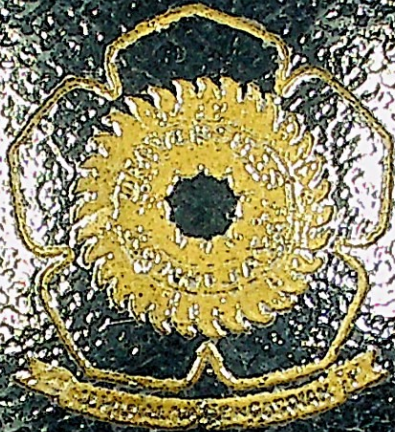


SKRIPSI
ANALISA PENGARUH VARIASI KAPASITAS UAP
TERHADAP EFISIENSI KETEL UAP
DI PABRIK UREA PUSRI III
PT. PUPUK SRIWIDJAJA (PERSERO) PALEMBANG



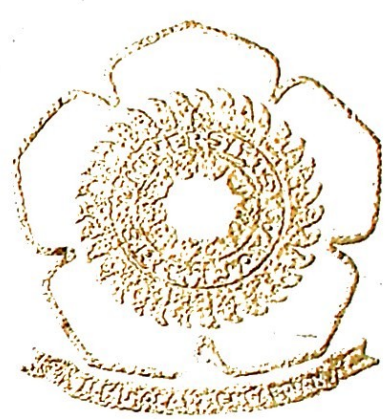
Oleh:
RAHMAT HUDAYAT A.S
03051281320034

PROGRAM STUDI SARJANA TEKNIK MESIN
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS SRIWIDJAJA

S
621.107 593 16
Pah
a
298

107491

SKRIPSI
ANALISA PENGARUH VARIASI KAPASITAS UAP
TERHADAP EFISIENSI KETEL UAP
DI PABRIK UREA PUSRI III
PT. PUPUK SRIWIDJAJA (PERSERO) PALEMBANG



Oleh:
RAHMAT HIDAYAT A.S
03051281320034

PROGRAM STUDI SARJANA TEKNIK MESIN
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS SRIWIJAYA
2018

SKRIPSI
ANALISA PENGARUH VARIASI KAPASITAS UAP
TERHADAP EFISIENSI KETEL UAP DI PABRIK
UREA PUSRI III PT. PUPUK SRIWIDJAJA
(PERSERO) PALEMBANG

Diajukan Sebagai Salah Satu Syarat Untuk Mendapatkan Gelar Sarjana
Teknik Mesin Pada Fakultas Teknik Universitas Sriwijaya



OLEH:
RAHMAT HIDAYAT A.S
03051281320034

PROGRAM STUDI SARJANA TEKNIK MESIN
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS SRIWIJAYA
2018

HALAMAN PENGESAHAN

ANALISA PENGARUH VARIASI KAPASITAS UAP TERHADAP EFISIENSI KETEL UAP DI PABRIK UREA PUSRI III PT. PUPUK SRIWIDJAJA (PERSERO) PALEMBANG

SKRIPSI

**Diajukan Sebagai Salah Satu Syarat Untuk Mendapatkan Gelar Sarjana
Teknik Mesin Pada Fakultas Teknik Universitas Sriwijaya**

Oleh:

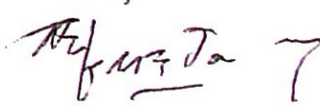
**RAHMAT HIDAYAT A.S
03051281320034**



**Mengetahui,
Ketua Jurusan Teknik Mesin,**

**Irsyadi Yani, S.T, M.Eng, Ph.D
NIP.197112251997021001**

**Palembang, September 2018
Dosen Pembimbing,**



**Aneka Firdaus, S.T, M.T
NIP.197502261999031001**

JURUSAN TEKNIK MESIN
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS SRIWIJAYA

Agenda No. :
Diterima Tanggal :
Paraf :

SKRIPSI

Nama : RAHMAT HIDAYAT A.S
NIM : 03051281320034
Jurusan : TEKNIK MESIN
Bidang Studi : KONVERSI ENERGI
Judul Skripsi : ANALISA PENGARUH VARIASI KAPASITAS
UAP TERHADAP EFISIENSI KETEL UAP DI
PABRIK UREA PUSRI III PT. PUPUK
SRIWIDJAJA (PERSERO) PALEMBANG

