *ejector* ini menjadi nilai tambah yang baik, karena suatu *ejector* dapat dioperasikan pada berbagai jenis alat, memiliki efisiensi yang tinggi dan bersifat stabil, biaya instalasi dan *maintenance* lebih rendah dari pompa vakum, dan mekanisme operasi yang sederhana.

BAB V PENUTUP

5.1 Kesimpulan

Berdasarkan Analisa yang telah dilakukan mengenai kinerja Steam Turbine Generator (STG) 51-G-101 B, maka dapat diambil kesimpulan sebagai berikut :

- Nilai efisiensi rata-rata aktual Steam Turbine Generator (STG) 51-G-101 B 59,03 % lebih kecil dari efisiensi desain 76 %, nilai ini menunjukkan bahwa kinerja dari STG telah mengalami penurunan kinerja.
- Jumlah kebutuhan *steam* aktual untuk mengoperasikan Steam Turbine Generator (STG) 51-G-101 B (5,800 kg/kwh) lebih besar dari jumlah kebutuhan steam desain (3,460 kg/kwh) yang menunjukkan telah terjadi penurunan kinerja.
- Penurunan kinerja pada Steam Turbine Generator (STG) 51-G-101 B dapat disebabkan faktor internal maupun eksternal pada STG seperti kualitas uap dan penurunan tekanan steam yang masuk.
- Demi keandalan Steam Turbine Generator di kilang Steam Turbin tidak dioperasikan secara optimum tetapi dioperasikan sesuai kebutuhan kilang sehingga nilai efisiensinya tidak maksimal, karena untuk menjaga keandalan Steam Turbine Generator.

5.2 Saran

Untuk meningkatkan kinerja dari Steam Turbine Generator (STG) 51-G-101 B menulis dapat menuliskan rekomendasi diantaranya:

- *Fouling* dan kerak yang terjadi akibat kualitas *steam* yang tidak sesuai, dapat dilakukan *mechanical cleaning* dengan menggunakan semprotan *water jet* atau dengan *chemical cleaning*.



© 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

- Mengevaluasi alat *ejector* agar kinerjanya tetap stabil sehingga tingkat kevakuman pada kondensor bertambah dan kinerja Steam Turbine Generator (STG) 51-G-101 B dapat optimal Kembali.
- Memperkecil *losses* melalui penggunaan leak indicator agar kebocoran yang terjadi selama proses pengaliran steam dan generasi listrik dapat diminimalisir.
- Melakukan sistem *maintenance* pada alat secara berkala meliputi perbaikan seluruh komponen-komponen yang terdapat dalam Steam Turbine Generator (STG) 51-G-101 B.





Hak Cipta :

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

DAFTAR PUSTAKA

- Garcia, A.R. *et al.* (no date) ‘No 主観的健康感を中心とした在宅高齢者における 健康関連指標に関する共分散構造分析Title’ .
- Hanna E, N. (2021) ‘Laporan Magang Pt. Pertamina (Persero) Refinery Unit Vi Balongan-Indramayu Jawa Barat’, pp. 1–23.
- Maulana, D. (2017) ‘Gambaran Umum Pt Pertamina Persero’, pp. 6–14. Available at: https://repository.dinamika.ac.id/id/eprint/2334/4/BAB_II.pdf.
- Mulholland, J. (1994) ‘No 主観的健康感を中心とした在宅高齢者における 健康関連指標に関する共分散構造分析Title’ , *Etika Jurnalisme Pada Koran Kuning : Sebuah Studi Mengenai Koran Lampu Hijau*, 16(2), pp. 39–55.
- Oleh, D. *et al.* (2031) ‘Peningkatan Kapasitas Produksi PT Kilang Pertamina International (Pt Kpi) Ru Vi Balongan Melalui Proyek Major Turn Around Guna Meningkatkan Target Produksi’.
- Passion Designs (2022) ‘Sejarah Logo Pertamina, Salah Satu Logo Termahal di Dunia’, *Passion Designs* [Preprint]. Available at: <https://passiondesigns.co.id/logo-pertamina/>.
- Saifudin, Ahmad Ria, Gunawan, and Akhmad Nurdin. 2022. “Analisis Performansi Steam Turbine Generator 1 Pada Power Plant 2 Utilities of PT Pertamina RU V Balikpapan.” *Rekayasa Mesin* 3 (1): 173–78.



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

LAMPIRAN

Dokumentasi

