

POTENSI PRODUKSI METANA DAN PERANCANGAN ANAEROBIC DIGESTER DARI SAMPAH ORGANIK TPA GALUGA, BOGOR

MUHAMMAD DINAR ABDUL ZABAR



**PROGRAM STUDI SARJANA TEKNIK SIPIL DAN LINGKUNGAN
FAKULTAS TEKNIK DAN TEKNOLOGI
INSTITUT PERTANIAN BOGOR
2026**



@Hak cipta milik IPB University

Hak Cipta Dilindungi Undang-undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB University.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB University.

PERNYATAAN MENGENAI SKRIPSI DAN SUMBER INFORMASI SERTA PELIMPAHAN HAK CIPTA

Dengan ini saya menyatakan bahwa skripsi dengan judul “Potensi Produksi Metana dan Perancangan *Anaerobic Digester* dari Sampah Organik TPA Galuga, Bogor” adalah karya saya dengan arahan dari dosen pembimbing dan belum diajukan dalam bentuk apa pun kepada perguruan tinggi mana pun. Sumber informasi yang berasal atau dikutip dari karya yang diterbitkan maupun tidak diterbitkan dari penulis lain telah disebutkan dalam teks dan dicantumkan dalam Daftar Pustaka di bagian akhir skripsi ini.

Dengan ini saya melimpahkan hak cipta dari karya tulis saya kepada Institut Pertanian Bogor.

Bogor, Juli 2026

Muhammad Dinar Abdul Zabar
F4401221047



ABSTRAK

MUHAMMAD DINAR ABDUL ZABAR. Potensi Produksi Metana dan Perancangan *Anaerobic Digester* dari Sampah Organik TPA Galuga, Bogor. Dibimbing oleh JOANA FEBRITA. dan JIHAN NUR AZIZAH.

Timbulan sampah organik yang tinggi di TPA Galuga berpotensi menghasilkan gas metana sebagai sumber emisi gas rumah kaca apabila tidak dikelola. Penelitian ini bertujuan mengidentifikasi timbulan dan komposisi sampah, mengukur potensi produksi metana melalui karakterisasi fisik dan kimia sampah organik, serta merancang fasilitas *Anaerobic Digester* (AD). Data diperoleh dari data sekunder DLH Kota Bogor dan pengambilan sampel primer di TPA Galuga dan TPST Taman Semangat IPB. Karakterisasi laboratorium meliputi kadar air, TS, VS, kadar abu, pH, C-organik, N-total, H, O, S, dan rasio C/N, serta perhitungan potensi metana menggunakan metode BMPth berdasarkan Persamaan Buswell. Rata-rata timbulan sampah mencapai 507 ton/hari dengan dominasi fraksi organik 51,48%. Hasil karakterisasi menunjukkan kadar air 85,80%, TS 14,20%, VS 10,77%, C-organik 29,18%, dan rasio C/N 25,14. Nilai BMPth sebesar 660,22 m³CH₄/tonVS dengan total potensi metana harian 17.709,08 m³/hari. AD dirancang tipe *fixed dome* dengan 4 unit reaktor paralel berdiameter 20 m, volume aktif total 11.369,30 m³, dan energi listrik aktual 69.232,97 kWh/hari.

Kata kunci: *Anaerobic digester, biochemical methane potential*, karakterisasi sampah organik, perancangan digester, TPA Galuga

ABSTRACT

MUHAMMAD DINAR ABDUL ZABAR. Methane Production Potential and Anaerobic Digester Design from Organic Waste at Galuga Landfill, Bogor. Supervised by JOANA FEBRITA and JIHAN NUR AZIZAH.

High organic waste volumes at Galuga Landfill have the potential to generate methane gas, becoming a significant source of greenhouse gas emissions if unmanaged. This study aimed to identify waste generation and composition, measure methane production potential through physical and chemical characterization of organic waste, and design an Anaerobic Digester (AD) facility. Data were obtained from secondary data from the Bogor City Environmental Agency and primary sampling at Galuga Landfill and the IPB Taman Semangat Integrated Waste Management Facility. Laboratory characterization covered moisture content, total solids (TS), volatile solids (VS), ash content, pH, organic carbon, total nitrogen, H, O, S, and C/N ratio, with methane potential calculated using the BMPth method based on the Buswell equation. Average waste generation reached 507 tons/day, with the organic fraction dominating at 51.48%. Characterization results showed a moisture content of 85.80%, TS of 14.20%, VS of 10.77%, organic carbon of 29.18%, and a C/N ratio of 25.14. The BMPth value was 660.22 m³CH₄/tonVS, with a total daily methane potential of 17,709.08 m³/day. The digester was designed as a fixed-dome type with 4 parallel reactor units of 20 m diameter, a total active volume of 11,369.30 m³, and an actual electrical energy output of 69,232.97 kWh/day.