Dibuat Tanggal : NOVEMBER 2017
Selesai Tanggal : NOVEMBER 2018

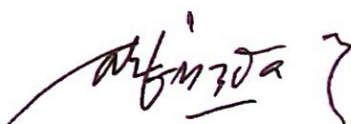
Mengetahui,


Ketua Jurusan Teknik Mesin

Irsyadi Yani, ST, M.Eng, Ph.D
NIP. 197112251997021001

Palembang, November 2018
Diperiksa dan disetujui oleh

Dosen Pembimbing,



Aneka Firdaus, S.T, M.T
NIP. 197502261999031001

HALAMAN PERSETUJUAN

Karya tulis ilmiah berupa Skripsi ini dengan judul “ANALISA PENGARUH VARIASI KAPASITAS KETEL UAP TERHADAP EFISIENSI KETEL UAP DI PABRIK PUSRI III PT. PUPUK SRIWIDJAJA PALEMBANG” telah dipertahankan di hadapan Tim Penguji Karya Tulis Ilmiah Fakultas Teknik Universitas Sriwijaya pada tanggal 27 Oktober 2018.

Palembang, Oktober 2018

Tim Penguji Karya tulis ilmiah berupa Skripsi

Ketua:

1. Agung Mataram, S.T, M.T, Ph.D
NIP. 197901052003121002

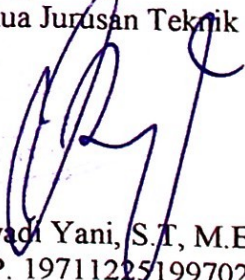
( 31/10/18)

Anggota:

1. Dr. Ir. H. Darmawi B, MT, MT
NIP. 195806151987031002
2. Qomaru Hadi, S.T, M.T
NIP. 16902131995031001

()
()

Mengetahui,
Ketua Jurusan Teknik Mesin


Irsyad Yani, S.T, M.Eng, Ph.D
NIP. 197112251997021001

Pembimbing Skripsi


Aneka Firdaus, S.T, M.T
NIP. 197502261999031001

HALAMAN PERNYATAAN INTEGRITAS

Yang bertanda tangan dibawah ini:

Nama : Rahmat Hidayat A.S

NIM : 03051281320034

Judul : Analisa Pengaruh Variasi Kapasitas Uap Terhadap Efisiensi Ketel
Uap Di Pabrik Urea Pusri III PT. PUPUK SRIWIDJAJA
(PERSERO) PALEMBANG.

Menyatakan bahwa Skripsi saya merupakan hasil karya sendiri didampingi tim pembimbing dan bukan hasil penjiplakan/*plagiat*. Apabila ditemukan unsur penjiplakan/*plagiat* dalam Skripsi ini, maka saya bersedia menerima sanksi akademik dari Universitas Sriwijaya sesuai aturan yang berlaku.

Demikian, pernyataan ini saya buat dalam keadaan sadar dan tanpa ada paksaan dari siapapun.



Palembang, November 2018



Rahmat Hidayat A.S

HALAMAN PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI

Yang bertanda tangan dibawah ini :

Nama : Rahmat Hidayat A.S

NIM : 03051281320034

Judul : Analisa Pengaruh Variasi Kapasitas Uap Terhadap Efisiensi Ketel
Uap Di Pabrik Urea Pusri III PT. PUPUK SRIWIDJAJA
(PERSERO) PALEMBANG.

Memberikan izin kepada Pembimbing dan Universitas Sriwijaya untuk mempublikasikan hasil penelitian saya untuk kepentingan akademik apabila dalam waktu 1 (satu) tahun tidak mempublikasikan karya penelitian saya. Dalam kasus ini saya setuju untuk menempatkan Pembimbing sebagai penulis korespondensi (*Corresponding author*).

Demikian, pernyataan ini saya buat dalam keadaan sadar dan tanpa ada paksaan dari siapapun.

