

**ANALISIS PRODUKSI BIOGAS DARI KOTORAN SAPI,
KOTORAN AYAM DAN SAMPAH ORGANIK
DENGAN DIGESTER *BATCH***

Tesis

Untuk memenuhi salah satu syarat mencapai derajat Pendidikan Strata Dua (S-2)
Sebagai Magister Energi pada Program Studi Magister Energi



Disusun Oleh:

MOH TAUFIQ

30000419410004

**PROGRAM STUDI MAGISTER ENERGI
SEKOLAH PASCA SARJANA UNIVERSITAS DIPONEGORO
SEMARANG
2021**

PERNYATAAN ORISINALITAS

Dengan ini saya menyatakan bahwa dalam tesis ini tidak terdapat karya yang pernah diajukan untuk memperoleh gelar akademik di suatu perguruan tinggi, dan sepanjang pengetahuan saya juga tidak terdapat karya atau pendapat yang pernah ditulis atau diterbitkan oleh orang lain, kecuali secara tertulis diacu dalam naskah ini dan disebutkan dalam daftar pustaka.

Semarang, September 2021

Moh Taufiq
30000419410004

**HALAMAN PENGESAHAN
TESIS**

**ANALISIS PRODUKSI BIOGAS DARI KOTORAN SAPI, KOTORAN AYAM DAN
SAMPAH ORGANIK DENGAN DIGESTER *BATCH***

Disusun Oleh :

**MOH. TAUFIQ
30000419410004**

**Telah diujikan lulus oleh Tim Penguji
Pada tanggal September 2021**

Tim Penguji,

Dosen Pembimbing I

Penguji I



**(Dr. Endang Kusdiyantini, DEA)
NIP.195911261988102001**

**(Dr. Sri Widodo Agung Suedy, S.Si, M.Si)
NIP. 197302012000031001**

Dosen Pembimbing II

Penguji II



**(Dr. Ir. Jaka Windarta, MT)
NIP.196405261989031002**

**(Dr. Asep Yoyo Wardaya, M.Si)
NIP.197110021997021001**

**Tesis ini telah diterima sebagai salah satu persyaratan untuk memperoleh gelas
Magister Energi
Tanggal September 2021**

Kaprodi Magister Energi

Dekan Sekolah Pasca Sarjana

**(Dr. Ir. Jaka Windarta, MT)
NIP.196405261989031002**

**(Dr. R.B. Sularto, SH, M.Hum)
NIP.196701011991031005**

**PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI TESIS
UNTUK KEPENTINGAN AKADEMIS**

Sebagai sivitas akademik Universitas Diponegoro, saya yang bertanda tangan dibawah ini :

Nama : Moh. Taufiq

NIM : 30000419410004

Program Studi : Magister Energi

Sekolah : Program Pascasarjana

Jenis Karya : Tesis Analisis Produksi Biogas Dari Kotoran Sapi, Kotoran Ayam
Dan Sampah Organik Dengan Digester *Batch*

Demi pengembangan ilmu pengetahuan, menyetujui untuk memberikan kepada Universitas Diponegoro Hak Bebas Royalti Noneksklusif atas karya ilmiah saya yang berjudul :

Analisis Produksi Biogas Dari Kotoran Sapi, Kotoran Ayam Dan Sampah Organik Dengan Digester Batch

Beserta perangkat yang ada. Dengan Hak bebas Royalti Noneksklusif ini Program Studi Magister Energi Sekolah Pascasarjana Universitas Diponegoro berhak menyimpan, mengalihmedia/ formatkan, mengelola dalam bentuk pangkalan data (database) merawat, dan mempublikasikan tesis saya selama tetap mencantumkan nama saya sebagai penulis/pencipta dan sebagai pemilik Hak Cipta

Dibuat di : Semarang
Pada tanggal : **September 2021**

Yang menyatakan

Moh. Taufiq
30000419410004

KATA PENGANTAR

Puji syukur kami panjatkan atas rahman dan rahim Allah SWT sehingga saya dapat menyelesaikan Tesis yang berjudul “ Analisa Produksi Biogas dari Kotoran Sapi, Kotoran Ayam dan Sampah Organik dengan Digester *Batch*”. Tesis ini disusun sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar Magister Energi pada Program Studi Magister Energi, Sekolah Pascasarjana Universitas Diponegoro Semarang.

