

***STUDY EKSPRIMENTAL INTERPRESTASI HEAT RATE
TURBIN UAP DI TINJAU DARI LAJU ALIR SUPERHEATED
STEAM METODE PERFORMANCE TEST SIKLUS TENAGA
UAP BERBAHAN BAKAR SOLAR***



**Disusun Sebagai Salah Satu Syarat
Menyelesaikan Pendidikan Sarjana Terapan (DIV)
Pada Jurusan Teknik Kimia Program Studi Teknik Energi**

**Oleh :
M.Rizki
061340411672**

**POLITEKNIK NEGERI SRIWIJAYA
PALEMBANG
2017**

LEMBAR PENGESAHAN TUGAS AKHIR

Study Eksprimental Interpretasi Heat Rate Turbin Uap Di Tinjau Dari Laju Alir Superheated Steam Metode Performance Test Siklus Tenaga Uap Berbahan Bakar Solar

**Oleh :
M.Rizki
0613 4041 1672**

Palembang, Juli 2017

**Menyetujui,
Pembimbing I**

Pembimbing II

**Tahdid, S.T., M.T.
NIDN.0013027203**

**Ir. Arizal Aswan.,M.T.
NIDN. 0024045811**

**Mengetahui,
Ketua Jurusan Teknik Kimia**

**Adi Syakdani, S.T., M.T.
NIP. 196904111992031001**

**Telah Diseminarkan Dihadapan Tim Penguji
Di Jurusan Teknik Kimia Program Studi D-IV Teknik Energi
Politeknik Negeri Sriwijaya
Pada Tanggal 26 Juli 2017**

Tim Penguji :

Tanda Tangan

- | | |
|---|-----|
| 1. Letty Trisnaliani, S.T.,M.T.
NIDN. 0203047804 | () |
| 2. Dr. Ir. Eka Sri Yusmartini, M.T.
NIDN. 0004046101 | () |
| 3. Ir. KA. Ridwan, M.T.
NIDN. 0025026002 | () |

Palembang, Juli 2017

**Mengetahui,
Ketua Program Studi
S1 Terapan Teknik Energi**

**Ir. Arizal Aswan, M.T.
NIP. 195804241993031001**

ABSTRAK

Study Eksprimental Interpretasi Heat Rate Turbin Uap Ditinjau Dari Laju Alir Superheated Steam Metode Performance Test Siklus Tenaga Uap Berbahan Bakar Solar

(M.Rizki, 2017, 76 Lembar, 26 Tabel, 33 Gambar, 5 Lampiran)

Pembangkit listrik tenaga uap adalah suatu pembangkit listrik yang mengkonversikan energi kimia menjadi energi listrik dengan air sebagai fluida kerjanya. Penelitian bertujuan untuk mengetahui nilai *Heat rate* pada turbin uap berdasarkan variasi laju alir steam dan daya listrik untuk mendapatkan efisiensi kinerja pada turbin uap. Efisiensi turbin uap dapat dilihat dari energi panas yang dibutuhkan untuk menghasilkan daya listrik sebesar 1 kwh pada turbin *heat rate*. Efisiensi turbin uap dapat dihitung dengan membandingkan energi bahan bakar yang dibutuhkan untuk setiap 1 kwh dengan hasil dari nilai *heat rate* turbin uap. Hasil dari analisis menggunakan metode *heat rate* didapatkan dari grafik *turbin heat rate* berdasarkan variasi laju alir steam 4; 4,5; 5; 5,5; dan 6 kg/jam dengan nilai tertinggi 33100,36 kcal/kg dan terendah 14085,26 kcal/kg. Untuk Kurva efisiensi turbin uap diperoleh efisiensi terbaik 22,56 % dan efisiensi terendah didapatkan 13,44 %. Dapat diartikan bahwa *nilai heat rate* berbanding terbalik dengan efisiensi turbin uap dimana jika *nilai heat rate* turbin tinggi maka efisiensi turbin uap akan rendah.

