

SKRIPSI

ESTIMASI EMISI GAS RUMAH KACA (GRK)
DI TPA BENOWO MENGGUNAKAN
MODEL LANDGEM



Oleh :

RIMADHANI PRILINDATAMI

NPM 19034010060

PROGRAM STUDI TEKNIK LINGKUNGAN
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS PEMBANGUNAN NASIONAL "VETERAN" JATIM
SURABAYA
TAHUN 2024

SKRIPSI

**ESTIMASI EMISI GAS RUMAH KACA (GRK)
DI TPA BENOWO MENGGUNAKAN
MODEL LANDGEM**



Oleh :

RIMADHANI PRILINDATAMI

NPM 19034010060

**PROGRAM STUDI TEKNIK LINGKUNGAN
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS PEMBANGUNAN NASIONAL "VETERAN" JATIM
SURABAYA
TAHUN 2024**

**ESTIMASI EMISI GAS RUMAH KACA (GRK)
DI TPA BENOWO MENGGUNAKAN
MODEL LANDGEM**

SKRIPSI

Diajukan Untuk Memenuhi Sebagian Persyaratan
Dalam Memperoleh Gelar Sarjana Teknik (ST.)
Program Studi Teknik Lingkungan.

Diajukan Oleh :

RIMADHANI PRILINDATAMI

NPM: 19034010060

**PROGRAM STUDI TEKNIK LINGKUNGAN
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS PEMBANGUNAN NASIONAL “VETERAN” JATIM
SURABAYA
2024**

**LEMBAR PENGESAHAN
SKRIPSI**

**ESTIMASI EMISI GAS RUMAH KACA (GRK) DI TPA
BENOWO MENGGUNAKAN MODEL LANDGEM**

Disusun Oleh :

RIMADHANI PRILINDATAMI

NPM. 19034010060

Telah Dipertahankan Dihadapan dan Diterima Oleh Tim Penguji Skripsi
Fakultas Teknik Program Studi Teknik Lingkungan
Universitas Pembangunan Nasional "Veteran" Jawa Timur
Pada Tanggal : 03 Januari 2024

Menyetujui
Dosen Pembimbing,


Dr. Okik Hendriyanto C., ST., MT.
NIP. 19750717 202121 1 007

Mengetahui,
**DEKAN FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS PEMBANGUNAN NASIONAL "VETERAN" JATIM**


Prof. Dr. Dra. Jariyah, M.P.
NIP. 19650403 199103 2 001

SURAT PERNYATAAN TIDAK PLAGIAT

Saya yang bertanda tangan dibawah ini:

Nama : Rimadhani Prilindatami

NIM : 19034010060

Fakultas /Program Studi : Teknik /Teknik Lingkungan

Judul Skripsi/Tugas Akhir/

Tesis/Desertasi : Estimasi Emisi Gas Rumah Kaca (GRK) di TPA
Benowo Menggunakan Model LandGem

Dengan ini menyatakan bahwa:

1. Hasil karya yang saya serahkan ini adalah asli dan belum pernah diajukan untuk memperoleh gelar akademik baik di UPN "Veteran" Jawa Timur maupun di institusi pendidikan lainnya.
2. Hasil karya saya ini merupakan gagasan, rumusan, dan hasil pelaksanaan penelitian saya sendiri, tanpa bantuan pihak lain kecuali arahan pembimbing akademik.
3. Hasil karya saya ini merupakan hasil revisi terakhir setelah diujikan yang telah diketahui dan di setujui oleh pembimbing.
4. Dalam karya saya ini tidak terdapat karya atau pendapat yang telah ditulis atau dipublikasikan orang lain, kecuali yang digunakan sebagai acuan dalam naskah dengan menyebutkan nama pengarang dan dicantumkan dalam daftar pustaka.

Pernyataan ini saya buat dengan sesungguhnya. Apabila di kemudian hari terbukti ada penyimpangan dan ketidakbenaran dalam pernyataan ini maka saya bersedia menerima konsekuensi apapun, sesuai dengan ketentuan yang berlaku di UPN "Veteran" Jawa Timur.

