

SKRIPSI

Analisis Life Cycle Assessment (LCA)
Terhadap Penurunan Emisi Metana Di TPA Bukit Tunggal
Melalui Metode Composting dan Methane Capture
Menggunakan Software LandGEM

Diajukan Kepada Program Studi Teknik Lingkungan
Universitas Muhammadiyah Palangkaraya Untuk Memenuhi Persyaratan
Memperoleh Derajat Sarjana Strata Satu (S1) Teknik Lingkungan



Disusun Oleh:
TEGAR PRATAMA
22.52.026256

PROGRAM STUDI TEKNIK LINGKUNGAN
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH PALANGKA RAYA
2026

KATA PENGANTAR

Puji syukur ke hadirat Tuhan Yang Maha Esa atas limpahan rahmat, berkat, dan karunia-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan penyusunan skripsi yang berjudul **“Analisis *Life Cycle Assessment (LCA)* Terhadap Penurunan Emisi Metana Di TPA Bukit Tunggul Melalui Metode *Composting* dan *Methane Capture* Menggunakan *Software LandGEM*”**. Skripsi ini disusun sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar Sarjana Teknik pada Program Studi Teknik Lingkungan, Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Palangka Raya. Penyusunan skripsi ini tidak terlepas dari bantuan, dukungan, dan bimbingan dari berbagai pihak. Oleh karena itu, pada kesempatan ini penulis menyampaikan ucapan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada:

1. Bapak Ir. Rudy Yoga Lesmana ST., M.Si dan Bapak Gusti Iqbal Tawakal ST., MT selaku Dosen Pembimbing I n II, yang telah memberikan arahan, bimbingan, serta waktu dalam membantu penulis menyelesaikan penelitian ini.
2. Bapak/Ibu Dosen pada Program Studi Teknik Lingkungan, yang selama masa studi telah memberikan ilmu pengetahuan dan pengalaman berharga.
3. Kedua orang tua dan keluarga, atas doa, kasih sayang, dukungan moral maupun material yang tidak pernah berhenti menguatkan penulis.
4. Semua pihak yang tidak dapat disebutkan satu per satu, yang telah membantu dalam penyusunan skripsi ini. Penulis menyadari bahwa dalam penyusunan skripsi ini masih terdapat banyak kekurangan.

Penulis menyadari bahwa skripsi ini masih jauh dari kata sempurna karena keterbatasan kemampuan dan pengalaman yang dimiliki. Oleh karena itu, penulis mengharapkan kritik dan saran yang membangun dari semua pihak demi perbaikan dimasa mendatang.

Akhir kata, semoga skripsi ini dapat bermanfaat bagi perkembangan ilmu pengetahuan, khususnya di bidang energi terbarukan, serta bagi pihak-mana pun yang membacanya.

Palangka Raya, Juni 2026

Tegar Pratama

Tegar Pratama, 2026. Analisis *Life Cycle Assessment (LCA)* Terhadap Penurunan Emisi Metana Di TPA Bukit Tunggul Melalui Metode *Composting* dan *Methane Capture* Menggunakan *Software LandGEM*, Program Studi Teknik Lingkungan Muhammadiyah Palangka Raya, Pembimbing: (I) Ir.Rudy Yoga Lesmana.S.T.,M.Si.,(II) Ir.Gusti Iqbal Tawaqal.S.T.,M.T

ABSTRAK

Pertumbuhan penduduk Kota Palangka Raya yang terus meningkat berdampak langsung pada tingginya timbunan sampah yang masuk ke Tempat Pemrosesan Akhir (TPA) Bukit Tunggul, di mana pada tahun 2024 jumlahnya mencapai 58.491 ton. Dominasi sampah organik (63%) dengan pengelolaan eksisting controlled landfill memicu tingginya emisi gas metana (CH_4) akibat dekomposisi anaerobik, yang berpotensi menyebabkan pemanasan global dan risiko kebakaran. Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis jumlah emisi gas metana di TPA Bukit Tunggul menggunakan pemodelan software LandGEM serta mengevaluasi potensi penurunan emisi melalui penerapan metode composting dan methane capture dengan pendekatan Life Cycle Assessment (LCA). Data yang digunakan mencakup data timbunan sampah tahun 2014-2024 serta proyeksi penduduk dan timbunan sampah untuk 20 tahun ke depan.

