

**ANALISA PERFORMA HEAT RECOVERY STEAM GENERATOR
(HRSG) UNIT 1 DAN 3 DI PLTGU MUSI 2
PT. PURADAYA PRIMA PALEMBANG**



SKRIPSI

**Disusun Untuk Memenuhi Syarat Menyelesaikan Skripsi Pendidikan
Strata I Pada Program Studi Teknik Mesin**

Oleh :

HARYADI

1522110525

**FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS TRIDINANTI PALEMBANG
2020**

**HALAMAN PENGESAHAN
UNIVERSITAS TRIDINANTI PALEMBANG
FAKULTAS TEKNIK**

SKRIPSI

**ANALISA PERFORMA HEAT RECOVERY STEAM GENERATOR
(HRSG) UNIT 1 DAN 3 DI PLTGU MUSI 2
PT. PURADAYA PRIMA PALEMBANG**

Disusun Untuk Memenuhi Syarat Menyelesaikan Skripsi Pendidikan
Strata I Pada Program Studi Teknik Mesin

OLEH :

**HARYADI
1522110525**

Diketahui :
Ketua Program Studi Teknik Mesin,


Ir. H. M. Ali, MT

Diperiksa dan Disetujui
Pembimbing I,


Ir. Abdul Muin, MT

Pembimbing II,


Ir. Hermanto Ali, MT

Disahkan Oleh :

Dekan,

Ir. H. Ishak Effendi, MT



**ANALISA PERFORMA HEAT RECOVERY STEAM GENERATOR
(HRSG) UNIT 1 DAN 3 DI PLTGU MUSI 2 PT. PURADAYA PRIMA
PALEMBANG**



Oleh :

HARYADI

1522110525

Telah disetujui oleh Dosen Pembimbing :

Pembimbing I,

Ir. Abdul Muin, MT

Pembimbing II,

Ir. Hermanto Ali, MT.

**Mengetahui,
Ketua Program Studi**

Ir. M. H. Ali, MT.

SURAT PERNYATAAN BEBAS PLAGIAT

Saya Yang Bertanda Tangan dibawah ini,

Nama : Haryadi
NPM : 1522110525
Fakultas : TEKNIK
Program Studi : Strata 1 (S1) Teknik Mesin
Bidang Kajian Skripsi: Konversi Energi
Judul Skripsi :

**ANALISA PERFORMA HEAT RECOVERY STEAM GENERATOR (HRSG) UNIT 1
DAN 3 DI PLTGU MUSI 2 PT. PURADAYA PRIMA PALEMBANG**

Menyatakan dengan ini bahwa Skripsi saya merupakan hasil karya sendiri yang didampingi pembimbing bukan hasil penjiplakan/ Plagiat. Dan telah melewati proses *Plagiarism Checker* yang dilakukan pihak Jurusan, apabila pernyataan ini terbukti tidak benar maka saya bersedia menerima sanksi sesuai ketentuan yang berlaku.

Demikian surat pernyataan ini saya buat untuk dipergunakan sebagaimana mestinya.

Mengetahui,
Ketua Prodi Teknik Mesin UTP


Ir. H. M. Ali, MT

Palembang,
Yang Menyatakan,



Haryadi

Lampiran : Bukti Hasil Proses Plagiarism Checker Dari Operator

PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI
TUGAS AKHIR UNTUK KEPENTINGAN AKADEMIS

Sebagai Civitas Akademika Program Studi Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Tridinanti Palembang.

Saya Yang Bertanda Tangan dibawah ini,

Nama : Haryadi
NPM : 1522110525
Fakultas : TEKNIK
Program Studi : Strata 1 (S1) Teknik Mesin
Jenis Karya : SKRIPSI
Bid. Kajian Skripsi : Konversi Energi

Demi Pengembangan Ilmu pengetahuan untuk memberikan kepada pihak Universitas Tridinanti Palembang hak bebas Royalti Nonekklusif (*non eksklusive royality free right*) atas karya ilmiah saya yang berjudul :

**ANALISA PERFORMA HEAT RECOVERY STEAM GENERATOR (HRSG) UNIT 1
DAN 3 DI PLTGU MUSI 2 PT. PURADAYA PRIMA PALEMBANG**

Beserta perangkat yang ada (jika diperlukan), dengan hak royalti eksklusif ini Universitas Tridinanti Palembang berhak menyimpan, mengalih mediakan, mengelola dalam bentuk data base dan mempublikasikan tugas akhir saya selama tetap mencantumkan nama saya sebagai penulis/pencipta dan pemilik hak cipta.

