

JUDUL
ANALISIS KETAHANAN ENERGI PEMBANGKIT LISTRIK TENAGA SAMPAH
(PLTSa) METODE *LANDFILL* DAN *THERMAL* DI TEMPAT PEMBUANGAN
SAMPAH TERPADU (TPST) BANTAR GEBANG

Tesis

Disusun

Oleh :

Benny Tuahta Bangun,ST

1705190005

Untuk memenuhi sebagian persyaratan
memperoleh gelar Sarjana S-2
Magister Teknik Elektro





PROGRAM STUDI MAGISTER TEKNIK ELEKTRO
PROGRAM PASCASARJANA
UNIVERSITAS KRISTEN INDONESIA

PERSETUJUAN KOMISI PEMBIMBING

N A M A

TANGGAL

TANDA TANGAN

1. Hakimul Batih, Ph.D
Pembimbing 1

03/08/2020

2. Ir. Robinson Purba, MT
Pembimbing 2

08/08/2020



PROGRAM STUDI MAGISTER TEKNIK ELEKTRO
PROGRAM PASCASARJANA
UNIVERSITAS KRISTEN INDONESIA

PERSETUJUAN KOMISI PENGUJI

N A M A

TANGGAL

TANDA TANGAN

1. Dr. Hakimul Batih, Ph.D
Penguji 1

03/08/2020

2. Ir. Robinson Purba, MT
Penguji 2

08/08/2020

Tanggal Lulus : 06 Juli 2020

Nomor Induk Mahasiswa : 1705190005



PROGRAM STUDI MAGISTER TEKNIK ELEKTRO
PROGRAM PASCASARJANA
UNIVERSITAS KRISTEN INDONESIA

Lembar Persetujuan dan Pengarsipan
Ke Perpustakaan Pascasarjana Universitas Kristen Indonesia

Mengetahui, Ketua Program Studi
Magister Teknik Elektro

Dr. Togar Harapan Pangaribuan, M.T.

LEMBAR PERNYATAAN ORISINALITAS

Yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Benny Tuahta Bangun
NIM : 1705190005
Program Studi : Magister Teknik Elektro
Judul Tesis : Analisis Ketahanan Energi Pembangkit Listrik Tenaga Sampah (PLTSA)
Metode *Landfill* dan *Thermal* di Tempat Pembuangan Sampah Terpadu
(TPST) Bantar Gebang .

Dengan ini menyatakan dengan sesungguhnya bahwa tesis yang saya susun sebagai syarat untuk memperoleh gelar Sarjana S-2 dari Program Pascasarjana Universitas Kristen Indonesia (UKI) Jakarta merupakan hasil karya saya sendiri.

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

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

Jakarta, 06 Juli 2020



Benny Tuahta Bangun.ST

KATA PENGANTAR

Tesis ini dibuat sebagai sumbangsih terhadap dunia pendidikan dan untuk kemajuan kota Jakarta karena studi kasus khususnya dilakukan pada daerah TPST Bantar Gebang.

Ucapan terima kasih :

1. Bapak Dr. Togar Harapan Pangaribuan, M.T, selaku kaprodi Magister Teknik Elektro, Bapak Dr. Hakimul Batih selaku dosen pembimbing I, dan Bapak Ir. Robinson Purba, MT selaku dosen pembimbing II, civitas akademi UKI, atas waktu, tenaga, serta pemikiran yang diberikan dalam membimbing, memberikan petunjuk dan saran dalam sehingga tesis ini dapat di selesaikan.
2. Keluarga , Istri Inekke dan anak Marvell yang selalu mendampingi.

Semoga tesis ini dapat menjadi inspirasi dan berguna bagi pembaca.

Jakarta, 06 Juli 2020

Benny Tuahta Bangun

Abstrak

ANALISIS KETAHANAN ENERGI PEMBANGKIT LISTRIK TENAGA SAMPAH (PLTSa) METODE *LANDFILL* DAN *THERMAL* DI TEMPAT PEMBUANGAN SAMPAH TERPADU (TPST) BANTAR GEBANG

Benny Tuahta Bangun

Magister Teknik Elektro, Universitas Kristen Indonesia.

bennytuahtabangun@gmail.com

Masalah yang dihadapi kota Jakarta sekarang ini adalah semakin bertambahnya volume sampah yaitu mencapai 7000 ton perhari yang dikirim ke TPST Bantar Gebang yang sekarang ini belum terkelola dengan baik. Tujuan penelitian ini adalah menganalisis penerapan Pembangkit Listrik Tenaga Sampah (PLTSa) metode *Landfill* dan *Thermal* di TPST Bantar Gebang dari sudut pandang Ketahanan Energi dengan pengukuran *Energy Supply Security Index (ESSI)* menggunakan 4 dimensi dan 5 indikator pendekatan yaitu : *Availability* (Indikator : *Working hour* per tahun), *Accessability* (Indikator : Akses teknologi), *Affordability* (Indikator: Biaya pembangkitan per kWh) dan *Acceptability* (Indikator : *Avoided CO₂ Emission* kg per MWh dan prosentase pengurangan volume sampah per hari). Hasil analisis ketahanan energi didapatkan : aspek *availability* dengan indikator *working hour* per tahun : PLTSa *Landfill* = 0.95, PLTSa *Thermal* = 0.98; aspek *accessability* dengan indikator kemudahan akses teknologi : PLTSa *Landfill* = 0.74, PLTSa *Thermal* = 0.58; aspek *affordability* dengan indikator biaya pembangkitan energi listrik: PLTSa *Landfill* = 0.99, PLTSa *Thermal* = 0.83; aspek *accessability* dengan dua indikator, yaitu *avoided (CO₂)emission* : PLTSa *Landfill* = 1.0, PLTSa *Thermal* = 0.14, dan prosentase pengurangan sampah : PLTSa *Landfill* = 0.50, PLTSa *Thermal* = 0.85.

