



UNIVERSITAS INDONESIA

**ANALISIS PEMANFAATAN GAS BIOMETAN
DARI SAMPAH ORGANIK PASAR INDUK KRAMAT JATI
SEBAGAI BAHAN BAKAR BIS TRANSJAKARTA**

TESIS

CATUR WAHYU PRASETYO
08 06 42 42 51

**FAKULTAS TEKNIK
PROGRAM MAGISTER TEKNIK ELEKTRO
DEPOK
Juli 2010**



UNIVERSITAS INDONESIA

**ANALISIS PEMANFAATAN GAS BIOMETAN
DARI SAMPAH ORGANIK PASAR INDUK KRAMAT JATI
SEBAGAI BAHAN BAKAR BIS TRANSJAKARTA**

TESIS

Diajukan sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar Magister Teknik

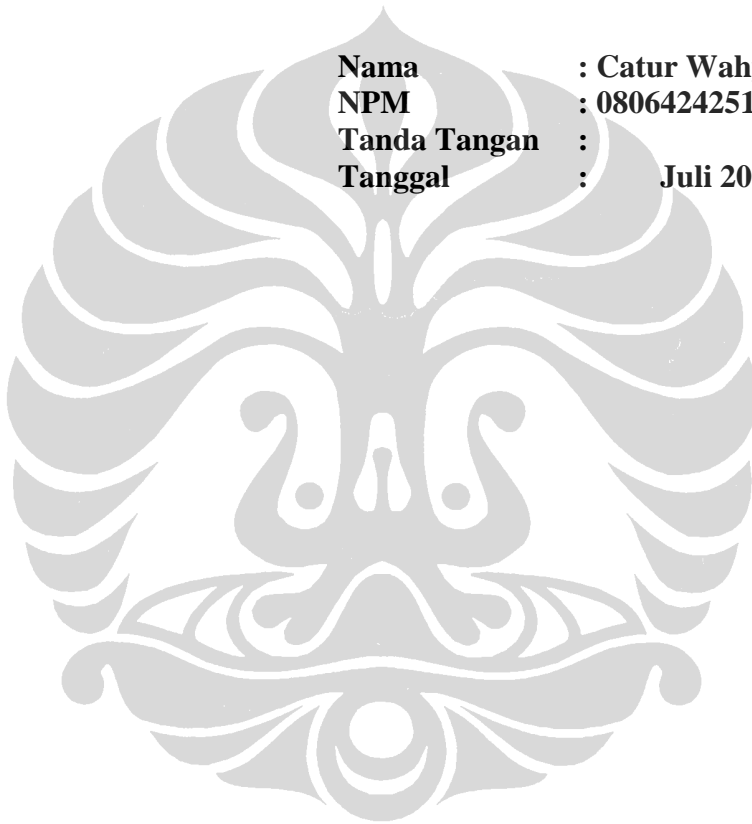
**CATUR WAHYU PRASETYO
08 06 42 42 51**

**FAKULTAS TEKNIK
PROGRAM MAGISTER TEKNIK ELEKTRO
KEKHUSUSAN TEKNIK TENAGA LISTRIK
DEPOK
Juli 2010**

HALAMAN PERNYATAAN ORISINALITAS

**Tesis ini adalah hasil karya saya sendiri,
dan semua sumber baik yang dikutip maupun dirujuk
telah saya nyatakan dengan benar.**

Nama : Catur Wahyu Prasetyo
NPM : 0806424251
Tanda Tangan :
Tanggal : Juli 2010



HALAMAN PENGESAHAN

Tesis ini diajukan oleh:

Nama : Catur Wahyu Prasetyo
 NPM : 0806424251
 Program Studi : Teknik Elektro
 Judul Tesis : Analisis Pemanfaatan Gas Biometan Dari Sampah Organik
 Pasar Induk Kramat Jati Sebagai Bahan Bakar Bis
 Transjakarta

Telah berhasil dipertahankan dihadapan Dewan Penguji dan diterima sebagai bagian persyaratan yang diperlukan untuk memperoleh gelar Magister Teknik pada Program Studi Teknik Elektro Fakultas Teknik, Universitas Indonesia.

DEWAN PENGUJI

Pembimbing : Prof.Ir. Rinaldy Dalimi, MSc.,PhD. (.....)

Pembimbing : Dr.Ing. Eko Adhi Setiawan (.....)

Penguji : Dr.Ir. Uno Bintang Sudiby (.....)

Penguji : Prof. Dr. Rudy Setiabudy, DEA (.....)

