

**PENDEKATAN PEMODELAN ESTIMASI EMISI GAS
RUMAH KACA (GAS METANA) AKIBAT
PENERAPAN SISTEM *OPEN DUMPING* DAN
PEMANFAATAN GAS METANA MENJADI ENERGI
LISTRIK DI TEMPAT PEMROSESAN AKHIR (TPA)
SUMUR BATU KOTA BEKASI**

SKRIPSI

Oleh:

MUHAMMAD DAFFA IKTIBAR

201910245032



**PROGRAM STUDI TEKNIK LINGKUNGAN
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS BHAYANGKARA JAKARTA RAYA
2023**

**PENDEKATAN PEMODELAN ESTIMASI EMISI GAS
RUMAH KACA (GAS METANA) AKIBAT
PENERAPAN SISTEM *OPEN DUMPING* DAN
PEMANFAATAN GAS METANA MENJADI ENERGI
LISTRIK DI TEMPAT PEMROSESAN AKHIR (TPA)
SUMUR BATU KOTA BEKASI**

SKRIPSI

Oleh:

MUHAMMAD DAFFA IKTIBAR

201910245032



**PROGRAM STUDI TEKNIK LINGKUNGAN
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS BHAYANGKARA JAKARTA RAYA
2023**

LEMBAR PERSETUJUAN PEMBIMBING

Judul Skripsi : Pendekatan Pemodelan Estimasi Emisi Gas Rumah Kaca (Gas Metana) Akibat Penerapan Sistem *Open Dumping* Dan Pemanfaatan Gas Metana Menjadi Energi Listrik Di Tempat Pemrosesan Akhir (TPA) Sumur Batu Kota Bekasi

Nama : Muhammad Daffa Iktibar

NPM : 201910245032

Program Studi/Fakultas : Teknik Lingkungan/Teknik

Tanggal Lulus Ujian Skripsi : 18 Juli 2023

Bekasi, 02 Agustus 2023

MENYETUJUI,

Pembimbing I

Pembimbing II



Dr. Eng. Ibnu Susanto, S.T., M. Eng.
NIDN 0321087809



Dra. Wahyu Kartika, M.Si.
NIDN 0321046604

LEMBAR PENGESAHAN

Judul Skripsi : Pendekatan Pemodelan Estimasi Emisi Gas Rumah Kaca (Gas Metana) Akibat Penerapan Sistem *Open Dumping* Dan Pemanfaatan Gas Metana Menjadi Energi Listrik Di Tempat Pemrosesan Akhir (TPA) Sumur Batu Kota Bekasi

Nama : Muhammad Daffa Iktibar

NPM : 201910245032

Program Studi/Fakultas : Teknik Lingkungan/Teknik

Tanggal Lulus Ujian Skripsi : 18 Juli 2023

Bekasi, 02 Agustus 2023

MENGESAHKAN,

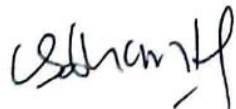
Ketua Tim Penguji : Sophia Shanti Meilani, S.T., M.T.
NIDN 0314057902

Penguji I : Haudi Hasaya, S.T., M.T.
NIDN 0322038803

Penguji II : Dr. Eng. Ibnu Susanto, S.T., M. Eng.
NIDN 0321087809

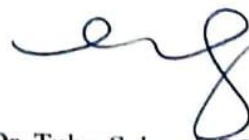
MENGETAHUI,

Ketua Program Studi
Teknik Lingkungan



Sophia Shanti Meilani, S.T., M.T.
NIDN 0314057902

Dekan
Fakultas Teknik



Dr. Tulus Sukreni, S.T., M.T.
NIDN 0324047505

LEMBAR PERNYATAAN

Dengan ini saya menyatakan bahwa:

Skripsi yang berjudul:

**STUDI PENGOLAHAN AIR LIMBAH KANTIN JOGLO UNIVERSITAS
BHAYANGKARA JAKARTA RAYA (UBHARA JAYA) KAMPUS II
BEKASI**

ini adalah benar-benar merupakan hasil karya saya sendiri dan tidak mengandung materi yang ditulis oleh orang lain kecuali pengutipan sebagai referensi yang sumbernya telah dituliskan secara jelas sesuai dengan kaidah penulisan karya ilmiah.