Palembang, November 2018

Penulis,

Rahmat Hidayat Adi Saputra

KATA PENGANTAR

Assalamu 'alaikum wr, wb

Puji syukur kehadiran Allah SWT atas rahmat dan karunianya sehingga penulis dapat menyelesaikan penelitian dalam rangka Tugas Akhir (Skripsi) yang dibuat untuk memenuhi syarat mendapatkan gelar sarjana teknik pada Jurusan Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Sriwijaya dengan judul **"Analisa Pengaruh Variasi Kapasitas Uap Terhadap Efisiensi Ketel Uap Di Pabrik Urea Pusri III PT. PUPUK SRIWIDJAJA (PERSERO) PALEMBANG"**.

Pada kesempatan ini dengan setulus hati penulis menyampaikan rasa hormat dan terima kasih yang sebesar-besarnya atas segala bimbingan dan bantuan yang telah diberikan dalam penyusunan tugas akhir ini kepada:

1. Bapak Irsyadi Yani, ST, M.eng. Ph,D. Selaku ketua Jurusan Teknik Mesin Universitas Sriwijaya.
2. Bapak Amir Airfin ST, M.eng. Ph,D. Selaku Sekretaris Jurusan Teknik Mesin Universitas Sriwijaya.
3. Bapak Aneka Firdaus, S.T, MT. Selaku dosen pembimbing skripsi yang telah banyak membantu dalam menyelesaikan skripsi ini.
4. Bapak Aneka Firdaus, S.T, MT. Selaku dosen pembimbing akademik yang telah memberi saran bagi penulis.
5. Ayah dan Ibu tercinta yang telah memberikan doa, kasih sayang, dorongan dan semangat baik secara moril maupun material demi keberhasilan penulis.
6. Seluruh staf, dosen, dan administrasi di Jurusan Teknik Mesin Universitas Sriwijaya
7. Pak Yatno, selaku koordinator Lab. Metallurgi Jurusan Teknik Mesin Universitas Sriwijaya.
8. Kak Iwan, selaku Teknisi Lab CNC-CAD/CAM Jurusan Teknik Mesin Universitas Sriwijaya.

9. Kak Daus, Kak Jerry dan seluruh staf yang sudah membantu dalam menyelesaikan pendidikan ini.
10. Seluruh teman-teman angkatan 2013 khususnya kepada grup radical dan lain-lain yang tidak bisa saya sebutkan satu persatu.
11. Pihak terkait lainnya yang membantu selesainya skripsi ini.

Penulis menyadari bahwa skripsi ini masih jauh dari sempurna. Oleh karena itu, penulis sangat mengharapkan kritik dan saran yang membangun agar penelitian ini menjadi lebih baik. Semoga penulisan skripsi ini dapat bermanfaat bagi pembaca dan semua pihak yang berkepentingan.

Wassalamu 'alaikum wr. wb.

Palembang, November 2018

Penulis,

Rahmat Hidayat Adi Saputra

RINGKASAN

ANALISA PENGARUH VARIASI KAPASITAS UAP TERHADAP EFISIENSI KETEL UAP DI PABRIK UREA PUSRI III PT. PUPUK SRIWIDJAJA (PERSERO) PALEMBANG

Karya tulis ilmiah berupa skripsi, Oktober 2018

Rahmat Hidayat A.S : dibimbing oleh Aneka Firdaus, S.T, M.T.

ANALYSIS THE EFFECT OF STEAM CAPACITY VARIATIONS AGAINST EFFICIENCY BOILER IN UREA FACTORY PUSRI III PT. PUPUK SRIWIDJAJA (PERSERO) PALEMBANG

