



© Hak Cipta milik Politeknik Negeri Jakarta

Hak Cipta :

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



Badak LNG

**RANCANG BANGUN SISTEM PEMBUATAN BIOGAS
SKALA RUMAH TANGGA DENGAN PENGADUK
MANUAL**

LAPORAN TUGAS AKHIR

Oleh :

Cut Gebrina Rizki

NIM. 2202319005

PROGRAM STUDI D3 TEKNIK MESIN

PROGRAM LNG ACADEMY

KERJASAMA PNJ – PT BADAK NGL

JURUSAN TEKNIK MESIN, PROGRAM STUDI D3

TEKNIK MESIN KONSENTRASI MECHANICAL ROTATING

POLITEKNIK NEGERI JAKARTA

BONTANG, 2025



Hak Cipta :

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

**HALAMAN PERSETUJUAN
LAPORAN TUGAS AKHIR**

**RANCANG BANGUN SISTEM PEMBUATAN BIOGAS SKALA RUMAH
TANGGA DENGAN PENGADUK MANUAL**

Oleh:

Cut Gebrina Rizki

NIM. 2202319005

Program Studi Diploma III Teknik Mesin

Laporan Tugas Akhir telah disetujui oleh pembimbing

Mengetahui

Pembimbing 1

Politeknik Negeri Jakarta

Dr.Eng. Muslimin, S.T., M.T. IWE

NIP. 197707142008121005

Pembimbing 2

PT Badak NGL

Fauzan Fitra

NIP. 130532

Ketua Program Studi

Ahli Madya Teknik Mesin

Budi Yuwono, S.T

NIP. 196306191990031002



© Hak Cipta milik Politeknik Negeri Jakarta

Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan m
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, pemidisan karya ilmiah, pen
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

HALAMAN PENGESAHAN
LAPORAN TUGAS AKHIR

RANCANG BANGUN SISTEM PEMBUATAN BIOGAS SKALA RUMAH
TANGGA DENGAN PENGADUK MANUAL

Oleh:

Cut Gebrina Rizki

NIM. 2202319005

Program Studi Diploma III Teknik Mesin

Telah berhasil dipertahankan dalam sidang Tugas Akhir di hadapan Dewan Penguji
pada tanggal 16 Juli 2025 dan diterima sebagai persyaratan untuk memperoleh gelar Diploma III pada
Program Studi Diploma III Teknik Mesin Jurusan Teknik Mesin

DEWAN PENGUJI

No.	Nama	Posisi Penguji	Tanda Tangan	Tanggal
1.	Radhi Maladzi, S.T., M.T. NIP. 199307282024061001	Ketua Penguji		16 Juli 2025
2.	Dr. Sonki Prasetya, S.T., M.Sc. NIP. 197512222008121003	Penguji 1		16 Juli 2025
3.	Ir. I Wayan Yuda, D.T., M.T, MBA. No. Pek. 132149	Penguji 2		16 Juli 2025

Bontang, 16 Juli 2025

Disahkan oleh:

Ketua Jurusan Teknik Mesin



Dr. Eng. Muṣṭimin, S.T., M.T. IWE

NIP. 197707142008121005



Hak Cipta :

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

LEMBAR PENYATAAN ORISINALITAS

Saya yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Cut Gebrina Rizki

NIM : 2202319005

Program Studi : Diploma III Teknik Mesin

menyatakan bahwa yang dituliskan di dalam Laporan Tugas Akhir (atau Skripsi) ini adalah hasil karya saya sendiri bukan jiplakan (plagiasi) karya orang lain baik sebagian atau seluruhnya. Pendapat, gagasan, atau temuan orang lain yang terdapat di dalam Laporan Tugas akhir (atau skripsi) telah saya kutip dan saya rujuk sesuai dengan etika ilmiah. Demikian pernyataan ini saya buat dengan sebenar-benarnya.

POLITEKNIK
NEGERI
JAKARTA

Bontang, 16 Juli 2025



Cut Gebrina Rizki

NIM. 2202319005



Hak Cipta :

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

RANCANG BANGUN SISTEM PEMBUATAN BIOGAS SKALA RUMAH TANGGA DENGAN PENGADUK MANUAL

Cut Gebrina Rizki¹⁾, Muslimin¹⁾, Fauzan Fitra²⁾

1) Program Studi Diploma III Teknik Mesin, Jurusan Teknik Mesin, Politeknik Negeri Jakarta, Kampus UI Depok, 16424

2) ²⁾PT. Badak NGL, Bontang, Kalimantan Timur 75324

Email : cut.gebrina.rizki.tm22@mhs.pnj.ac.id

ABSTRAK

Krisis energi dan meningkatnya jumlah limbah organik rumah tangga menjadi permasalahan lingkungan yang perlu segera ditangani. Salah satu solusi yang potensial adalah pemanfaatan biogas sebagai energi alternatif yang ramah lingkungan. Penelitian ini bertujuan untuk merancang dan membangun sistem pembuatan biogas skala rumah tangga dengan pengaduk manual tipe paddle yang mudah difabrikasi, dioperasikan, dan dirawat oleh masyarakat umum. Perancangan sistem ini mengacu pada standar SNI dan kondisi operasi fermentasi anaerobik, yakni tekanan <1 bar, suhu 20–45°C, dan pH 6,5–7,5. Komponen utama sistem terdiri dari biodigester berbahan HDPE berkapasitas 250 L, storage 150 L tipe floating head, sistem perpipaan berbahan PVC, dan pengaduk manual berbahan stainless steel.