Apabila di kemudian hari ditemukan adanya kecurangan dalam karya ini, saya bersedia menerima sanksi dari Universitas Bhayangkara Jakarta Raya sesuai dengan peraturan yang berlaku.

Saya mengizinkan skripsi ini dipinjam dan digandakan melalui Perpustakaan Universitas Bhayangkara Jakarta Raya.

Saya memberikan izin kepada Perpustakaan Universitas Bhayangkara Jakarta Raya untuk menyimpan skripsi ini dalam bentuk digital dan mempublikasikannya melalui internet selama publikasi tersebut melalui portal Universitas Bhayangkara Jakarta Raya.

Bekasi, 02 Agustus 2023
Mahasiswa,



Dimas Fauzan Pratama
NPM 201910245014

ABSTRAK

Muhammad Daffa Iktibar, 201910245032. Pendekatan Pemodelan Estimasi Emisi Gas Rumah Kaca (Gas Metana) Akibat Penerapan Sistem *Open Dumping* dan Pemanfaatan Gas Metana Menjadi Energi Listrik di Tempat Pemrosesan Akhir (TPA) Sumur Batu Kota Bekasi.

Peningkatan jumlah penduduk dan ekonomi pada masyarakat mengakibatkan kebutuhan dan gaya hidup yang semakin konsumtif, hal tersebut dapat menjadi faktor peningkatan timbulan sampah yang dihasilkan. Peningkatan jumlah timbulan sampah tidak diikuti dengan pengelolaan sampah yang baik, banyak TPA di Indonesia masih menerapkan sistem *open dumping* yang sudah dilarang dalam Undang-Undang No.18 Tahun 2008, dalam pasal tersebut ayat 44 menyebutkan pemerintah daerah harus menutup TPA yang masih menerapkan *open dumping* maksimal lima tahun sejak regulasi tersebut diresmikan. Dampak negatif *open dumping* salah satunya yaitu tidak terkontrol nya emisi gas metana (CH_4) yang dihasilkan dari proses dekomposisi sampah organik, gas CH_4 salah satu komponen penyebab pemanasan global, sehingga perlu adanya pemanfaatan gas CH_4 . Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui jumlah sampah yang dihasilkan masyarakat Kota Bekasi, emisi gas CH_4 dari sampah sisa makanan dan sampah kebun, dan potensi gas CH_4 menjadi energi listrik untuk tahun 2021-2030. Pemodelan menggunakan *software Analytica* dengan konseptual *Kaya Identity*, *output* pemodelan menghasilkan jumlah timbulan sampah sebesar 5.840.577 ton (max), 5.162.630 ton (rata-rata), dan 4.559.775 (min), emisi gas CH_4 yang dihasilkan sebesar 565 Gg (max), 532 Gg (rata-rata), dan 479 Gg (min), pemanfaatan energi listrik yang dihasilkan sebesar $9,62 \times 10^7$ kWh (max), $8,90 \times 10^7$ kWh (mean), $8,16 \times 10^7$ kWh (min).

Kata Kunci: TPA, *Kaya Identity*, *Analytica*, Gas CH_4 , Energi Listrik.

ABSTRACT

Muhammad Daffa Iktibar, 201910245032. *Modeling Approach to Estimating Greenhouse Gas (Methane Gas) Emissions Due to the Application of the Open Dumping System and Utilization of Methane Gas into Electrical Energy at the Well Batu Final Processing Site (TPA) in Bekasi City.*

The increase in population and economy in the community results in increasingly consumptive needs and lifestyles, this can be a factor in increasing the amount of waste generated. The increase in the amount of waste generation is not followed by good waste management, many TPAs in Indonesia are still implementing an open dumping system which has been prohibited in Law No. 18 of 2008, in that article paragraph 44 states that regional governments must close TPAs that are still implementing open dumping for a maximum of five years since the regulation was inaugurated. One of the negative impacts of open dumping is the uncontrolled emission of methane gas (CH_4) produced from the decomposition process of organic waste, CH_4 gas is one of the components that causes global warming, so it is necessary to use CH_4 gas. This study aims to determine the amount of waste produced by the people of Bekasi City, CH_4 gas emissions from food waste and garden waste, and the potential for CH_4 gas to become electrical energy for 2021-2030. Modeling uses Analytica software with Kaya Identity conceptualization, the modeling output produces a total amount of waste generation of 5,840,577 tons (max), 5,162,630 tons (average), and 4,559,775 (min), the resulting CH_4 gas emissions are 565 Gg (max), 532 Gg (average), and 479 Gg (min), the resulting utilization of electrical energy is 9.62×10^7 kWh (max), 8.90×10^7 kWh (mean), 8.16×10^7 kWh (min).

