

TUGAS SARJANA
BIDANG KONVERSI ENERGI

**“PERANCANGAN SISTEM PEMBANGKIT TENAGA UAP MINI DENGAN
BAHAN BAKAR SAMPAH”**

*Diajukan Untuk Memenuhi Persyaratan Dalam Menyelesaikan Program
Strata Satu (S1) Pada Jurusan Teknik Mesin fakultas Teknologi Industri
Universitas Bung Hatta*

Diajukan oleh :

RENDRA PRATAMA
1310017211017



JURUSAN TEKNIK MESIN
FAKULTAS TEKNOLOGI INDUSTRI
UNIVERSITAS BUNG HATTA
PADANG
2018

LEMBARAN PENGESAHAN

TUGAS SARJANA

**“PERANCANGAN SISTIM PEMBANGKIT TENAGA UAP MINI DENGAN
BAHAN BAKAR SAMPAH”**

*Diajukan Untuk Memenuhi Persyaratan Dalam Menyelesaikan
Program Strata Satu (Satu) Pada Jurusan Teknik Mesin
Fakultas Teknologi Industri
Universitas Bung Hatta*

Rendra Pratama
1310017211017

Disetujui Oleh :

Pembimbing I

Pembimbing II

Ir. Suryadimal, M.T
NIDN : 1029067002

Dr. Jovial Mahjoeddin Rd., M.T
NIDN : 1013036202

Diketahui Oleh :

Dekan
Fakultas Teknologi Industri

Ketua
Jurusan Teknik Mesin

Dr. Hidayat, S.T., M.T
NIP : 960700420

Ir. Kaidir, M.Eng., IPM
NIDN : 0003076301

LEMBARAN PENGESAHAN PENGUJI

TUGAS SARJANA

**“ PERANCANGAN SISTIM PEMBANGKIT TENAGA UAP MINI DENGAN
BAHAN BAKAR SAMPAH ”**

*Teladi Diuji dan Dipertahankan pada Sidang Tugas Akhir
Jurusan Teknik Mesin Fakultas Teknologi Industri Universitas Bung Hatta
pada Tanggal 6 Februari 2018 dengan Dosen-dosen Penguji :*

Rendra Pratama
1310017211017

Disetujui Oleh :

Ketua Sidang

Penguji I

Ir. Suryadimal, M.T
NIDN : 1029067002

Ir. Edi Septe S., M.T
NIDN : 1001096301

Penguji II

Penguji III

Ir. Iman Satria., M.T
NIDN : 1031077301

Rizky Arman., S.T., M.T
NIDN : 1026057402

KATA MUTIARA



Bacalah dengan menyebut Allah

Dia telah menciptakan manusia dari segumpal darah Bacalah,

dan Tuhanmulah yang maha mulia

Yang mengajar manusia dengan pena,

Dia mengajarkan manusia apa yang tidak diketahuinya (QS: Al-'Alaq 1-5)

Maka nikmat Tuhanmu yang manakah yang kamu dustakan ? (QS: Ar-Rahman 13)

Niscaya Allah akan mengangkat (derajat) orang-orang yang beriman diantaramu dan

orang-orang yang diberi ilmu beberapa derajat

(QS : Al-Mujadilah 11)

Ya Allah,

Waktu yang sudah kujalani dengan jalan hidup yang sudah menjadi takdirku, sedih, bahagia, dan bertemu orang-orang yang memberiku sejuta pengalaman bagiku, yang telah memberi warna-warni kehidupanku. Kubersujud dihadapan Mu,

Engaku berikan aku kesempatan untuk bisa sampai

Di penghujung awal perjuanganku

Segala Puji bagi Mu ya Allah,

Alhamdulillah..Alhamdulillah..Alhamdulillahirobbil'alamin..

Sujud syukurku kusembahkan kepadamu Tuhan yang Maha Agung nan Maha Tinggi nan Maha Adil nan Maha Penyayang, atas takdirmu telah kau jadikan aku manusia yang senantiasa berpikir, berilmu, beriman dan bersabar dalam menjalani kehidupan ini. Semoga keberhasilan ini menjadi satu langkah awal bagiku untuk meraih cita-cita besarku.