Kata Kunci: Turbin Uap, Turbin *Heat Rate*, Laju Alir, Efisiensi Turbin Uap,

ABSTRACT

Study Eksprimental Steam Turbine Heat Rate Interpretation At Review Of Superheated Steam Flow Rate Methods Of Performance Test Of Steam Power Cycle Diesel-Fuelled

(M.Rizki, 2017, 76 Pages, 26 Table, 33 attachment)

Steam power plant is an electricity generation which convert chemical energy into electrical energy with water as the fluid it works. This research aims to know the value of steam turbine Heat rate on flow rate variations based on steam and electric power produced that deal to get efficiency performance on this steam turbine. Steam turbine efficiency is can be seen from the heat energy that is included to generate 1 kwh of electrical power and turbine heat rate and efficiency is also a steam turbine can be calculated by comparing the energy fuel needed for every 1 kwh with a result of steam turbine heat rate value. The result of the analysis of the use their method of heat rate obtained i.e. turbine heat rate chart based on variations of the steam flow rate 4; 4,5; 5; 5,5;and 6 kg/h with the highest value 33100.36 kcal/kg and the lowest 14085.26 kcal/kg. For steam turbine efficiency Curve obtained the best efficiency 22.56% and the lowest efficiency obtained 13.44%. That can be interpreted as the value of the heat rate is inversely proportional to the efficiency of the steam turbine heat rate if the value where the turbine is high then steam turbine efficiency will be low.

Kata Kunci: *Steam Turbine, Turbine Heat Rate, Flow Rate Steam, The Efficiency Of A Steam Turbine.*

MOTTO DAN PERSEMBAHAN

MOTTO :

- ❖ *“Tidak ada usaha yang sia-sia jika kita bersungguh-sungguh”*

- ❖ *“Berawal dari hal kecil hingga akan menjadi hal yang besar”
(Muhammad Rizki)*

- ❖ *“Bersyukur adalah cara terbaik untuk mengurangi beban hati dan pikiran yang sempit”*

Kupersembahkan untuk :

- *Ayah Dan Ibuku Tercinta Yang Telah Berjuang Dari Aku Kecil Sampai Aku Seperti Ini*
- *Adikku Tersayang Ayu Relista Amalia & Ajeng Sapna Maharani*
- *Pak Komandan Tahdid*
- *Papi Rizal*
- *Para Dosen Dan Guru-Guru Yang Telah Memberiku Banyak Ilmu Dan Pengalaman*
- *INDONESIA*
- *Egc 13*
- *Energi Angkatan ke 5*
- *Teman-Teman Dan Sahabat-Sahabatku*
- *Almamaterku*
- *Expone*

KATA PENGANTAR

Puji syukur penulis haturkan atas kehadiran Tuhan Yang Maha Esa, atas segala Rahmat dan Karunia-Nya, sehingga penulis dapat menyelesaikan penyusunan lapaoran Tugas Akhir yang berjudul ***“Study Eksprimental Interpretasi Heat Rate Turbin Uap Di Tinjau Dari Laju Alir Superheated Steam Metode Performance Test Siklus Tenaga Uap Berbahan Bakar Solar***

Tugas akhir ini disusun untuk memenuhi persyaratan mata kuliah Tugas Akhir pada Jurusan Teknik Kimia Prodi Sarjana Terapan Teknik Energi di Politeknik Negeri Sriwijaya Palembang. Tugas Akhir ini didasarkan pada studi rancang bangun yang dilakukan pada bulan Maret-Juli 2017.

Selama penyusunan dan penulisan Tugas Akhir ini, penulis mendapatkan bantuan dan bimbingan dari berbagai pihak. Untuk itu, penulis mengucapkan terima kasih kepada yang terhormat :

1. Dr. Ing. Ahmad Taqwa, M.T. selaku Direktur Politeknik Negeri Sriwijaya.
2. Adi Syakdani, S.T., M.T. selaku Ketua Jurusan Teknik Kimia Politeknik Negeri Sriwijaya.
3. Ahmad Zikri, S.T, M.T., selaku Sekretaris Jurusan Teknik Kimia Politeknik Negeri Sriwijaya.
4. Ir. Arizal Aswan, M.T., selaku Ketua Program Studi Teknik Energi Politeknik Negeri Sriwijaya.
5. Tahdid, S.T., M.T., selaku Dosen Pembimbing I yang telah banyak membantu selama proses penyelesaian penelitian maupun penyusunan Tugas Akhir ini.
6. Ir. Arizal Aswan, M.T., selaku Dosen Pembimbing II yang telah banyak membantu selama proses penyelesaian penelitian maupun penyusunan Tugas Akhir ini.
7. Seluruh Staf Pengajar, Administrasi, dan Teknisi Laboratorium di Jurusan Teknik Kimia atas bantuan dan kemudahan yang diberikan dalam menyelesaikan Tugas Akhir ini.
8. Terima kasih kepada kedua orang tua tercinta yang telah memberikan do'a restu, motivasi, bantuan moril materil dan semangat serta dukungannya selalu dalam penyelesaian Tugas Akhir ini.

9. Teman-teman seperjuangan kelas EGC 2013 yang telah memberi bantuan dan dukungan selama 4 tahun bersama.
10. Rekan-rekan satu kelompok PLTU yang telah bersama menyelesaikan Tugas Akhir ini.
11. Teman-teman Teknik Energi Angkatan 2013 yang tidak bisa disebutkan namanya satu persatu, terima kasih atas masukan dan bantuannya yang telah diberikan selama ini.