xxvii + 35 halaman, 5 tabel, 6 gambar, 6 lampiran

Pada zaman sekarang penggunaan uap air sangatlah luas dalam kehidupan sehari-hari baik dalam rumah tangga maupun industri. Salah satu alat yang mampu menghasilkan uap air adalah ketel uap atau boiler. Ketel uap (boiler) adalah suatu alat yang digunakan untuk mengkonversikan air menjadi uap dengan cara pemanasan, dimana sumber panas tersebut berasal dari hasil pembakaran bahan bakar di ruang bakar. Uap diproduksi dengan penggunaan secara langsung kalor yang dihasilkan dari pembakaran bahan bakar padat, cair, gas, kalor energi listrik ataupun energi nuklir. Produksi uap harus dapat memenuhi kebutuhan pabrik, maka setiap komponen ketel uap harus berada dalam kondisi yang baik, untuk itu evaluasi terhadap prestasi kerja ketel uap perlu dilakukan, terutama untuk mengetahui efisiensi dari ketel uap tersebut. Pada proses kenaikan suhu atau pembakaran ini berdasarkan pada prinsip termodinamika dan perpindahan panas yang disebabkan perbedaan temperatur, dari temperatur rendah menuju temperatur tinggi. Uap air panas yang dihasilkan boiler sangat penting karena memiliki kemampuan seperti menyimpan dan membebaskan energi panas yang besar, pindah panas yang cepat, mudah disalurkan kemana saja, suhunya stabil sesuai tekanan, dan mudah diatur sehingga tidak overheating. Selanjutnya uap air yang dihasilkan boiler ini dapat digunakan untuk berbagai keperluan dalam bidang industri seperti untuk pembangkit tenaga dengan cara mengalirkan uap panas sehingga menggerakkan turbin atau dapat juga digunakan untuk sterilisasi karena uap panas yang dihasilkan juga memiliki tekanan yang tinggi. Boiler memiliki 3 sistem pengolahan yaitu terdiri dari: sistem air umpan, sistem steam dan sistem bahan bakar. Sistem air umpan menyediakan air untuk boiler secara otomatis sesuai dengan kebutuhan steam. Berbagai kran disediakan untuk keperluan perawatan dan perbaikan. Sistem steam mengumpulkan dan mengontrol produksi steam dalam boiler. Steam dialirkan melalui sistem pemipaan ke titik

pengguna. Pada keseluruhan sistem, tekanan steam diatur menggunakan kran dan dipantau dengan alat pemantau tekanan. Sistem bahan bakar adalah semua peralatan yang digunakan untuk menyediakan bahan bakar untuk menghasilkan panas yang dibutuhkan. Peralatan yang diperlukan pada sistem bahan bakar tergantung pada jenis bahan bakar yang digunakan pada sistem. Pada penelitian ini perhitungan efisiensi dilakukan dengan cara memvariasikan kapasitas uap yang dihasilkan ketel uap dimulai dari 64,85 ton/jam, 67,32 ton/jam, 68,18 ton/jam, dan 70,58 ton/jam. Dimana kapasitas uap yang dihasilkan berbanding lurus dengan bahan bakar yang dikonsumsi oleh ketel uap, semakin tinggi kapasitas uap yang dihasilkan ketel uap maka konsumsi bahan bakarnya semakin meningkat. Kesimpulan yang didapat bahwa efisiensi tertinggi adalah sebesar 84,905% pada kapasitas uap 70,58 ton/jam.

Kata Kunci : Kapasitas Uap, Bahan Bakar, Efisiensi
Kepustakaan : 20 (1926-2016)

SUMMARY

ANALYSIS THE EFFECT OF STEAM CAPACITY VARIATIONS AGAINST EFFICIENCY BOILER IN UREA FACTORY PUSRI III PT. PUPUK SRIWIDJAJA (PERSERO) PALEMBANG

Scientific Paper in the form of Skripsi, Oktober 2018

Rahmat Hidayat A.S; supervised by Aneka Firdaus, S.T, M.T.

ANALISA PENGARUH VARIASI KAPASITAS UAP TERHADAP EFISIENSI KETEL UAP DI PABRIK UREA PUSRI III PT. PUPUK SRIWIDJAJA (PERSERO) PALEMBANG

