

**ANALISA TEKNO EKONOMI POTENSI PENGOLAHAN SAMPAH
UNTUK MERUBAH SAMPAH PERKOTAAN MENJADI ENERGI DI
PLTSa PUTRI CEMPO SOLO MELALUI PROSES PLASMA
GASIFIKASI.**

Tesis

Untuk memenuhi salah satu syarat mencapai derajat Pendidikan Strata Dua (S-2)
sebagai MagisterEnergi pada Program Studi Magister Energi



Oleh:

ANANG SETYO PRAMUDIYANTO
30000420410001

**PROGRAM STUDI MAGISTER ENERGI
SEKOLAH PASCASARJANA UNIVERSITAS DIPONEGORO
SEMARANG
2022**

PERSETUJUAN UJIAN TESIS

Yang bertanda tangan di bawah ini. Dosen Pembimbing dari

Mahasiswa : Anang Setyo Pramudiyanto

NIM : 30000420410001

Program Studi : Magister Energi

Judul Tesis : ANALISA TEKNO EKONOMI POTENSI PENGOLAHAN UNTUK

MERUBAH SAMPAH PERKOTAAN MENJADI ENERGI DI PLTSA

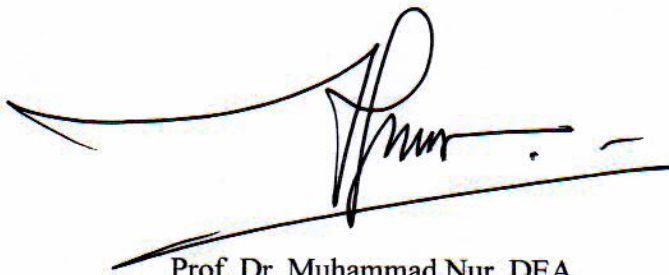
PUTRI CEMPO SOLO MELALUI PROSES PLASMA GASIFIKASI.

Menyatakan bahwa mahasiswa tersebut telah melaksanakan Ujian Proposal dan Ujian Seminar

Hasil sehingga menyetujui dan layak untuk melaksanakan Ujian Tesis.

Semarang, Desember 2022

Pembimbing Pertama



Prof. Dr. Muhammad Nur, DEA.

NIP. 195711261990011001

Pembimbing Kedua



Dr. Asep Yoyo Wardaya, S.Si., M.Si.

NIP.197110021997021001

PERNYATAAN ORISINALITAS

Dengan ini saya menyatakan bahwa di dalam tesis ini tidak terdapat karya yang pernah ditulis atau diajukan untuk memperoleh gelar akademik di suatu perguruan tinggi dan sepanjang pengetahuan saya juga tidak terdapat karya atau pendapat yang pernah ditulis oleh orang lain, kecuali secara tertulis diacu dalam naskah ini dan disebut dalam daftar pustaka.

Semarang, Desember 2022

Anang Setyo Pramudiyanto

NIM. 30000420410001

HALAMAN PENGESAHAN TESIS


ANALISA TEKNO EKONOMI POTENSI PENGOLAHAN SAMPAH UNTUK MERUBAH SAMPAH PERKOTAAN MENJADI ENERGI DI PLTSA PUTRI CEMPO SOLO MELALUI PROSES PLASMA GASIFIKASI.

Disusun Oleh :

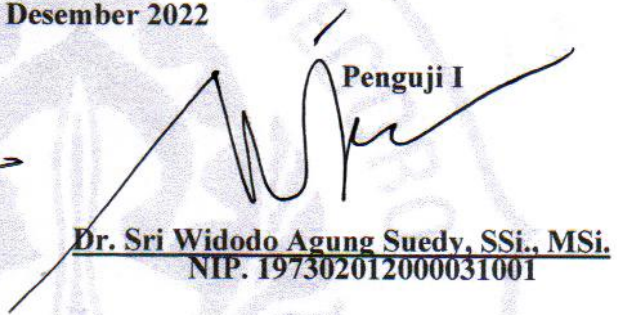
**ANANG SETYO PRAMUDIYANTO
30000420410001**