Keywords: *Decomposition, CH_4 Gas, Electrical Energy, TPA, Kaya Identity, Analytica.*

LEMBAR PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI KARYA ILMIAH UNTUK KEPENTINGAN AKADEMIS

Sebagai civitas akademik Universitas Bhayangkara Jakarta Raya, saya bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Muhammad Daffa Iktibar
Nomor Pokok Mahasiswa : 201910245032
Program Studi : Teknik Lingkungan
Jenis Karya : Skripsi

Demi pengembangan ilmu pengetahuan, saya menyetujui untuk memberikan kepada Universitas Bhayangkara Jakarta Raya Hak Bebas Non-Eksklusif (*Non Exclusive Royalty-Free Right*), atas skripsi yang berjudul:

PENDEKATAN PEMODELAN ESTIMASI EMISI GAS RUMAH KACA (GAS METANA) AKIBAT PENERAPAN SISTEM OPEN DUMPING DAN PEMANFAATAN GAS METANA MENJADI ENERGI LISTRIK DI TEMPAT PEMROSESAN AKHIR (TPA) SUMUR BATU KOTA BEKASI

Beserta perangkat yang ada (bila diperlukan) dengan hak yang bebas royalti non-eksklusif ini. Universitas Bhayangkara Jakarta Raya berhak menyimpan, mengalih media/formatkan, mengelolanya dalam bentuk pangkalan data (*database*), mendistribusikan dan menampilkan publikasinya di internet atau media lain untuk kepentingan akademis tanpa perlu permintaan izin dari saya sebagai pemilik hak cipta. Segala bentuk tuntutan hukum yang timbul atas pelanggaran hak cipta dalam skripsi ini menjadi tanggung jawab saya pribadi.

Demikian pernyataan ini saya buat dengan sebenarnya.

Dibuat di : Bekasi

Pada Tanggal : 02 Agustus 2023

Mahasiswa,



Muhammad Daffa Iktibar

KATA PENGANTAR

Bismillahirrahmanirrahim, segala puji bagi Allah Subhanahu wa ta'ala yang telah memberikan karunia berupa rahmat, hidayah, dan sehat walafiat sehingga penulis dapat menyelesaikan tugas akhir ini yang berjudul "Pendekatan Pemodelan Estimasi Emisi Gas Rumah Kaca (Gas Metana) Akibat Penerapan Sistem Open Dumping di Tempat Pemrosesan Akhir (TPA) Sumur Batu Kota Bekasi". Tujuan penyusunan tugas akhir ini yaitu sebagai salah satu syarat kelulusan mencapai gelar Sarjana Program Studi Teknik Lingkungan Universitas Bhayangkara Jakarta Raya. Selama penyusunan tugas akhir ini penulis ingin menyampaikan terima kasih kepada:

1. Ibu Sophia Shanti Meilani, S.T., M.T. sebagai Kepala Program Studi Teknik Lingkungan Universitas Bhayangkara Jakarta Raya.
2. Bapak Dr. Eng. Ibnu Susanto Joyosemito, S.T., M.Eng., CRM., Asr. dan Ibu Dra. Wahyu Kartika, M.Si. sebagai pembimbing yang telah banyak memberi masukan dan saran dalam penyusunan tugas akhir ini.
3. Orang tua yang selalu memberikan dukungan penuh dan doa dalam penyusunan tugas akhir.
4. Nabilah Wulandari, S.T. yang memberikan bantuan, semangat dan cinta yang tulus kepada peneliti.
5. Rani Mulia Bakti dan teman-teman Teknik Lingkungan Universitas Bhayangkara yang memberikan semangat.
6. Diri sendiri yang telah berjuang dan mampu menyelesaikan masa perkuliahan.

Penulis menyadari, tugas akhir ini jauh dari kata sempurna. Dengan kerendahan hati, penulis mengharapkan kritik dan saran yang membangun, agar penulis dapat memperbaiki tugas akhir ini.

