

**PERENCANAAN DESAIN JARINGAN PIPA PENANGKAP GAS METANA (CH₄)
PADA SISTEM *CONTROLLED LANDFILL* DI TEMPAT PEMROSESAN AKHIR
JERUKLEGI CILACAP MENGGUNAKAN SIMULASI LANDGEM DAN
ANALISIS JARINGAN PERPIPAAN**

TUGAS AKHIR



HUMAM ABSHAR KARYAPRAJA

1222925003

**PROGRAM STUDI TEKNIK LINGKUNGAN
FAKULTAS TEKNIK DAN ILMU KOMPUTER
UNIVERSITAS BAKRIE**

JAKARTA

2026

HALAMAN PERNYATAAN ORISINALITAS

Tugas Akhir ini adalah karya saya sendiri, dan semua sumber baik yang dikutip maupun dirujuk telah saya nyatakan dengan benar

Nama : Humam Abshar Karyapraja

NIM : 1222925003

Tanda Tangan : 

Tanggal : 10 September 2026

HALAMAN PENGESAHAN

Tugas Akhir ini diajukan oleh:

Nama : Humam Abshar Karyapraja
NIM : 1222925003
Program Studi : Teknik Lingkungan
Fakultas : Teknik dan Ilmu Komputer
Judul Skripsi : Perencanaan Desain Jaringan Pipa Penangkap Gas
Metana (CH₄) pada Sistem *Controlled Landfill* di
Tempat Pemrosesan Akhir di Jeruklegi, Cilacap
Menggunakan Simulasi landGEM dan Analisis Jaringan
Perpipaan

**Telah berhasil dipertahankan di hadapan Dewan Penguji dan diterima
sebagai bagian persyaratan untuk memperoleh gelar Sarjana Teknik pada
Program Studi Teknik Lingkungan, Fakultas Teknik dan Ilmu Komputer,**

DEWAN PENGUJI

Pembimbing 1 : Ir. Diki Surya Irawan, S.T., M.Si., IPM., ASEAN Eng.



(.....)

Pembimbing 2: Prof. Ir. Deffi Ayu Puspito Sari, S.TP., M.Agr.Sc., Ph.D.,
IPM., ASEAN Eng.



(.....)

Penguji 1 : Ir. Aqil Azizi, Ph.D., GP., IPM, ASEAN Eng.



(.....)

Penguji 2 : Sirin Fairus, S.T.P., M.T.



(.....)

HALAMAN PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI

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

Nama : Humam Abshar Karyapraja
NIM : 1222925003
Progam Studi : S1 Teknik Lingkungan
Fakultas : Teknik Sipil dan Ilmu Komputer
Jenis Tugas Akhir : Skripsi

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

“Perencanaan Desain Jaringan Pipa Penangkap Gas Metana (CH₄) pada Sistem Controlled Landfill di Tempat Pemrosesan Akhir di Jeruklegi, Cilacap Menggunakan Simulasi landGEM dan Analisis Jaringan Perpipaan”

Beserta perangkat yang ada (jika diperlukan). Dengan Hak Bebas Royalti Noneksklusif ini Universitas Bakrie berhak menyimpan, mengalihmedia/formatkan, mengelola dalam bentuk pangkalan data (database), merawat, dan mempublikasikan tugas akhir saya selama tetap mencantumkan nama saya sebagai penulis/pencipta dan sebagai pemilik Hak Cipta untuk kepentingan akademis.

Demikian pernyataan ini saya buat dengan sebenarnya.

