



© 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



PENGARUH VARIASI BUKAAN PADA DIVERTER DAMPER TERHADAP EFISIENSI HRSG UNIT PLTGU PT. PLN IP UBP PRIOK

SKRIPSI

**POLITEKNIK
NEGERI
JAKARTA**

Oleh:

**Rizkie Mauladiarto
NIM. 2102421016**

**PROGRAM STUDI TEKNOLOGI REKAYASA PEMBANGKIT ENERGI
JURUSAN TEKNIK MESIN
POLITEKNIK NEGERI JAKARTA
MARET, 2025**



© 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



PENGARUH VARIASI BUKAAN PADA DIVERTER DAMPER TERHADAP EFISIENSI HRSG UNIT PLTGU PT. PLN IP UBP PRIOK

SKRIPSI

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

**POLITEKNIK
NEGERI
JAKARTA**

Oleh:
Rizkie Mauladiarto
NIM. 2102421016

**PROGRAM STUDI TEKNOLOGI REKAYASA PEMBANGKIT ENERGI
JURUSAN TEKNIK MESIN
POLITEKNIK NEGERI JAKARTA
MARET, 2025**



“Skripsi ini kupersembahkan untuk ayah, ibu, bangsa dan almamater”

© Hak Cipta milik Politeknik Negeri Jakarta

Hak Cipta :

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





Hak Cipta :

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

**HALAMAN PERSETUJUAN
SKRIPSI**

**PENGARUH VARIASI BUKAAN PADA DIVERTER DAMPER
TERHADAP EFISIENSI HRSG UNIT PLTGU PT. PLN IP UBP PRIOK**

Oleh:
Rizkie Mauladiarto
NIM. 2102421016
Program Studi Sarjana Terapan Teknologi Rekayasa Pembangkit Energi

Skripsi ini telah disetujui oleh pembimbing

Pembimbing 1

Pembimbing 2

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

Dr. Paulus Sukusno, S.T., M.T.
NIP. 196108011989031001

Kepala Program Studi
Sarjana Terapan Teknologi Rekayasa Pembangkit Energi

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



Hak Cipta :

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

HALAMAN PENGESAHAN
SKRIPSI

PENGARUH VARIASI BUKAAN PADA DIVERTER DAMPER
TERHADAP EFISIENSI HRSG UNIT PLTGU PT. PLN IP UBP PRIOK

Oleh:

Rizkie Mauladiarto
NIM. 2102421016

Program Studi Sarjana Terapan Teknologi Rekayasa Pembangkit Energi

Telah berhasil dipertahankan dalam sidang sarjana terapan di hadapan Dewan Penguji pada tanggal 14 Juli 2025 dan diterima sebagai persyaratan untuk memperoleh gelar Sarjana Terapan pada Program Studi Sarjana Terapan Teknologi Rekayasa Pembangkit Energi Jurusan Teknik Mesin

DEWAN PENGUJI

No.	Nama	Posisi Penguji	Tanda Tangan	Tanggal
1.	Dr. Paulus Sukusno, S.T., M.T NIP. 196108011989031001	Ketua Penguji		19/8/2025
2.	Cecep Slamet Abadi, S.T., M.T NIP. 196605191990031004	Penguji 1		
3.	Benhur Nainggolan, Ir., M.T. NIP. 196106251990031003	Penguji 2		14/8/2025

Depok, 17 Juli 2025

Disahkan Oleh:

Ketua Jurusan Teknik Mesin

Dr. Eng. Jr. Muslimin, S.T., M.T., IWE.
NIP. 197707142008121005



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 PERNYATAAN ORISINALITAS

Saya yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Rizkie Mauladiarto

NIM : 2102421016

Program Studi : Sarjana Terapan Teknik Rekayasa Pembangkit Energi

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

Demikian pernyataan ini saya buat dengan sebenar-bearnya.

Depok, 30 juni 2025



Rizkie Mauladiarto

NIM. 2102421016



PENGARUH VARIASI BUKAAN PADA DIVERTER DAMPER TERHADAP EFISIENSI HRSG UNIT PLTGU PT. PLN IP UBP PRIOK

Rizkie Mauladiarto¹⁾, Arifia Eka Yuliana¹⁾, Paulus Sukusno¹⁾

¹⁾Program Studi Sarjana Terapan Teknologi Rekayasa Konversi Energi, Jurusan Teknik Mesin, Politeknik Negeri Jakarta, Kampus UI Depok, 16424