Kata Kunci:

Sampah , *landfill*, *thermal* , ketahanan energi.

The problem facing by city of Jakarta today is the increasing volume of waste, reaching 7,000 tons per day sent to Bantar Gebang TPST which is currently not handled properly. The purpose of this research was to analyze the application of Landfill and Thermal Waste Power Plant (PLTSa) in Bantar Gebang TPST from the perspective of Energy Security by measuring Energy Supply Security Index (ESSI) using 4 dimensions and 5 approach indicators : Availability (Indicator: Working hour per year), Accessability (Indicator: Access to technology), Affordability (Indicator: Cost of generation per kWh) and Acceptability (Indicator: Avoided CO₂ Emission kg per MWh and percentage reduction in waste volume per day). Energy security analysis results are obtained: aspects of availability with working hour indicators per year: PLTSa Landfill = 0.95, PLTSa Thermal = 0.98; aspects of accessability with ease of technology access indicators: PLTSa Landfill = 0.74, PLTSa Thermal = 0.58; affordability aspects with indicators of the cost of electricity generation: PLTSa Landfill = 0.99, PLTSa Thermal = 0.83; aspects of accessability with two indicators, avoided (CO₂) emission: PLTSa Landfill = 1.0, PLTSa Thermal = 0.14, and the percentage of waste reduction: PLTSa Landfill = 0.50, PLTSa Thermal = 0.85.

Keywords:

Garbage, *landfill*, *thermal*, energy security

DAFTAR ISI

Halaman Judul	i
Persetujuan Komisi Pembimbing	ii
Persetujuan Komisi Penguji	iii
Lembar Persetujuan dan Pengarsipan	iv
Lembar Pernyataan Orisinalitas	v
Kata Pengantar	vi
Abstrak	vii
Daftar Isi	viii
Daftar Tabel	x
Daftar Gambar	x
Daftar Grafik	x
Daftar Istilah	xi
Lampiran	
I. PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang Penelitian	1
1.2 Tujuan Penelitian	2
1.3 Rumusan Masalah	2
1.4 Batasan Penelitian	3
1.5 Kontribusi dan Manfaat Penelitian Bagi Keilmuan	3
1.6 Sistematika Penulisan	3
II. KAJIAN PUSTAKA	5
2.1 Pembangunan pembangkit listrik DKI Jakarta	5
2.2 Sampah sebagai sumber energi	5
2.2.1. Teknologi pengolahan sampah	7
2.2.1.1 Prinsip Kerja PLTSa <i>Landfill</i>	7
2.2.1.2 Prinsip Kerja PLTSa <i>Thermal</i>	10
2.3 Emisi carbon dan gas buang	11
2.3.1 Emisi pada Pembangkit <i>Landfill</i>	11
2.3.2 Emisi pada Pembangkit <i>Thermal</i>	11
2.4 Biaya Pembangkitan Energi (<i>Levelized Cost of Energy</i>)	
2.4.1 <i>Fix Capital Cost (FCC)</i>	12
2.4.2 <i>Fuel Cost</i>	12
2.4.3 <i>Operational & Maintenance Cost</i>	13

2.5	Ketahanan Energi	13
2.6	<i>State of The Art</i> Penelitian	13
III.	METODE PENELITIAN	15
3.1	Pendahuluan	14
3.2	Diagram alur penelitian	14
3.3	Penentuan Dimensi dan Indikator Ketahanan Energi	
3.3.1	Penentuan dimensi	17
3.3.2	Penentuan indikator	17
3.3.3	Penentuan skenario	18
3.3.4	Pengumpulan data dan parameter (nilai absolut)	19
3.3.5	Penentuan Nilai Relatif Kondisi BAU (PLTSa Landfill) dan kondisi alternatif (PLTSa Thermal)	19
3.3.5.1	Aspek <i>Availability</i>	20
3.3.5.2	Aspek <i>Accessibility</i>	21
3.3.5.3	Aspek <i>Affordability</i>	22
3.3.5.4	Aspek <i>Acceptability</i>	23
3.4	Prosedur penghitungan estimasi biaya pembangkitan	25
IV.	HASIL PERHITUNGAN DAN PEMBAHASAN	29
4.1	Hasil dan Pembahasan	29
4.1.1	Aspek <i>Availability</i> (indikator <i>working hour</i>)	29
4.1.2	Aspek <i>Accessibility</i> (indikator kemudahan akses teknologi)	30
4.1.3	Aspek <i>Affordability</i> (indikator biaya pembangkitan listrik)	32
4.1.4	Aspek <i>Acceptability</i> (indikator <i>avoided CO₂ emission</i>)	33
4.1.5	Aspek <i>Acceptability</i> (indikator pengurangan sampah)	33
4.2	Indeks Ketahanan energi	34
V.	KESIMPULAN DAN SARAN	38
5.1	Kesimpulan	38
5.2	Saran	38
	DAFTAR PUSTAKA	39
	LAMPIRAN	41