Hasil pemodelan LandGEM menunjukkan bahwa emisi gas di TPA Bukit Tunggul diproyeksikan mencapai puncaknya pada tahun 2046. Pada titik puncak tersebut, estimasi produksi gas metana murni mencapai 2.411 Mg/tahun, total gas landfill sebesar 7.925 Mg/tahun, dan karbon dioksida (CO_2) sebesar 4.411 Mg/tahun. Berdasarkan analisis LCA, skenario eksisting Controlled Landfill menghasilkan emisi metana tertinggi yaitu sebesar 1.973.000 m^3 . Penerapan metode composting dengan target reduksi sampah organik sebesar 5% per tahun mampu menekan pembentukan metana secara signifikan melalui proses penguraian aerobik. Di sisi lain, teknologi methane capture terbukti sangat efektif mengendalikan 1.280.000 m^3 gas metana yang terbentuk untuk dimanfaatkan menjadi energi listrik potensial sebesar 4.480.000 kWh. Penelitian ini menyimpulkan bahwa integrasi antara metode composting di hulu dan teknologi methane capture di hilir merupakan strategi pengelolaan sampah yang paling optimal, efektif, dan berkelanjutan bagi TPA Bukit Tunggul.

Kata Kunci: *LandGEM, Life Cycle Assessment (LCA), Composting, Methane Capture, Gas Metana.*

DAFTAR ISI

KATA PENGANTAR.....	i
ABSTRAK	ii
DAFTAR ISI.....	iv
DAFTAR TABEL	vi
DAFTAR GAMBAR.....	vii
BAB I PENDAHULUAN.....	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	3
1.3 Tujuan Penelitian	3
1.4 Manfaat Penelitian	3
1.5 Batasan Penelitian	3
BAB II TINJAUAN PUSTAKA.....	5
2.1 Tempat Pemrosesan Akhir Bukit Tunggal	5
2.2 Pengelolaan Sampah	6
2.2.1 Pengurangan Sampah.....	6
2.2.2 Penanganan Sampah.....	7
2.3 Controlled Landfill.....	7
2.4 Pengurangan Sampah dengan Composting.....	8
2.5 Gas Metana (CH ₄)	9
2.6 <i>Methane Capture</i>	9
2.7 <i>Software LandGEM</i>	11
2.8 Proyeksi Penduduk.....	11
2.9 Timbulan Sampah	11
2.10 Komposisi sampah.....	12
2.11 Penelitian Terdahlu	12
BAB III METODE PENELITIAN	14
3.1 Tahapan Penelitian.....	14
3.2 Gambaran Lokasi Penelitian.....	14
3.2.1 Tempat Penelitian	14
3.2.2 Waktu Penelitian.....	15
3.3 Metode Penelitian	15

3.4	Pengumpulan Data	16
3.5	Cara penggunaan <i>software LandGEM</i>	18
3.6	Analisis Data	19
3.6.1	Proyeksi Penduduk	20
3.6.2	Proyeksi Timbuan Sampah	20
3.6.3	Komposisi Sampah	21
3.6.4	Estimasi Produksi Gas Metana	21
3.6.5	Metode Composting	21
3.7	Kerangka Penelitian	23
3.8	Prosedur Penelitian	24
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN		25
4.1	Kondisi TPA Bukit Tinggi	25
4.2	Analisis Proyeksi Penduduk	25
4.3	Timbuan Sampah	26
4.4	Komposisi Sampah	27
4.5	Perhitungan Potensi Gas Metana dengan <i>software LandGEM</i>	28
4.5.1	Penggunaan <i>software LandGEM</i>	28
4.5.2	Perhitungan dengan <i>software LandGEM</i>	32
4.6	Analisis dampak Lingkungan	33
4.6.1	<i>Inventory Analysis</i>	34
4.6.2	Perbandingan Antara Perskenario	37
4.7	Tabulasi data	39
4.7.1	Wawancara	39
BAB V PENUTUP		43
5.1	Kesimpulan	43
5.2	Saran	44
DAFTAR PUSTAKA		45
LAMPIRAN		48

DAFTAR TABEL

Tabel 2 1 Penelitian Terdahulu	12
Tabel 3. 1 Bar Chart Rencana Kegiatan Penelitian.....	15
Tabel 3. 2 Variabel Wawancara dengan Kepala UPTD TPA Bukit Tunggul	16
Tabel 3. 3 Variabel Wawancara dengan DLH Kota Palangka Raya.....	17
Tabel 3. 4 Variable wawancara dengan pemulung	17
Tabel 4. 1 Komposisi Sampah Tahun 2024	28
Tabel 4. 2 Analisis Controlled Landfill	35
Tabel 4. 3 Analisis Composting sampah organik dengan reduksi 5%/tahun	36
Tabel 4. 4 Analisis Methane Capture.....	37
Tabel 4. 5 Perbandingan meta Hasil Analisis Controolled Landfill, Composting dan methane capture tahun 2026	37