Demikian pernyataan saya buat dengan sebenarnya dan tanpa ada tekanan dari pihak mana pun.

Dibuat di Palembang,

Tanggal Oktober 2020

Yang Menyatakan




Haryadi

SURAT PERNYATAAN BEBAS PUBLIKASI GANDA

Saya Yang Bertanda Tangan dibawah ini,

Nama : Haryadi
NPM : 1522110525
Fakultas : TEKNIK
Program Studi : Strata 1 (S1) Teknik Mesin
Bid. Kajian Skripsi : Konversi Energi

Dengan ini menyatakan bahwa judul artikel ilmiah,

**ANALISA PERFORMA HEAT RECOVERY STEAM GENERATOR (HRSG) UNIT 1
DAN 3 DI PLTGU MUSI 2 PT. PURADAYA PRIMA PALEMBANG**

benar bebas dari publikasi ganda, dan apabila pernyataan ini terbukti tidak benar maka saya bersedia menerima sanksi sesuai ketentuan yang berlaku.

Demikian surat pernyataan ini saya buat untuk dipergunakan sebagaimana mestinya.

**Palembang,
Yang Menyatakan,**



Harvadi

Lampiran : Bukti Hasil Proses Plagiarism Checker Dari Operator



Plagiarism Checker X Originality Report

Similarity Found: 28%

Date: Sabtu, Oktober 17, 2020

Statistics: 1826 words Plagiarized / 6619 Total words

Remarks: Medium Plagiarism Detected - Your Document needs Selective Improvement.

1 BAB I PENDAHULUAN 1.1 Latar Belakang Tak bisa dipungkiri bahwa saat ini perkembangan di bidang industri, teknologi dan bidang pembangunan mengalami kemajuan yang sangat pesat, hal ini berimbas pada naiknya tingkat kebutuhan di sektor tenaga listrik.

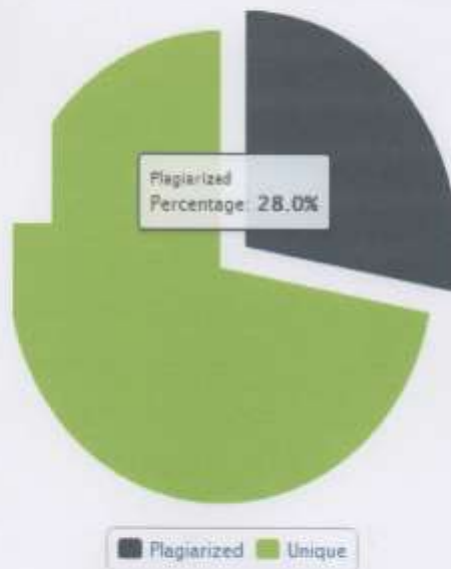
Dengan melihat perkembangan tersebut, maka perlu adanya suatu peningkatan dalam hal produksi listrik didalam suatu wilayah untuk memenuhi kebutuhan tersebut. Produksi ini tidak hanya semata-mata menitik beratkan pada kapasitas daya yang mampu dihasilkan, tetapi juga dalam hal teknologi, khususnya dalam hal perekayasaan mesin, sistem operasi, serta hal pemeliharaan dalam memproduksi listrik tersebut, sehingga produksi listrik bertambah namun penggunaan bahan bakar haruslah efisien.

Sejalan dengan peningkatan kebutuhan tenaga listrik tersebut, Untuk memenuhi kebutuhan tenaga listrik, maka di bangunlah berbagai sistem pembangkit listrik di Indonesia terutama di Sumatera selatan. Salah satu pembangkit listrik itu adalah pembangkit listrik tenaga gas dan uap (PLTGU). PLTGU mus 2 PT. Pura Daya Prima (PDP) adalah sebuah Independent Power Producer (IPP) yang didirikan pada tanggal 30 Maret 2005 berdasarkan Akta Perusahaan No 34.