Ditetapkan di : Depok

Tanggal : 19 Juli 2010

KATA PENGANTAR

Puji syukur saya panjatkan kepada Allah SWT, Tuhan Semesta Alam, karena hanya dari-Nya-lah segala berkah dan rahmat yang membuat saya dapat menyelesaikan tesis ini. Penulisan tesis ini merupakan salah satu syarat untuk dapat menyelesaikan studi di Program Studi Magister Teknik Elektro Universitas Indonesia dan mencapai gelar Magister Teknik. Saya meyakini dan sadar bahwa bantuan, bimbingan, dan kerja sama dari berbagai pihak selama masa perkuliahan maupun pada saat penyusunan tesis, merupakan faktor utama yang menyebabkan saya mampu menyelesaikan tesis ini. Oleh sebab itu, saya mengucapkan terima kasih kepada:

- (1) Prof. Ir. Rinaldy Dalimi, M.Sc., Ph.D., selaku dosen pembimbing pertama beserta Dr.Ing. Eko Adi Setiawan, ST., MT. selaku dosen pembimbing kedua yang telah menyediakan waktu, mencurahkan tenaga maupun pikirannya untuk mengarahkan saya dalam penyusunan tesis ini;
- (2) Ir. Arief Indarto, M.M, dan rekan-rekan di Sub Direktorat Tenaga Teknik dan Ketenagalistrikan, Direktorat Teknik dan Lingkungan Ketenagalistrikan, Direktorat Jenderal Listrik dan Pemanfaatan Energi, yang telah banyak membantu selama ini;
- (3) Orang tua, istri, dan keluarga saya yang telah memberikan dukungan baik moral maupun material; dan
- (4) Sahabat yang telah banyak membantu saya dalam menyelesaikan tesis ini.

Akhir kata, semoga Allah SWT berkenan memberikan imbalan atas segala kebaikan para pihak yang telah membantu. Harapan saya adalah agar tesis ini dapat membawa manfaat bagi pengembangan ilmu pengetahuan.

Bekasi, 19 Juli 2010

Penulis

HALAMAN PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI TUGAS AKHIR UNTUK KEPENTINGAN AKADEMIS

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

Nama : Catur Wahyu Prasetyo
NPM : 0006424251
Program Studi : Magister Teknik
Departemen : Elektro
Fakultas : Teknik
Jenis karya : Tesis

demikian demi pengembangan ilmu pengetahuan, menyetujui untuk memberikan kepada Universitas Indonesia **Hak Bebas Royalti Noneksklusif (*Non-exclusive Royalty-Free Right*)** atas karya ilmiah saya yang berjudul :

ANALISIS PEMANFAATAN GAS BIOMETAN DARI SAMPAH ORGANIK PASAR INDUK KRAMAT JATI SEBAGAI BAHAN BAKAR BIS TRANSJAKARTA

beserta perangkat yang ada (jika diperlukan). Dengan Hak Bebas Royalti Noneksklusif ini Universitas Indonesia berhak menyimpan, mengalihmedia/format-kan, mengelola dalam bentuk pangkalan data (*database*), merawat, dan memublikasikan tugas akhir saya selama tetap mencantumkan nama saya sebagai penulis/pencipta dan sebagai pemilik Hak Cipta.

Demikian pernyataan ini saya buat dengan sebenarnya.

Dibuat di : Bekasi
Pada tanggal : 19 Juli 2010
Yang menyatakan

(Catur Wahyu Prasetyo)

ABSTRAK

Nama : Catur Wahyu Prasetyo
 Program Studi : Teknik Elektro
 Judul : Analisis Pemanfaatan Gas Biometan Dari Sampah Organik Pasar Induk Kramat Jati Sebagai Bahan Bakar Bis Transjakarta

Penelitian ini dilakukan untuk mengkaji pemanfaatan gas biometan sebagai bahan bakar Bis Transjakarta berdasarkan potensi sampah organik Pasar Induk Kramat Jati dan dari aspek lingkungan dan aspek ekonomi.

Berdasarkan hasil perhitungan dan analisis, dengan potensi sampah organik di Pasar Induk Kramat Jati sebesar 40.763 ton/tahun, dapat dihasilkan potensi biogas sebesar 5.656.040 m³/tahun, dan potensi gas biometan yang dapat dimanfaatkan sebagai bahan bakar Bis Transjakarta sebesar 2.381.680 m³/tahun, dengan potensi pengurangan emisi karbon sebesar 2.927,89 tCO₂/tahun. Sedangkan berdasarkan analisis kelayakan keuangan diperoleh nilai NPV sebesar Rp. 6.313.952.701,-, Payback period sebesar 7,49 tahun, dan nilai IRR sebesar 13,02%, maka dapat dikatakan pemanfaatan gas biometan sebagai bahan bakar Bis Transjakarta layak untuk dilaksanakan.