Jakarta,

10 September 2026



Yang menyatakan

Humam Abshar Karyapraja

KATA PENGANTAR

Alhamdulillah, puji dan syukur dipanjatkan ke hadirat Allah SWT atas rahmat-Nya, sehingga Laporan Tugas Akhir Tugas Akhir untuk memenuhi syarat mencapai gelar Sarjana Teknik Lingkungan di Universitas Bakrie ini dapat diselesaikan. Penulis menyadari bahwa penyusunan ini tidak lepas dari bantuan dan bimbingan berbagai pihak, sehingga pada kesempatan ini penulis menyampaikan terima kasih kepada:

1. Bapak Ir. Aqil Azizi, Ph.D., GP., IPM, ASEAN Eng. selaku Kepala Program Studi Teknik Lingkungan Universitas Bakrie.
2. Bapak Ir. Diki Surya Irawan, S.T., M.Si., IPM., ASEAN Eng. selaku dosen pembimbing 1 serta Prof. Ir. Deffi Ayu Puspito Sari, S.TP., M.Agr.Sc., Ph.D., IPM., ASEAN Eng. sebagai dosen pembimbing 2 yang telah menyediakan waktu, tenaga dan pikiran serta memberikan masukan yang berharga untuk mengarahkan saya dalam penyusunan Laporan Tugas Akhir Tugas Akhir.
3. Direktorat Penelitian dan Pengabdian kepada Masyarakat, Direktorat Jenderal Riset dan Pengembangan, Kementerian Pendidikan Tinggi, Sains, dan Teknologi, serta Universitas Bakrie yang telah memberikan dukungan pendanaan melalui Program Penelitian KATALIS dengan judul “Refused Derived Fuel (RDF) di Eco-Edu-Park dalam Upaya Mitigasi, Adaptasi Perubahan Iklim dan Peningkatan Ekonomi Daerah di Cilacap/Sustainable RDF Education and Tourism (SRET)”, yang diketuai oleh Prof. Ir. Deffi Ayu Puspito Sari, S.TP., M.Agr.Sc., Ph.D., IPM., ASEAN Eng., berdasarkan Kontrak Nomor 124/C3/DT.05.00/PL/2025; 0959/LL3/AL.04/2025; dan 004/SPK/LPP-UB/VI/2025, sehingga penelitian ini dapat terlaksana dengan baik.
4. Segala masukan, kritik, dan arahan dari Bapak Ir. Aqil Azizi, Ph.D., GP., IPM, ASEAN Eng. dan Ibu Sirin Fairus, S.T.P., M.T. selaku Dosen Penguji pada sidang tugas akhir ini sangat penulis harapkan demi perbaikan dan penyempurnaan kualitas perancangan ke depannya.
5. Seluruh dosen Teknik Lingkungan beserta staf Universitas Bakrie, yang telah memberikan ilmunya kepada saya.

6. Orang tua yang tidak hentinya memberikan dukungan dan do'a selama penyelesaian Laporan Tugas Akhir Tugas Akhir ini.
7. Rekan – rekan mahasiswa kelas karyawan Teknik Lingkungan Bakrie, atas semua dukungan yang diberikan kepada saya.

Akhir kata, penulis berharap Allah SWT berkenan membalas segala kebaikan semua pihak yang telah membantu saya. Semoga Laporan Tugas Akhir Tugas Akhir ini membawa manfaat bagi pengembangan ilmu kedepannya.

Jakarta, 10 September 2026



Penulis

**PERENCANAAN DESAIN JARINGAN PIPA PENANGKAP GAS
METANA (CH₄) PADA SISTEM *CONTROLLED LANDFILL* DI
TEMPAT PEMROSESAN AKHIR JERUKLEGI CILACAP
MENGUNAKAN SIMULASI LANDGEM DAN ANALISIS
JARINGAN PERPIPAAN**