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1	Tabel rencana pembangunan pembangkit listrik DKI Jakarta
Tabel 2.2	Tabel state of the art penelitian
Tabel 3.1	Tabel indikator
Tabel 3.2	Tabel data dan parameter (Nilai absolut)
Tabel 3.3	Tabel nilai relatif
Tabel 3.4	Tabel skor parameter
Tabel 3.5	<i>Fix Capital Cost</i>
Tabel 3.6	Biaya Bahan Bakar
Tabel 3.7	Biaya pembangkitan listrik PLTSa Landfill
Tabel 3.8	<i>Fix Capital Cost</i>
Tabel 3.9	Biaya Bahan Bakar
Tabel 3.10	Biaya pembangkitan listrik PLTSa Thermal
Tabel 4.1	Tabel penilaian untuk aspek <i>Availability</i>
Tabel 4.2	Tabel Penilaian untuk aspek <i>Accessibility</i>
Tabel 4.3	Tabel Penilaian untuk Aspek <i>Affordability</i>
Tabel 4.4	Tabel Penilaian untuk Aspek <i>Acceptability</i> indikator <i>avoided CO₂ emission</i>
Tabel 4.5	Tabel Penilaian untuk Aspek <i>Acceptability</i> indikator pengurangan sampah

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1	Komposisi sampah Bantar Gebang
Grafik 2.2	TPST Bantar Gebang , berdasarkan rata rata berat sampah per hari
Gambar 2.3	Teknologi PLTSa
Gambar 2.4	Lahan Landfill
Gambar 2.5	Cara Kerja PLTSa <i>Landfill</i>
Gambar 2.6	PLTSa <i>Landfill</i> Bantar Gebang
Gambar 2.7	Proses Pembangkitan Listrik Proses Thermal
Gambar 3.1	Peta lokasi Bantar Gebang (<i>Sumber : Google Earth</i>)
Gambar 3.2	Diagram Alur Penelitian
Gambar 3.3	Ilustrasi Nilai Relatif Kondisi BAU (PLTSa Landfill) dan Alternatif (PLTSa Thermal) Terhadap Nilai Acuan (Min-Maks)
Gambar 3.4	Ilustrasi skor total parameter pembangkit
Gambar 3.5	Ilustrasi pengurangan sampah

Gambar 4.1 Indeks ketahanan energi

DAFTAR ISTILAH

<i>Availability</i>	Keandalan suatu alat/ <i>product</i>
<i>Accessability</i>	Kemudahan mendapatkan suatu alat/ <i>product</i>
<i>Affordability</i>	Kesanggupan daya beli suatu alat/ <i>product</i>
<i>Acceptability</i>	Penerimaan terhadap suatu alat/ <i>product</i>
<i>Avoided CO₂ emission</i>	Kadar emisi CO ₂ yang dapat dihindari
BAU	<i>Bussiness as usual</i>
CAGR	<i>Compound Annual Growth Rate</i>
<i>Downtime hour</i>	Lama suatu alat tidak bekerja selama 1 tahun
ESSI	<i>Energy supply & Security index</i>
FABA	<i>Fly ash bottom ash</i>
KEN	Ketahanan Enenrgi nasional
HV	<i>Heating value</i>
kWh	<i>kiloWatthour</i>
LHV	<i>Lower heating value</i>
<i>Landfill</i>	Penimbunan sampah kelahan tanah
MWh	<i>MegaWatthour</i>
TPST	Tempat pembuangan sampah terakhir
PLTSa	Pembangkit listrik tenaga sampah
PLTU	Pembangkit listrik tenaga uap
RUEN	Rencana umum energi nasional
RUPTL	Rencana usaha penyediaan tenaga listrik
PLTG	Pembangkit listrik tenaga gas.
PLTGU	Pembangkit listrik tenaga gas uap.
PLTD	Pembangkit listrik tenaga diesel
PET	PolyethyleneTerephthalate (sampah plastik)
<i>Thermal</i>	<i>Metoda Pemanasan/pembakaran sampah</i>
<i>Working hour</i>	Durasi kerja suatu alat
LCOE	<i>Levelized cost of energy</i>
Sampah B3	Sampah bahan berbahaya dan beracun
Methan	Gas yang muncul pada proses landfill (CH ₄)
Steam	Uap panas yang muncul pada proses thermal