Fabrikasi dilakukan di Bengkel Induk PT Badak NGL dan workshop LNG Academy. Untuk memastikan kinerja alat, dilakukan pengujian kebocoran (leak test) pada seluruh sambungan dengan hasil menunjukkan tidak adanya kebocoran pada tekanan uji 10 mBar. Sistem pengaduk manual tipe paddle dua lapis terbukti mampu mencampur bahan fermentasi secara efektif dan mempertahankan kedapatan sistem. Hasil dari penelitian ini menunjukkan bahwa sistem pembuatan biogas ini layak diterapkan pada skala rumah tangga, baik sebagai solusi pengolahan limbah organik maupun sebagai alternatif sumber energi memasak.

Kata kunci: Biogas, biodigester, pengaduk manual, skala rumah tangga, fermentasi anaerobik, energi terbarukan.



Hak Cipta :

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

DESIGN AND CONSTRUCTION OF A HOUSEHOLD-SCALE BIOGAS PRODUCTION SYSTEM WITH A MANUAL STIRRER

Cut Gebrina Rizki¹⁾, Muslimin¹⁾, Fauzan Fitra²⁾

1) Program Studi Diploma III Teknik Mesin, Jurusan Teknik Mesin, Politeknik Negeri Jakarta, Kampus UI Depok, 16424

2) ²⁾ PT. Badak NGL, Bontang, Kalimantan Timur 75324

Email : cut.gebrina.rizki.tm22@mhs.pnj.ac.id

ABSTRACT

Energy crises and the increasing volume of household organic waste have become pressing environmental issues that require immediate attention. One potential solution is the utilization of biogas as an environmentally friendly alternative energy source. This study aims to design and construct a household-scale biogas production system equipped with a manually operated paddle-type stirrer that is easy to fabricate, operate, and maintain by the general public. The system design refers to Indonesian National Standards (SNI) and follows the operational conditions of anaerobic fermentation, namely pressure below 1 bar, temperature between 20–45°C, and pH ranging from 6.5 to 7.5. The main components of the system include a 250-liter HDPE biodigester, a 150-liter floating head-type gas storage tank, a PVC piping system, and a stainless steel manual stirrer.

Fabrication was carried out at the Central Workshop of PT Badak NGL and the LNG Academy workshop. To ensure the system's performance, leak testing was conducted on all connections, yielding no leakage at a test pressure of 10 mBar. The double-layer paddle-type manual stirrer proved effective in mixing the fermentation substrate while maintaining system airtightness. The results of this study indicate that the biogas production system is feasible for household implementation, serving both as a solution for organic waste treatment and as an alternative energy source for cooking.

Keywords: Biogas, biodigester, manual stirrer, household-scale, anaerobic fermentation, renewable energy



Hak Cipta :

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

KATA PENGANTAR

Puji serta syukur penulis panjatkan kehadirat Allah SWT, yang telah melimpahkan rahmat dan karunia-Nya, sehingga penulis dapat menyelesaikan Tugas akhir yang berjudul **“Rancang Bangun Sistem Pembuatan Biogas Skala Rumah Tangga dengan Pengaduk Manual”**. Tugas akhir ini disusun untuk memenuhi salah satu syarat dalam menyelesaikan studi Diploma III Program Studi Diploma III Teknik Mesin, Jurusan Teknik Mesin Politeknik Negeri Jakarta.

Penulisan tugas akhir ini tidak lepas dari bantuan dari berbagai pihak, oleh karena itu penulis ingin menyampaikan ucapan terimakasih yang tiada terhingga kepada:

1. Bapak Anas Malik Abdillah selaku Direktur LNG Academy beserta seluruh jajaran pengurus LNG Academy yang telah memberikan banyak fasilitas, bantuan, dan semangat dalam pengerjaan tugas akhir mahasiswa LNG Academy angkatan XII.
2. Bapak Dr, Eng. Ir. Muslimin, S.T., IWE selaku Ketua Jurusan Teknik Mesin Politeknik Negeri Jakarta dan dosen pembimbing yang telah memberikan bimbingan dalam penyelesaian tugas akhir ini.
3. Bapak Budi Yuwono, S.T selaku Ketua Program Studi Diploma III Teknik Mesin Jurusan Teknik Mesin Politeknik Negeri Jakarta yang telah memberikan bantuan dalam mengarahkan dalam pelaksanaan tugas akhir ini
4. Ibu Noor Hidayat selaku Koordinator PNJ dengan Kelas Kerja Sama PT Badak NGL.
5. Bapak Hanung Andriyanto, Ketua Jurusan *Mechanical Rotating* LNG Academy yang telah memberikan bantuan dalam penyelesaian tugas akhir ini
6. Bapak Fauzan Fitra selaku dosen pembimbing yang telah memberikan dukungan dan bimbingan dalam penyelesaian tugas akhir ini