Perusahaan ini dibentuk untuk memenuhi kebutuhan akan tenaga listrik di wilayah Sumatera Selatan, terutama untuk mendukung keseimbangan kapasitas sistem tenaga dari PT PLN (Persero) WS2JB (Wilayah Sumatra Selatan, Jambi, dan Bengkulu). yang ditentukan sebagai 2 daerah krisis listrik berdasarkan Peraturan Menteri Energi dan Sumber Daya Mineral Nomor 482-12/40/600.2/2006.

Selain itu, Pemerintah melalui PT PLN (Persero) berusaha untuk mengurangi

PlagiarismCheckerX Summary Report



Date	Sabtu, Oktober 17, 2020
Words	1826 Plagiarized Words / Total 6619 Words
Sources	More than 164 Sources Identified.
Remarks	Medium Plagiarism Detected - Your Document needs Selective Improvement.

DAFTAR ISI

LEMBAR PENGESAHAN	i
LEMBAR PERSEMBAHAN	iv
ABSTRAK	v
KATA PENGANTAR	vii
DAFTAR ISI	ix
DAFTAR GAMBAR	xii
DAFTAR TABEL	xiv
 BAB I PENDAHULUAN	
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	3
1.3 Batasan Masalah.....	4
1.4 Tujuan Penelitian	4
1.5 Manfaat Penellitian.....	5
1.6 Sistematika Penulisan.....	6
 BAB II TINJAUAN PUSTAKA	
2.1 Pembangkit Listrik Tenaga Gas dan Uap (PLTGU)	7
2.2 Bagian-Bagian Utama PLTGU	8
2.3 Siklus PLTGU	10
2.3.1 Silus Brayton	12
2.3.2 Silus Rankine	13

2.4	HRSG (Heat Recovery Steam Generator)	14
2.4.1	Jenis HRSG Berdasarkan Kontruksi Pipa Penukar Panas	14
2.4.2	Bagian-Bagian Utama HRSG	16
2.4.3	Prinsip Kerja HRSG	19
2.5	Perpindahan Panas Pada HRSG	20
2.5.1	Perpindahan panas Konduksi.....	20
2.5.2	Perpindahan panas Konveksi	21
2.5.3	Perpindahan panas Kombinasi.....	21
2.5.4	Perhitungan Geometri.....	23
2.5.5	Koefisien Perpindahan Panas	24
2.6	Alat Penukar Kalor	24
2.7	Efisiensi HRSG.....	26
BAB III METODE PENELITIAN		
3.1	Metodelogi Penelitian	28
3.2	Fokus Penelitian	28
3.3	Lokasi dan Obyek Penelitian.....	28
3.4	Prosedur Penelitian.....	28
3.5	Alat Penelitian	30
3.6	Pengolahan Data.....	32
3.7	Diagram Alir Penelitian	33
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN		
4.1	Data Spesifikasi Unit.....	34
4.2	Data Parameter HRSG 1 Dan HRSG 3	36
4.3	Perhitungan Geometri	38

4.4	Perhitungan Pada HRSG Unit 1	39
4.4.1	Koefisien Perpindahan Panas	39
4.4.2	Perpindahan Panas Pada Superheater	43
4.4.3	Perpindahan Panas Pada Evaporator	43
4.4.4	Perpindahan Panas Pada Ekonomiser	44
4.4.5	4.4.5 Efisiensi Pada HRSG	45
4.5	Perhitungan Pada HRSG Unit 3	45
4.5.1	Koefisien Perpindahan Panas	45
4.5.2	Perpindahan Panas Pada Superheater	49
4.5.3	Perpindahan Panas Pada Evaporator	49
4.5.4	Perpindahan Panas Pada Ekonomiser	50
4.5.5	4.4.5 Efisiensi Pada HRSG	51
4.6	Pembahasan	52