Lantunan Al-fatihah beriring Shalawat dalam silahku merintih, menadahkan doa dalam syukur yang tiada terkira, terima kasihku untukmu. Kupersembahkan sebuah karya kecil ini untuk Papa, Mama, dan adik ku Abellino tercinta, yang tiada pernah hentinya selama ini memberiku semangat, doa, dorongan, nasehat dan kasih sayang serta pengorbanan yang tak tergantikan hingga aku selalu kuat menjalani

setiap rintangan yang ada didepanku,,,Papa,.. Mama..terimalah bukti kecil ini sebagai kado keseriusanku untuk membalas semua pengorbananmu.. dalam hidupmu demi hidupku kalian ikhlas mengorbankan segala perasaan tanpa kenal lelah, dalam lapar berjuang separuh nyawa hingga segalanya.. Maafkan Nda, Papa ,,, Mama,, masih saja nda menyusahkan Papa Mama.. Terimakasih untuk Oma, Opa, Ibuk, Mimi, Oom dan Cece yang telah memberi semangat nda sampai saat ini. Hanya ini yang bisa nda berikan kepada kalian semua

Dalam silah di lima waktu mulai fajar terbit hingga terbenam.. seraya tangaku menadah”.. ya Allah ya Rahman ya Rahim... Terimakasih telah kau tempatkan aku diantara kedua malaikatmu yang setiap waktu ikhlas menjagaku,, mendidikku,, membimbingku dengan baik,, ya Allah berikanlah balasan setimpal syurga firdaus untuk mereka dan jauhkanlah mereka nanti dari panasnya sengat hawa api nerakamu..

Untukmu

Papa (ZULFAHMI),,,Mama(YOSSY LAUREN)...Terimakasih....

we always loving you... (ttd.Anakmu)

Dalam setiap langkahku aku berusaha mewujudkan harapan-harapan yang kalian impikan didiriku, meski belum semua itu kuraih’ insyallah atas dukungan doa dan restu semua mimpi itu kan terjawab di masa penuh kehangatan nanti. Untuk itu kupersembahkan ungkapan terimakasihku kepada:

Kepada Keluarga besarku dimanapun berada, Yang selalu menanya kapan WISUDA, mungkin disini diwaktu ini sudah terjawab, terima kasih atas pertanyaan, Support, doa dan bantuanya selama ini tanpa kalian mungkin semuanya tidak akan selesai...

... i love you all : ...*

Kepada bapak **Ir. Suryadimal, M.T** sebagai pembimbing I, dan bapak **Dr. Jovial Mahjoeddin Rd, M.T** sebagai pembimbing II terima kasih banyak atas bimbingan dan bantuan bapak selama ini, semoga mendapat hidayah dan rahmat dari Yang Maha Kuasa, ALLAH SWT.
Amin...

"Hidupku terlalu berat untuk mengandalikan diri sendiri tanpa melibatkan bantuan Tuhan dan orang lain, biar aku saja yang jalani, kalian jangan”..

"Tak ada tempat terbaik untuk berkeluh kesah selain bersama sahabat-sahabat terbaik”..

Terimakasih kuucapkan Kepada Teman sejawat Saudara seperjuangan **TEKNIK MESIN**
ANGKATAN 2013”

“Tanpamu teman aku tak pernah berarti,,tanpamu teman aku bukan siapa-siapa yang takkan jadi apa-apa”, buat saudara sekaligus sahabatku selama Berada di Padang, M.khadafi zein S.T, Andre rahmat S S.T(semoga cepat dapat kerja, pengannguran itu berat teman), Rino Gaustardi (kajaan skripsi tu lai kawan jan di bali-bali juo Vape tu, jan main ML juo lai), M. Kholid, Buser (jan ka gunuang jo ka pulau juo lai pren, Masa depan pikiaan lai) Bang Tuken (mokasih pitih lanjo tiok bulannyo da), Bg Wanda Pratama, S.T (mokasih alah maingekan wk taruih da), Bg Deni, Izil (karajoan TA tu lai sanak , jan main ML juo padok tu lai) Tebo (jan mangango juo ang lai yuang) ..Kalian semua bukan hanya menjadi teman yang baik, kalian adalah saudara bagiku!!

*Rekan – rekan seperjuangan , **Afdhal Zikri, Ilham Ridho Putra, Bg Baluik KC**,(anak kecil), **Hersan Fernanda** (apak), **Panji Akbar, Herix Wahmi Septorasi , Bg Johan Suherman**, (om jo,sama Berjuang menunggu kita om jo), **Mega Andina** , (dedek meg, preman),**M. Kholid** (jan motor ka motor juo lai kawan) terima kasih banyak atas dukungan dan bantuan nya,,baik langsung maupun secara tidak langsung.....*

Spesial buat mantan-mantan !!