© Hak Cipta milik Politeknik Negeri Jakarta

Hak Cipta :

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

7. Pak Dani, Pak Sugiarto, Pak Subianto, Pak Beni, Pak Benjamin, Pak Syariffudin serta seluruh karyawan dan pekerja di *Workshop* MHE BADAK LNG yang telah memberikan bantuan dalam perancangan alat ini
8. Orang tua dan Keluarga penulis, atas kasih sayang, doa, dan dukungannya untuk tetap maju dan melakukan yang terbaik
9. Teman-teman LNG Academy 12 yang telah membantu dan memberikan dukungan dalam proses penyelesaian skripsi.

Saya menyadari bahwa laporan ini masih memiliki kekurangan. Oleh karena itu, saya terbuka untuk menerima saran dan kritik yang membangun guna perbaikan di masa mendatang. Semoga laporan ini dapat memberikan manfaat bagi pembaca serta menjadi referensi yang berguna bagi mahasiswa yang akan melaksanakan tugas akhir atau penelitian serupa di masa mendatang.

Bontang, 17 Juli 2025

Cut Gebrina Rizki

2202319005

**POLITEKNIK
NEGERI
JAKARTA**



Hak Cipta :

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

DAFTAR ISI

ABSTRAK	v
DAFTAR ISI	ix
DAFTAR TABEL	xii
DAFTAR GAMBAR	xiii
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	3
1.3 Tujuan	3
1.4 Batasan Masalah	4
1.5 Manfaat	4
1.5.1 Bagi Penulis	4
1.5.2 Bagi LNG Academy dan Politeknik Negeri Jakarta	4
1.5.3 Bagi Badak LNG	4
1.6 Lokasi Objek	5
1.7 Sistematika	5
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	7
2.1 Biogas	7
2.2 Digester	8
2.2.1 Jenis – Jenis Digester	9
2.3 Pengadukan	12
2.3.1 Impeller	12
2.3.2 Kecepatan Pengadukan	14
2.4 Sistem Perpipaian	15



Hak Cipta :

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

2.4.1	Pipa.....	16
2.4.2	Valve	16
2.4.3	Fitting.....	17
2.5	Leak Test.....	19
BAB III METODOLOGI Pengerjaan Tugas Akhir		20
3.1	Diagram Alir Pengerjaan	20
3.2	Penjelasan Langkah Kerja	21
3.2.1	Studi Literatur	21
3.2.2	Penentuan Kondisi Operasi dan Kapasitas Alat.....	22
3.2.3	Perancangan Alat.....	23
3.2.4	Fabrikasi Alat dan Instalasi Perpipaan	28
3.2.5	Pengujian Alat	33
3.3	Metode Pemecahan Masalah.....	34
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN.....		35
4.1	Perhitungan dan Pemilihan Material	35
4.2	Fabrikasi.....	36
4.2.1	Persiapan.....	37
4.2.2	Pengelasan	40
4.2.3	Pembubutan	41
4.3	Instalasi Perpipaan	41
4.4	Instalasi Pengaduk	43
4.5	Pengecatan	45
4.5	Hasil Uji Kebocoran	46
4.6	Pengoperasian Alat.....	47
4.7	Hasil Akhir Biogas.....	48



© Hak Cipta milik Politeknik Negeri Jakarta

Hak Cipta :

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

BAB V KESIMPULAN DAN SARAN.....	52
5.1 Kesimpulan	52
5.2 Saran.....	53
DAFTAR PUSTAKA	54
LAMPIRAN	58





Hak Cipta :

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

DAFTAR TABEL

Tabel 2. 1 Perbandingan Nilai Kalor Biogas dengan Bahan Bakar Lain	8
Tabel 3. 2 Spesifikasi Desain Unit Biogas (SNI 9107:2022).....	22
Tabel 3. 3 Pengaruh Ukuran Pipa Terhadap Laju Aliran Biogas	25
Tabel 3. 4 Pemilihan Ukuran Perlatan Jaringan Unit Biogas.....	26
Tabel 3. 5 Perhitungan Proporsi Geometri untuk Sistem Agitasi.....	27
Tabel 4. 2 Data Kondisi Operasi Pembuatan Biogas	35
Tabel 4. 3 Spesifikasi Alat Sistem Pembuatan Biogas	35
Tabel 4. 4 Tabel Titik Uji Kebocoran.....	46
Tabel 4. 5 Volume Kumulatif Biogas Selama 28 Hari	48
Tabel 4. 6 Tekanan Biogas Selama 28 Hari	48
Tabel 4. 7 Biaya Fabrikasi.....	51

**POLITEKNIK
NEGERI
JAKARTA**



Hak Cipta :