Pada kesempatan ini penulis tidak lupa mengucapkan terima kasih kepada pihak-pihak yang telah membimbing, memberi bantuan, arahan dan saran dalam penyusunan Tesis ini kepada:

1. Dekan Pascasarjana, Universitas Diponegoro Semarang.
2. Dr.Ir. Jaka Windarta, M.T., selaku Ketua Program Studi Magister Energi Universitas Diponegoro Semarang.
3. Dr. Endang Kusdiyantini, DEA, selaku Dosen Pembimbing I atas arahan, petunjuk dan bimbingan yang diberikan mengerjakan proposal ini.
4. Dr.Ir. Jaka Windarta, M.T., selaku Dosen Pembimbing II atas bimbingan, penjelasan, dan motivasi yang diberikan.
5. Keluarga, atas perhatian, kerelaan, semangat dan pengertiannya.
6. Bapak dan Ibu dosen Magister Energi yang telah memberikan pengajaran dan ilmu kepada penulis.
7. Teman - teman Magister Energi yang telah mendukung dan semangat sehingga penulis dapat menyelesaikan proposal ini.

Akhir kata penulis memohon maaf apabila ada kekurangan dalam penyusunan Tesis ini. Oleh karena itu, saran dan kritik yang membangun sangat diharapkan guna penyempurnaan dan pengembangan Tesis ini ke arah yang lebih baik. Semoga segala yang tertuang dalam Tesis ini memberikan manfaat bagi kita semua baik sekarang maupun di masa akan datang. Mudah-mudahan usaha penyusunan Tesis ini memperoleh ridha dari Allah SWT. Amin.

Semarang, September 2021

Moh. Taufiq
30000419410004

DAFTAR ISI

PERSETUJUAN UJIAN TESIS	i
PERNYATAAN ORISINALITAS	ii
HALAMAN PENGESAHAN	iii
PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI TESIS UNTUK KEPENTINGAN AKADEMIS	iv
KATA PENGANTAR.....	v
DAFTAR ISI	vi
DAFTAR TABEL	ix
DAFTAR GAMBAR.....	x
DAFTAR LAMPIRAN	xi
INTISARI	xii
ABSTRACT	xiii
BAB I PENDAHULUAN	1
I.1 Latar Belakang.....	1
I.2 Perumusan Masalah.....	3
I.3 Tujuan Penelitian	3
I.4 Manfaat Penelitian.....	4
I.5 Originalitas Penelitian	4
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	7
II.1 Pengertian Biogas	7
II.2 Manfaat Biogas.....	7
II.3 Proses Pembentukan Biogas	9
II.4 Bahan Penghasil Biogas	11
II.5 Faktor Yang Mempengaruhi Produksi Biogas	12

II.6	Digester Biogas.....	14
II.6.1	Jenis jenis digester biogas.....	15
II.6.2	Tipe digester biogas.....	18
II.7	Komponen Utama Reaktor Biogas	19
II.8	Komponen Pendukung Digester	19
BAB III	METODOLOGI PENELITIAN.....	21
III.1	Lokasi dan Jadwal Penelitian.....	21
III.2	Jenis Penelitian.....	21
III.3	Kerangka Pikir Penelitian	21
III.4	Ruang Lingkup Penelitian.....	21
III.5	Jenis dan Sumber Data.....	21
III.6	Teknik Pengumpulan Data.....	22
III.7	Teknik Analisa Data	26
BAB IV	HASIL DAN PEMBAHASAN.....	30
IV.1	Desain Digester Biogas.....	30
IV.2	Karakteristik Bahan Campuran.....	32
IV.2.1	Rasio C/N.....	32
IV.2.2	Karakteristik bahan campuran	33
IV.3	Suhu Proses Digester	34
IV.4	Derajat Keasaman (pH).....	37
IV.5	Volume Produksi Biogas	39
IV.5.1	Volume produksi biogas harian dan kumulatif.....	42
IV.5.2	Analisis produksi biogas	47
IV.6	Nyala Api	48
IV.6.1	Waktu nyala api dan tinggi api	48
IV.6.2	Kadar Metana (berdasarkan waktu nyala api terhadap tinggi api).....	51
IV.7	Mesin Penggerak.....	55

