

**ANALISIS TEKNO-EKONOMI POTENSI SAMPAH
PERKOTAAN UNTUK PEMBANGKIT TENAGA SAMPAH
(STUDI KASUS TPA JATI BARANG)**

TESIS

**Untuk memenuhi satu syarat mencapai derajat pendidikan Strata Dua (S-2)
sebagai Magister Energi pada Program Studi Magister Energi**



Disusun Oleh :

**Mohammad Saleh
NIM. 30000516420017**

**PROGRAM STUDI MAGISTER ENERGI
SEKOLAH PASCA SARJANA UNIVERSITAS DIPONEGORO
SEMARANG**

2021

**HALAMAN PENGESAHAN
TESIS**

**ANALISIS TEKNO-EKONOMI POTENSI SAMPAH PERKOTAAN
UNTUK PEMBANGKIT TENAGA SAMPAH
(STUDI KASUS TPA JATI BARANG)**

Disusun Oleh :

**Mohammad Saleh
NIM. 30000516420017**

**Telah diujikan dan dinyatakan lulus oleh Tim Penguji
Pada Tanggal 19 Februari 2021**

Dosen Pembimbing I

Penguji I

**(Prof. Dr. Hadiyanto, ST, M.Sc. IPU)
NIP. 197510281999031004**

**(Ir. Sulistyono, M.T., Ph.D.)
NIP. 196209171991021001**

Dosen Pembimbing II

Penguji II

**(Dr. Jaka Windarta, M.T)
NIP. 196405261989031002**

**(Dr. Sri Widodo Agung Suaedy, S.Si., M.Si.)
NIP. 197302012000031001**

**Tesis ini telah diterima sebagai salah satu persyaratan
untuk memperoleh gelar Magister Energi
Tanggal 19 Februari 2021**

Dekan Sekolah Pascasarjana

Kaprodi Magister Energi

**Dr. R. B. Sularto, S.H., M.Hum.
NIP. 196701011991031005**

**(Dr. Jaka Windarta, M.T)
NIP. 196405261989031002**

HALAMAN PERNYATAAN

Saya menyatakan dengan sesungguhnya bahwa tesis yang saya susun dengan judul “ANALISIS TEKNO-EKONOMI POTENSI SAMPAH PERKOTAAN UNTUK PEMBANGKIT TENAGA SAMPAH (STUDI KASUS TPA JATI BARANG)” sebagai syarat untuk memperoleh gelar Magister dari Program Studi Magister Energi seluruhnya merupakan hasil karya sendiri.

Adapun bagian-bagian tertentu dalam penulisan Tesis yang saya kutip dari hasil karya orang lain telah dituliskan sumbernya secara jelas sesuai norma, kaidah dan etika penulisan ilmiah.

Apabila di kemudian hari ditemukan seluruh atau sebagian tesis ini bukan hasil karya saya sendiri atau adanya plagiat dalam bagian-bagian tertentu, saya bersedia menerima sanksi pencabutan gelar akademik yang saya sandang dan sanksi-sanksi lainnya sesuai dengan peraturan perundangan yang berlaku.

Semarang, Januari 2021

Mohammad Saleh
30000516420017

RIWAYAT HIDUP



Mohammad Saleh, ST. Lahir di Sumenep, 6 September 1976. Penulis menempuh pendidikan dasar di SDN Kalianget Timur XI lulus pada tahun 1988. Kemudian melanjutkan pendidikan menengah pertama di SMPN I Kalianget lulus 1991. Selanjutnya penulis melanjutkan pendidikan menengah atas di MAN I Kalianget lulus 1994. Penulis melanjutkan pendidikan Strata 1 (satu) di Program Studi Perencanaan Wilayah dan Kota Fakultas Teknik, Universitas Diponegoro Semarang dan lulus pada 2001.

Setelah lulus, penulis bekerja sebagai wiraswasta. Pada tahun 2017, penulis berkesempatan melanjutkan pendidikan program magister (S2) pada Program Studi Magister Energi Universitas Diponegoro Semarang.

Semarang, Januari 2021

Mohammad Saleh

KATA PENGANTAR

Saya panjatkan syukur alhamdulillah kehadiran Allah SWT atas berkah, karunia dan hidayah Nya, sehingga saya dapat menyelesaikan proposal tesis yang berjudul “ANALISIS TEKNO-EKONOMI POTENSI SAMPAH PERKOTAAN UNTUK PEMBANGKIT TENAGA SAMPAH (STUDI KASUS TPA JATI BARANG)” dengan lancar. Proposal tesis ini disusun sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar Magister Sains pada Program Studi Magister Energi, Sekolah Pascasarjana Universitas Diponegoro Semarang.