Email: rizkie.mauladiarto.tm21@mhs.wpnj.ac.id

ABSTRAK

Penelitian ini dilakukan untuk menganalisis pengaruh variasi bukaan Diverter Damper terhadap efisiensi dan sistem PLTG pada PLTGU PT. PLN IP UBP Priok. Masalah utama yang diteliti adalah pemanfaatan combine cycle pada PLTGU untuk meningkatkan daya dan efisiensi, serta peran *Heat Recovery Steam Generator* (HRSG) dan diverter damper. Tujuan penelitian adalah menganalisis pengaruh nilai persentase bukaan damper terhadap daya listrik yang dihasilkan oleh turbin uap, daya listrik yang dihasilkan oleh sistem PLTGU, efisiensi HRSG, dan efisiensi PLTGU. Salah satu elemen krusial dalam PLTGU adalah HRSG, yang bertugas mengubah energi panas dari gas buang turbin gas menjadi uap. Pengaturan aliran gas buang tersebut dilakukan oleh *diverter damper* pada *stack bypass*, yang menentukan apakah panas akan dimanfaatkan kembali di HRSG atau dibuang langsung ke atmosfer. Data yang diambil merupakan data sekunder, dikumpulkan selama 8 hari dengan variasi bukaan *Diverter Damper* 97%-*fully open*. Parameter yang dianalisis meliputi Laju Aliran Bahan Bakar, Laju Panas Gas Buang dari Turbin Gas, Laju Aliran Massa Energi Panas Gas Buang yang diserap HRSG, Efisiensi PLTG, Efisiensi HRSG, Efisiensi PLTGU. Hasil analisis menunjukkan bahwa bukaan Diverter Damper berpengaruh signifikan terhadap kinerja HRSG dan PLTGU. Pada bukaan 99,98%, efisiensi HRSG meningkat sebesar 0,74% dibandingkan bukaan 97%, disertai peningkatan daya listrik turbin uap dari 127,87 MW menjadi 128,61 MW. Hal ini disebabkan aliran gas buang yang lebih optimal ke HRSG, sehingga produksi uap dan efisiensi meningkat. Dapat disimpulkan semakin besar nilai bukaan diverter damper semakin besar laju aliran uap yang di produksi dan berekspansi dengan turbin uap, sehingga terjadi peningkatan daya listrik yang dihasilkan oleh turbin uap. dengan meningkatnya daya listrik yang dihasilkan oleh turbin uap akan meningkatkan produksi listrik dari PLTGU.

Kata Kunci: *Diverter Damper, Laju Aliran Uap, Efisiensi HRSG, Efisiensi PLTGU,*

Hak Cipta :

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



THE EFFECT OF DIVERTER DAMPER OPENING VARIATIONS ON THE EFFICIENCY OF THE HEAT RECOVERY STEAM GENERATOR UNIT AT THE COMBINED CYCLE POWER PLANT (PLTGU) OF PT. PLN INDONESIA POWER UBP PRIOK

Rizkie Mauladiarto¹⁾, Arifia Eka Yuliana¹⁾, Paulus Sukusno¹⁾

¹⁾ Program Studi Sarjana Terapan Teknologi Rekayasa Konversi Energi, Jurusan Teknik Mesin, Politeknik Negeri Jakarta, Kampus UI Depok, 16424

Email: rizkie.mauladiarto.tm21@mhs.w.pnj.ac.id

ABSTRACT

This study analyzes the effect of Diverter Damper opening variations on the efficiency and system performance of the Combined Cycle Power Plant (PLTGU) at PT. PLN IP UBP Priok. The main issues investigated include the utilization of the combined cycle in PLTGU to enhance power output and efficiency, as well as the role of the Heat Recovery Steam Generator (HRSG) and diverter damper. The research aims to examine the influence of damper opening percentage on the electrical power generated by the steam turbine, the overall PLTGU system output, HRSG efficiency, and PLTGU efficiency. A critical component of the PLTGU is the Heat Recovery Steam Generator (HRSG), which converts waste heat from the gas turbine exhaust into steam. The diverter damper on the stack bypass regulates the exhaust gas flow, determining whether the heat is recovered in the HRSG or discharged directly into the atmosphere. Secondary data was collected over eight days with Diverter Damper openings ranging from 97% to fully open (100%). Analyzed parameters include Fuel Flow Rate, Exhaust Gas Heat Flow from the Gas Turbine, Mass Flow Rate of Exhaust Heat Absorbed by the HRSG, Gas Turbine Efficiency, HRSG Efficiency, and PLTGU Efficiency. The results indicate that the Diverter Damper opening significantly impacts HRSG and PLTGU performance. At a 99.98% opening, HRSG efficiency increased by 0.74% compared to a 97% opening, accompanied by a rise in steam turbine output from 127.87 MW to 128.61 MW. This improvement is attributed to more optimal exhaust gas flow to the HRSG, enhancing steam production and overall efficiency. In conclusion, a larger Diverter Damper opening increases steam flow and expansion in the steam turbine, thereby boosting turbine output. This, in turn, elevates the total power generation of the PLTGU system.