Surabaya, 8 Januari 2024

Yang Menyatakan



(Rimadhani Prilindatami)

KATA PENGANTAR

Puji syukur kepada Tuhan Yang Maha Esa yang telah memberikan rahmat dan hidayah-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan Skripsi yang berjudul “Estimasi Emisi Gas Rumah Kaca (GRK) di TPA Benowo Menggunakan Model LandGem” ini dengan baik. Selama penyusunan skripsi ini, penulis telah banyak memperoleh bimbingan dan bantuan dari berbagai pihak, untuk itu pada kesempatan ini penulis ingin menyampaikan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada:

1. Prof. Dr. Dra. Jariyah, MP., selaku Dekan Fakultas Teknik UPN “Veteran” Jawa Timur.
2. Firra Rosariawari, ST., MT. selaku koordinator Program Studi Teknik Lingkungan Fakultas Teknik Universitas Pembangunan Nasional “Veteran” Jawa Timur.
3. Dr. Okik Hendriyanto C., ST., MT. selaku dosen pembimbing skripsi yang senantiasa memberikan arahan beserta ilmu dalam proses penyusunan skripsi.
4. Ir. Naniek Ratni JAR., M.Kes dan Aussie Amalia, ST., M.Sc selaku dosen penguji yang telah memberikan saran dan masukan untuk membuat skripsi menjadi lebih baik.

Penulis telah berusaha memberikan yang terbaik dalam penyusunan laporan ini namun apabila terdapat kesalahan, penulis berharap hal ini dapat menjadi perbaikan dimasa datang. Semoga skripsi ini bisa memberikan manfaat bagi penulis, pembaca, dan universitas, khususnya program studi Teknik Lingkungan Fakultas Teknik Universitas Pembangunan Nasional “Veteran” Jawa Timur.

Surabaya, Januari 2024

Penulis

UCAPAN TERIMA KASIH

Penyusunan skripsi ini juga tidak lepas dari peran berbagai pihak. Maka dari itu, penulis juga ingin berterima kasih kepada:

1. Orang tua dan keluarga yang selalu ikhlas mendoakan penulis dalam setiap doa yang dipanjatkan. Terima kasih atas dukungan dan nasihatnya yang diberikan selama ini.
2. Karyawan PT Sumber Organik TPA Benowo Kota Surabaya, terutama Pak Ali, Pak Usup dan Pak Rohman yang telah membantu penulis mengumpulkan data untuk penyusunan skripsi ini.
3. Muda-Mudi Tirtosari yang selalu membantu, memberikan semangat dan mengingatkan penulis untuk segera lulus tepat waktu.
4. Teman-teman Teknik Lingkungan Angkatan 2019 atas bantuan dan dukungan langsung maupun tidak langsung dalam proses pengerjaan skripsi ini.
5. Teman-teman SMA yang telah memberi semangat kepada penulis untuk segera menyelesaikan skripsi.

DAFTAR ISI

KATA PENGANTAR.....	i
UCAPAN TERIMA KASIH.....	ii
DAFTAR ISI.....	iii
DAFTAR TABEL.....	v
DAFTAR GAMBAR.....	vi
ABSTRAK.....	vii
<i>ABSTRACT</i>	viii
BAB 1 PENDAHULUAN.....	1
1.1 Latar Belakang.....	1
1.2 Perumusan Masalah.....	2
1.3 Tujuan Penelitian.....	3
1.4 Manfaat.....	3
1.5 Lingkup Penelitian.....	3
BAB 2 TINJAUAN PUSTAKA.....	5
2.1 Sampah.....	5
2.1.1 Definisi Sampah.....	5
2.1.2 Timbulan Sampah.....	6
2.1.3 Komposisi Sampah.....	7
2.2 Gas Rumah Kaca (GRK).....	8
2.2.1 Definisi GRK.....	8
2.2.2 Faktor yang Mempengaruhi GRK.....	9
2.2.3 Metode Estimasi Emisi GRK.....	10
2.3 Tempat Pembuangan Akhir (TPA).....	12
2.3.1 TPA Secara Umum.....	12
2.3.2 TPA Benowo.....	15
2.4 Landfill Gas Emissions (LandGem) Model.....	16
2.4.1 Pengertian LandGem.....	16
2.4.2 Karakteristik TPA Dalam LandGem.....	19
2.4.3 Parameter Model.....	21
2.5 Hasil Penelitian Sebelumnya.....	24
BAB 3 METODE PENELITIAN.....	28
3.1 Kerangka Penelitian.....	28
3.2 Pengumpulan Data.....	29
3.2.1 Pengumpulan Data Primer.....	29