Pada kesempatan ini penulis tidak lupa mengucapkan terima kasih kepada pihak-pihak yang telah membimbing, memberi bantuan, arahan dan saran dalam penyusunan proposal tesis ini yaitu kepada:

1. Dr. R.B. Sularto, S.H., M.Hum, selaku Dekan Sekolah Pasca sarjana, Universitas Diponegoro Semarang.
2. Dr. Jaka Windarta, M.T. selaku Ketua Program Studi Magister Energi Universitas Diponegoro Semarang dan dosen pembimbing kedua.
3. Prof. Dr. Hadiyanto S.T., M..Sc, selaku dosen Pembimbing kedua atas waktu, tenaga, petunjuk, dan keramah-tamahannya dalam membimbing penulis mengerjakan proposal ini.
4. Orang tua, istri, anak - anak dan keluarga yang selalu mendukung dan memberi semangat kepada penulis.
5. Bapak dan Ibu dosen Magister Energi yang telah memberikan pengajaran dan ilmu kepada penulis.
6. Teman - teman Magister Energi yang telah mendukung dan semangat sehingga penulis dapat menyelesaikan laporan penelitian ini.

Akhir kata, saya memohon maaf apabila terdapat banyak kekurangan dalam penyusunan proposal ini. Oleh karena itu, saran dan kritik yang membangun sangat diharapkan guna penyempurnaan dan pengembangan proposal ini kearah

yang lebih baik. Mudah-mudahan usaha penyusunan proposal ini memperoleh ridha dari Allah SWT. Amin.

Semarang, Januari 2021

Penyusun

Mohammad Saleh

DAFTAR ISI

HALAMAN PENGESAHAN.....	i
HALAMAN PERNYATAAN	ii
RIWAYAT HIDUP.....	iii
KATA PENGANTAR	iv
DAFTAR ISI.....	vi
DAFTAR TABEL.....	vii
DAFTAR GAMBAR	ix
BAB I PENDAHULUAN.....	1
2.1. Latar Belakang.....	1
1.2. Perumusan Masalah.....	6
1.3. Tujuan Penelitian	7
1.4. Manfaat Penelitian	7
1.5. Originalitas Penelitian	7
BAB II TINJAUAN PUSTAKA.....	10
2.1. Sampah Perkotaan (Municipal Solid Waste).....	10
2.2 Tempat Pembuangan Akhir (Landfill).....	12
2.3 TPA Jatibarang Semarang	14
2.4. Landfill Gas (LFG).....	19
2.5 IPCC Inventory Software	21
2.6 LFGCost-Web (Landfill Gas Energy Cost Model)	26
2.5 Sistem Pembangkit Listrik Tenaga Sampah (PLTSa)	34
2.6 Analisis Tekno Ekonomi	51
BAB III METODOLOGI PENELITIAN.....	54
3.1. Lokasi Penelitian dan Jadwal Penelitian.....	54
3.2. Jenis Penelitian	54
3.3. Kerangka Pikir Penelitian	54
3.4. Ruang Lingkup Penelitian	56
3.5. Jenis dan Sumber Data.....	56
3.6. Teknik Pengumpulan Data	56
3.7. Teknik Analisa Data	56
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN	57
4.1 Skenario Sumber Pendanaan Proyek	57
4.2 Skenario Teknologi Pembangkit Listrik Tenaga Sampah (PLTSa)	60
4.3 Perhitungan Total Potensi Produksi Metana (Lo) di TPA Jatibarang	62
4.4 Perhitungan Proyek Pembangkit Listrik Tenaga Sampah (PLTSa)	66
BAB V PENUTUP.....	105
5.1 Kesimpulan	105
5.2 Saran.....	106
DAFTAR PUSTAKA	107
LAMPIRAN.....	109

DAFTAR TABEL

Tabel 1.	Presentase Komponen Sampah di Jawa Tengah Tahun 2013	3
Tabel 2	<i>Overview</i> Teknologi Pembangkit Listrik Tenaga Sampah (PLTSa)..	5
Tabel 3.	Ringkasan penelitian terdahulu	7
Tabel 4.	Nilai kalor berdasarkan jenis sampah.....	10
Tabel 5.	Data Jembatan timbang TPA Jatibarang 2016	15
Tabel 6.	Rata-rata Tonnase per Hari di TPA Jatibarang, Semarang	16
Tabel 7.	Penyusun Gas LFG.....	18
Tabel 8.	Konversi energi	19
Tabel 9.	Daftar <i>sheet</i> pada peranti LFGCost-Web	26
Tabel 10.	Tipe Proyek LFG dan Ukuran Proyek yang Direkomendasikan.....	28
Tabel 11.	Jadwal Penelitian.....	54
Tabel 12.	Estimasi biaya proyek teknologi PLTSa	59
Tabel 13.	Skenario sumber pendanaan proyek.....	60
Tabel 14.	Jenis-jenis proyek pengolahan energi dari LFG.....	61
Tabel 15.	Skenario proyek teknologi PLTSa	61
Tabel 16.	Skenario Penelitian.....	62
Tabel 17.	Rata-rata sampah tahunan di TPA Jatibarang tahun 1999-2017	62
Tabel 18.	Parameter IPCC Inventory Software.....	63
Tabel 19.	Perhitungan dan konversi L_o	65
Tabel 20.	Parameter umum perhitungan pada LFGCost-Web	66
Tabel 21.	Total LFG dan laju aliran LFG Tahun 2017-2041	67
Tabel 22.	Analisis Cash Flow Proyek Small Reciprocating Engine-Generator Sets Skenario I.....	71
Tabel 23.	Analisis Ekonomi Proyek Small Reciprocating Engine-Generator Sets Skenario I	75