Keywords: *Anaerobic digester, biochemical methane potential, digester design, Galuga landfill, organic waste characterization*



@Hak cipta milik IPB University

IPB University



- Hak Cipta Dilindungi Undang-undang
1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB University.
 2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB University.

© Hak Cipta milik IPB, tahun 2026¹
Hak Cipta dilindungi Undang-Undang

Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan atau menyebutkan sumbernya. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik, atau tinjauan suatu masalah, dan pengutipan tersebut tidak merugikan kepentingan IPB.

Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apa pun tanpa izin IPB.

POTENSI PRODUKSI METANA DAN PERANCANGAN ANAEROBIC DIGESTER DARI SAMPAH ORGANIK TPA GALUGA, BOGOR

MUHAMMAD DINAR ABDUL ZABAR

Skripsi
sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar
Sarjana pada
Program Studi Sarjana Teknik Sipil dan Lingkungan

**PROGRAM STUDI SARJANA TEKNIK SIPIL DAN LINGKUNGAN
FAKULTAS TEKNIK DAN TEKNOLOGI
INSTITUT PERTANIAN BOGOR
2026**



@Hak cipta milik IPB University

Hak Cipta Dilindungi Undang-undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB University.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB University.

Tim Penguji pada Ujian Skripsi:

- 1 Jihan Nur Azizah S.T., M.T.
- 2 Zainab Ramadhanis, S.T., M.S.



@Hak cipta milik IPB University

Hak Cipta Dilindungi Undang-undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB University.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB University.

Judul Skripsi : Potensi Produksi Metana dan Perancangan *Anaerobic Digester* dari Sampah Organik TPA Galuga, Bogor
Nama : Muhammad Dinar Abdul Zabar
NIM : F4401221047

Disetujui oleh

Pembimbing 1:
Joana Febrita, S.T., M.T.
NIP. 199102182019032015



Pembimbing 2:
Jihan Nur Azizah, S.T., M.T.
NIP. 199903022025082001



Diketahui oleh

Ketua Program Studi Sarjana Teknik Sipil dan Lingkungan
Ir. Tri Sudibyo, S.T., M.Sc., Ph.D., IPM.
NIP. 198405302014041001



Tanggal Ujian: 6 Juli 2026

Tanggal Lulus: 13 JUL 2026



PRAKATA

Puji dan syukur penulis panjatkan kepada Allah subhanaahu wa ta'ala atas segala karunia-Nya sehingga karya ilmiah ini berhasil diselesaikan. Tema yang dipilih dalam penelitian yang dilaksanakan sejak bulan Maret 2026 sampai bulan Mei 2026 dengan judul “Potensi Produksi Metana dan Perancangan *Anaerobic Digester* dari Sampah Organik TPA Galuga, Bogor”.

Penulis mengucapkan terima kasih kepada pihak-pihak yang telah membantu dalam proses penelitian dan penyusunan karya ilmiah ini, khususnya kepada:

1. Joana Febrita, S.T., M.T. dan Jihan Nur Azizah, S.T., M.T. selaku dosen pembimbing yang dengan penuh kesabaran telah membimbing, mengarahkan, dan memberikan masukan berharga sepanjang proses penelitian dan penyusunan karya ilmiah ini;
2. Ir. Tri Sudiby, S.T., M.Sc., Ph.D., IPM. selaku Ketua Program Studi Sarjana Teknik Sipil dan Lingkungan, atas arahan serta saran yang sangat membantu dalam penyusunan karya ilmiah ini;
3. Arif Nuryadin Diplom.Kim. dan Diandra Mahendra Saputri selaku Teknisi Laboratorium yang telah membantu dan membimbing dalam proses pengujian di laboratorium;
4. Mama tercinta perempuan terhebat yang tak pernah berhenti berdiri di belakangku. Terima kasih telah menjadi pelukan pertama saat penulis jatuh dan tepukan paling hangat saat penulis berhasil bangkit. Ayah tercinta, terima kasih karena selalu menjadi sosok yang mengajarkan keteguhan, tanggung jawab, dan arti perjuangan;
5. Almarhumah nenek tercinta, terima kasih atas kasih sayang, doa, dan dukungan yang telah diberikan selama ini yang akan selalu hidup dalam ingatan dan menjadi kekuatan yang mengiringi penulis;
6. Sahabat-sahabat terdekat penulis, Asyifa, Meindika, Imel, Citra, Ananda, Julpi, Candra, Charlie, Diana, Belva, Nandya terima kasih telah kebersamai setiap proses, saling menguatkan, dan menjadi bagian dari perjalanan yang penuh cerita ini;
7. Rekan-rekan satu bimbingan, Faried, Shaquila, Sri, Vincent terima kasih atas kebersamaan, bantuan, diskusi, dan dukungan yang saling menguatkan satu sama lain selama proses penelitian dan penyusunan karya tulis ilmiah ini;
8. Teman-teman mahasiswa Teknik Sipil dan Lingkungan angkatan 59 (Zenikata Gatatirta), serta Kelompok KKNT Desa Bojongpicung 2025/2026 terima kasih atas kebersamaan, dukungan, dan cerita perjuangan yang telah dibagikan selama masa perkuliahan. Setiap proses yang telah dilalui bersama menjadi bagian yang berharga dalam perjalanan penulis.

Semoga karya tulis ilmiah ini dapat memberikan manfaat bagi pengembangan ilmu pengetahuan.

Bogor, Juli 2026

Muhammad Dinar Abdul Zabbar

DAFTAR ISI

DAFTAR TABEL	xi
DAFTAR GAMBAR	xi
DAFTAR LAMPIRAN	xii
I PENDAHULUAN	13
1.1 Latar Belakang	13
1.2 Rumusan Masalah	3
1.3 Tujuan	3
1.4 Manfaat	3
1.5 Ruang Lingkup	4
II TINJAUAN PUSTAKA	5
2.1 Pengertian dan Klasifikasi Sampah	5
2.2 Timbulan dan Komposisi Sampah	5
2.3 Sampah Organik dan Pengelolaannya di TPA	6
2.3.1 Sampah organik	6
2.3.2 Pengelolaan sampah di TPA	6
2.4 Karakteristik Sampah Organik Perkotaan	7
2.4.1 Karakteristik fisik sampah organik	7
2.4.2 Karakteristik kimia sampah organik	8
2.5 Produksi Metana dari Sampah Organik	10
2.6 Potensi Produksi Metana Teoritis	11
2.6.1 <i>Biochemical Methane Potential Theoretical</i> (BMPth)	11
2.6.2 Persamaan Buswell	11
2.7 Teknologi <i>Anaerobic Digester</i>	12
2.7.1 Pengertian AD	12
2.7.2 Jenis-jenis digester	12
2.7.3 Komponen utama AD	13
2.7.4 Parameter desain AD	14
2.8 Pemanfaatan Biogas dan Konversi Energi Listrik	15
III METODE	16
3.1 Waktu dan Tempat	16
3.2 Alat dan Bahan	17
3.3 Prosedur Penelitian	17
3.3.1 Pengambilan dan preparasi sampel	20
3.3.2 Pengukuran timbulan sampah	20
3.3.3 Pengukuran komposisi sampah	21
3.3.4 Pengujian analisis karakteristik fisik sampah	22
3.3.5 Pengujian analisis karakteristik kimia sampah	24
3.3.6 Perhitungan potensi produksi metana berdasarkan (BMPth) dengan Persamaan Buswell	28
3.3.7 Perancangan AD	30
3.3.8 Potensi energi listrik	37
IV HASIL DAN PEMBAHASAN	38
4.1 Gambaran Umum Lokasi Penelitian	38