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

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2. 1 Skema Digester Tipe Kubah.....	10
Gambar 2. 2 Skema Digester Tipe Balon.....	11
Gambar 2. 3 Skema Digester Tipe Silinder.....	11
Gambar 2. 4 Longitudal Welded Pipe	16
Gambar 2. 5 Spiral Welded Pipe	16
Gambar 2. 6 Tubing.....	16
Gambar 2. 7 Seamless Pipe.....	16
Gambar 2. 8 Check Valve.....	17
Gambar 2. 9 Gate Valve	17
Gambar 2. 10 Butterfly Valve	17
Gambar 2. 11 Ball Valve	17
Gambar 2. 12 Globe Valve	17
Gambar 2. 13 Jenis - Jenis Fitting.....	18
Gambar 2. 14 Jenis-Jenis Gasket	18
Gambar 3. 1 Diagram Alir Pengerjaan.....	20
Gambar 4. 1 Ilustrasi Sistem Alat Pembuatan Biogas.....	36
Gambar 4. 2 Gerinda Tangan	38
Gambar 4. 3 Mesin Shear Plate di Bengkel Induk.....	38
Gambar 4. 4 Gunting Pipa PVC.....	39
Gambar 4. 5 Bor Tangan	40
Gambar 4. 6 Hole Saw	40
Gambar 4. 7 Pengaduk yang Sudah Dilas.....	40
Gambar 4. 8 Rumah Bearing Atas.....	41
Gambar 4. 9 Tampilan Bawah Rumah	41
Gambar 4. 10 Rumah Bearing Bawah.....	41
Gambar 4. 11 Outlet dan Inlet Gas Storage	42
Gambar 4. 12 Outlet Gas Digetser	42
Gambar 4. 13 Pembuatan Sambungan Perpipaan pada Tandon.....	43
Gambar 4. 14 Permukaan Gasket Setelah Diampelas.....	43



© Hak Cipta milik Politeknik Negeri Jakarta

Hak Cipta :

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

Gambar 4. 15 Pembuatan Support shaft.....	43
Gambar 4. 16 Pemasangan Karet Cable Gland dan Hose Clamp	44
Gambar 4. 17 Hasil Akhir Fabrikasi	45
Gambar 4. 18 Proses Pengecatan Digestor	45
Gambar 4. 19 Dokumentasi Proses Uji Kebocoran	46
Gambar 4. 20 Proses Pengadukan Alat	47
Gambar 4. 21 Hasil Gas Chromatography Skala Alat.....	49
Gambar 4. 22 Hasil Gas Chromatography Skala Lab	49
Gambar 4. 23 Dokumentasi Uji Nyala Api	50





Hak Cipta :

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

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Kelangkaan gas menjadi isu yang semakin krusial di berbagai belahan dunia. Ketersediaan yang terbatas, ditambah dengan meningkatnya permintaan dari sektor industri dan rumah tangga, menyebabkan tekanan pada pasokan energi. Kondisi ini tidak hanya berdampak pada harga yang melonjak, tetapi juga memicu kekhawatiran terhadap keberlanjutan energi di masa depan.

Salah satu opsi yang menonjol adalah pembuatan biogas pada skala rumah tangga. Biogas merupakan gas alam yang terbuat dari fermentasi anaerobik limbah organik. Jadi selain memberikan solusi terkait masalah akan dibutuhkannya energi terbarukan, biogas juga dapat mengurangi limbah pada skala rumah tangga. Berdasarkan data dari Sistem Informasi Pengelolaan Sampah Nasional pada tahun 2024, Indonesia dapat menghasilkan 34 juta ton dalam setahun dan perharinya dapat menghasilkan 93 ribu ton. Dimana penyumbang sampah terbesar berasal dari sektor rumah tangga sebesar 53,74 % dengan komposisi mayoritas dari sampah tersebut adalah sisa makanan sebesar 39,25 %. Penumpukan sampah ini dapat menyebabkan gas rumah kaca dari metana yang dihasilkan selama masa pembusukan serta cairan lindi yang mengkontaminasi tanah dan air sekitar tempat pembuangan sampah. Selain itu, tumpukan sampah organik dapat memicu bau tidak sedap dan vektor penyakit seperti lalat dan tikus.

Hal tersebut mendorong untuk adanya pembuatan biogas skala rumah tangga sebagai salah satu solusi yang berpotensi. Dengan memanfaatkan limbah sisa makanan sebagai bahan untuk proses fermentasi anaerobik, setiap rumah dapat menghasilkan biogas untuk mengurangi biaya untuk



Hak Cipta :

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

keperluan memasak sekaligus mengurangi limbah organik dan menghasilkan pupuk yang dapat digunakan untuk bertanam.

Sebelumnya biogas pada skala rumah tangga juga sudah banyak diteliti oleh peneliti lain seperti yang dilakukan Akbar (2022) dan Prido Dwi Purboyo et. Al. (2024) dalam membuat biodigester dan penyimpanannya. Meskipun sudah menggunakan bahan yang sederhana dan *compact*, masih belum terjawab bagaimana membuat alat tersebut tetap kedap karena bentuk inlet dan outletnya yang dibiarkan terbuka.