Kata kunci:

Biogas, gas biometan, Bis Transjakarta, dan analisis finansial

ABSTRACT

Name : Catur Wahyu Prasetyo
 Study Program : Electrical Engineering
 Title : Analysis of The Use of Biomethane Gas From Organic Waste at Pasar Induk Kramat Jati as Transjakarta Bus Fuel

This research aimed to analyze the use of biomethane gas as transjakarta bus fuel based on the organic waste potential at Pasar Induk Kramat Jati, its environment and the economy aspects.

The findings demonstrate that, from 40,763 tons/year organic waste at Pasar Induk Kramat Jati, one can generate 5,656,040 m³/year biogas potential, and 2,381,680 m³/year biomethane gas that can be used as transjakarta bus fuel, with carbon emission reduction of 2.927,89 tCO₂ per year. While from financial feasibility analysis, it results NPV as much as Rp. 6.313.952.701,-, with 7,49 year payback period and 13,02% IRR. It can be concluded that the use of biomethane gas as transjakarta bus fuel is highly feasible to implemented.

Keywords:

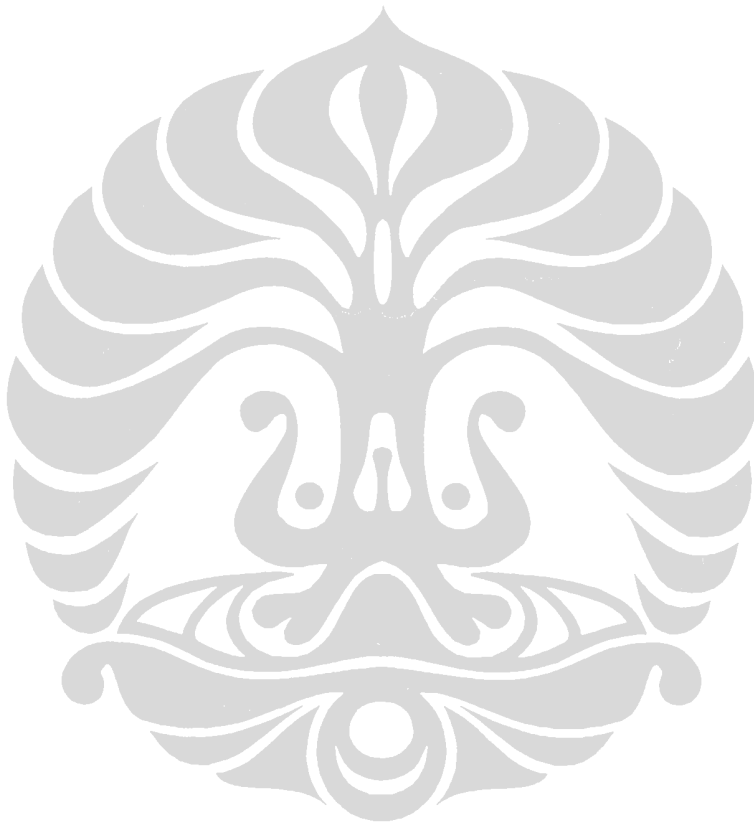
Biogas, biomethane gas, Transjakarta Bus, and financial analysis