Buat mantan, yang pernah singgah singgah di hati ini dan pernah mengisi hati ini dan pernah meremuk hati ini. Terimakasih untuk Motivasi, Semangat, dorongan, saran dan kritikan yang pernah tercurah untukku. Untuk seseorang di relung hati percayalah bahwa semua kan indah pada waktunya, semoga keyakinan dan takdir ini terwujud (LUQY FITHRIA ROZA), insyallah jodohnya kita bertemu atas ridho dan izin Allah S.W.T

Untuk ribuan tujuan yang harus dicapai, untuk jutaan impian yang akan dikejar, untuk sebuah pengharapan, agar hidup jauh lebih bermakna, hidup tanpa mimpi ibarat arus sungai. Mengalir tanpa tujuan. Teruslah belajar, berusaha, dan berdoa untuk menggapainya.

Jatuh berdiri lagi. Kalah mencoba lagi. Gagal Bangkit lagi.

Never give up!

Sampai Allah SWT berkata “waktunya pulang”

Hanya sebuah karya kecil dan untaian kata-kata ini yang dapat ku persembahkan kepada kalian semua,, Terimakasih beribu terimakasih kuucapkan..

Atas segala kekhilafan salah dan kekuranganku, kurendahkan hati serta diri menjabat tangan meminta beribu-ribu kata maaf tercurah.

Semoga secercah keberhasilan ini menjadi pelita

Dalam perjalanan hidupku meraih

Sukses dimasa yang akan datang

Amin

ABSTRAK

Dapat kita lihat sekarang ini kurangnya energi minyak dunia menjadi permasalahan di dunia ini, serta pencemaran lingkungan yang disebabkan oleh pembakaran bahan bakar fosil untuk memproduksi energi listrik, telah menimbulkan dampak pemanasan global pada level yang sangat mengkhawatirkan. Penyelesaian dampak pemanasan global, salah satunya diantaranya dengan mengurangi penggunaan energi listrik berbasis bahan bakar fosil serta peningkatan pemanfaatan energi alternatif (*renewable energy*), diantaranya sampah kota. Pada perancangan ini dilakukan pemanfaatan sampah kering berupa plastik, karet, kayu, tempurung kelapa, daun, dan kertas untuk menjadi bahan bakar pembangkit listrik tenaga uap. Pada perancangan ini yang dirancang yaitu tungku pembakaran, boiler dan turbin uap. Sebelumnya sampah dikeringkan hingga kadar air di sampah berkurang. Sampah-sampah kering tersebut dikumpulkan untuk dijadikan bahan bakar untuk memanaskan boiler lalu menghasilkan uap untuk menggerakkan turbin. Sampah-sampah tersebut memiliki nilai kalor rata-rata sebesar 29707,45 kJ/kg dengan temperatur mencapai 1100 °C. Dari hasil perhitungan perancangan volume tungku pembakaran yaitu 0,329072 m² dengan kapasitas sampah yang bisa masuk ± 20 kg, volume boiler 0,1005 m². Pada perancangan ini perencanaan tekanan yang sampai di turbin yaitu 4,7 bar dengan daya yang akan dihasilkan turbin sebesar 2,65 kWh

ABSTRACT

We can see today that the world's lack of world oil energy and environmental pollution caused by the burning of fossil fuels to produce electrical energy has caused the effects of global warming to a very worrying level. Settlement of the impact of global warming, one of them is by reducing the use of fossil fuel-based electric energy and increased utilization of alternative energy (renewable energy), including municipal waste. In this design, the utilization of dry waste in the form of plastic, rubber, wood, coconut shell, leaf, and paper to become fuel of steam power plant. In this design is designed the furnace, boiler and steam turbine. Previously the garbage was dried until the water content in the garbage was reduced. Dry waste is collected for fuel to heat the boiler and then produce steam to move the turbine. The garbage has average calorific value of 29707,45 kJ / kg with temperature reaching 1100 oC. From the calculation of the design of the burning furnace volume of 0.329072 m² with the capacity of garbage can enter ± 20 kg, boiler volume 0,1005 m². In this design, the pressure planning reached in the turbine is 4.7 bar with the power to be produced turbine of 2.65 kWh

KATA PENGANTAR



Dengan mengucapkan puji dan syukur ke hadirat ALLAH SWT, atas berkat, rahmat dan hidayat NYA yang telah dilimpahkan kepada penulis, sehingga penulis dapat menyelesaikan tugas akhir ini dengan judul **“PERANCANGAN SISTIM PEMBANGKIT TENAGA UAP MINI DENGAN BAHAN BAKAR SAMPAH”**

Serta kepada junjungan kita, Nabi Muhammad SAW, yang telah membawa umatnya dari zaman jahiliyah dan keterbelakangan menjadi zaman yang serba canggih dan berpendidikan seperti saat ini seperti sekarang ini.