BAB V KESIMPULAN DAN SARAN

5.1	Kesimpulan.....	55
5.2	Saran.....	55

DAFTAR PUSTAKA

LAMPIRAN

ABSTRAK

Heat Recovery Steam Generator (HRSG) berfungsi untuk memanaskan air dan merubahnya menjadi uap panas (steam) yang bertemperatur dan bertekanan tinggi, lalu steam tersebut di alirkan untuk memutar Turbine Uap yang di kopel dengan Generator sehingga menghasilkan listrik sebagai hasil dari perputaran medan magnet dalam kumparan. HRSG memakai bahan bakar yang berasal dari Gas sisa dari Turbine Gas pada sistem PLTG sehingga menjadi suatu siklus gabungan atau combine cycle (PLTGU). Selama periode 2008 hingga 2020 PLTGU Musi 2 mengalami perubahan-perubahan, mulai dari penurunan efisiensi pada 2015, dan perubahan dari pola operasi pada tahun 2019. dengan pola operasi yang berbeda tersebut terlihat perbedaan pada tiap-tiap HRSG, terutama pada unit HRSG 1 dan HRSG 3 dengan input panas yang sama pada 513°C namun output yang dihasilkan berbeda. Oleh karena itu di lakukan analisa performa pada HRSG unit 1 dan 3, analisa dilakukan untuk menghitung laju perpindahan panas dan efisiensi pada HRSG. Hasil perhitungan diperoleh nilai laju perpindahan panas $Q_{keseluruhan}$ pada HRSG 1 sebesar 9426,6091 Kw dan nilai $Q_{keseluruhan}$ pada HRSG 3 sebesar 8776,9737 Kw, nilai efisiensi η HRSG 1 adalah 32,19 % dan η HRSG 3 adalah 29,98 %.

Kata kunci : PLTGU, PLTU, HRSG, Perpindahan Panas, Efisiensi.

ABSTRAK

Heat Recovery Steam Generator (HRSG) functions to heat water and convert it into hot steam (steam) with high temperature and pressure, then the steam is flowed to rotate the Steam Turbine coupled with the Generator to produce electricity as a result of rotating the magnetic field in the coil. . HRSG uses fuel derived from residual gas from Turbine Gas in the PLTG system so that it becomes a combined cycle (PLTGU). During the period 2008 to 2020 PLTGU Musi 2 underwent changes, starting from a decrease in efficiency in 2015, and a change in operating patterns in 2019. With these different operating patterns, there are differences in each HRSG, especially in HRSG 1 and HRSG units. 3 with the same heat input at 513 ° C but different output. Therefore, a performance analysis was performed on HRSG units 1 and 3, analysis was carried out to calculate the heat transfer rate and efficiency of the HRSG. The calculation results obtained that the Q_{overall} heat transfer rate value for HRSG 1 is 9426.6091 kW and the Q_{overall} value for HRSG 3 is 8776.9737 kW, the efficiency value of η HRSG 1 is 32.19% and η HRSG 3 is 29.98%.

Keywords: PLTGU, PLTU, HRSG, Heat Transfer, Efficiency.

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Tak bisa dipungkiri bahwa saat ini perkembangan di bidang industri, teknologi dan bidang pembangunan mengalami kemajuan yang sangat pesat, hal ini berimbas pada naiknya tingkat kebutuhan di sektor tenaga listrik. Dengan melihat perkembangan tersebut, maka perlu adanya suatu peningkatan dalam hal produksi listrik didalam suatu wilayah untuk memenuhi kebutuhan tersebut. Produksi ini tidak hanya semata-mata menitik beratkan pada kapasitas daya yang mampu dihasilkan, tetapi juga dalam hal teknologi, hususnya dalam hal perekayasaan mesin, sistem operasi, serta hal pemeliharaan dalam memproduksi listrik tersebut, sehingga produksi listrik bertambah namun penggunaan bahan bakar haruslah efisien. Sejalan dengan peningkatan kebutuhan tenaga listrik tersebut, Untuk memenuhi kebutuhan tenaga listrik, maka di bangunlah berbagai sistem pembangkit listrik di Indonesia terutama di Sumatera selatan. Salah satu pembangkit listrik itu adalah pembangkit listrik tenaga gas dan uap (PLTGU).