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL.....	ii
HALAMAN PERNYATAAN ORISINALITAS	iii
HALAMAN PENGESAHAN	iv
KATA PENGANTAR.....	v
HALAMAN PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI	vi
ABSTRAK	vii
DAFTAR ISI.....	viii
DAFTAR GAMBAR	x
DAFTAR TABEL.....	xi
1. PENDAHULUAN.....	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Perumusan Masalah	2
1.3 Tujuan Penelitian	3
1.4 Batasan Penelitian	3
1.5 Metode Penelitian.....	4
1.6 Sistematika Penulisan	4
2. LANDASAN TEORI.....	5
2.1 Sumber Energi Biogas.....	5
2.2 Proses Fermentasi Biogas	6
2.3 Faktor-Faktor Dalam Proses Fermentasi Biogas.....	8
2.3.1 Suhu	8
2.3.2 Rasio C/N.....	8
2.3.3 Nilai pH.....	9
2.3.4 Lingkungan Anaerob.....	9
2.3.5 Kebutuhan Nutrisi	9
2.3.6 Lama Waktu Pencernaan.....	10
2.3.7 Pengadukan	10
2.3.8 Total Solid Content (TS).....	10
2.3.9 Volatile Solid (VS).....	10
2.4 Digester	11
2.4.1 Jenis-Jenis Digester	11
2.4.1.1 Berdasarkan Konstruksi	11
2.4.1.2 Berdasarkan Proses Pengolahan Limbah Organik	13
2.4.2 Komponen Digester	14
2.4.2.1 Komponen Utama Digester	14
2.4.2.2 Komponen Pendukung Digester.....	15
2.4.3 Perancangan Ukuran Digester.....	16
2.5 Teknik Pemurnian Biogas	18
2.5.1 Penyerapan Kimia dan Penyerapan Fisika (Chemisorption and Physisorption)	18
2.5.2 <i>Water Scrubbing</i>	18
2.5.3 <i>Pressure Swing Adsorption (PSA)</i>	20
2.5.4 Pemisahan Membran (<i>Membrane Separation</i>)	22

2.5.5 Pemisahan Cryogenic (<i>Cryogenic Separation</i>).....	23
2.6 Analisis Kelayakan Finansial.....	24
2.6.1 Analisis <i>Annual Cost-Benefit</i>	24
2.6.2 Analisis Capital Budgeting.....	25
2.6.2.1 Waktu Pengembalian (<i>Pay Back Period, PBP</i>).....	25
2.6.2.2 Nilai Kini Netto (<i>Net Present Value, NPV</i>).....	26
2.6.2.3 Tingkat Pengembalian Internal (<i>Internal Rate of Return, IRR</i>).....	26
2.6.3 Analisis Sensitivitas.....	26
3. POTENSI BIOGAS DAN PERENCANAAN DIGESTER DI AREA PASAR INDUK KRAMAT JATI.....	28
3.1 Gambaran Umum Pasar Induk.....	28
3.1.1 Jumlah Sampah Pasar Induk.....	30
3.1.2 Sistem Pengelolaan Sampah Pasar Induk.....	31
3.2. Alur Kerja Pemanfaatan Sampah Organik Pasar Induk Sebagai Sumber Bahan Bakar Gas Kendaraan.....	34
3.3 Potensi Energi Biogas Pasar Induk.....	35
3.3.1 Potensi Sampah Organik.....	35
3.3.2 Perhitungan Potensi Biogas Dari Sampah Organik.....	37
3.4 Perencanaan Digester Di Pasar Induk.....	40
3.4.1 Perhitungan Ukuran Volume dan Bagian-Bagian Digester.....	40
3.4.2 Penentuan Lokasi Digester.....	45
4. PEMBAHASAN DAN ANALISIS.....	47
4.1 Potensi Gas Biometan dari Sampah Organik.....	47
4.1.1 Produksi Gas Biometan dari Sampah Organik.....	47
4.1.2 Produksi Gas Biometan Untuk Disimpan Dalam Silinder CNG.....	50
4.2 Analisis Pemanfaatan Gas Biometan.....	52
4.2.1 Pemanfaatan Gas Biometan Sebagai Bahan Bakar Bis Transjakarta.....	52
4.2.2 Perhitungan Pengurangan Emisi Karbon.....	54
4.3 Analisis Biaya Produksi Gas Biometan.....	58
4.3.1 Perhitungan Biaya Produksi Biogas.....	58
4.3.1.1 Biaya Investasi dan O&M.....	58
4.3.1.2 Biaya Produksi Biogas.....	61
4.3.2 Perhitungan Biaya Produksi Gas Biometan.....	62
4.3.2.1 Biaya Investasi dan O&M.....	63
4.3.2.2 Biaya Produksi Gas Biometan.....	63
4.3.3 Total Biaya Produksi Gas Biometan.....	64
4.3.4 Perhitungan Pendapatan dari Pemanfaatan Gas Biometan.....	66
4.3.4.1 Penjualan Gas Biometan Untuk Bis Transjakarta.....	66
4.3.4.2 Pendapatan dari Pengurangan Emisi Karbon.....	67
4.3.4.3 Pendapatan dari Pemanfaatan Sampah Pasar.....	67
4.3.4.4 Pendapatan dari Hasil Penjualan <i>Sludge</i>	68
4.4 Analisis Ekonomi.....	68
4.4.1 Analisis Aliran Tunai (<i>Cash Flow</i>).....	68
4.4.2 Analisis Kelayakan Finansial.....	70
4.4.2.1 Nilai Sekarang Bersih (<i>Net Present Value, NPV</i>).....	71