Pembuatan biogas pada skala rumahan juga bisa dioptimalkan lebih lanjut dengan adanya pengadukan dan hal tersebut sudah dibuktikan pada penelitian sebelumnya yang dilakukan oleh Indrawati (2017) dikarenakan pengadukan mendukung homogenitas bahan biogas yang membantu menjaga suhu tetap rata, mencegah pengendapan material, dan meningkatkan kontak bakteri untuk fermentasi.

Dalam penerlitan yang dilakukan oleh Rahman et. Al. (2024) yaitu membuat biodigester skala rumah menggunakan pengaduk manual yang dapat meningkatkan hasil biogas dan kandungan metana. Pada penelitian tersebut pengadukan dilakukan menggunakan *impeller* tipe *propeller*. Tipe *propeller* ganda merupakan metode pengadukan efektif untuk memastikan distribusi bahan dan kontak bakteri (Aldia & Silvia, 2015). Meskipun tipe *propeller* memiliki efisiensi yang lebih tinggi dalam homogenisasi, dalam segi fabrikasi khususnya bagi masyarakat umum cukup rumit dikarenakan bentuk *propeller* yang membutuhkan alat khusus untuk menghasilkan pitch yang diperlukan serta keahlian las yang tinggi. Oleh karena itu dalam penelitian ini untuk skala rumah tangga akan menggunakan bilah tipe *paddle* yang lebih mudah difabrikasi, dirawat, dan masih memiliki efektifitas homogenitas yang cukup.

Hak Cipta :

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

Bedasarkan hal-hal tersebut, penelitian ini bertujuan untuk membuat sistem pembuatan biogas skala rumah tangga dengan pengaduk manual tipe paddle untuk mendukung pengurangan limbah dan meringankan biaya pengeluaran masyarakat.

1.2 Rumusan Masalah

1. Bagaimana merancang digester dan storage yang mudah diproduksi untuk skala rumah tangga dan dapat menahan kondisi operasi pembuatan biogas?
2. Bagaimana fabrikasi prototipe digester storage yang mudah diproduksi untuk skala rumah tangga dan dapat menahan kondisi operasi pembuatan biogas?
3. Bagaimana membuat digester pengaduk pada skala rumah tangga yang tetap kedap udara?

1.3 Tujuan

Tujuan dari pelaksanaan tugas akhir ini adalah sebagai berikut:

1. Merancang sistem pembuatan biogas yang dapat beroperasi pada kondisi operasi fermentasi anaerobik dengan pengaduk manual untuk skala rumah tangga.
2. Memfabrikasi sistem pembuatan biogas dengan pengaduk manual untuk skala rumah tangga dengan meninjau kemudahan operasi, perbaikan, dan ergonomis bagi masyarakat.
3. Memastikan sistem pengaduk sederhana yang efektif mencampur bahan fermentasi dan tetap menjaga kedap sistem.



Hak Cipta :

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

1.4 Batasan Masalah

1. Penelitian ini berfokus pada desain dan fabrikasi, bukan proses pembuatan biogas.
2. Rancangan dan Fabrikasi dipertimbangkan pada proses pembuuatan biogas dengan bakteri mesofilik.
3. Penelitian ini tidak berfokus pada pengolahan slurry hasil fermentasi biogas.

1.5 Manfaat

1.5.1 Bagi Penulis

1. Sebagai syarat untuk memenuhi penyusunan Tugas Akhir guna mendapatkan gelar Diploma III dan Program Studi D-3 Teknik Mesin.
2. Menambah pengalaman dan keterampilan dalam merancang bangun suatu alat.
3. Dapat mengimplementasikan pengetahuan yang telah diperoleh selama masa perkuliahan dengan mempraktikannya secara nyata.

1.5.2 Bagi LNG Academy dan Politeknik Negeri Jakarta

1. Sebagai media pembelajaran alat pembuat biogas menggunakan pengaduk manual.

1.5.3 Bagi Badak LNG

4. Berkontribusi dalam menyediakan alat pembuatan biogas menggunakan pengaduk manual sebagai opsi energi terbarukan.

1.5.4 Bagi Masyarakat

1. Mengurangi limbah organik pada sektor rumah tangga dan memberikannya nilai ekonomis,
2. Mengurangi biaya untuk pembelian LPG bagi masyarakat.



Hak Cipta :

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

3. Menyediakan prototipe digester untuk skala rumah tangga yang bisa dibuat oleh masyarakat.

1.6 Lokasi Objek

Lokasi objek tugas akhir berada di Workshop LNG Academy, Bengkel Induk PT Badak NGL, dan Laboratorium PT Badak NGL, Bontang, Kalimantan Timur.