3.2.2 Pengumpulan Data Sekunder.....	30
3.3 Analisa Data.....	30
3.4 Variabel.....	33
3.5 Jadwal Kegiatan.....	35
BAB 4 HASIL DAN PEMBAHASAN.....	36
4.1 Timbulan Sampah TPA Benowo.....	36
4.2 Komposisi Sampah di TPA Benowo.....	37
4.3 Proyeksi Penduduk Kota Surabaya.....	38
4.4 Proyeksi Timbulan Sampah di TPA Benowo.....	42
4.5 Pengujian Parameter Eksisting.....	44
4.6 Estimasi GRK Menggunakan Model LandGem.....	45
4.7 Pemilihan Strategi yang Efektif.....	55
BAB 5 KESIMPULAN DAN SARAN.....	58
5.1 Kesimpulan.....	58
5.2 Saran.....	59
DAFTAR PUSTAKA.....	60
LAMPIRAN A.....	65
LAMPIRAN B.....	72
LAMPIRAN C.....	74

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 Contoh Tabel Proyeksi Timbunan Sampah.....	7
Tabel 2.2 Sumber Sampah Beserta Komposisinya.....	7
Tabel 2.3 Metode Estimasi Emisi GRK.....	10
Tabel 2.4 Perbandingan Model Estimasi Gas TPA.....	11
Tabel 2.5 Komposisi Sampah di TPA Benowo.....	16
Tabel 2.6 Nilai Laju Pembangkitan Metana (k).....	22
Tabel 2.7 Nilai Potensi Kapasitas Pembangkitan Metana (L_0).....	22
Tabel 2.8 Nilai Konsentrasi NMOC.....	22
Tabel 2.9 Penelitian Sebelumnya.....	24
Tabel 3.1 Komposisi Sampah.....	31
Tabel 3.2 Variasi Skenario Penelitian.....	33
Tabel 3.3 Jadwal Kegiatan.....	35
Tabel 4.1 Data Sampah Masuk Selama 8 Hari.....	36
Tabel 4.2 Data Sampah Masuk Setiap Tahun.....	37
Tabel 4.3 Data Komposisi Sampah Selama 8 Hari.....	37
Tabel 4.4 Data Penduduk Kota Surabaya Tahun 2020-2023.....	39
Tabel 4.5 Perhitungan Koefisien Korelasi (r) Metode Aritmatika.....	39
Tabel 4.6 Perhitungan Koefisien Korelasi (r) Metode Geometri.....	40
Tabel 4.7 Perhitungan Koefisien Korelasi (r) Metode <i>Least Square</i>	40
Tabel 4.8 Perbandingan Nilai Koefisien Relasi (r).....	41
Tabel 4.9 Proyeksi Penduduk Metode Geometri Tahun 2032.....	41
Tabel 4.10 Penduduk Kota Surabaya.....	42
Tabel 4.11 Proyeksi Timbunan Sampah TPA Benowo.....	43
Tabel 4.12 Data Sampah Input LandGem.....	45
Tabel 4.13 Hasil Estimasi Gas Metana Tahun 2020-2060.....	55
Tabel 4.14 Hasil Estimasi Gas Karbon Dioksida Tahun 2020-2060.....	56

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Dekomposisi bahan organik secara aerobik dan anaerobik.....	14
Gambar 2.2 Tampilan <i>Sheet Results</i> LandGem.....	18
Gambar 2.3 Tampilan <i>Sheet Graphs</i> LandGem.....	19
Gambar 2.4 Input Karakteristik TPA.....	19
Gambar 2.5 Tabel Input Data Kapasitas Limbah.....	20
Gambar 2.6 Input Parameter Model.....	21
Gambar 3.1 Kerangka Penelitian.....	29
Gambar 3.2 Lokasi Sampling Penelitian.....	34
Gambar 4.1 Grafik Komposisi Sampah TPA Benowo.....	38
Gambar 4.2 Pengujian Gas di Terminal.....	44
Gambar 4.3 Pemantauan Gas Metana.....	45
Gambar 4.4 Input Data Skenario 1.....	46
Gambar 4.5 Grafik Estimasi Emisi Skenario 1.....	47
Gambar 4.6 Input Data Skenario 2.....	48
Gambar 4.7 Grafik Estimasi Emisi Skenario 2.....	49
Gambar 4.8 Input Data Skenario 3.....	49
Gambar 4.9 Grafik Estimasi Emisi Skenario 3.....	50
Gambar 4.10 Input Data Skenario 4.....	51
Gambar 4.11 Grafik Estimasi Emisi Skenario 4.....	52
Gambar 4.12 Input Data Skenario 5.....	52
Gambar 4.13 Grafik Estimasi Emisi Skenario 5.....	53
Gambar 4.14 Input Data Skenario 6.....	54
Gambar 4.15 Grafik Estimasi Emisi Skenario 6.....	55