**Telah disajikan dan dinyatakan lulus oleh Tim Penguji
Pada Desember 2022**

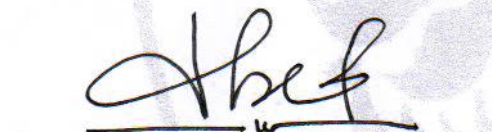
Pembimbing Pertama


Prof. Dr. Muhammad Nur, DEA
NIP. 195711261990011001

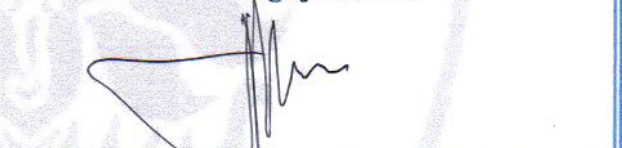
Penguji I


Dr. Sri Widodo Agung Suedy, SSI., MSi.
NIP. 197302012000031001

Pembimbing Kedua


Dr. Asep Yoyo Wardaya, S.Si, M.Si.
NIP. 197110021997021001

Penguji Kedua


Ir. Marcellinus Christwardana, ST. M.T, PhD
NIP.H7.199004152022041001

**Tesis ini telah diterima sebagai salah satu persyaratan untuk memperoleh gelar
Magister Energi**

Dekan Sekolah Pascasarjana

Ketua Program Studi Magister Energi

Dr. RB Sularto, S.H., M.Hum.
NIP.196701011991031005

Dr. Ir. Jaka Windarta, M.T., IPU.
NIP.196405261989031002

**PERNYATAAN PERSETUJUAN
PUBLIKASI TESIS UNTUK KEPENTINGAN AKADEMIS**

Sebagai bagian sivitas akademik Universitas Diponegoro, saya yang bertanda tangan di bawah ini :

Nama : Anang Setyo Pramudiyanto

NIM : 30000420410001

Program Studi : Magister Energi

Sekolah : Program Pascasarjana

Jenis Karya : Tesis

Kami memberikan haknya sepenuhnya kepada Universitas Diponegoro atas karya ilmiah yang berjudul:

“ANALISA TEKNO EKONOMI POTENSI PENGOLAHAN SAMPAH UNTUK MERUBAH SAMPAH PERKOTAAN MENJADI ENERGI DI PLTSa PUTRI CEMPO SOLO MELALUI PROSES PLASMA GASIFIKASI.”

Beserta perangkat yang tersedia untuk dipergunakan , disimpan, dialih mediakan serta disimpan sebagai database dengan bebas royalti untuk dirawat dan dipublikasikan tesis saya selama mencantumkan nama saya sebagai penulis dan sebagai pemilik hak cipta.

Dibuat di: Semarang
Pada Tanggal, Desember 2022
Yang Membuat pernyataan

Anang Setyo Pramudiyanto

30000420410001

KATA PENGANTAR

Alhamdulillah kami panjatkan sebagai wujud puji dan syukur ke hadirat ALLAH SWT yang telah memberikan Rahmat dan Hidayah-Nya kepada saya sehingga proposal Tesis ini dapat terwujud dengan judul “ANALISA TEKNO EKONOMI POTENSI PENGOLAHAN SAMPAH UNTUK MERUBAH SAMPAH PERKOTAAN MENJADI ENERGI DI PLTSa PUTRI CEMPO SOLO MELALUI PROSES PLASMA GASIFIKASI”. Tesis ini telah disusun dengan tujuan sebagai salah satu syarat untuk memenuhi persyaratan dalam memperoleh gelar Magister Sains pada Program Studi Magister Energi Sekolah Pasca Sarjana Universitas Diponegoro Semarang

Ucapan terimakasih dan penghargaan yang sebesar-besarnya kepada para pihak yang telah membantu saya sampaikan kepada :

1. Dekan Pasca sarjana, Universitas Diponegoro Semarang.
2. Dr. Ir. Jaka Windarta, MT selaku Ketua Program Studi Magister Energi Universitas Diponegoro Semarang.
3. Prof. Dr. Muhammad Nur, DEA selaku Dosen Pembimbing Pertama atas arahan, petunjuk dan bimbingan yang diberikan selama mengerjakan proposal ini.
4. Dr. Asep Yoyo Wardaya, S.Si M.Si selaku Dosen Pembimbing kedua atas bimbingan, penjelasan, dan motivasi yang diberikan.
5. Keluarga besar saya, terutama Ibu saya atas pengorbanan baik moral maupun finansial sehingga proposal Tesis ini dapat saya selesaikan.
6. Bapak dan Ibu dosen Magister Energi yang telah memberikan pengajaran dan ilmu kepada penulis.
7. Ibu Arthaty kepala Bidang Dinas Lingkungan Hidup kota Surakarta
8. Bapak Radit Manajemen PT. Solo Citra Metro Plasma
9. Rekan-rekan Magister Energi yang telah bersedia berdiskusi dengan penulis sehingga proposal ini dapat diselesaikan.