1.7 Sistematika

- a. Bab 1. Pendahuluan
Menguraikan latar belakang dari topik yang dipilih, rumusan masalah, tujuan umum dan khusus, ruang lingkup penelitian dan batasan masalah, manfaat yang akan didapat, lokasi objek tugas akhir, metode pelaksanaan tugas akhir, dan sistematika penulisan keseluruhan laporan tugas akhir.
- b. Bab 2. Tinjauan Pustaka
Menguraikan studi pustaka atau literatur, memaparkan rangkuman kritis atas pustaka yang menunjang penyusunan atau penelitian, meliputi pembahasan tentang topik yang akan dikaji lebih lanjut dalam tugas akhir.
- c. Bab 3. Metodologi Pengerjaan Tugas Akhir
Menguraikan tentang metodologi, yaitu metode yang digunakan untuk menyelesaikan masalah atau penelitian, meliputi prosedur, pengambilan sampel dan pengumpulan data, teknik analisis data atau teknis perancangan.
- d. Bab 4. Hasil dan Pembahasan
Menguraikan tentang hasil perancangan, perhitungan, dan pengujian alat yang telah dibuat.



Hak Cipta :

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

e. Bab 5. Kesimpulan dan Saran

Menguraikan tentang kesimpulan dari seluruh hasil pengujian alat. Isi kesimpulan akan menjawab permasalahan dan tujuan yang telah ditetapkan dalam tugas akhir. Serta akan berisi saran – saran atau opini yang berkaitan dengan tugas akhir. Kesimpulan berisi ringkasan atau inti dari pembahasan dari laporan akhir yang telah dinyatakan dalam bab 1. Sementara saran berisi terkait langkah-langkah yang dapat dilakukan untuk meningkatkan atau menyempurnakan penelitian selanjutnya pada topik yang sama.



Hak Cipta :

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

BAB V

KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan

1. Telah dirancang sistem pembuatan biogas yang bekerja pada tekanan maksimal 1 bar, 25 – 45 C, dan rentang pH 6,5 – 7,5. Dimana sistem tersebut terdiri dari digester 250 L, pengaduk *tipe double layer paddle*, dan storage 150 L yang disambungkan dengan bantuan jaringan pipa dan selang gas.
2. Fabrikasi rancangan tersebut telah mempertimbangkan aspek keselamatan, ergonomis, kemudahan operasi dan perbaikan bagi masyarakat. Dimana berdasarkan SNI 9107 :2022, digester dan storage cukup menggunakan tandon polietilena atau HDPE yang mudah didapatkan pada pasar. Sementara pengaduk dapat menggunakan material *carbon steel* karena nilai korosinya yang kecil dan aksesibilitas serta perpipaan cukup menggunakan pipa PVC dengan ukuran $\frac{3}{4}$ dan selang $\frac{1}{2}$ in untuk mendapatkan kecepatan aliran 1,5 – 2 m³/jam.
3. Hasil dari biogas yang dihasilkan pada skala lab dan skala alat menunjukkan peningkatan kadar metana pada skala alat sebanyak 5% dikarenakan homogenitasnya yang lebih bagus dengan adanya pengadukan yang memiliki kecepatan konstan secara *intermitten*. Kondisi sistem juga tetap tetap kedap selama dan sebelum mulai fermentasi dikarenakan lolos uji kebocoran pada tekanan 10 mBar yang ditahan selama 10 menit.



Hak Cipta :

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

5.2 Saran

1. Pada pembuatan storage gas dengan tipe desain floating head. Jangan lupa memberi outlet pada drum yang digunakan sebagai water jaketing agar bisa diganti sewaktu – waktu.
2. Tinjauan lebih lanjut terkait *scrubber* yang dapat dipasangkan pada alat untuk meningkatkan kemurnian hasil biogas agar memberikan hasil pembakaran lebih baik.
3. Menambahkan kompressor pada storage agar gas yang dikeluarkan memiliki aliran yang lebih stabil.





Hak Cipta :

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

DAFTAR PUSTAKA

1. Agus, Prof. Dr. Ir. A., DEA, DAA. (2016). *Instalasi biogas*.
2. Akbar, M. H., 181000221201034. (2022). *PERANCANGAN TABUNG DIGESTER PENGHASIL BIOGAS DARI KOTORAN SAPI* (Armila, S.T., M.T., Muchlisinala uddin, S.T., M.T., & Rudi Kur cf S.T. M.T. SH., Eds.).
3. Anditya, C., Lasnawatin, F., Anton Budi Prananto, Lukfi Halim, Anutomo, I. G., Anggreani, D., Indarwati, F., Yusuf, M., Ambarsari, L., & Yuanningrat, H. (2023). *Handbook of Energy & Economic Statistics of Indonesia 2023*.
4. Angelidaki, I., Ellegaard, L., & Ahring, B. K. (2009). **Applications of the anaerobic digestion process**. In L. J. Lens, P. Westermann, M. Haberbauer, & A. Moreno (Eds.), *Biomethanation II* (pp. 1–33). Springer.
5. Balsam, J., & Ryan, J. (2006). *Anaerobic digestion of animal wastes: Factors to consider*. ATTRA—National Sustainable Agriculture Information Service.
6. Banks, C. J., Chesshire, M., & Stringfellow, A. (2008). A pilot-scale comparison of mesophilic and thermophilic digestion of source segregated domestic food waste. *Water Science & Technology*, 58(7), 1475–1481. <https://doi.org/10.2166/wst.2008.513>
7. Belarminus, R. (2025, February 4). Cek Kelangkaan Elpiji 3 Kg, Polisi: Suplai Turun dari 280 Tabung Jadi 130 Per Hari. *KOMPAS.com*. <https://nasional.kompas.com/read/2025/02/04/12584271/cek-kelangkaan-elpiji-3-kg-polisi-suplai-turun-dari-280-tabung-jadi-130-per>
8. Geankoplis, C. (2003). *Transport processes and separation process principles (includes unit operations)*. Prentice Hall Press.
9. He, X., Nasiruddin, S. M., Zhou, X., Li, Z., Mang, H., Ryndin, R., Kabir, H., & Uddin, S. M. N. (2023). Peering into a Simplified Digester for Households: Performance, Cost and Carbon-Neutral Niche. *Water*, 16(1), 36. <https://doi.org/10.3390/w16010036>
10. Indrawati, R. (2017). Penurunan BOD pada Biogas Kotoran Sapi Campuran Limbah Cair Industri Penyamakan Kulit dengan Variasi Kecepatan dan Lama Pengadukan. *Journal of Research and Technology*, 3(2), 44–53.