IV.8 Estimasi Biaya dan Evaluasi	61
BAB V KESIMPULAN	64
V.1 Kesimpulan.....	64
V.2 Saran.....	64
DAFTAR PUSTAKA.....	65
LAMPIRAN A ALAT, BAHAN DAN DESAIN DIGESTER BIOGAS	71
LAMPIRAN B METODE UJI LABORATORIUM	75
LAMPIRAN C HASIL PENGAMATAN PENELITIAN	87
LAMPIRAN D HASIL ANALISIS SAMPEL DI LABORATORIUM	103
LAMPIRAN E PERHITUNGAN PRODUKSI BIOGAS	105
LAMPIRAN F FOTO FOTO DOKUMENTASI.....	108

DAFTAR TABEL

Tabel I. 1 Ringkasan penelitian terdahulu.....	5
Tabel II. 1 Komposisi biogas	7
Tabel II. 2 Biogas dibandingkan dengan bahan bakar lain	8
Tabel II. 3 Berbagai macam bakteri penghasil metan dan substatnya	10
Tabel II. 4 Produksi dan kandungan bahan kering kotoran beberapa jenis ternak.....	12
Tabel II. 5 Rasio C/N beberapa bahan organic	14
Tabel II. 6 Kelebihan dan kekurangan digester jenis kubah tetap	16
Tabel III. 1 Jadwal penelitian	21
Tabel III. 2 Variasi perlakuan campuran.....	22
Tabel IV. 1 Ringkasan dimensi dan spesifikasi rangkaian biogas	29
Tabel IV. 2. Rasio C/N campuran	32
Tabel IV. 3. Nilai TSS dan COD bahan campuran	33
Tabel IV. 4 Hasil perhitungan volume biogas Digester 1	40
Tabel IV. 5 Hasil perhitungan volume biogas Digester 2	41
Tabel IV. 6 Hasil perhitungan volume biogas Digester 3	42
Tabel IV. 7 Karakteristik produksi biogas pada digester dengan komposisi substrat yang berbeda.....	47
Tabel IV. 8 Uji mesin penggerak	56
Tabel IV. 9 Perbandingan antara biogas dan LPG	60
Tabel IV. 10 Analisa biaya konstruksi digester biogas	61