Keywords: *Diverter Damper, Steam Flow Rate, HRSG Efficiency, PLTGU Efficiency*

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

KATA PENGANTAR

Puji serta syukur penulis panjatkan kehadiran Allah SWT, yang telah melimpahkan rahmat dan karunianya-Nya, sehingga penulis dapat menyelesaikan Skripsi yang berjudul **“Pengaruh Variasi Bukaannya Pada Diverter Damper Terhadap Efisiensi HRSG Unit PLTGU PT. PLN IP UBP Priok”**. Skripsi ini disusun untuk memenuhi salah satu syarat dalam menyelesaikan studi Sarjana Terapan Program Studi Teknologi Rekayasa Pembangkit Energi, Jurusan Teknik Mesin Politeknik Negeri Jakarta.

Penulisan skripsi ini tidak lepas dari bantuan dari berbagai pihak, oleh karena itu penulis ingin menyampaikan ucapan terimakasih yang tiada terhingga kepada:

1. Bapak Dr. Eng. Ir. Muslimin, S.T., M.T., IWE. selaku Ketua Jurusan Teknik Mesin Politeknik Negeri Jakarta dan dosen pembimbing yang telah memberikan bimbingan dalam penyelesaian skripsi ini
2. Ibu Arifia Ekayuliana, S.T., M.T. selaku dosen pembimbing 1 yang telah memberikan bimbingan dalam penyelesaian skripsi ini
3. Bapak Dr. Paulus Sukusno, S.T., M.T. selaku dosen pembimbing 2 yang telah memberikan bimbingan dalam penyelesaian skripsi ini
4. Bapak Cecep Slamet Abadi, S.T., M.T. selaku Kepala Program Studi Teknologi Rekayasa Pembangkit Energi Jurusan Teknik Mesin Politeknik Negeri Jakarta yang telah memberikan bantuan dalam mengarahkan dalam pelaksanaan skripsi ini
5. Kedua orang tua yang telah memberikan doa kepada penulis sehingga skripsi ini dapat diselesaikan
6. Rekan-rekan Energy Power yang telah membantu dan memberikan dukungan dalam proses penyelesaian skripsi.

Penulis berharap semoga skripsi ini bermanfaat bagi semua pihak terutama pada bidang manufaktur.

Depok, 30 Juni 2025

Rizkie Mauladiarto
NIM. 2102421016



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

DAFTAR PUSTAKA

HALAMAN PERSETUJUAN.....	iv
HALAMAN PENGESAHAN	v
LEMBAR PERNYATAAN ORISINALITAS.....	vi
ABSTRAK	vii
KATA PENGANTAR.....	ix
DAFTAR PUSTAKA	x
DAFTAR GAMBAR	xii
DAFTAR TABEL.....	xiii
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang Penelitian	1
1.2 Rumusan Masalah Penelitian	2
1.3 Pertanyaan Penelitian.....	2
1.4 Tujuan Penelitian	2
1.5 Manfaat Penelitian	2
1.6 Sistematikan Penulisan Skripsi	3
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	4
2.1 Prinsip Kerja PLTGU	4
2.2 Siklus Gabungan	4
2.3 Komponen PLTGU	5
2.3.1 Turbin Gas.....	5
2.3.2 Kompresor	6
2.3.3 Combustion Chamber.....	6
2.3.4 Turbin Uap	7
2.4 Heat Recovery Steam Generator (HRSG)	8
2.5 Diverter Damper.....	10
2.6 Parameter PLTGU	11
2.6.1 Efisiensi Termal Pembangkit Listrik Tenaga Gas Uap (η_{PLTGU}).....	11
2.6.2 Efisiensi Termal Pembangkit Listrik Tenaga Gas (η_{PLTG}).....	11
2.6.3 Efisiensi Termal Heat Recovery Steam Generator (η_{HRSG})	11
2.6.4 Laju Aliran Bahan Bakar (Q_{GT})	12
2.6.5 Laju Aliran Panas Gas Buang dari Turbin Gas (Q_{exh}).....	12
2.6.6 Laju Aliran Massa Energi Panas Gas Buang yang diserap HRSG	12
2.7 Kajian Literatur	12
BAB III METODOLOGI PENELITIAN	16