PLTGU musi 2 PT. Pura Daya Prima (PDP) adalah sebuah Independent Power Producer (IPP) yang didirikan pada tanggal 30 Maret 2005 berdasarkan Akta Perusahaan No 34. Perusahaan ini dibentuk untuk memenuhi kebutuhan akan tenaga listrik di wilayah Sumatera Selatan, terutama untuk mendukung keseimbangan kapasitas sistem tenaga dari PT PLN (Persero) WS2JB (Wilayah Sumatra Selatan, Jambi, dan Bengkulu). yang ditentukan sebagai

daerah krisis listrik berdasarkan Peraturan Menteri Energi dan Sumber Daya Mineral Nomor 482-12/40/600.2/2006. Selain itu, Pemerintah melalui PT PLN (Persero) berusaha untuk mengurangi ketergantungan pada pembangkit listrik berbahan bakar diesel dengan gas pembangkit listrik bahan bakar atau energi terbarukan lainnya.

Berdasarkan kontrak jual beli listrik antara PT PLN (Persero) WS2JB dengan PT. Puradaya Prima yaitu wajib mendistribusikan energi listrik dengan kapasitas 13.83 MW selama 20 tahun. Dalam rangka memenuhi kewajibannya tersebut, PT. Puradaya Prima menandatangani kontrak EPC Turbin Gas 3 x 4.8 MW dengan Turbomach, yang merupakan anak perusahaan dari Caterpillar yang bergerak di bidang pembangkit listrik dan berkedudukan di Swiss. Untuk mengoperasikan pembangkitnya, PLTGU Musi 2 menggunakan bahan bakar gas dari PT Pertamina (Persero) berdasarkan Perjanjian Jual Beli Gas Nomor 319/EP0000/206-S1 dan Nomor 050/SPJ.PDP/0606 yang dilaksanakan pada tanggal 30 Mei 2006.

Pada tahun 2008 PT. Puradaya Prima menambahkan mesin Turbin Uap dari kapasitas PLTG 14.1 MW dinaikan menjadi PLTGU dengan menambah Turbin Uap berkapasitas 5.7 MW sehingga total beban PLTGU 19.8 MW. Berdasarkan data operasi setelah komisioning (Siklus Kombinasi) tahun 2008, PLTGU Musi 2 mengalami perubahan-perubahan diantaranya, pada saat komisioning, daya yang dihasilkan 19.8 MW dengan pola operasi (3-3-1) yaitu 3 unit Gas Turbine, 3 unit HRSG, dan 1 unit Turbine Uap, lalu Pada tahun 2015 dilakukan studi analisa untuk mengetahui efisiensi PLTGU Musi 2 dengan data parameter dengan pola operasi yang sama, dan hasilnya PLTGU

Musi 2 menghasilkan daya 19.2 MW yang menunjukkan bahwa efisiensi mengalami penurunan. Perubahan juga terjadi pada pola operasi, pada pertengahan tahun 2019 terjadi beberapa perubahan pada pola operasi dari (3-3-1) 3 unit Gas Turbine, 3 unit HRSG, dan 1 unit Turbine Uap, menjadi (2-2-1) 2 Gas Turbine, 2 HRSG, 1 Turbine Uap. (2-1-1) 2 Gas Turbine, 1 HRSG, 1 Turbine Uap. Bahkan (1-1-1) 1 Gas Turbine, 1 HRSG, 1 Turbine Uap, tergantung pada situasi, kondisi dan juga perintah dari Plant Manager.

Dengan perubahan pola yang sering terjadi, terutama saat memakai pola operasi (1-1-1) 1 Gas Turbin, 1 HRSG, dan 1 Turbine Uap, hasil data operasi menunjukkan bahwa dari HRSG 1, 2 dan 3 yang beroperasi dengan pola tersebut terlihat perbedaan pada tiap-tiap HRSG, terutama pada unit HRSG 1 dan HRSG 3, dengan beban Gas Turbine unit 1 dan 3 sama pada beban Full Power di (4.8 MW) dan input panas yang sama terhadap HRSG unit 1 dan 3 sama yaitu pada temperatur 513°C, data operasi menunjukkan bahwa keluaran temperatur, aliran uap, volum uap, dan tekanan yang dihasilkan pada HRSG 3, cenderung lebih rendah dari HRSG 1.

Untuk itu dilakukan analisa performa HRSG dengan perhitungan kehilangan panas yang bertujuan untuk mengetahui besarnya penurunan kinerja pada unit HRSG 1 dan 3.