DAFTAR GAMBAR

Gambar 3. 1 Peta Lokasi Penelitian di TPA Bukit Tunggul	15
Gambar 3. 2 <i>Intro Software LandGEM</i>	18
Gambar 3. 3 <i>Input pada Software LandGEM</i>	19
Gambar 3. 4 Graph Software LandGEM	19
Gambar 4 1 Timbunan Sampah Pada TPA Bukit Tunggul	25
Gambar 4 2 Proyeksi Penduduk Kota Palangka Raya	26
Gambar 4 3 Proyeksi Timbunan Sampah 20 Tahun	27
Gambar 4 4 Komposisi Sampah Berdasarkan Jenis Sampah.....	28
Gambar 4 5 Intro software LandGEM	29
Gambar 4 6 Pengisian Pada Sheet User Inputs	29
Gambar 4 7 Hasil Perhitungan Total LFG dan Metana	30
Gambar 4 8 Hasil Perhitungan Carbon Dioxide dan NMOC	31
Gambar 4 9 Hasil Grafik LandGEM.....	32
Gambar 4 10 Estimasi Produksi gas metana dengan software LandGEM.....	33
Gambar 4 11 Perbandingan Hasil Analisis Analisis Controolled Landfill, Composting dan Methane Capture Tahun 2026.....	37
Gambar 4 12 Kompor TPA.....	39
Gambar 4 13 Proses Wawancara dengan DLH Dan Kepala UPT TPA.....	40
Gambar 4 14 Wawancara Dengan Pemulung	41

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Masalah sampah yang semakin buruk setiap tahun memang menjadi perhatian serius di banyak negara, termasuk Indonesia. Pertambahan jumlah penduduk merupakan faktor utama yang berkontribusi pada pertumbuhan pembangunan sampah dan tempat pemrosesan akhir (TPA) diperkotaan (Maziya, 2017). Peningkatan produksi sampah yang tidak diantisipasi dengan pengelolaan sampah yang efektif dapat menimbulkan berbagai masalah, baik secara langsung maupun tidak langsung. Masalah yang muncul antara lain adalah pencemaran lingkungan, penyebaran penyakit, kerugian ekonomi, dan kerusakan ekosistem. Oleh karena itu, diperlukan upaya serius untuk mengatasi masalah ini (Haryadi et al., 2018). Kota-kota besar seringkali menghadapi masalah sampah yang lebih kompleks karena jumlah penduduk yang tinggi dan kepadatan permukiman (Sasmita et al., 2022). Konsep *zero waste* atau pengelolaan sampah dengan tujuan meminimalisir volume sampah menjadi sangat penting. Pendekatan ini mendorong untuk menghindari pembuangan sampah ke Tempat Pemrosesan Akhir dan lebih mengutamakan daur ulang, pengurangan, dan penggunaan kembali sampah (Musyafiq & Cahyo, 2018).

Permasalahan pengelolaan sampah juga terjadi di Kota Palangka Raya. Pertumbuhan penduduk yang terus meningkat dan pembangunan permukiman yang semakin berkembang menjadi faktor meningkatnya produksi sampah. Berdasarkan data Badan Pusat Statistik Kota Palangka Raya tahun 2024, jumlah penduduk di Kota Palangka Raya sebanyak 315 ribu jiwa, yang terdiri dari 5 kecamatan dan 30 kelurahan. Menurut data *Sistem Informasi Pengelolaan Sampah Nasional (SIPSN, 2024)*, produksi sampah yang masuk ke Tempat Pemrosesan Akhir Bukit Tunggal sebanyak 58.491 ton. Meskipun timbunan sampah umumnya dipandang sebagai permasalahan lingkungan, pada sisi lain sampah juga memiliki potensi manfaat apabila dikelola secara tepat dan berkelanjutan. Timbunan sampah, khususnya sampah organik, dapat dimanfaatkan sebagai sumber energi terbarukan melalui pengomposan dan produksi biogas,

sehingga berkontribusi pada pengurangan emisi gas rumah kaca serta ketergantungan terhadap bahan bakar fosil. Jika sampah tidak ditangani dengan baik, maka akan menumpuk di Tempat Pemrosesan Akhir, yang akan mengakibatkan sejumlah masalah (Axmalia & Mulasari, 2020). Gas Metana (CH_4) dan gas pencemar lainnya akan dihasilkan oleh timbunan sampah tersebut (Artiningrum, 2017). Konsentrasi (densitas) Gas Metana yang tinggi dapat menurunkan kandungan oksigen di atmosfer bumi hingga 19,5% lebih sedikit oksigen yang mungkin ada di udara karena Gas Metana. Ketika Gas Metana dan udara digabungkan pada konsentrasi yang lebih besar, kebakaran dan ledakan dapat terjadi (Kurniasari et al., 2014).