© 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

3.1	Jenis Penelitian.....	16
3.2	Objek Penelitian	16
3.3	Metode Pengambilan Sampel	16
3.4	Jenis dan Sumber Data Penelitian.....	16
3.5	Metode Pengumpulan Data	16
3.6	Metode Analisa Data	17
BAB IV HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN		18
4.1	Hasil Penelitian	18
4.1.1	Pengumpulan Data	18
4.1.2	Pengolahan Data Penelitian.....	19
4.2	Pembahasan.....	23
4.2.1	Pengaruh Persentase Nilai Bukaam Damper terhadap Laju Aliran Massa Energi Panas Gas Buang yang Diserap HRSG.....	23
4.2.2	Pengaruh Persentase Nilai Bukaam Damper terhadap Efisiensi HRSG.....	24
4.2.3	Pengaruh Persentase Nilai Bukaam Damper Terhadap Massa Laju Aliran Uap Masuk Turbin Uap	25
4.2.4	Pengaruh Persentase Nilai Bukaam Damper dengan Output Generator Turbin Uap	26
4.2.5	Pengaruh Persentase Nilai Bukaam Damper dengan Output PLTGU.....	27
4.2.6	Pengaruh Persentase Nilai Bukaam Damper dengan Effisiensi PLTGU.....	28
BAB V KESIMPULAN DAN SARAN.....		30
5.1	Kesimpulan	30
5.2	Saran	30
DAFTAR PUSTAKA.....		31
LAMPIRAN		34



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 Skema PLTGU	4
Gambar 2. 2 Siklus gabungan <i>Brayton Cycle</i> dan <i>Rankine Cycle</i>	4
Gambar 2. 3 Turbin Gas.....	5
Gambar 2. 4 Kompresor.....	6
Gambar 2. 5 Combustion Chamber.....	6
Gambar 2. 6 Turbin Uap	7
Gambar 2. 7 Heat Recovery Steam Generator.....	8
Gambar 2. 8 HRSG Tipe Horizontal	9
Gambar 2. 9 Ilustrasi Letak Diverter Damper	10
Gambar 4 1 Software Water and Steam Properties	20
Gambar 4 2 Grafik Hubungan Nilai Bukaam Damper dengan Laju Aliran Massa Energi Panas Gas Buang yang diserap HRSG	23
Gambar 4 3 Grafik Hubungan Nilai Bukaam Damper dengan Efisiensi HRSG.....	24
Gambar 4 4 Grafik Hubungan Nilai Bukaam Damper dengan Massa Laju Aliran Uap Masuk Turbin Uap	25
Gambar 4 5 Grafik Hubungan Nilai Bukaam Damper dengan Output Generator Turbin Uap	26
Gambar 4 6 Grafik Hubungan Nilai Bukaam Damper dengan Daya Output PLTGU	27
Gambar 4 7 Hubungan Nilai Bukaam Diverter Damper dengan Efisiensi PLTGU	28

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 4. 1 Data Operasi PLTGU PT. PLN INDONESIA POWER UBP PRIOK.....	18
Tabel 4. 2 Data Operasi PLTGU PT. PLN INDONESIA POWER UBP PRIOK.....	19
Tabel 4. 3 Hasil Pengolahan Data Penelitian.....	23





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 Penelitian

Pembangkit Listrik Tenaga Gas dan Uap (PLTGU) memegang peran krusial dalam sistem ketenagalistrikan modern karena mampu menghasilkan daya besar dengan efisiensi tinggi hingga 60%, jauh lebih baik dibandingkan pembangkit konvensional. PLTGU terdiri PLTG dan *Heat Recovery Steam Generator* (HRSG) diperlukan untuk meningkatkan daya dan efisiensi. Oleh karena itu, PLTGU memiliki potensi untuk memiliki efisiensi yang tinggi. Tetapi, PLTG memiliki kekurangan yaitu gas buang yang masih memiliki temperatur yang tinggi yaitu +500 oC namun tidak dimanfaatkan kembali yang membuat efisiensi PLTG berkurang. Maka dari itu dibutuhkan HRSG sebagai sistem pemanfaatan kembali panas gas buang PLTG. Sementara, dibutuhkan juga *Diverter Damper* agar aliran gas buang lebih optimal ke HRSG, sehingga produksi uap dan efisiensi meningkat. (Yunes A. Çengel Michael A. Boles, 2013).