Bekasi, 02 Agustus 2023



Muhammad Daffa Iktibar

DAFTAR ISI

Halaman

LEMBAR PERSETUJUAN PEMBIMBING	ii
LEMBAR PENGESAHAN	iii
LEMBAR PERNYATAAN	iv
ABSTRAK	v
ABSTRACT	vi
LEMBAR PERSETUJUAN PUBLIKASI	vii
KATA PENGANTAR	viii
DAFTAR ISI	ix
DAFTAR TABEL	xi
DAFTAR GAMBAR	xii
DAFTAR SINGKATAN	xiv
DAFTAR LAMPIRAN	xv
BAB I LATAR BELAKANG	1
1.1 Identifikasi Masalah	3
1.2 Rumusan Masalah	3
1.3 Pertanyaan Penelitian:	4
1.4 Batasan Masalah	4
1.5 Tujuan Penelitian	4
1.6 Manfaat Penelitian	5
1.7 Sistematika Penelitian	5
BAB II LANDASAN TEORI	7
2.1 Definisi Sampah	7
2.2 Komposisi Sampah	7
2.3 Hirarki Pengelolaan Sampah	8
2.4 Dekomposisi Sampah	10
2.5 Emisi Gas Rumah Kaca	11
2.6 Gas CH ₄	12
2.7 <i>Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC)</i>	15
2.8 <i>Kaya Identity</i>	20
2.9 Sosiodemografi	22
2.9.1 Penduduk	23

2.9.2	Laju Pertumbuhan Penduduk	23
2.9.3	Produk Domestik Regional Bruto (PDRB)	23
2.10	Pemodelan <i>Analytica</i>	23
2.10.1	<i>Monte Carlo</i>	24
2.10.2	<i>Mean Squared Error (MSE)</i>	24
2.10.3	<i>Mean Absolute Percentage Error (MAPE)</i>	25
2.11	Penelitian Terdahulu.....	26
BAB III METODOLOGI PENELITIAN		27
3.1	Jenis Penelitian	27
3.2	Tempat dan Waktu Penelitian.....	27
3.3	Objek Penelitian	28
3.4	Teknik Pengumpulan Data	28
3.4.1	Data Primer	28
3.4.2	Data Sekunder.....	28
3.5	Alur Penelitian.....	28
3.6	Teknik Pengolahan Data.....	32
3.7	Analisis Data.....	36
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN.....		37
4.1	Gambaran Umum Lokasi Penelitian.....	37
4.2	Tonase dan Komposisi Sampah.....	38
4.2.1	Sistem Pengelolaan Sampah.....	39
4.3	Pemodelan Estimasi Emisi Gas CH ₄	42
4.3.1	Konsep dan Struktur Model	42
4.4	Pemodelan	43
4.4.1	Sub Model	43
4.4.2	Konsep dan Diagram Model Keseluruhan	52
4.4.3	Validasi Model.....	52
4.5	Hasil Pemodelan	62
BAB V PENUTUP		71
5.1	Kesimpulan	71
5.2	Saran	71
DAFTAR PUSTAKA		73
LAMPIRAN		

DAFTAR TABEL

	Halaman
Tabel 2. 1 Nilai Potensi Pemanasan Global	11
Tabel 2. 2 Nilai Default DOC	18
Tabel 2. 3 Nilai Default MCF	19
Tabel 2. 4 Nilai Default OX	20
Tabel 2. 5 Raga Nilai MAPE	25
Tabel 3.1 Waktu Pelaksanaan Penelitian	27
Tabel 4. 1 Tonase Sampah TPA Sumur Batu.	38
Tabel 4. 2 Data Default Regional.....	39
Tabel 4. 3 Komposisi Sampah.	39
Tabel 4. 4 Data Historis dan Nilai Regresi.	47
Tabel 4. 5 Uji MAPE Populasi Penduduk Kota Bekasi.	55
Tabel 4. 6 Uji MAPE Jumlah Kartu Keluarga (KK) Kota Bekasi.	56
Tabel 4. 7 Uji MAPE PDRB Kota Bekasi.	57
Tabel 4. 8 Uji MAPE Timbulan Sampah Kota Bekasi.	58
Tabel 4. 9 Proyeksi Sosiodemografi Kota Bekasi.....	66
Tabel 4. 10 Proyeksi Efek Pendapatan per Keluarga Terhadap Timbulan Sampah.	67
Tabel 4. 11 Proyeksi Timbulan Sampah Kota Bekasi.	68
Tabel 4. 12 Proyeksi Gas CH ₄	69
Tabel 4. 13 Konversi Energi Listrik dari Pemanfaatan Gas CH ₄	70