4.4.2.2 Waktu Pengembalian (<i>Pay Back Period</i> , PBP).....	72
4.4.2.3 Tingkat Pengembalian Internal (<i>Internal Rate of Return</i> , IRR).....	72
4.4.3 Analisis Sensitivitas	74
4.4.3.1 Kenaikan Harga Bahan Bakar Gas.....	75
5. KESIMPULAN	77
6. DAFTAR REFERENSI	78



DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1. Tahapan Proses Fermentasi Bahan Organik	6
Gambar 2.2. Digester Tipe Balon.....	11
Gambar 2.3. Digester Tipe Kubah Tetap (<i>Fixed Dome</i>).....	12
Gambar 2.4. Digester Tipe Kubah Apung (<i>Floating Dome</i>).....	13
Gambar 2.5. Penampang Digester Silinder	16
Gambar 2.6. Dimensi Geometrikal Tangki Digester.....	17
Gambar 2.7. Prinsip Kerja <i>Single Pass Water Scrubbing</i>	19
Gambar 2.8. Prinsip Kerja <i>Regenerative Absorption Water Scrubbing</i>	20
Gambar 2.9. Prinsip dari <i>Pressure Swing Adsorption</i>	21
Gambar 2.10. Prinsip Kerja <i>Pressure Swing Adsorption</i>	22
Gambar 2.11 Prinsip Kerja <i>Membrane Separation</i>	23
Gambar 2.12 Prinsip Kerja <i>Cryogenic Separation</i>	23
Gambar 3.1. Lokasi Pasar Induk Kramat Jati, Jakarta Timur	28
Gambar 3.2. Pewadahan Sampah di Area Pasar Induk	31
Gambar 3.3. Tempat Penempatan Sampah Di Area Pasar Induk	32
Gambar 3.4. Alur Proses Pemanfaatan Sampah Organik.....	34
Gambar 3.5. Alur Proses Pemilihan Komposisi Sampah Pasar Induk.....	34
Gambar 3.6. Komposisi Sampah Rata-Rata di Pasar Induk Kramat Jati	36
Gambar 3.7. Volume Bagian-Bagian Digester.....	43
Gambar 3.8. Dimensi Rancangan Digester	45
Gambar 4.1. Pipa Jaringan BBG dan SPBG di DKI Jakarta.....	52
Gambar 4.2. Grafik Perbandingan Harga Jual Natural Gas Terhadap Biaya Produksi Gas Biometan	65
Gambar 4.3. Analisis Sensitivitas Kenaikan Harga Jual Bahan Bakar Gas Terhadap IRR	75
Gambar 4.4. Analisis Sensitivitas PBP Terhadap Kenaikan Harga Jual Bahan Bakar Gas	76

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1. Komposisi Kandungan Biogas	5
Tabel 2.2. Rasio C/N Dari Beberapa Bahan Organik	8
Tabel 2.3. Batasan Konsentrasi Beberapa Zat Yang Diijinkan Dalam Digester....	9
Tabel 2.4. Dimensi Geometrika Ukuran Tangki Digester Silinder	17
Tabel 3.1. Bangunan Tempat Usaha di Area Pasar Induk Kramat Jati.....	29
Tabel 3.2. Jumlah Pasokan Komoditi dan Jumlah Sampah Yang Dihasilkan di Pasar Induk Kramat Jati	30
Tabel 3.3. Realisasi Angkutan Sampah dan Biaya Angkutan Sampah di Pasar Induk Kramat Jati.....	32
Tabel 3.4. Persentase Komposisi Sampah dan Jumlah Sampah Organik	36
Tabel 3.5. Hasil Pengujian Produksi Biogas Skala Laboratorium	37
Tabel 3.6. Potensi TS, VS, dan Produksi Biogas dari Sampah Organik.....	38
Tabel 3.7. Potensi Energi Biogas Sampah Organik Pasar Induk Kramat Jati.....	39
Tabel 3.8. Dimensi Ukuran Rancangan Digester	44
Tabel 4.1. Jumlah Produksi dan Energi Gas Biometan dari Sampah Organik di Pasar Induk Kramat Jati	49
Tabel 4.2. Aliran Tunai Tahunan (<i>Annual Cash Flow</i>).....	69
Tabel 4.3. Hasil Analisis Kelayakan Finansial Pemanfaatan Gas Biometan	73