xxvii + 35 pages, 5 tables, 6 pictures, 6 appendixs

In the present time the use of water vapor is very broad everyday both in the household and industry. One of the tools capable of producing water vapor is a boiler. Boiler is a device used to convert water into steam by heating, where the heat source comes from the combustion of fuel in the combustion chamber. Steam is produced by the direct use of heat produced by burning solid, liquid, gas, heat, electricity or nuclear energy. Steam production must be able to meet the needs of the plant, so each component of the boiler must be in good condition, for that evaluation of the work performance of the boiler must be carried out, especially to determine the efficiency of the boiler. In the process of increasing the temperature or combustion, it is based on thermodynamic principles and heat transfer caused by differences in temperature, from low temperatures to high temperatures. The hot water vapor produced by the boiler is very important because it has the ability to store and free up large amounts of heat energy, move heat quickly, easily be distributed anywhere, the temperature is stable according to pressure, and easily regulated so as not to overheating. Furthermore, the water vapor produced by this boiler can be used for various purposes in industrial fields such as for power plants by flowing hot steam so that it moves the turbine or can also be used for sterilization because the steam produced also has high pressure. Boilers have 3 processing systems which consist of: feed water system, steam system and fuel system. The feed water system provides water for the boiler automatically according to steam requirements. Various faucets are provided for maintenance and repair purposes. The steam system collects and controls steam production in the boiler. Steam is flowed through the piping system to the user's point. In the whole system, steam pressure is regulated using a tap and monitored with a pressure monitor. The fuel system is all equipment used to provide fuel to

produce the heat needed. Equipment needed in the fuel system depends on the type of fuel used in the system. In this study, the efficiency calculation is done by varying the steam capacity produced by the steam boiler starting from 64.85 tons / hour, 67.32 tons / hour, 68.18 tons / hour, and 70.58 tons / hour. Where the steam capacity produced is directly proportional to the fuel consumed by the steam boiler, the higher the steam capacity produced by the boiler, the higher fuel consumption. The conclusion is that the highest efficiency is 84.905% at a steam capacity of 70.58 tons / hour.

Keywords : Steam Capacity, Fuel, Efficiency

Citations : 20 (1926-2016)

DAFTAR ISI

Halaman Judul	i
HALAMAN PENGESAHAN	iii
HALAMAN AGENDA	v
HALAMAN PERSETUJUAN	vii
HALAMAN PERNYATAAN INTEGRITAS	ix
HALAMAN PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI	xi
KATA PENGANTAR	xiii
RINGKASAN	xv
SUMMARY	xvii
DAFTAR ISI	xix
DAFTAR GAMBAR	xxi
DAFTAR TABEL	xxiii
DAFTAR LAMPIRAN	xxvii
BAB 1 PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	2
1.3 Batasan Masalah	2
1.4 Tujuan Penelitian	2
1.5 Manfaat Penelitian	3
BAB 2 TINJAUAN PUSTAKA	5
2.1 <i>Boiler</i> (Ketel Uap)	5
2.2 Klasifikasi <i>Boiler</i>	6
2.3 Komponen – Komponen <i>Boiler</i>	8
2.3.1 Komponen Utama <i>Boiler</i>	8
2.4 Proses Pembentukan Uap	9
2.5 Reaksi Pembakaran dan Efisiensi <i>Boiler</i>	10
2.5.1 Reaksi Pembakaran	10
2.5.2 Panas diberikan didalam Boiler	11
2.5.3 Energi Uap	12
2.5.4 Energi Bahan Bakar	12

2.5.5 Efisiensi <i>Boiler</i>	13
BAB 3 METODOLOGI PENELITIAN	15
3.1 Studi Pustaka dan Survei Lapangan	16
3.2 Pengambilan Data.....	16
3.3 Pengolahan dan Analisis Data.....	16
3.4 Hasil dan Pembahasan	17
3.5 Laporan Akhir	17
3.6 Data Spesifikasi <i>Boiler</i>	17
3.7 Data yang Diperlukan	18
3.8 Jadwal Penelitian	20
BAB 4 HASIL DAN PEMBAHASAN	21
4.1 Perhitungan Energi Uap.....	21
4.2 Perhitungan Pembakaran	22
4.2.1 Perhitungan Reaksi Kimia Pembakaran	22
4.2.2 Perhitungan Nilai Pembakaran Atas Bahan Bakar (HHV)....	25
4.2.3 Perhitungan Energi Bahan Bakar	30
4.2.4 Efisiensi Boiler	30
4.3 Pembahasan.....	31
4.3.1 Pengaruh Kapasitas Uap Terhadap Efisiensi Ketel Uap.....	32
BAB 5 KESIMPULAN DAN SARAN	33
5.1 Kesimpulan	33
5.2 Saran	33
DAFTAR PUSTAKA	35
LAMPIRAN	39