DAFTAR TABEL

4. 1	Karakteristik fisik sampah organik TPA Galuga	45
4. 2	Karakteristik kimia sampah organik TPA Galuga	46
4. 3	Analisis parameter fisik sampah organik TPA Galuga terhadap parameter optimum <i>Anaerobic Digestion</i>	47
4. 4	Analisis parameter kimia sampah organik TPA Galuga terhadap parameter optimum <i>Anaerobic Digestion</i>	47
4. 5	Analisis <i>input</i> dan <i>output</i> unit proses AD	50
4. 6	Rekapitulasi parameter hidrolika dan neraca massa aliran umpan (<i>slurry</i>) AD	51
4. 7	Spesifikasi area penerimaan sampah	52
4. 8	Spesifikasi komersial dan kriteria geometri alat <i>sorting belt conveyor</i>	54
4. 9	Spesifikasi komersial dan kriteria geometri mesin <i>Organic Shredder</i>	55
4. 10	Spesifikasi komersial dan kriteria geometri tangki pencampur (<i>mixing tank</i>)	56
4. 11	Desain geometri dan dimensi struktural tangki reaktor	56
4. 12	Spesifikasi parameter kontrol operasional dan sistem pengadukan internal reaktor	58
4. 13	Spesifikasi teknis kompartemen <i>inlet</i> , <i>outlet</i> , dan sistem perpipaan	58
4. 14	Produksi biogas	59
4. 15	Spesifikasi unit pemurnian biogas	60
4. 16	Spesifikasi mesin <i>gas engine generator</i>	61
4. 17	Spesifikasi teknis unit bak penampung lumpur sisa	62
4. 18	Analisis energi termal dan bahan bakar boiler	63
4. 19	Konversi energi listrik	65

DAFTAR GAMBAR

2. 1	Skema proses pembentukan metana di TPA	10
3. 1	Peta lokasi penelitian	16
3. 2	Prosedur pelaksanaan penelitian	19
4. 1	Kondisi eksisting TPA Galuga Bogor	38
4. 2	Kondisi eksisting TPST Taman Semangat IPB	40
4. 3	Mekanisme pengelolaan dan pengolahan sampah di Taman Semangat IPB University	40
4. 4	Rata-rata timbulan sampah harian TPA Galuga 2025	41
4. 5	Total timbulan sampah bulanan TPA Galuga 2025	42
4. 6	Komposisi sampah TPA Galuga, Bogor 2025	42
4. 7	Rata-rata timbulan sampah harian TPST Taman Semangat	43
4. 8	Total timbulan sampah bulanan TPST Taman Semangat	44
4. 9	Komposisi sampah TPST Taman Semangat	44
4. 10	Skema operasional aliran proses	50
4. 11	Tampak depan area penerimaan sampah	52
4. 12	Tampak samping unit penerimaan sampah	52
4. 13	Tampak belakang area penerimaan sampah	53
4. 14	<i>Belt conveyor</i>	53



4. 15 <i>Organic schredder</i>	54
4. 16 <i>Mixing tank</i>	55
4. 17 Unit reaktor AD tipe <i>fixed-dome</i>	57
4. 18 Spesifikasi unit AD <i>fixed dome</i>	57
4. 19 Unit penampung biogas	59
4. 20 Unit pemurnian biogas	60
4. 21 Mesin <i>gas engine generator</i>	61
4. 22 Unit penampungan <i>digestate</i>	62
4. 23 Tata letak fasilitas anaerobic digester	64
4. 24 Distribusi luasan fasilitas AD	64

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1 Jadwal kegiatan penelitian	75
Lampiran 2 Rata-rata timbulan sampah TPA Galuga	76
Lampiran 3 Rata-rata timbulan sampah TPST Taman Semangat	76
Lampiran 4 Komposisi sampah TPA Galuga	76
Lampiran 5 Komposisi sampah TPST Taman Semangat	77
Lampiran 6 Hasil pengujian karakteristik fisik sampah TPA Galuga	77
Lampiran 7 Hasil pengujian karakteristik kimia sampah TPA Galuga	77
Lampiran 8 Hasil potensi produksi metana sampah TPA Galuga	78
Lampiran 9 Hasil perhitungan utama perancangan anaerobic digester	79
Lampiran 10 Hasil perhitungan konversi biogas menjadi energi listrik	80
Lampiran 11 Detail reaktor AD dan lapisan reaktor AD	81
Lampiran 12 Detail bak inlet dan outlet reaktor AD	81
Lampiran 13 Desain 3D fasilitas pendukung AD	82
Lampiran 14 Desain 3D reaktor utama AD	82
Lampiran 15 Tata letak dan distribusi lahan fasilitas anaerobic digester	83
Lampiran 16 Dokumentasi kegiatan penelitian	84