Tabel 24.	Analisis Cash Flow Proyek Std Reciprocating Engine-Generator Sets Skenario I	76
Tabel 25.	Analisis Ekonomi Proyek Std Reciprocating Engine-Generator Sets Skenario I	80
Tabel 26.	Analisis Cash Flow Proyek CHP Reciprocating Engine-Generator Sets Skenario I	81
Tabel 27.	Analisis Ekonomi Proyek CHP Reciprocating Engine-Generator Sets Skenario I	86
Tabel 28.	Analisis Cash Flow Proyek Small Reciprocating Engine-Generator Sets Skenario II	87
Tabel 29.	Analisis Ekonomi Proyek Small Reciprocating Engine-Generator Sets Skenario II	92
Tabel 30.	Analisis Cash Flow Proyek Std Reciprocating Engine-Generator Sets Skenario II	93
Tabel 31.	Analisis Ekonomi Proyek Std Reciprocating Engine-Generator Sets Skenario II	97
Tabel 32.	Analisis Cash Flow Proyek CHP Reciprocating Engine-Generator Sets Skenario II	98
Tabel 33.	Analisis Ekonomi Proyek CHP Reciprocating Engine-Generator Sets Skenario II	103

DAFTAR GAMBAR

Gambar 1.1. Sumber sampah nasional.....	1
Gambar 1.2. Komponen sampah nasional	1
Gambar 1.3. Prsentase pengolahan sampah nasional.....	2
Gambar 2.1. Proses Biokimia Bahan Organik.	10
Gambar 2.2. <i>Open dumping landfill</i>	11
Gambar 2.3. <i>Controlled landfill</i>	12
Gambar 2.4. <i>Sanitary landfill</i>	12
Gambar 2.5. Gambar Udara Wilayah TPA Jatibarang, Semarang.....	19
Gambar 2.6. Komposisi Sampah di TPA Jatibarang Semarang	17
Gambar 2.7. Tampilan awal IPCC Inventory Software	20
Gambar 2.8. Form pemilihan negara pada software IPCC	21
Gambar 2.9 Form tahun inventory pada software IPCC.....	21
Gambar 2.10 Window IPCC	21
Gambar 2.11 Opsi menu pada jendela Parameter	22
Gambar 2.12 Opsi menu pada jendela Methane Correction Factor	23
Gambar 2.13 Opsi menu pada jendela Activity Data.....	23
Gambar 2.14 Opsi menu pada jendela Amount Deposited	24
Gambar 2.15 Opsi menu pada jendela Methane Calculation.....	24
Gambar 2.16 Opsi menu pada jendela Results.....	25
Gambar 2.17 Tampilan awal <i>LFGCost-Web</i> (Landfill Gas Energy Cost Model). 25	
Gambar 2.18 Inputan pada <i>LFGCost-Web</i>	28
Gambar 2.19 Inputan opsional pada <i>LFGCost-Web</i>	31
Gambar 2.20 Hasil output kalkulasi pada <i>LFGCost-Web</i>	32
Gambar 2.21 Pembangkit Listrik Tenaga Uap.....	33
Gambar 2.22 Proyek Pemanfaatan LFG untuk Pembangkit Listrik	34
Gambar 2.23 Elemen utama dalam sebuah sarana pengolahan sampah menjadi energi listrik.....	35
Gambar 2.24 a. Sumur ekstraksi gal vertikal b. Sumur ekstraksi gas horizontal.....	34

Gambar 2.25 Jenis Pipa Untuk Sumur Gas di Landfill.....	36
Gambar 2.26 Instalasi pipa di TPST Bantar Gebang	37
Gambar 2.27 Measurement Sting.....	37
Gambar 2.28 Instalasi Pompa Lindi.....	38
Gambar 2.29 Tank Drainase Air Lindi	38
Gambar 2.30 Pemasangan <i>capping</i> pada sebuah <i>sanitary landfill</i>	39
Gambar 2.31 Kondensator dalam sistem LFG.....	40
Gambar 2.32 Sistem <i>Gas Blower</i>	41
Gambar 2.33 Sistem Kontrol berbasis PLC	42
Gambar 2.34 <i>Data logger & Monitoring System</i>	42
Gambar 2.35 a <i>Open flare</i> b. <i>Closed flare</i>	43
Gambar 2.36 <i>De-humidifier system</i>	44
Gambar 2.37 <i>Gas Scrubber</i>	45
Gambar 2.38 Prinsip Kerja Motor Bakar	46
Gambar 2.39 <i>Turbine Gas Engine</i>	48