Semarang, Desember 2022

Anang Setyo Pramudiyanto

30000420410001

ABSTRAK

The problem of waste is very basic, especially in urban areas. This is supported by the lack of public awareness about the importance of cleanliness and healthy living habits as well as concern for the surrounding environment. Population growth is also directly proportional to waste production, especially in urban areas. As we all know, waste consists of organic waste (leftover food, wood, paper, etc.) and non-organic waste (plastic, cloth, rubber, glass, Aluminum, metal, etc.). And this will be a very serious matter if it is not managed and handled seriously, because the waste produces gases that pollute the environment and reduce the aesthetics of the environment. Municipal waste processing uses a plasma gasification process to convert waste into environmentally friendly energy and is expected to be able to control the waste problem in urban areas, as well as become one of the new and renewable energy sources that are beneficial and of economic value.

Keywords: Waste, Plasma Gasification, Renewable Energy and Environmentally Friendly

Permasalahan sampah merupakan hal yang sangat mendasar terutama di daerah perkotaan. Hal tersebut di dukung oleh tingkat kesadaran masyarakat yang kurang tentang pentingnya kebersihan dan perilaku hidup sehat serta kepedulian terhadap lingkungan sekitar. Pertumbuhan penduduk juga berbanding lurus terhadap produksi sampah terutama di daerah perkotaan. Seperti yang kita ketahui bersama sampah terdiri dari sampah organik (Sisa makanan, kayu, kertas, dlsb) dan sampah non organik (plastik, kain, karet, kaca, alumunium, logam, dlsb). Dan hal ini akan menjadi hal yang sangat serius apabila tidak dikelola dan ditangani secara serius, dikarenakan sampah menghasilkan gas yang mencemarkan lingkungan serta berkurangnya estetika di lingkungan tersebut. Pengolahan sampah perkotaan dengan menggunakan proses plasma gasifikasi untuk merubah sampah menjadi energi yang ramah lingkungan dan diharapkan mampu untuk mengendalikan masalah sampah di perkotaan, serta menjadi salah satu sumber energi baru dan terbarukan yang bermanfaat dan bernilai ekonomis.

Kata Kunci : Sampah, Plasma Gasifikasi ,Energi terbarukan dan Energi ramah lingkungan

DAFTAR ISI

PERSETUJUAN UJIAN TESIS.....	ii
PERNYATAAN ORISINALITAS.....	iii
HALAMAN PENGESAHAN.....	iv
PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI TESIS UNTUK KEPENTINGAN AKADEMIS.....	v
KATA PENGANTAR.....	vi
ABSTRAK.....	vii
DAFTAR ISI.....	viii
DAFTAR TABEL.....	x
DAFTAR GAMBAR.....	xii
DAFTAR ISTILAH.....	xiii
BAB I PENDAHULUAN.....	1
1.1 Latar Belakang.....	1
1.2 Perumusan Masalah.....	4
1.3 Tujuan Penelitian.....	4
1.4 Manfaat Penelitian.....	5
1.5 Originalitas Penelitian.....	5
BAB II TINJAUAN PUSTAKA.....	10
2.1 Permasalahan Sampah Perkotaan.....	10
2.2 TPA Cempo Solo.....	11
2.3 Komposisi Sampah di TPA Cempo Solo.....	12
2.4 Pemrosesan Sampah Menjadi Energi.....	13
2.4.1 Pemrosesan Sampah Menggunakan Gasifikasi Thermal.....	14
2.4.2 Plasma Gasifikasi sebagai Model untuk Pengolahan Sampah Menjadi Energi.....	19
2.4.3 Pemodelan Aspen Plus untuk Pengolahan Sampah Menjadi Energi.....	21
2.5 Ekonomi Teknik dalam Pengelolaan Sampah.....	25
2.5.1 Definisi Ekonomi Teknik.....	25
2.5.2 Ekonomi Teknik dalam Pengolahan Sampah Menggunakan Teknologi Plasma Gasifikasi.....	26
BAB III METODOLOGI PENELITIAN.....	29
3.1 Lokasi dan Jadwal Penelitian.....	29
3.2 Jenis Penelitian.....	29
3.3 Kerangka Penelitian.....	30
3.4 Ruang Lingkup Penelitian.....	31
3.5 Jenis dan Sumber Data.....	31
3.6 Teknik Pengumpulan Data.....	31
3.7 Teknik Analisa Data.....	32
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN.....	33