Humam Abshar Karyapraja

ABSTRAK

Timbunan sampah di Tempat Pemrosesan Akhir Jeruklegi yang mengalami dekomposisi anaerobik menghasilkan gas metana (CH₄), salah satu gas rumah kaca dengan potensi pemanasan global yang tinggi. Penelitian ini membahas perencanaan dan desain jaringan pipa penangkap gas metana (CH₄) pada sistem *controlled landfill* di Tempat Pemrosesan Akhir Jeruklegi, Cilacap. Tujuan penelitian ini adalah mengidentifikasi teknologi yang sesuai dengan ketentuan lingkungan, menganalisis faktor-faktor yang mempengaruhi efisiensi penangkapan gas, serta merancang sistem perpipaan yang efektif dan aman digunakan di lapangan. Metode penelitian menggunakan pendekatan analisis kuantitatif dengan simulasi LandGEM (EPA) untuk memperkirakan potensi pembentukan gas metana dan perhitungan teknis aliran gas dalam jaringan pipa, serta perancangan konfigurasi sumur vertikal berdasarkan data timbunan sampah dan karakteristik lapisan tanah di TPA. Hasil perhitungan menunjukkan potensi gas metana mencapai sekitar 4,13 juta m³ per tahun, dengan volume gas metana desain sebesar 4,56 juta m³ per tahun, dengan efisiensi 75% dapat menangkap volume sebesar 3,094 juta m³. Sistem yang dirancang terdiri dari 52 sumur vertikal berdasarkan perhitungan grid, dengan jarak antar sumur sekitar 15 meter, serta pipa utama berdiameter 8 inci sepanjang 765 meter. Debit gas rata-rata mencapai 0,1308 m³/s dengan kecepatan aliran 4 m/s, dan kebutuhan daya kompresor sekitar 0,131 kW. Secara keseluruhan, desain sistem ini memenuhi standar SNI 06-0985-2018 dan pedoman EPA LandGEM, dengan efisiensi penangkapan 60–85%. Sistem jaringan pipa penangkap gas metana yang diusulkan dinilai layak diterapkan sebagai model pengendalian emisi gas di TPA serta berpotensi dikembangkan menjadi sistem pemanfaatan energi berbasis gas metana (*Landfill Gas to Energy*).

Kata Kunci: *Landfill*, Gas Metana, Jaringan Pipa, Efisiensi, Desain Sistem, *LandGEM*

**PLANNING AND DESIGN OF METHANE GAS (CH₄)
COLLECTION PIPELINE NETWORK IN THE CONTROLLED
LANDFILL SYSTEM AT JERUKLEGI FINAL DISPOSAL SITE,
CILACAP USING LANDGEM SIMULATION AND PIPELINE
NETWORK ANALYSIS**

Humam Abshar Karyapraja

ABSTRACT

Waste accumulation in Landfill Sites Jeruklegi undergoing anaerobic decomposition produces methane gas (CH₄), a greenhouse gas with a high global warming potential.. This study discusses the planning and design of a methane gas (CH₄) collection pipeline network in the controlled landfill system at the Jeruklegi Final Disposal Site in Cilacap. The main objective is to identify appropriate technologies that comply with environmental regulations, analyze factors affecting gas capture efficiency, and design a safe and effective piping system for field application. The research employs a quantitative analytical approach using LandGEM (EPA) simulation to estimate methane generation potential and technical calculations of gas flow within the pipeline network, as well as the design of vertical well configurations based on waste generation data and soil characteristics at the site. The results indicate a methane generation potential of approximately 4,13 million m³ per year, with a designed gas collection capacity of 4.56 million m³ per year, And at an assumed collection efficiency of 75%, an actual captured volume of approximately 3.094 million m³ per year. The proposed system consists of 52 vertical wells spaced about 15 meters apart, with a 8-inch main pipeline extending 765 meters in length. The average gas discharge rate is 0.1308 m³/s with a flow velocity of 4 m/s, and the compressor power requirement is around 0.131 kW. Overall, the system design complies with SNI 06-0985-2018 and EPA LandGEM standards, achieving an efficiency range of 60–85%. The proposed methane gas collection pipeline network is considered feasible for emission controlled in landfills and has strong potential to be developed into an energy recovery system based on methane gas (Landfill Gas to Energy).