HRSG berperan mirip dengan boiler konvensional dalam mengkonversi air menjadi uap. Perbedaan mendasar terletak pada sumber panasnya - sementara boiler mengandalkan pembakaran bahan bakar langsung, HRSG memanfaatkan energi termal dari gas buang turbin gas yang akan terbuang. Sistem ini dilengkapi dengan *diverter damper* yang berfungsi sebagai katup pengatur, menentukan apakah gas buang akan dialirkan ke HRSG untuk proses *recovery energi* (Collins et al., 2021). Selain itu, operasional HRSG yang optimal, seperti pengaturan bukaan pada *Diverter Damper* dapat meminimalisasi kehilangan panas (*heat loss*) dan juga berperan penting dalam mencapai efisiensi maksimal (Indocement & Prakarsa, 2022).

Salah satu penelitian sebelumnya menyimpulkan bahwa semakin besar nilai bukaan diverter damper semakin kecil kemungkinan terjadinya *backflow* pada sisi bagian belakang *blade damper* sehingga mengurangi resiko terjadinya *overheat* pada bagian *blade damper* dan semakin besar nilai bukaan *diverter damper* maka distribusi aliran gas buang dengan temperatur yang tinggi lebih luas dan merata (Mesin & Industri, n.d.).



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

Dengan kebutuhan listrik yang terus meningkat, pemanfaatan panas gas buang yang optimal dapat meningkatkan daya dan efisiensi PLTGU, sekaligus memperpanjang usia peralatan melalui reduksi *thermal stress*.

1.2 Rumusan Masalah Penelitian

Berdasarkan Latar Belakangnya, Penelitian ini memiliki beberapa permasalahan yang akan dibahas, yaitu:

1. Bagaimana pengaruh variasi bukaan *Diverter Damper* terhadap parameter HRSG?
2. Bagaimana pengaruh variasi bukaan *Diverter Damper* terhadap efisiensi HRSG dan PLTGU?

1.3 Pertanyaan Penelitian

Berdasarkan Rumusan Masalah yang ada, adapun pertanyaan penelitian sebagai berikut:

1. Apakah Parameter HRSG dipengaruhi oleh variasi bukaan *Diverter Damper*?
2. Apakah Efisiensi HRSG dan PLTGU dipengaruhi oleh variasi bukaan *Diverter Damper*?

1.4 Tujuan Penelitian

Berdasarkan rumusan masalah yang dibahas dalam skripsi ini, ada tujuan sebagai berikut:

1. Mengetahui pengaruh variasi bukaan pada *Diverter Damper* terhadap parameter HRSG.
2. Mengetahui pengaruh variasi bukaan pada *Diverter Damper* terhadap efisiensi HRSG dan PLTGU.

1.5 Manfaat Penelitian

Aspek teoritis: dengan kebutuhan listrik yang terus meningkat, pemanfaatan panas gas buang yang optimal dapat meningkatkan daya dan efisiensi PLTGU. Aspek praktis: memperpanjang usia peralatan melalui reduksi *thermal stress*.



© 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

1.6 Sistematikan Penulisan Skripsi

BAB I PENDAHULUAN

BAB I berisi pendahuluan dari penelitian. Pada bab ini terdapat latar belakang penelitian, rumusan masalah, pertanyaan penelitian, tujuan penelitian, manfaat penelitian dan sistematika penulisan.

BAB II TINJAUAN PUSTAKA

BAB II berisi penjelasan tentang dasar teori yang digunakan dalam penelitian. Di antaranya yaitu teori tentang *Combined Cycle, Heat Recovery Steam Generator* (HRSG), variasi bukaan pada *Diverter Damper*, kajian literatur.

BAB III METODE PENELITIAN

BAB III berisi penjelasan tentang jenis penelitian, objek penelitian, metode pengambilan sampel, jenis dan sumber data penelitian, metode pengumpulan data dan metode analisis data.

BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN

BAB IV berisi penjelasan tentang hasil penelitian berupa perbandingan variasi bukaan *Diverter Damper* dan data variasi bukaan *Diverter Damper*. Bab ini juga berisi tentang pembahasan mengenai analisis pengaruh variasi bukaan *Diverter Damper* pada sistem PLTGU.