Hak Cipta :

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

11. Indrawati, R. (2018). Penurunan BOD pada Biogas Kotoran Sapi Campuran Limbah Cair Rumah Potong Hewan (RPH) dengan Variasi Kecepatan dan Lama Pengadukan. *Jurnal Teknologi Technoscientia*, 10(2), 127–134.
12. Karne, H. U., & Sharif, A. A. (2023). Study of Different Parameters of Mixing on Biogas Production from Food Waste. *E3S Web of Conferences*.
13. Li, L., Wang, K., Zhao, Q. *et al.* A critical review of experimental and CFD techniques to characterize the mixing performance of anaerobic digesters for biogas production. *Rev Environ Sci Biotechnol* **21**, 665–689 (2022). <https://doi.org/10.1007/s11157-022-09626-z>
14. *LPG dan BBM Langka? Hubungi Nomor Ini. . .* (n.d.). ESDM. Retrieved July 11, 2025, from <https://www.esdm.go.id/id/media-center/arsip-berita/lpg-dan-bbm-langka-hubungi-nomor-ini>
15. Panduan Praktis Biogas. (n.d.). (n.p.): Penebar Swadaya Grup.
16. Park, Y., Khim, J., & Kim, J. D. (2023). Application of a Full-Scale horizontal anaerobic digester for the Co-Digestion of pig manure, food waste, excretion, and thickened sewage sludge. *Processes*, 11(4), 1294. <https://doi.org/10.3390/pr11041294>
17. Paul, E. L., Atiemo-Obeng, V. A., & Kresta, S. N. (Eds.). (2004). *HANDBOOK OF INDUSTRIAL MIXING SCIENCE AND PRACTICE*. JOHN WILEY & SONS, INC.
18. Purboyo, P. D., *, Fahrudin, A., & Universitas Muhammadiyah Sidoarjo. (2024). Analisa Pengujian Instalasi Anaerobic Digestion untuk Pemanfaatan Limbah Cair Tahu menjadi Biogas dengan Penambahan Variasi Kotoran Sapi. In *Innovative Technologica: Methodical Research Journal* (Vol. 3, Issue 2, pp. 1–13). <https://innovative.pubmedia.id/>
19. Rachmawati. (2025, February 3). Kelangkaan Elpiji 3 Kg dan BBM di Indonesia, Pakar Ungkap Penyebabnya. *KOMPAS.com*. <https://www.kompas.com/jawa-timur/read/2025/02/04/062600988/kelangkaan-elpiji-3-kg-dan-bbm-di-indonesia-pakar-ungkap-penyebabnya?page=all>



Hak Cipta :

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

20. Rahman, E., Rizki, A. N., Supriadi, E., & Rosalina. (2024). View of design and build a manual stirred biodigester using a 200 liter capacity double propeller using cow manure and rumen raw materials. In *Jurnal Multidisiplin Indonesia*.
<https://jmi.rivierapublishing.id/index.php/rp/article/view/2073/943>
21. Rajendran, K., Aslanzadeh, S., & Taherzadeh, M. J. (2012). Household Biogas Digesters—A review. *Energies*, 5(8), 2911–2942.
<https://doi.org/10.3390/en5082911>
22. Šafarič, L. (2019). Anaerobic digester fluid rheology and process efficiency [Thesis]. In Linköping University & The Department of Thematic Studies – Environmental Change, *Linköping Studies in Arts and Sciences* (1:1).
23. Singh, B., Szamosi, Z., & Siménfalvi, Z. (2020). Impact of mixing intensity and duration on biogas production in an anaerobic digester: a review. *Critical Reviews in Biotechnology*, 40(4), 508–521.
<https://doi.org/10.1080/07388551.2020.1731413>
24. SIPSAN - Sistem Informasi Pengelolaan Sampah Nasional. (n.d.). Retrieved July 10, 2025, from <https://sipsn.kemenvh.go.id/sipsn/public/data/sumber>
25. Sven Annas, Michael Elfering, Hans-Arno Jantzen, Jürgen Scholz, Uwe Janoske, Experimental analysis of mixing-processes in biogas plants, *Chemical Engineering Science*, Volume 258, 2022, 117767, ISSN 0009-2509, <https://doi.org/10.1016/j.ces.2022.117767>.
26. Towler, G. P., & Sinnott, R. K. (2013). *Chemical engineering design : principles, practice, and economics of plant and process design*. Butterworth-Heineman
27. Towler, G., & Sinnott, R. (2008). *CHEMICAL ENGINEERING DESIGN Principles, Practice and Economics of Plant and Process Design*. Elsevier Inc.
28. Van Den Berg, L., Pronk, M., Van Loosdrecht, M. C., & De Kreuk, M. K. (2021). Density measurements of aerobic granular sludge. *Environmental Technology*, 44(13), 1985–1995.
<https://doi.org/10.1080/09593330.2021.2017492>