Dalam penulisan tugas akhir ini penulis tidak lepas dari bantuan dan dukungan oleh semua pihak, baik bantuan tangan maupun bantuan pikiran, untuk itu penulis ingin mengucapkan terimakasih sebesar-besarnya kepada:

1. Kepada kedua orang tuaku tercinta khususnya buat Pada, Mama, Abellino dan keluarga yang selalu mendukung baik moril atau pun materil.
2. Kepada Ir. Hidayat., M.T. selaku dekan Fakultas Teknologi Industri Universitas BungHatta.
3. Bapak Ir. Khaidir., M.Eng,IPM selaku ketua jurusan Teknik Mesin, Fakultas Teknologi Industri Universitas Bung Hatta
4. Bapak Ir. Suryadimal., M.T selaku pembimbing I saya dalam melakukan tugas akhir saya ini.

5. Bapak Dr. Jovial Mahjoeddin Rd, M.T selaku dosen pembimbing II saya dalam melakukan tugas akhir ini.
6. Seluruh dosen Jurusan Teknik Mesin Fakultas Teknologi Industri Universitas Bung hatta
7. Seluruh staff karyawan Universitas BungHatta
8. Rekan-rekan angkatan 2013 Teknik Mesin, dan seluruh rekan-rekan sejurusan Teknik Mesin, Teknik Elektro, Teknik Kimia dan Teknik Industri Universitas BungHatta
9. Semua pihak yang tidak bisa penulis sebut satu persatu, atas bantuan nya baik langsung maupun tidak langsung dalam penyelesaian Tugas Akhir ini.

Penulis menyadari bahwa penulisan laporan Tugas Akhir ini masih banyak kekurangannya, untuk itu penulis sangat mengharapkan masukan berupa kritik dan saran yang positif demi kelengkapan dan kesempurnaan laporan Tugas Akhir ini.

Akhir kata penulis berharap semoga laporan Tugas Akhir ini bermanfaat dan menambah wawasan pembaca maupun bagi penulis sendiri.

Wassallam

Padang, Februari 2018

Rendra Pratama

DAFTAR ISI

LEMBARAN

JUDUL..... i

LEMBARAN PENGESAHAN

PEMBIMBING..... ii

LEMBARAN PENGESAHAN

PENGUJI..... iii

KATA

MUTIARA..... iv

KATA

PENGANTAR..... vi

ABSTRAK.....

.... ix

ABSTRACT.....

..... x

DAFTAR

ISI..... xi

DAFTAR

GAMBAR..... xvi

DAFTAR

TABEL..... xv

BAB I PENDAHULUAN

1.1 Latar

Belakang..... 1

1.2 Perumusan

Masalah..... 5

1.3 Tujuan

Penelitian..... 5

1.4 Batasan

Masalah..... 5

1.5 Sistematika

Penulisan..... 6

BAB II TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Proses Tenaga

Listrik..... 8

2.1.1 Proses Pembangkitan Tenaga

Listrik..... 8

2.1.2 Jenis-jenis Pusat Pembangkit

Listrik..... 9

2.1.3 Hal-hal yang diperhatikan dalam perancangan pembangkit (*system planning*) tenaga

listrik..... 10

2.2

Incinerator..... 11

2.2.1 Jenis-jenis

Incinerator..... 14

2.2.2 Prinsip Kerja

Incinerator..... 16

2.3

Boiler..... 17

2.3.1 Klasifikasi

Boiler..... 20

2.4 Turbin

Uap..... 26

2.4.1 Prinsip Kerja Turbin

Uap..... 27

2.4.3 Komponen-komponen Utama Sistem Turbin

Uap..... 31

2.5

Sampah..... 33

2.5.1 Jenis-jenis

Sampah..... 34

2.5.2 Karakteristik

Sampah..... 34

2.6 Solid	
Works.....	37
2.7 Tekanan dan	
Suhu.....	39
2.7.1	
Tekanan.....	39
2.7.2	
Suhu.....	41
2.8 Sifat-sifat Zat	
Murni.....	42
2.8.1 Permukaan $p - v -$	
T.....	42
BAB III MOTODOLOGI PERANCANGAN	
3.1 Diagram Alir	
Perancangan.....	44
3.2 Studi	
Literatur.....	45
3.3	
Perancangan.....	45
3.4 Gambar	
perancangan.....	46
3.5 Pemilihan Bahan	
Material.....	47
3.6 Metode yang dipakai dalam	
perancangan.....	48
3.7 Data	
Perancangan.....	49
3.8 Parameter yang digunakan dalam	
perancangan.....	56
BAB IV ANALISA PEMBAHASAN	
4.1 Nilai Kalor	
Sampah.....	60