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 <i>Boier</i>	5
Gambar 2.2 Boiler Pipa Api	7
Gambar 2.3 Boiler Pipa Air	7
Gambar 2.4 Proses Pembentukan Uap	10
Gambar 3.1 Diagram Alir Penelitian	15
Gambar 4.1 Grafik Pengaruh Kapasitas Uap Terhadap Efisiensi <i>Boiler</i>	32

DAFTAR TABEL

Tabel 3.1 Konsumsi Bahan Bakar (PT. PUPUK SRIWIDJAJA)	18
Tabel 3.2 Data Pada Variasi Kapasitas Uap (PT. PUPUK SRIWIDJAJA)	18
Tabel 3.3 Komposisi Bahan Bakar (PT. PUPUK SRIWIDJAJA)	19
Tabel 3.4 Blok Kegiatan Penelitian	20
Tabel 4.1 Komposisi Kimia Bahan Bakar Gas Alam	23

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran A.1 <i>Properties Of Saturated Water Table</i>	39
Lampiran A.2 <i>Properties Of Saturated Water Temperatur Table</i>	40
Lampiran A.3 <i>Adiabatic Flame Temperature</i>	42
Lampiran A.4 <i>Gambar Feed And Air System</i>	47
Lampiran A.5 <i>Gambar Burner Management System</i>	47
Lampiran B.2 <i>Gambar Data Package Boiler</i>	48

BAB 1

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Pada zaman sekarang ini, penggunaan uap air sudah sangat luas dalam kehidupan sehari-hari baik dalam lingkungan rumah tangga maupun di dalam pabrik-pabrik industri. Meningkatnya laju pertumbuhan industri sangat diperlukan untuk meningkatkan pertumbuhan perekonomian masyarakat. Sehingga diperlukan alat yang dapat memanfaatkan uap air. Salah satu alat yang mampu menghasilkan uap air adalah ketel uap atau boiler.

Ketel uap (boiler) adalah suatu alat yang digunakan untuk mengkonversikan air menjadi uap dengan cara pemanasan, dimana sumber panas tersebut berasal dari hasil pembakaran bahan bakar di ruang bakar. Uap diproduksi dengan penggunaan secara langsung kalor yang dihasilkan dari pembakaran bahan bakar padat, cair, gas, kalor energi listrik ataupun energi nuklir (Aneka dan Erwin, 2013).

Produksi uap harus dapat memenuhi kebutuhan pabrik, maka setiap komponen ketel uap harus berada dalam kondisi yang baik, untuk itu evaluasi terhadap prestasi kerja ketel uap perlu dilakukan, terutama untuk mengetahui efisiensi dari ketel uap tersebut.

Berdasarkan hal tersebut penulis ingin menjadikan ketel uap pada PT. Pupuk Sriwidjaja Palembang (Persero) sebagai objek penelitian tugas akhir yang berjudul ANALISA PENGARUH VARIASI KAPASITAS UAP TERADAP EFISIENSI KETEL UAP DI PABRIK UREA PUSRI III PT. PUPUK SRIWIDJAJA PALEMBANG (PERSERO).

1.2 Rumusan Masalah

Adapun rumusan masalah pada penelitian ini yaitu:

1. Apa saja pengaruh variasi kapasitas uap terhadap efisiensi ketel uap.

1.3 Batasan Masalah

Dalam penulisan skripsi ini, penulis membatasi masalah-masalah yang akan dibahas. Adapun batasan masalah yang akan dibahas dalam penulisan skripsi ini adalah:

1. Ketel uap yang digunakan sebagai objek penelitian adalah ketel uap (boiler) di pabrik urea Pusri III PT. Pupuk Sriwidjaja Palembang (persero).
2. Analisa termodinamika untuk mengetahui efisiensi ketel uap dengan memvariasikan kapasitas uap.