Penulis menyadari bahwa Tugas Akhir ini masih belum sempurna, oleh karena itu penulis mengharapkan kritik dan saran yang bersifat membangun untuk penyempurnaan Tugas Akhir ini. Akhir kata, penulis berharap semoga Tugas Akhir ini dapat bermanfaat bagi kita semua.

Palembang, Juli 2017

Penulis

DAFTAR ISI

	Halaman
HALAMAN SAMPUL	i
HALAMAN PENGESAHAN	ii
ABSTRAK	iv
MOTTO.....	vi
KATA PENGANTAR	vii
DAFTAR ISI	ix
DAFTAR GAMBAR.....	xii
DAFTAR TABEL	xiii
DAFTAR LAMPIRAN	xiv
BAB I. PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang Masalah	1
1.2 Perumusan Masalah	3
1.3 Tujuan Penelitian.....	3
1.4 Manfaat Penelitian	3
BAB II. TINJAUAN PUSTAKA	4
2.1 Pandangan Umum Tentang Turbin Uap	4
2.2 Analisis Termodinamika	4
2.3 Prinsip Dasar Turbin Uap	6
2.4 Klasifikasi Turbin Uap.....	7
2.4.1 Menurut Jumlah Tingkat Tekanan	7
2.4.2 Menurut arah Aliran Uap	7
2.4.3 Menurut Jumlah Silinder	7
2.4.4 Menurut Metode Pengaturan	8
2.4.5 Menurut Prinsip Aksi	8
2.4.6 Menurut Proses Penurunan Kalor	8
2.4.7 Menurut Kondisi-Kondisi Uap Pada Masuk Turbin.....	9
2.4.8 Menurut Pemakaiannya Di Bidang Industri.....	9
2.5 Analisa Kecepatan Aliran Uap.....	10
2.6 Kerugian Energi Pada Turbin Uap	11
2.6.1 Kerugian-Kerugian Dalam (<i>Internallosses</i>)	12
2.6.1.1 Kerugian Kalor Pada Katub Pengatur	12

2.6.1.2 Kerugian Kalor Pada Nozel	13
2.6.1.3 Kerugian Kalor Pada Sudu Gerak	14
2.6.1.4 Kerugian Kalor Akibat Kecepatan Keluar	15
2.6.1.5 Kerugian Kalor Pada Sudu Pengaruh	15
2.6.1.6 Kerugian Kalor Akibat	
Cakram	16
2.6.1.7 Kerugian Ruang Bebas Pada Turbin Impuls	16
2.6.1.8 Kerugian Akibat Kebasahan Uap	18
2.6.1.9 Kerugian Pemipaan Buang	18
2.6.2 Kerugian-Kerugian Dari Luar	19
2.7 Efisiensi Dalam Turbin	19
2.8 Komponen-Komponen Utama Turbin	20
2.9 Komponen-Komponen Pendukung Turbin	20
2.10 Turbin Heat Rate	22
2.11 Bahan Bakar	24
2.12 Solar	24
2.13 Generator	25
2.14 Efisiensi Turbin	26
BAB III. METODOLOGI PENELITIAN	27
3.1 Pendekatan Desain Fungsional	27
3.2 Pendekatan Desain Struktural	27
3.3 Pertimbangan Percobaan	28
3.3.1 Waktu Dan Tempat Pelaksanaan Penelitian	28
3.3.2 Alat Dan Bahan	29
3.3.3 Perlakuan Dan Rancangan Percobaan	30
3.4 Alur Logika Penelitian	31
3.5 Pengamatan	32
3.6 Prosedur Kerja	33
3.6.1 Langkah Kerja Tahapan Proses Non-Steady State	33
3.6.2 Langkah Kerja Tahapan Proses Steady State	34
3.6.3 Langkah Mematikan Boiler	35
BAB IV. HASIL DAN PEMBAHASAN	36
4.1 Data Hasil Penelitian	36
4.2 Pembahasan	38
4.2.1 Turbin Heat Rate	38
4.2.2 Pengaruh Laju Alir Steam Dan Energi Listrik Yang Dihasilkan Terhadap Nilai Turbin Heat Rate	39
4.2.3 Pengaruh Laju Alir Steam. Nilai Turbin Heat Rate Dan Energi Listrik Yang Dihasilkan Terhadap Efisiensi Turbin....	40