1.2 Rumusan Masalah

Rumusan masalah yang di angkat dalam analisa ini adalah sebagai berikut:

1. Bagaimanakah pengaruh kehilangan panas pada HRSG terhadap output yang dihasilkan.

2. Berapakah nilai laju perpindahan panas menyeluruh pada unit HRSG 1 dan HRSG 3.
3. Berapakah nilai efisiensi unit HRSG 1 dan HRSG 3.

1.3 Batasan Masalah

Untuk penyusunan Skripsi ini penulis memfokuskan batasan masalah yang di ambil adalah sebagai berikut :

1. Sistem yang ditinjau sebagai objek penelitian adalah unit HRSG 1, dan unit HRSG 3, di PLTGU Musi 2 PT. Puradaya Prima Palembang.
2. Beban pada unit Gas Turbine 1 dan Gast Turbine 3 sama (FULL POWER) pada 4.8 MW.
3. Analisa data operasional yang diambil pada sistem PLTU berdasarkan pada data tertinggi.
4. Perpindahan panas yang ditinjau secara konduksi dan koveksi.
5. Perpindahan panas secara radiasi di abaikan.
6. Analisa Gas Turbin tidak diikut sertakan.
7. Analisa HRSG 2 tidak diikut sertakan.
8. Analisis korosi tidak diikut sertakan.

1.4 Tujuan Penelitian

Tujuan dari penelitian ini ialah :

1. Menganalisa perbedaan performa unit HRSG 1 dan HRSG 3 pada sistem PLTU.
2. Menghitung laju perpindahan panas menyeluruh pada unit HRSG 1 dan HRSG 3.
3. Menghitung efisiensi HRSG unit HRSG 1 dan HRSG 3.

1.5 Manfaat Penelitian

1. Bagi PLTGU Musi 2 Palembang, dapat menjadi tambahan informasi sebagai salah satu langkah untuk meningkatkan Performa HRSG dan mengetahui langkah perawatan yang harus di lakukan.
2. Bagi PLTGU Musi 2 Palembang, adalah sebagai data informasi efisiensi HRSG 1 dan HRSG 3.
3. Bagi PLTGU Musi 2 Palembang, bisa menjadi tolak ukur terbaru perbedaan performa dengan adanya perhitungan perpindahan panas dan efisiensi pada HRSG 1 dan 3.
4. Bagi peneliti dapat sebagai sarana untuk menerapkan ilmu teoritis yang didapat selama di perkuliahan ke permasalahan kerja secara langsung.

1.6 Sistematika Penulisan

Sistematika penulisan skripsi hasil penelitian ini, saya sebagai penulis membagi beberapa bab, yang meliputi :

BAB I. Pendahuluan

Bab ini berisikan latar belakang permasalahan, rumusan masalah, batasan masalah, tujuan dan manfaat, serta sistematika penulisan.

BAB II. Tinjauan Pustaka

Berisikan tentang teori-teori, studi literatur yang mendukung penulisan, serta rumus-rumus perhitungan yang menunjang penelitian.

BAB III. Metode Penelitian

Berisikan mengenai penjelasan prosedur penelitian, peralatan yang digunakan, objek yang diteliti, dan diagram alur penelitian.

BAB IV. Analisa Hasil dan Pembahasan

Berisikan tentang perhitungan dan analisa dari hasil penelitian.

BAB V. Penutup

Berisikan tentang Kesimpulan dan Saran dari hasil penelitian yang di lakukan agar dapat menjadi masukan yang membangun.

DAFTAR PUSTAKA

LAMPIRAN

DAFTAR PUSTAKA

1. Cengel, Yunus A. And Michael A. Boles. *Thermodynamics an engineering approach. 3 edition.*
2. Holman, J. P. 1998. *Perpindahan Kalor.* Jakarta: Erlangga
3. Michael J. Moran dan Howard N. Shapiro. 2004. *Termodinamika Teknik.* Jilid 2 Edisi ke 4. Jakarta: Erlangga
4. Cengel, Yunus A. And Michael A. Boles. 1998. *Thermodynamics an engineering approach. 5 edition.* New York : Mc Graw Hill Company.
5. Indonesia dokumen. 2018. *Dokumen tugas HRSG.*
(<https://fdokumen.com/document/tugas-hrsg.html>)
Di akses pada tanggal 10 desember 2019.