1.4 Tujuan Penelitian

Tujuan dari penulisan skripsi ini adalah :

1. Menghitung efisiensi ketel uap pada keadaan operasi.
2. Menganalisa performansi ketel uap.

1.5 Manfaat Penelitian

Adapun manfaat yang diharapkan dari penelitian ini adalah:

1. Dapat menjadi salah satu referensi dan masukan kepada pihak PT. Pupuk Sriwidjaja Palembang (Persero) untuk melihat efisiensi yang dihasilkan pada ketel uap dengan memvariasikan kapasitas uapnya.
2. Dapat bermanfaat sebagai acuan untuk peningkatan efisiensi boiler kedepannya guna penghematan energi.

DAFTAR PUSTAKA



- Akbar, M.S., Suryadi, F., and Prastyo, D.D., 2009. KINERJA ECONOMIZER PADA BOILER. *Universitas Kristen Petra*, 11(1), pp.72–81.
- ASMUDI, 2010. Analisa Unjuk Kerja Boiler Terhadap Penurunan Daya Pada Pltu Pt. Indonesia Power Ubp Perak. *Institut Teknologi Sepuluh Nopember*.
- Fahrizal, 2014. Analisis Availibilitykinerja Boiler Pada Pt. Rohul Sawit Indah. , 6.
- Firdaus, A. and Sirait, E., 2015. Analisa Pengaruh Variasi Kapasitas Uap Terhadap Efisiensi Ketel Uap Di Pt . Sinar Sosro Banyuasin-Sumatera Selatan. *Universitas Sriwijaya*, 8, pp.133–140.
- Fusito, 2010. ANALISA PENURUNAN EFISIENSI PACKAGE BOILER TIPE PIPA AIR PADA PABRIK PUSRI IV PT PUPUK SRIWIDJAJA PALEMBANG. *Universitas Sriwijaya*, pp.13–15.
- Ganavathy, V., 2015. *Steam Generators AND WASTE HEAT BOILER FOR PROCESS AND PLANT ENGINEERS*, Boca Raton USA: CRC Press.
- Hasan, andi rinaldi, 2015. ANALISA KEGAGALAN MATERIAL SA-210C PADA APLIKASI BOILER STEAM PIPE. *Universitas Trisakti*, pp.97–106.
- Hendaryati, H., 2012. ANALISIS EFISIENSI TERMAL PADA KETEL UAP DI PABRIK GULA KEBONAGUNG MALANG. *Universitas Muhammadiyah Malang*, 8(September), pp.148–153
- Heselton, K.E., 1943. *BOILER OPERATOR'S HANDBOOK*, Librun: Fairmont Press, Inc.
- Jassim, R.K. EDITOR, 2010. *POWER PLANT ENGINEERING and ECONOMY*, Yanbu Industrial Collage.
- Kitto, E.J.B. and Stultz, S.C., 2005. *Steam Its Generation And Use*, The Babcock & Wilcox Company.
- Kurniawan, H.Y., Gunawan, H., and Maluegha, B., KAJIAN EFISIENSI TERMAL DARI BOILER DI PEMBANGKIT LISTRIK TENAGA UAP