BAB V SIMPULAN DAN SARAN

BAB V berisi kesimpulan penelitian dan saran yang diberikan penulis untuk penelitian ini

**POLITEKNIK
NEGERI
JAKARTA**



Hak Cipta :

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

BAB V KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan

Berdasarkan analisis dan pembahasan yang dilakukan pada penelitian ini maka didapatkan kesimpulan, yaitu:

1. Output daya listrik yang dihasilkan oleh PLTGU adalah fluktuatif hal tersebut dipengaruhi oleh daya listrik yang dihasilkan turbin gas. Dari perbandingan yang dilakukan dapat disimpulkan bahwa nilai persentase bukaan damper mempengaruhi daya listrik yang dihasilkan oleh turbin uap, hal tersebut mempengaruhi laju aliran gas buang yang diserap HRSG untuk memproduksi uap. Maka semakin besar nilai bukaan diverter damper semakin besar laju aliran uap yang di produksi dan berekspansi dengan turbin uap, sehingga terjadi peningkatan daya listrik yang dihasilkan oleh turbin uap. dengan meningkatnya daya listrik yang dihasilkan oleh turbin uap akan meningkatkan produksi listrik dari PLTGU.
2. Terjadi peningkatan efisiensi dari HRSG, hal tersebut dipengaruhi laju aliran gas buang yang masuk ke dalam HRSG dan laju aliran massa energi panas dari gas buang yang dimanfaatkan HRSG untuk memproduksi uap. dengan meningkatnya persentase bukaan *damper* menyebabkan laju aliran gas buang yang masuk ke dalam HRSG ikut meningkat.

5.2 Saran

Memperhatikan persentase nilai bukaan diverter damper agar tidak terjadi penurunan daya listrik yang dihasilkan oleh turbin uap dan efisiensi dari pembangkit. Penulis menyarankan persentase nilai bukaan diverter damper agar terjadi peningkatan efisiensi sebesar 0,47% adalah di 99.98%.



DAFTAR PUSTAKA

- 15.HRSG.pdf. (n.d.).
- Adolph, R. (2016). 濟無No Title No Title No Title. 4, 1–23.
- ARIF, S. K. (2018). Analisis Termodinamika Unjuk Kerja Turbin Gas Pltgu Gt 2.3 Di Pt Pjb Up Gresik Sebelum Dan Setelah Combustion Inspection. *Institut Teknologi Sepuluh Nopember Surabaya*.
- Collins, S. P., Storrow, A., Liu, D., Jenkins, C. A., Miller, K. F., Kampe, C., & Butler, J. (2021). No Title 濟無No Title No Title No Title. 3, 5–65.
- Halaman Depan, BAB I, BAB IV, dan Lampiran (PKL Andry Trisaputra).pdf. (n.d.).
- Hitachi, M. P. S. (2017). *Jawa-2 Combine Cycle Power Plant Training Generator*. 1–78.
- Hrsg, T., & Hrsg, T. (1996). *Heat-Recovery Steam Generators : Understand the Basics*. August.
- Ilmar, A., & Sandra, A. (2012). Analisis Unjuk Kerja Heat Recovery Steam Generator (HRSG) pada PLTGU Muara Tawar Blok 5. *Jurnal Saintek*, 7(1), 23–31. <https://jurnal.umj.ac.id/index.php/sintek/article/view/138/120>
- Indocement, P. T., & Prakarsa, T. (2022). *ANALISA PENGARUH LOSSES PADA STACK BYPASS DI HRSG TERHADAP EFISIENSI PLTGU*.
- Industri, F. T. (n.d.). *ANALISA PENGARUH VARIASI PINCH POINT DAN APPROACH POINT TERHADAP PERFORMA HEAT RECOVERY STEAM GENERATOR TIPE DUAL PRESSURE*.
- Industri, F. T. (2016). *SIMULASI COMBINED CYCLE POWER PLANT 500MW DENGAN MODE KONFIGURASI OPERASI 3-3-1 SEBAGAI PEAK LOAD DAN BASE LOAD DENGAN SIMULATION OF COMBINED CYCLE POWER PLANT 500MW WITH OPERATING MODE CONFIGURATION 3-3-1 AS BASE LOAD AND PEAK LOAD BY USING SOFTWARE GATE*.
- Kasus, S., Up, P. J. B., & Geometri, A. T. P. (2012). *Studi Numerik Pengaruh Sudut Buka Damper Pada Saluran Udara*. 1(1), 1–5.
- Kurniawan, R., & Hazwi, M. (2014). Analisa Performansi Pembangkit 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



© 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

Tenaga Gas Uap (Pltgu) Sicanang Belawan. *Jurnal e-Dinamis*, 10(2), 1–7.
[http://download.garuda.kemdikbud.go.id/article.php?article=1432825&val=4135&title=ANALISA PERFORMANSI PEMBANGKIT LISTRIK TENAGA GAS UAP PLTGU SICANANG BELAWAN](http://download.garuda.kemdikbud.go.id/article.php?article=1432825&val=4135&title=ANALISA%20PERFORMANSI%20PEMBANGKIT%20LISTRIK%20TENAGA%20GAS%20UAP%20PLTGU%20SICANANG%20BELAWAN)

Kusuma, G. E., Pramesti, L., Purwana, A., Karamina, P. A., & Moballa, B. (2024). *Desain dan Eksperimen Variasi Bukaannya Damper Fresh Air dan Return Air terhadap Kinerja Mesin Pendingin pada Sistem AHU*. 6(3), 273–278.