4.2.4 Perbandingan Nilai Turbin Heat Rate Dan Efisiensi Turbin...	41
BAB V. KESIMPULAN DAN SARAN	42
5.1 Kesimpulan	42
5.2 Saran	43
DAFTAR PUSTAKA	44
LAMPIRAN.....	45

DAFTAR GAMBAR

Gambar	Halaman
1. Siklus Rankine Sederhana	5
2. Diagram T-s Siklus Rankine Sederhana.....	5
3. Variasi Kecepatan Uap Pada Sudu-Sudu Gerak Turbin Impuls	10
4. Proses Ekspansi Uap Dalam Turbin Beserta Kerugian Akibat PENCEKIKAN...	13
5. Grafik Menentukan Koefisien Sebagai Tinggi Nozel.....	14
6. Koefisien Kecepatan Untuk Sudu Gerak Turbin Impuls	15
7. Celah Kebocoran Uap Tingkat Tekanan Pada Turbin Impuls.....	17
8. Proses Konversi Energi PLTU	23
9. Flow Diagram Sistem Pembangkit Listrik Tenaga Uap	31
10. Alur Logika Penelitian	32
11. Grafik Pengaruh Laju Alir Steam Terhadap <i>Turbin Heat Rate</i>	39
12. Grafik Pengaruh Laju Alir Steam Dan Nilai <i>Turbin Heat Rate</i> Terhadap Efisiensi Turbin	40
13. Grafik Hubungan Nilai <i>Turbin Heat Rate</i> Dan Efisiensi Turbin.....	41
14. <i>Steam Drum</i>	73
15. <i>Longitudinal Tubesheet</i>	73
16. <i>Tubesheet Superheater</i>	73
17. <i>Furnace</i>	73
18. Kompresor.....	74
19. <i>Tangki Bahan Bakar</i>	74
20. Sudu Turbin.....	74
21. Kondensor.....	74
22. Pompa	74
23. Level Volume.....	74
24. Kontrol Panel	75
25. Generator.....	75
26. <i>Burner</i>	75
27. <i>Open Pulley Sistem</i>	75
28. <i>Temperature Gauge</i>	75
29. <i>Pressure Gauge</i>	75
30. <i>Flowmeter</i>	76
31. <i>Water Tank</i>	76
32. <i>Tubesheet Economizer</i>	76
33. Prototipe <i>Steam Generator</i> Keseluruhan.....	76

DAFTAR TABEL

Tabel	Halaman
1. Laju Alir Steam Dan Beban Listrik Pada Kondisi Operasi Steady State Terhadap Nilai Turbin Heat Rate Yang Dihasilkan.....	37
2. Laju Alir Steam, Beban Listrik Dan Turbin Heat Rate Pada Kondisi Operasi Steady State Terhadap Efisiensi Turbin Yang Dihasilkan.....	37
3. Perbandingan Nilai Turbin Heat Rate Dan Efisiensi Turbin.....	38
4. Spesifikasi Ruang Bakar.....	45
5. Spesifikasi Fire Tube Boiler.....	45
6. Spesifikasi Turbin.....	45
7. Spesifikasi Generator.....	46
8. Spesifikasi Kondensor.....	46
9. Spesifikasi Kompresor.....	46
10. Spesifikasi Oil Tank.....	47
11. Spesifikasi Pompa.....	47
12. Spesifikasi Turbin.....	47
13. Data Steady State Pembangkit Listrik Tenaga Uap 1000 watt.....	48
14. Data steady State.....	49
15. Data Komposisi Bahan Bakar Solar.....	50
16. Data Waktu Pemanasan Untuk <i>Start Up</i> Rasio 17:1.....	51
17. Data Waktu Pemanasan Untuk <i>Start Up</i> Rasio 16,5:1.....	51
18. Data Waktu Pemanasan Untuk <i>Start Up</i> Rasio 16:1.....	51
19. Data Waktu Pemanasan Untuk <i>Start Up</i> Rasio 15,5:1.....	52
20. Data Waktu Pemanasan Untuk <i>Start Up</i> Rasio 15:1.....	52
21. Data Kondisi Stady State Rasio 17:1.....	53
22. Data Kondisi Stady State Rasio 16,5:1.....	53
23. Data Kondisi Stady State Rasio 16:1.....	54
24. Data Kondisi Stady State Rasio 15,5:1.....	54
25. Data Kondisi Stady State Rasio 15:1.....	55
26. Hasil Dari Perhitungan Turbin Heat Rate Dan Efisien.....	67

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran	Halaman
1. Spesifikasi Alat	45
2. Data Hasil Pengamatan	48
3. Perhitungan	57
4. Perhitungan Desain	68
5. Gambar Alat	73
6. Surat-surat.....	77