Hak Cipta :

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

29. Zhu, H., & Jing, R. (2019). CFD Simulation Study on mixing Experiment of Anaerobic Digestion Tank. *E3S Web of Conferences*, 118, 02047.
<https://doi.org/10.1051/e3sconf/201911802047>



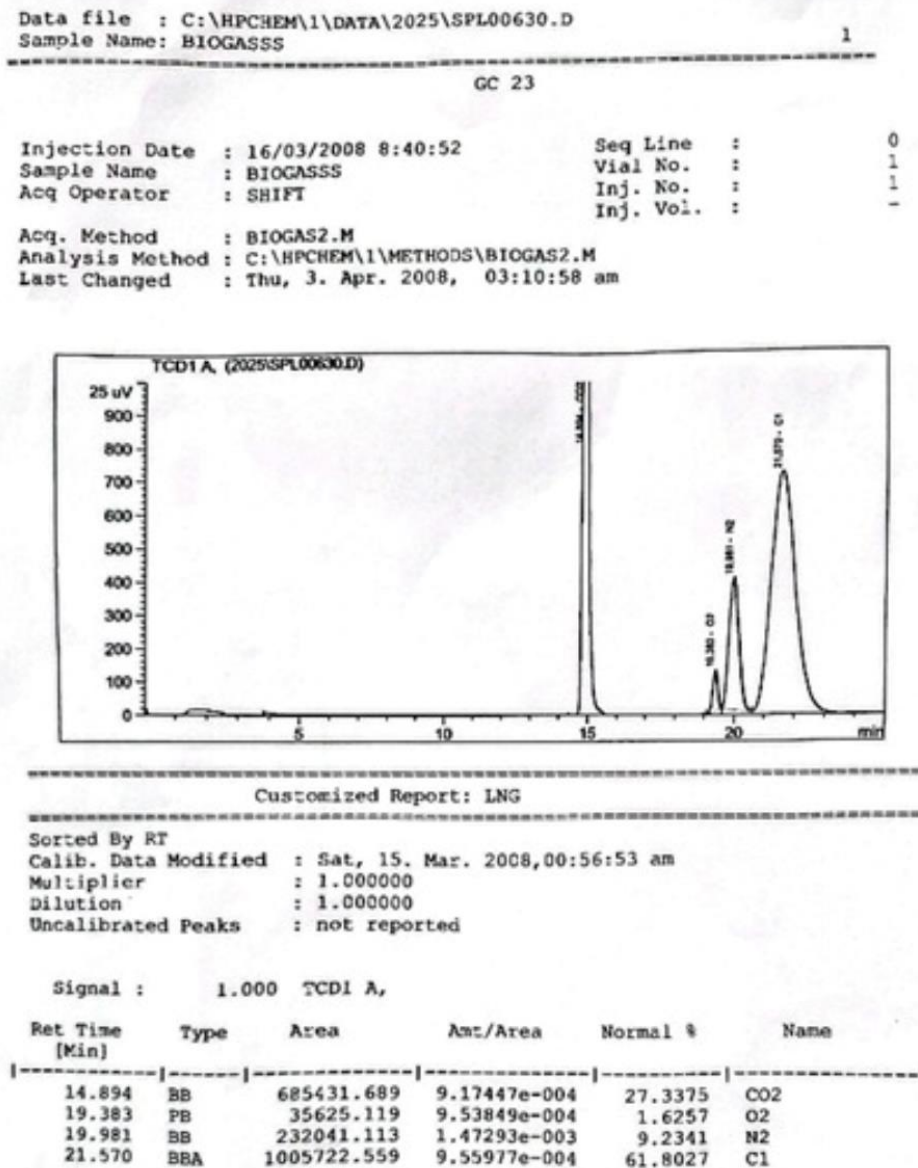


Hak Cipta :

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

LAMPIRAN

Lampiran 1 Hasil Kandungan Biogas Skala Lab Setelah 28 Hari





Hak Cipta :

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

Lampiran 3 Hasil Kandungan Biogas pada Alat Setelah 28 Hari