Material, T., & Turbine, S. (2015). *JAWA-2 Combined Cycle Power Plant*.
 Mesin, J. T., & Industri, F. T. (n.d.). *Studi Numerik Karakteristik Aliran dan Perpindahan Panas pada Heat Recovery Steam Generator PLTGU Block 3 di PT PJB Unit Pembangkitan Gresik dengan Variasi Sudut Bukaannya diverter damper (45%,80% dan Fully Open)*.

Metode penelitian kuantitatif. (n.d.).

Mw, B., Burlian, F., Ghafara, A., Raya, J., & Km, P. (n.d.). *PERANCANGAN ULANG HEAT RECOVERY STEAM GENERATOR DENGAN SISTEM DUAL PRESSURE MELALUI PEMANFAATAN GAS BUANG SEBUAH TURBIN GAS*. 13(1), 21–32.

Rieke Hisana, A., Arief, D. S., & Handonowarih, G. F. (2019). Mechanical and Aerospace-Science and Engineering-30 th. *Journal of Ocean*, 63(2), 11–15.
www.isomase.org.

Setelah, K., Generator, D., Satu, A. C., & Dua, P. (n.d.). *Prinsip Kerja Generator sinkron*.

Setyoko, B. (2006). *ANALISA EFISIENSI PERFORMA HRSG (Heat Recovery Steam Generation) PADA PLTGU*. 56 *Traksi*, 4(2), 31.

Syafi'i, I. (2017). *Pabrik Ii Dan Iii Terhadap Unjuk Kerja Siklus Rankine Unit Batubara (Ubb) Pt . Petrokimia Gresik Pabrik Ii Dan Iii Terhadap Unjuk Kerja Siklus Rankine Unit Batubara (Ubb) Pt. Petrokimia Gresik*.

Syahidin, A., Setiawidayat, S., & Ali Putra, S. (2021). Analisis Efisiensi Thermal Untuk Menentukan Beban Optimal Pada Pembangkit Listrik Tenaga Gas



© 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

Menggunakan Metode Siklus Brayton. *JASEE Journal of Application and Science on Electrical Engineering*, 1(02), 1–15.

<https://doi.org/10.31328/jasee.v1i02.24>

Wicaksana, A., & Rachman, T. (2018). Perancangan Heat Recovery Steam Generator (Hrsg) Yang Memanfaatkan Gas Buang Turbin Gas Di Pltg Pt. Pln (Persero) Pembangkitan Dan Penyaluran Sumatera Bagian Utara Sektor Belawan. *Angewandte Chemie International Edition*, 6(11), 951–952., 3(1), 10–27. <https://medium.com/@arifwicaksanaa/pengertian-use-case-a7e576e1b6bf>

Yohana, E., & Julyansyah, R. (2016). Analisis Total Efisiensi Hrsg (Heat Recovery Steam Generator) Pada Combine Cycle Power Plant (Ccpp) 120 Mw Pt. Krakatau Daya Listrik. *Rotasi*, 18(2), 28. <https://doi.org/10.14710/rotasi.18.2.28-31>

Yunes A. Çengel Michael A. Boles. (2013). 濟無No Title No Title. *Termodinámica*, 53(9), 1689–1699.

POLITEKNIK
NEGERI
JAKARTA



LAMPIRAN

TABLE A-2 Properties of Saturated Water (Liquid-Vapor): Temperature Table (Continued)