DAFTAR GAMBAR

	Halaman
Gambar 2. 1 Hierarki Pengelolaan Sampah	9
Gambar 2. 2 Skema Sumber GRK dari Pengelolaan Sampah	12
Gambar 2. 3 Pipa dalam Zona Landfill	14
Gambar 2. 4 Instalasi Pengolahan Gas CH ₄	14
Gambar 3. 1 Alur Penelitian.....	29
Gambar 3. 2 Konseptualisasi Model	30
Gambar 4. 1 Lokasi TPA Sumur Batu.	37
Gambar 4. 2 Peta TPA Sumur Batu.	38
Gambar 4. 3 Proses Penimbangan.....	40
Gambar 4. 4 Proses <i>Input</i> Data Tonase.....	40
Gambar 4. 5 Proses Penurunan Sampah.	41
Gambar 4. 6 Penggunaan Alat Berat.....	41
Gambar 4. 7 Diagram Konseptual Analytica.	42
Gambar 4. 9 Diagram Model PDRB Kota Bekasi.	45
Gambar 4. 10 Diagram Model Emisi Gas CH ₄	51
Gambar 4. 12 Total Pendapatan Keluarga Kota Bekasi	53
Gambar 4. 13 Uji MAPE Populasi Penduduk Kota Bekasi.	55
Gambar 4. 14 Uji MAPE Jumlah Kartu Keluarga (KK) Kota Bekasi.	56
Gambar 4. 15 Uji MAPE PDRB Kota Bekasi	57
Gambar 4. 16 Uji MAPE Timbulan Sampah Kota Bekasi.	58
Gambar 4. 17 Kerangka Model Keseluruhan.....	59
Gambar 4. 18 Uji PDRB Kota Bekasi.Kondisi Ekstrim	60
Gambar 4. 19 Uji Kondisi Ekstrim Efek Pendapatan Keluarga.....	61
Gambar 4. 20 Jumlah Penduduk Kota Bekasi.....	63
Gambar 4. 21 Jumlah Keluarga Kota Bekasi.	63
Gambar 4. 22 Rata-Rata Jumlah Orang Setiap Keluarga.....	64
Gambar 4. 23 Total Pendapatan per Keluarga.	65
Gambar 4. 24 Efek Pendapatan per Keluarga Terhadap Timbulan Sampah.	65
.....	66
Gambar 4. 25 Grafik Proyeksi Sosiodemografi Kota Bekasi.	66
Gambar 4. 26 Efek Pendapatan per Keluarga Terhadap Timbulan Sampah.....	67

Gambar 4. 27 Estimasi Timbunan Sampah Kota Bekasi.....	68
Gambar 4. 28 Estimasi Gas CH ₄	69
Gambar 4. 29 Grafik Konversi Energi Listrik dari Pemanfaatan Gas CH ₄	70



DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1. Data Historis Sosiodemografi Kota Bekasi

Lampiran 2. Tonase Sampah TPA Sumur Batu

Lampiran 3. Regresi Linear

Lampiran 4. Uji Kondisi Ekstrim

Lampiran 5. Output Sosiodemografi Kota Bekasi

Lampiran 6. Output Timbulan dan Komposisi Sampah


Lampiran 7. *Output* Emisi CH₄ dan Energi Listrik

Lampiran 8. Uji Turnitin

Lampiran 9. Biodata Mahasiswa



DAFTAR SINGKATAN



TPA	Tempat Pemrosesan Akhir
IPCC	<i>Intergovernmental Panel on Climate Change</i>
GRK	Gas Rumah Kaca
UUPS	Undang-Undang Pengelolaan Sampah
BPS	Badan Pusat Statistik
SNI	Standar Nasional Indonesia
KLHK	Kementerian Lingkungan Hidup dan Kehutanan
GWP	<i>Global Warming Potential</i>
TPS	Tempat Penampungan Sementara
MCF	<i>Methan Correction Factor</i>
OX	<i>Oxidation Factor</i>
DOC	<i>Degradable Organic Carbon</i>
kWh	<i>kilowatt hour</i>
DISDUKCAPIL	Dinas Kependudukan dan Catatan Sipil
IPAL	Instalasi Pengolahan Air Lindi