4.1 Analisa Perhitungan Teknis dari Bahan Baku Sampah (MSW) untuk Menjadi Energi .	33
4.1.1 Karakteristik Feedstock Main Flow Sheet dari Plasma Gasifikasi.....	33
4.1.2 Model Perhitungan Energi Plasma Gasifikasi	34
4.1.3 Main Flowsheet Gasifikasi Plasma.....	34
4.1.4 Simulasi Perhitungan Energi dengan Proses Plasma Gasifikasi.....	37
4.2 Analisa Perhitungan Ekonomi dari Pembangkit Listrik Tenaga Sampah.....	40
4.2.1 Analisa Perhitungan Ekonomi PP, NPV, dan IRR dengan Skenario I	43
4.2.2 Analisa Perhitungan Ekonomi PP, NPV, dan IRR dengan Skenario II.....	49
4.2.1 Analisa Perhitungan Ekonomi PP, NPV, dan IRR dengan Skenario III.....	54
BAB V KESIMPULAN DAN SARAN	61
5.1 Kesimpulan	61
5.2 Saran	61
DAFTAR PUSTAKA	62
LAMPIRAN	

DAFTAR TABEL

Tabel 1.1 Volume Sampah Per Bulan(Ton) Di Kota Surakarta Tahun 2019	2
Tabel 1.2 Ringkasan Dari Penelitian Yang Terdahulu	5
Tabel 2.1 Tabel Komposisi Fisik Sampah Di Tpa Cempo Solo Tahun 2021	12
Tabel 2.2 Komposisi Kimia Sampah	13
Tabel 2.3 Reaksi Kimia Utama Dalam Proses Gasifikasi Plasma	20
Tabel 3. Jadwal Penelitian	29
Tabel 4.1. Karakteristik Feedstock	34
Tabel 4.2. Deskripsi Massa Dan Energi Yang Dipergunakan Dalam Block Pemodelan Plasma Gasifikasi	36
Tabel 4.3 Validasi Dari Rdf Proses Plasma Gasifikasi	37
Tabel 4.4 Hasil Syngas Dengan Penambahan Udara Sebagai Gasifikasi Agent Dan Steam+Udara Sebagai Gasifikasi Agent	38
Tabel.4.5 Produksi Syngas Dengan Penambahan Udara Sebagai Gasifikasi Agentnya.....	38
Tabel.4.6 Produksi Syngas Dengan Steam+Udara Sebagai Gasifikasi Agentnya.....	38
Tabel.4.7 Air Fuel Rasio udara sebagai gasifikasi agent	40
Tabel.4.8 Air Fuel Ratio Steam+udara sebagai gasifikasi agent.....	40
Tabel.4.9 Asumsi Nilai Kalor Feedstock	42
Tabel 4.10 Asumsi Dan Pendekatan Yang Dipergunakan Dalam Perhitungan Analisa Ekonomi Dengan Skenario I.....	43
Tabel 4.11 Payback Periode Dengan Skenario I.....	44
Tabel 4.12.A Tabel Npv Skenario I Dengan Suku Bunga 10%.....	45
Tabel 4.12.B Tabel Npv Skenario I Dengan Suku Bunga 12,5%.....	46
Tabel 4.12.C Tabel Npv Skenario I Dengan Suku Bunga 15%.....	47
Tabel 4.13 Tabel Irr Skenario I.....	48
Tabel 4.14 Asumsi Dan Pendekatan Yang Dipergunakan Dalam Perhitungan Analisa Ekonomi Dengan Skenario II.....	49
Tabel 4.15 Payback Periode Dengan Skenario II	50
Tabel 4.16.A Tabel NPV Skenario II Dengan Suku Bunga 10%	51
Tabel 4.16.B Tabel NPV Skenario II Dengan Suku Bunga 12,5%	52
Tabel 4.16.C Tabel NPV Skenario II Dengan Suku Bunga 15%.	53
Tabel 4.17 Tabel IRR Skenario II.....	54