Temp. °C	Press. bar	Specific Volume m ³ /kg		Internal Energy kJ/kg		Enthalpy kJ/kg			Entropy kJ/kg · K		Temp. °C
		Sat. Liquid $v_f \times 10^3$	Sat. Vapor v_g	Sat. Liquid u_f	Sat. Vapor u_g	Sat. Liquid h_f	Evap. h_{fg}	Sat. Vapor h_g	Sat. Liquid s_f	Sat. Vapor s_g	
50	.1235	1.0121	12.032	209.32	2443.5	209.33	2382.7	2592.1	.7038	8.0763	50
55	.1576	1.0146	9.568	230.21	2450.1	230.23	2370.7	2600.9	.7679	7.9913	55
60	.1994	1.0172	7.671	251.11	2456.6	251.13	2358.5	2609.6	.8312	7.9096	60
65	.2503	1.0199	6.197	272.02	2463.1	272.06	2346.2	2618.3	.8935	7.8310	65
70	.3119	1.0228	5.042	292.95	2469.6	292.98	2333.8	2626.8	.9549	7.7553	70
75	.3858	1.0259	4.131	313.90	2475.9	313.93	2321.4	2635.3	1.0155	7.6824	75
80	.4739	1.0291	3.407	334.86	2482.2	334.91	2308.8	2643.7	1.0753	7.6122	80
85	.5783	1.0325	2.828	355.84	2488.4	355.90	2296.0	2651.9	1.1343	7.5445	85
90	.7014	1.0360	2.361	376.85	2494.5	376.92	2283.2	2660.1	1.1925	7.4791	90
95	.8455	1.0397	1.982	397.88	2500.6	397.96	2270.2	2668.1	1.2509	7.4159	95
100	1.014	1.0435	1.673	418.94	2506.5	419.04	2257.0	2676.1	1.3069	7.3549	100
110	1.433	1.0516	1.210	461.14	2518.1	461.30	2230.2	2691.5	1.4185	7.2387	110
120	1.985	1.0603	0.8919	503.50	2529.3	503.71	2202.6	2706.3	1.5276	7.1296	120
130	2.701	1.0697	0.6685	546.02	2539.9	546.31	2174.2	2720.5	1.6344	7.0269	130
140	3.613	1.0797	0.5089	588.74	2550.0	589.13	2144.7	2733.9	1.7391	6.9299	140
150	4.758	1.0905	0.3928	631.68	2559.5	632.20	2114.3	2746.5	1.8418	6.8379	150
160	6.178	1.1020	0.3071	674.86	2568.4	675.55	2082.6	2758.1	1.9427	6.7502	160
170	7.917	1.1143	0.2428	718.33	2576.5	719.21	2049.5	2768.7	2.0419	6.6663	170
180	10.02	1.1274	0.1941	762.09	2583.7	763.22	2015.0	2778.2	2.1396	6.5857	180
190	12.54	1.1414	0.1565	806.19	2590.0	807.62	1978.8	2786.4	2.2359	6.5079	190
200	15.54	1.1565	0.1274	850.65	2595.3	852.45	1940.7	2793.2	2.3309	6.4323	200
210	19.06	1.1726	0.1044	895.53	2599.5	897.76	1900.7	2798.5	2.4248	6.3585	210
220	23.18	1.1900	0.08619	940.87	2602.4	943.62	1858.5	2802.1	2.5178	6.2861	220
230	27.95	1.2088	0.07158	986.74	2603.9	990.12	1813.8	2804.0	2.6099	6.2146	230
240	33.44	1.2291	0.05976	1033.2	2604.0	1037.3	1766.5	2803.8	2.7015	6.1437	240
250	39.73	1.2512	0.05013	1080.4	2602.4	1085.4	1716.2	2801.5	2.7927	6.0730	250
260	46.88	1.2755	0.04221	1128.4	2599.0	1134.4	1662.5	2796.6	2.8838	6.0019	260
270	54.99	1.3023	0.03564	1177.4	2593.7	1184.5	1605.2	2789.7	2.9751	5.9301	270
280	64.12	1.3321	0.03017	1227.5	2586.1	1236.0	1543.6	2779.6	3.0668	5.8571	280
290	74.36	1.3656	0.02557	1278.9	2576.0	1289.1	1477.1	2766.2	3.1594	5.7821	290
300	85.81	1.4036	0.02167	1332.0	2563.0	1344.0	1404.9	2749.0	3.2534	5.7045	300
320	112.7	1.4988	0.01549	1444.6	2525.5	1461.5	1238.6	2700.1	3.4480	5.5362	320
340	145.9	1.6379	0.01080	1570.3	2464.6	1594.2	1027.9	2622.0	3.6594	5.3357	340
360	186.5	1.8925	0.006945	1725.2	2351.5	1760.5	720.5	2481.0	3.9147	5.0526	360
374.14	220.9	3.155	0.003155	2029.6	2029.6	2099.3	0	2099.3	4.4298	4.4298	374.14

$$v_f = (\text{table value})/1000$$

POLITEKNIK
NEGERI
JAKARTA

- 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