4.2 Analisa Tungku	
Pembakaran.....	61
4.3 Analisa	
Boiler.....	65
4.4 Rugi aliran pada pipa, salang, dan	
nozzle.....	67
4.4.1 Rugi Aliran Pada	
pipa.....	67
4.4.2 Analisa pada pipa dan	
slang.....	69
4.5 Analisa Turbin	
Uap.....	75
4.5.1 Tekanan Masuk	
Turbin.....	76
4.5.2 Tekanan keluar	
Turbin.....	77
4.5.3 Efisiensi Turbin	
Uap.....	77
4.5.4 Daya	
Turbin.....	78
BAB V KESIMPULAN DAN SARAN	
5.1	
Kesimpulan.....	81
5.2	
Saran.....	84
DAFTAR PUSTAKA	
LAMPIRAN	

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1	Alat pembakar sampah tipe kontinyu.....	12
Gambar 2.2	Alat Pembakar Sampah Tipe <i>batch</i>	13
Gambar 2.3	Piktorial Incinerator Tipe <i>batch</i>	13
Gambar 2.4	<i>Incinerator Rotary Kiln</i>	14
Gambar 2.5.	<i>Multiple Hearth Incinerator</i>	15
Gambar 2.6.	<i>Fluidized Bed Incinerator</i>	16
Gambar 2.7	diagram sederhana <i>fire tube boiler</i>	20
Gambar 2.8	Water Tube Boiler.....	21
Gambar 2.9	Ketel Stasioner (<i>stationary boiler</i>)	22
Gambar 2.10	Ketel Pembakaran di luar.....	23
Gambar 2.11	Ketel tegak (<i>vertikal steam boiler</i>)	24
Gambar 2.12	Ketel mendatar (<i>horizontal steam boiler</i>)	24

Gambar 2.13 Ketel dengan pipa lurus, bengkok, dan berlekak- lekuk.....	25
Gambar 2.14 Ketel dengan pipa miring-datar dan miring- tegak.....	25
Gambar 2.15 Prinsip Kerja Turbin Uap.....	27
Gambar 2.16 Jenis turbin dan karakteristiknya.....	28
Gambar 2.17 Turbin impuls bertingkat tekanan.....	29
Gambar 2.18 Turbin impuls bertingkat kecepatan.....	30
Gambar 2.19 Turbin Impuls Bertingkat Tekanan dan Kecepatan.....	31
Gambar 2.20 Bagian-bagian Turbin Uap.....	32
Gambar 2.21 Hubungan antara tekanan absolut, tekanan relatif, dan tekanan vakum.....	40
Gambar 3.1 Diagram Alir.....	44
Gambar 3.2 Gambar lengkap.....	46
Gambar 3.3 Tungku Pembakaran.....	49

Gambar 3.4 Bentuk Batu Bata Dinding Tungku

Pembakaran..... 50

Gambar 3.5 Susunan batu bata di ruang

bakar..... 51

Gambar 3.6

Boiler..... 51

Gambar 3.7

Kerucut..... 52

Gambar 3.8

Pipa..... 53

Gambar 3.9

Selang..... 54

Gambar 3.10 Sudu-sudu

..... 55

Gambar 3.11

Poros..... 56

Gambar 4.1 Tungku

Pembakaran..... 62

Gambar 4.2

Boiler..... 65

Gambar 4.3

Pipa..... 68

Gambar 4.4

Selang..... 69

Gambar 4.5

Nozzle.....	73
-------------	----

Gambar 4.6 Sudu-

sudu.....	75
-----------	----

Gambar 4.7

Turbin.....	76
-------------	----

DAFTAR TABEL

Tabel 1.1 Karakteristik Sampah Yang Ada Di

Indonesia..... 2

Tabel 4.1 Nilai kalor yang dihasilkan oleh sampah..... 61

Tabel 4.2 Titik nyala api yang dihasilkan oleh sampah..... 64

Tabel 5.1 Nilai kalor yang dihasilkan oleh

sampah..... 81