Software LandGEM adalah perangkat lunak pemodelan landfill gas berbasis persamaan orde pertama yang dikembangkan oleh *U.S. Environmental Protection Agency (EPA)*, yang mampu memberikan estimasi andal mengenai laju produksi serta volume total Gas Metana yang dihasilkan dari degradasi bahan organik dalam landfill pada periode waktu tertentu. Estimasi tersebut sangat penting untuk memahami dinamika pembentukan metana sebagai komponen utama gas rumah kaca yang muncul dari aktivitas penguraian sampah, sehingga hasil perhitungan *LandGEM* dapat memberikan kontribusi signifikan dalam mendukung strategi pengelolaan Gas Metana yang lebih efektif di TPA Bukit Tunggal. Sejalan dengan kondisi pengelolaan sampah di lokasi tersebut yang hingga kini masih belum optimal, penelitian ini juga mengevaluasi efektivitas metode pengelolaan sampah berbasis *composting* dan *methane capture* dalam mengurangi volume timbunan dan meminimalkan dampak lingkungan, dengan menggunakan pendekatan *Life Cycle Assessment (LCA)* untuk menilai secara komprehensif dampak lingkungan dari penerapan komposting sebagaimana disarankan dalam penelitian sebelumnya (Anastasia & Azis, 2020). Melalui integrasi pemodelan *LandGEM* dan analisis *LCA*, penelitian ini diharapkan mampu menyajikan data yang kuat untuk mendukung upaya mitigasi emisi gas rumah kaca sekaligus memberikan rekomendasi strategi pengelolaan sampah organik yang lebih optimal, efektif, dan berkelanjutan bagi Kota Palangka Raya

1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang di atas, maka didapatkan rumusan masalah sebagai berikut:

1. Bagaimana hasil estimasi emisi Gas Metana di TPA Bukit Tunggal berdasarkan pemodelan *LandGEM*?
2. Bagaimana potensi penurunan emisi metana melalui penerapan metode *composting* dan *methane capture*?

1.3 Tujuan Penelitian

Sejalan dengan rumusan masalah maka, tujuan yang ingin dicapai pada penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Menganalisis jumlah Gas Metana pada Tempat Pemrosesan Akhir Bukit Tunggal dengan pemodelan *LandGEM*.
2. Menganalisis *Life Cycle Assessment (LCA)* Tempat Pemrosesan Akhir Bukit Tunggal dengan menggunakan metode *composting* dan *methane capture*.

1.4 Manfaat Penelitian

Manfaat pada penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Manfaat Teoritis

Penelitian ini memberikan kontribusi bagi pengembangan ilmu di bidang teknik lingkungan, khususnya dalam pemodelan emisi Gas Metana menggunakan *LandGEM* dan penerapan metode *Life Cycle Assessment (LCA)* untuk evaluasi pengelolaan sampah di TPA Bukit Tunggal.

2. Manfaat Praktis

Hasil penelitian dapat menjadi regulasi Kota Palangka Raya dan pengelola TPA Bukit Tunggal dalam mengoptimalkan pengelolaan sampah melalui metode *composting* dan *methane capture* guna menekan emisi Gas Metana serta mendukung upaya mitigasi perubahan iklim di Kota Palangka Raya.

1.5 Batasan Penelitian

Berdasarkan latar belakang diatas untuk memfokuskan penelitian menggunakan batasan penelitian sebagai berikut:

1. Penelitian difokuskan pada analisis emisi Gas Metana dan pengelolaan sampah di Tempat Pemrosesan Akhir Bukit Tunggal, Kota Palangka Raya.

2. Data yang digunakan meliputi proyeksi penduduk 20 tahun kedepan, komposisi timbunan sampah, kondisi fisik Tempat Pemrosesan Akhir, dan sistem pengelolaan yang ada di Tempat Pemrosesan Akhir Bukit Tunggal.
3. Menggunakan pendekatan pemodelan *LandGEM* versi 3.02 dan metode *Life Cycle Assessment (LCA)* untuk evaluasi metode *composting* dan *methane capture*.
4. Penelitian hanya dilakukan di TPA Bukit Tunggal.
5. Penelitian ini hanya berfokus dengan penurunan Gas Metana.
6. Data sampah TPA yang digunakan dari tahun 2014 sampai dengan tahun 2024 untuk *LandGEM*.
7. Data Komposisi sampah yang digunakan adalah tahun 2024.