Tabel 4.18 Asumsi Dan Pendekatan Yang Dipergunakan Dalam Perhitungan Analisa Ekonomi Dengan Skenario III	55
Tabel 4.19 Payback Periode Dengan Skenario III	55
Tabel 4.20.A Tabel NPV Skenario III Dengan Suku Bunga 10%.....	56
Tabel 4.20.B Tabel NPV Skenario III Dengan Suku Bunga 12,5%	57
Tabel 4.20.C Tabel NPV Skenario III Dengan Suku Bunga 15%.....	58
Tabel 4.21 Tabel IRR Skenario III	59

DAFTAR GAMBAR

- Gambar 1.1 Grafik timbulan sampah nasional tahun 2021
- Gambar 1.2 Grafik Jumlah penduduk kota surakarta tahun 2020-2050 dengan menggunakan Leap
- Gambar 1.3 Grafik Jumlah pertumbuhan sampah di kota surakarta tahun 2020-2050 dengan menggunakan Leap.
- Gambar 2.1 Peta Lokasi TPA Putri Cempo Solo
- Gambar 2.2 Updraft gasifier
- Gambar 2.3 Plasma torch
- Gambar 2.4 Proses gasifikasi plasma
- Gambar 2.5 Skema Proses lengkap Gasifikasi Plasma
- Gambar 2.6 Proses pemisahan partikel
- Gambar 2.7 Selective catalytic converter
- Gambar 2.8 Proses production clean syngas
- Gambar 2.9 Mesin pembangkitan energy (Energy Generation)
- Gambar 2.10 Flow diagram updraft plasma gasifikasi
- Gambar 2.11 Tampilan awal program Aspen Plus
- Gambar 2.12 Karakteristik Material MSW yang digunakan dalam pemodelan
- Gambar 2.13 Main flowsheet plasma gasifikasi dengan modifikasi
- Gambar 2.14 Pengecheckan stream dalam setiap block
- Gambar 2.15 Block Calculation yang diperlukan untuk simulasi pemodelan
- Gambar 3.1 Diagram alir Penelitian
- Gambar.4.1 Main flow sheet gasifikasi plasma Enrich air sebagai gasifikasi agen
- Gambar.4.2 Main flow sheet gasifikasi plasma dengan udara+steam sebagai gasifikasi agen
- Gambar 4.3. Grafik syngas production from Enrich air as plasma
- Gambar 4.4. Grafik syngas production from Steam+air as plasma
- Gambar 4.5 Grafik Air Fuel Ratio udara sebagai gasifikasi agent
- Gambar 4.6 Grafik Air Fuel Rasio Steam+udara sebagai gasifikasi agent

Gambar 4.7 Grafik NPV dan IRR skenario I

Gambar 4.8 Grafik NPV dan IRR skenario II

Gambar 4.9 Grafik NPV dan IRR skenario III

DAFTAR ISTILAH DAN SINGKATAN

CO	: Carbon Monoxide (Karbon Monoksida)
Emisi GRK	: Emisi Gas Rumah Kaca
H ₂	: Hidrogen
Syngas	: Sintetis Gas
LHV	: Low Heating Value
HHV	: High Heating Value
CGE	: Cold Gas Efisiensi
WtE	: Waste To Energy (Dari Sampah menjadi Energi)
NPV	: Net Present Value (Nilai Kas pada saat sekarang setelah di diskonto)
PP	: Pay Back Period (Periode kembali modal)
CF	: Cash Flow (Arus Kas)
CIF	: Cash in Flow (Pendapatan per tahun)
CC	: Capital Cost (Biaya Total)
CRF	: Capital Recovery Factor (Nilai Rata-rata Tahunan yang ekuivalen dengan modal)
FC	: Fuel Consumption (konsumsi bahan bakar)
TC	: Total Cost
P	: Power (Daya listrik yang di jual)
E	: Energy Listrik