- AMURANG UNIT 1. *Universitas Sam Ratulangi*, 4.
- Murni, 2011. Meningkatkan Efisiensi Boiler Dengan Memanfaatkan Gas Buang Untuk Pemanas Ekonomiser. *Universitas Diponegoro*, pp.57–61.
- Nag, p k, 2008. *Power Plant Engineering* 3rd ed., New Delhi: Tata McGraw-Hill.
- Nusalim, T.A. and Handoyo, E.A., 2016. PERANCANGAN KETEL UAP Untuk PT . HONGXING ALGAE INTERNATIONAL. *Universitas Kristen Petra*, pp.1–7.
- Parapak, B., 2013. PEREKAYASAAN KETEL UAP UTILITAS PABRIK ELEMEN BAKAR NUKLIR TIPE PWR 1000 MWe. *BATAN*, (November), pp.66–78.
- Parsons, B., 1905. *STEAM-BOILERS THEIR THEORY AND DESIGN* 2nd ed., New York USA: Longmans, Green, and CO.
- Pravitasari, Y., Malino, M.B., and Novitasari, M., 2017. Analisis Efisiensi Boiler Menggunakan Metode Langsung. *Universitas Tanjungpura*, V(1), pp.9–12.
- Primayudi, A. and Nugroho, A., 2015. ANALISA KEHILANGAN ENERGI PADA FIRE TUBE BOILER KAPASITAS 10 TON. *Universitas Mercu Buana*, 4(2), pp.38–43.
- Raharjo, Y.C., 2013. PERENCANAAN KETEL UAP PIPA API DENGAN KAPASITAS 25 TON / JAM DENGAN BAHAN BAKAR BATUBARA.
- Rahmat, Setyoko, B., and Darmanto, S., 2007. PELUANG PENGHEMATAN ENERGI UAP MENGGUNAKAN METODE NON - INVESTMENT POINT. *UNIMUS*, 5(1), pp.35–40.
- Ridwan, Wiseno, E., and Firdaus, 2007. Karakteristik Ketel Pipa Api Kapasitas Uap 6000 Kg / Jam Berbahan Bakar Solar Di PT. Mustika Ratu, Tbk. *Universitas Gunadarma*.
- Saputra, H., Syarief, A., Maulana, Y., Akhmad, J.L., and Km, Y., 2014. Analisis Pengaruh Media Pendinginan Terhadap Kekuatan Tarik Baja ST37 Pasca Pengelasan Menggunakan Las Listrik. *Jurnal Ilmiah Teknik Mesin Unlam*, 3(2), pp.91–98.
- Sariyusda, 2013. ANALISA BULGING TUBE SUPERHEATER BOILER

- PADA MATERIAL SA 213 Gr.T11 Sariyusda. *Politeknik Negeri Lhoksumawe*, 4(gambar 1), pp.331–335.
- Sukamta, Sudarja, and Wathon, M.M.I., 2015. Analisis Unjuk Kerja Boiler Feed Pump Turbine Untuk Kapasitas Ketel Uap 2000 Ton / Jam Di PLTU Cirebon Jawa Barat. , 18(1), pp.21–29.
- Surindra, M.D., 2013. ANALISIS PERUBAHAN EFISIENSI BOILER PEMBANGKIT LISTRIK TENAGA UAP TANJUNG JATI B UNIT 1 DAN 2, 2X660 MEGAWATT. *Politeknik Negeri Semarang*, pp.208–213.
- Syahputra, M.R. and Sulaksmo, M., 2006. KELENGKAPAN PEMENUHAN SYARAT OPERATOR KETEL UAP DENGAN UPAYA PENGOPERASIAN DAN PEMELIHARAAN DI PT PUPUK KALTIM (STUDI PADA OPERATOR DI INDUSTRI KIMIA). *Universitas Airlangga*, (1), pp.201–211.
- Wiharja and Susanto, P., 2008. PENINGKATAN EFISIENSI PEMBAKARAN PADA BOILER MELALUI PENERAPAN PRODUKSI BERSIH. *Badan Pengkajian dan Penerapan Teknologi*, pp.40–47.
- Winanti, W. and Prayudi, T., 2006. Perhitungan Efisiensi Boiler Pada Industri Industri Tepung Terigu. *Badan Pengkajian Dan Penerapan Teknologi*.
- Yohana, E. and Askhabulyamin, 2012. PERHITUNGAN EFISIENSI DAN KONVERSI DARI BAHAN BAKAR SOLAR KE GAS PADA BOILER EBARA HKL 1800 KA 1)Eflita. *Universitas Diponegoro*, pp.7–10.
- SYAHPUTRA, M. R., & SULAKSMONO, M. 2014. “Kelengkapan Pemenuhan Syarat Operator Ketel UapdenganUpayaPengoperasian danPemeliharaan di PT. PupukKaltim (Studipada Operator di Industri Kimia)”.*The Indonesian JournalofOccupationalSafetyandHealth*, Vol. 3, No. 2.
- TAMBUNAN, FAJAR & H. KARO KARO. 1984. “Ketel Uap”. Jakarta.
- WINANTI, W.S., & PRAYUDI, T. 2006. “Perhitungan Efisiensi Boiler Pada Industri-Industri Tepung Terigu”. *Jurnal Teknologi Lingkungan*,ISSN 1441-318X,1(58).