ABSTRAK

Gas rumah kaca (GRK) merupakan gas berbahaya yang mengakibatkan pemanasan global, diantaranya yaitu gas metana dan karbon dioksida. Emisi gas rumah kaca didominasi oleh kegiatan pengelolaan sampah. TPA Benowo merupakan TPA yang mengelola sampah penduduk Kota Surabaya. Semakin banyak sampah yang ditumpuk di TPA, maka semakin banyak pula gas yang timbul. Tujuan penelitian ini adalah untuk mengestimasi dan mengevaluasi timbulnya gas metana dan gas karbon dioksida di TPA Benowo. Penelitian ini menggunakan model LandGem, sebuah pemodelan emisi gas rumah kaca yang berfokus pada pengelolaan sampah di TPA. Metodologi ini membutuhkan analisis terperinci terhadap sumber emisi gas rumah kaca yang umumnya terkait dengan aktivitas dekomposisi sampah. Langkah-langkah penelitian mencakup survei lapangan untuk mengumpulkan data primer terkait timbunan dan komposisi sampah di TPA Benowo. Data ini kemudian digunakan sebagai masukan pada model LandGem guna menghasilkan estimasi emisi gas metana dan karbon dioksida. Penelitian ini dilakukan dengan 6 skenario yang memvariasikan konsentrasi metana dan nilai k yang bertujuan untuk mengetahui pengaruh keduanya pada model LandGem. Variasi skenario tersebut yakni konsentrasi metana sebesar 40%, 50%, dan 60%, dan nilai k sebesar 0,02 dan 0,7. Hasil penelitian didapatkan data bahwa estimasi gas metana dan gas karbon dioksida tertinggi yakni pada skenario 6 yang menggunakan konsentrasi metana 60% dan nilai k sebesar 0,7 (*wet area*). Nilai estimasi gas metana dan karbon dioksida tersebut yakni sebesar $6,801 \times 10^7 \text{ m}^3/\text{tahun}$ dan $4,534 \times 10^7 \text{ m}^3/\text{tahun}$. Hal ini terjadi karena gas metana diperhitungkan 60% sedangkan gas karbon dioksida hanya 40%, dan nilai k bermakna bahwa area TPA memiliki curah hujan yang tinggi dan terdapat bioreaktor atau sistem sirkulasi lindi. Nilai tersebut dianggap sebagai nilai yang baik bagi pertumbuhan bakteri di TPA sehingga lebih banyak menghasilkan gas.

Kata Kunci: Gas Rumah Kaca, Karbon Dioksida, LandGem, Metana, TPA

ABSTRACT

Greenhouse gases (GHG) are dangerous gases that cause global warming, including methane and carbon dioxide. Greenhouse gas emissions are dominated by waste management activities. Benowo TPA is a TPA that manages the waste of the residents of Surabaya City. The more waste that is piled up in the landfill, the more gas is produced. The aim of this research is to estimate and evaluate the occurrence of methane gas and carbon dioxide gas at the Benowo landfill. This research uses the LandGem model, a greenhouse gas emissions model that focuses on solid waste management in landfills. This methodology requires a detailed analysis of greenhouse gas (GHG) emission sources which are generally associated with waste decomposition activities. Research steps include a field survey to collect primary data regarding waste generation and composition at the Benowo landfill. This data is then used as input to the LandGem model to produce estimates of methane and carbon dioxide emissions. This research was carried out with 6 scenarios varying the methane concentration and k value with the aim of determining the influence of both on the LandGem model. Variations in these scenarios are methane concentrations of 40%, 50% and 60%, and k values of 0.02 and 0.7. The research results showed that the highest estimates of methane gas and carbon dioxide gas were in scenario 6 which used a methane concentration of 60% and a k value of 0.7 (wet area). The estimated values of methane and carbon dioxide gas are 6.801×10^7 m³/year and 4.534×10^7 m³/year. This happens because methane gas is calculated to be 60% while carbon dioxide gas is only 40%, and the k value means that the landfill area has high rainfall and there is a bioreactor or leachate circulation system. This value is considered a good value for the growth of bacteria in the landfill so that it produces more gas.

Keywords: *Greenhouse Gases, Carbon Dioxide, LandGem, Methane, Landfill*