Keywords: *Landfill, Methane Gas, Pipeline Network, Efficiency, System Design, LandGEM*

DAFTAR ISI

HALAMAN PERNYATAAN ORISINALITAS	i
HALAMAN PENGESAHAN	ii
HALAMAN PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI	iii
KATA PENGANTAR	iv
DAFTAR ISI	viii
DAFTAR GAMBAR	x
DAFTAR TABEL	xi
BAB I	1
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	4
BAB II	5
TINJAUAN PUSTAKA	5
2.1 Profil TPA	5
2.2 Gas Metana (CH ₄) dan Dampaknya terhadap Lingkungan Lingkup TPA Jeruklegi Cilacap	6
2.3 Sistem <i>Controlled Landfill</i> dan Produksi Gas Metana	7
2.4 Desain Sistem Pipa Penangkap Gas Metana	7
2.5 Faktor yang Mempengaruhi Efisiensi Penangkapan Gas	13
2.6 Teknologi Pengolahan Gas Metana di TPA	14
2.7 Dasar Hukum dan Standar Pengelolaan Gas TPA	15
2.8 Penelitian Terkait Sebelumnya	17
BAB III	20
METODOLOGI PENELITIAN	20
3.1 Lokasi dan Waktu Penelitian	20
3.2 Diagram Alir	22
3.3 Data dan Sumber Data	23
3.4 Analisis Data dan Pembahasan	23
3.5 Prosedure Penelitian	28
BAB IV	30
HASIL DAN PEMBAHASAN	30
4.1 Gambaran Umum Lokasi Penelitian	30
4.2 Teknologi Penggunaan Sumur Penangkap Gas Metana	31

4.3 Estimasi Produksi Gas Metana Menggunakan LandGEM.....	31
4.4 Perhitungan Debit Aliran Gas (Q).....	34
4.5 Penentuan Jumlah Sumur	38
4.6 Perhitungan Headloss	42
Rumus dasar headloss untuk aliran gas dalam pipa	42
4.7 Perhitungan Daya Kompresor.....	48
4.8 Tabel Rekomendasi Spesifikasi Kompresor.....	49
4.9 Perhitungan Efisiensi Penangkapan Gas Metana	50
BAB V.....	52
KESIMPULAN DAN SARAN.....	52
5.1 Kesimpulan	52
5.2 Saran.....	52
DAFTAR PUSTAKA	54
LAMPIRAN.....	56

DAFTAR GAMBAR

Gambar 3. 1 Lokasi TPA Jeruklegi.....	20
Gambar 3. 2 TPA Saat ini	21
Gambar 4. 1 Tampilan Awal LandGEM.....	32
Gambar 4. 2 Proses Input Parameter di LandGEM.....	33
Gambar 4. 3 Grafik Methane dari LandGEM	34
Gambar 4. 4 Gambar Isometric Diameter Pipa Sistem	38
Gambar 4. 5 Denah Lokasi Sumur.....	41
Gambar 4. 6 Gambar Fitting	43
Gambar 4. 7 Pemasang Jaringan Pipa Penangkap Gas Metana	44

DAFTAR TABEL

Tabel 2. 1 Perbandingan Material Pipa : HDPE, PVC, BAJA	8
Tabel 2. 2 Karakteristik Material HDPE	9
Tabel 2. 3 Referensi Penelitian Relevan Tugas Akhir	17
Tabel 3. 1 Input Data LandGEM.....	28
Tabel 4. 1 Waste Accepted Rate	33
Tabel 4. 2 Gas/Pollutan Default Parameter	34
Tabel 4. 3 Tabel Perhitungan Q_i	35
Tabel 4. 5 Tabel Jumlah Sumur dan Rata-rata Gas Flow.....	38
Tabel 4. 7 Tabel Scoring Pipa HDPE, PVC Baja Carbon.....	45
Tabel 4. 8 Spesifikasi Pipa	45
Tabel 4. 9 k- Value dari Fitting.....	47
Tabel 4. 10 Spesifikasi Ideal Kompresor	49