DAFTAR GAMBAR

Gambar II.1 Digester biogas	15
Gambar II.2 Digester tipe fixed dome.....	15
Gambar II.3 Digester tipe floating dome	16
Gambar II.4 Digester tipe balon	17
Gambar II.5 Digester tipe fixed dome.....	20
Gambar III. 1 Diagram alir penelitian	21
Gambar III. 2 Rangkaian reaktor penelitian biogas secara <i>batch</i>	24
Gambar IV. 1 Model digester biogas	31
Gambar IV. 2 Termometer tertanam di digester	34
Gambar IV. 3 Suhu harian selama 130 hari	36
Gambar IV. 4 Rata rata suhu digester untuk 3 digester selama 130 hari	37
Gambar IV. 5 Pengukuran derajat keasaman (pH)	38
Gambar IV. 6 Nilai pH awal dan akhir	39
Gambar IV. 7 Produksi biogas harian digester 1	43
Gambar IV. 8 Produksi biogas harian digester 2	44
Gambar IV. 9 Produksi biogas harian digester 3	44
Gambar IV. 10 Produksi gas harian.....	45
Gambar IV. 11 Produksi gas kumulatif.....	46
Gambar IV. 12 Uji waktu nyala api dan tinggi api	49
Gambar IV. 13 Nyala api harian tiap digester	49
Gambar IV. 14 Nyala api kumulatif tiap digester.....	50
Gambar IV. 15 Tinggi nyala api tiap digester	51
Gambar IV. 16 Grafik waktu nyala terhadap tinggi nyala api Digester 1	52
Gambar IV. 17 Grafik waktu nyala terhadap tinggi nyala api Digester 2.....	53
Gambar IV. 18 Grafik waktu nyala terhadap tinggi nyala api Digester 3.....	54
Gambar IV. 19 Percobaan pertama menggunakan biogas murni	57
Gambar IV. 20 Percobaan kedua dengan system buka tutup biogas dan LPG 3 Kg	59
Gambar IV. 21 Percobaan ketiga mencampur biogas dan LPG dalam ban penampung	60

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran A.1.Alat.....	71
Lampiran A.2 Bahan	71
Lampiran A.3 Desain Digester Biogas.....	74
Lampiran B. 1 Metode Uji Padatan Tersuspensi Total (Total Suspended Solid, TSS) .	75
Lampiran B. 2 Metode Uji Kebutuhan Oksigen Kimiawi (COD)	78
Lampiran B. 3 Metode Uji Pengukuran pH	81
Lampiran B. 4 Metode Uji Pengukuran C/N Rasio	81
Lampiran C. 1 Suhu Harian Digester	87
Lampiran C. 2 Test Nyala Api	97
Lampiran C. 3 Test Mesin Penggerak	101
Lampiran D. 1 Hasil analisis rasio C/N.....	103
Lampiran D. 2 Hasil analisis COD dan TSS	104
Lampiran E. 1 Produksi biogas harian Digester 1 (Kotoran sapi)	105
Lampiran E. 2 Produksi biogas harian Digester 2 (Kotoran sapi dan kotoran ayam)...	106
Lampiran E. 3 Produksi biogas harian Digester 3 (Kotoran sapi dan sampah organik)	107
Lampiran F. 1 Foto Persiapan Penelitian	108
Lampiran F. 2 Foto pelaksanaan penelitian	112

INTISARI

Kotoran ternak sapi, ayam dan sampah organik adalah termasuk limbah padat yang dapat digunakan sebagai sumber energi melalui digester biogas. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui produksi biogas dari limbah tersebut melalui digester drum plastic volume 220 L dengan system batch. Penelitian ini menggunakan tiga digester yaitu digester 1 berisi kotoran ayam dan air (50 : 50) , digester 2 berupa campuran kotoran ayam, sapi dan air (30:20:50) dan digester 3 berisi kotoran sapi, sampah organik dan air (30:20:50). Digester tersebut kemudian ditutup rapat sampai 130 Hari dan diukur suhu serta tekanan biogas. Hasil penelitian menunjukkan temperatur harian berkisar antara 26⁰-31⁰ C, tingkat keasaman (pH) 7 – 7,62. Produksi biogas masing masing digester diukur dengan manometer jarum dan persamaan gas ideal. Produksi biogas yang berada di ban penampung kemudian dilakukan uji nyala dengan kompor biogas dan uji mesin penggerak. Produksi biogas digester 2 lebih baik daripada digester lainnya dengan total volume kumulatif gas 1059,84 L, waktu nyala api kumulatif 4302 detik dan dapat menyalakan mesin penggerak dengan cara dicampur gas elpiji 3 kg. Digester 1 menghasilkan produksi biogas dengan volume kumulatif 1010,70 L dan waktu nyala api 4034 detik. Produksi biogas digester 3 paling rendah dengan volume kumulatif gas 790,33 L dan waktu nyala api kumulatif sebanyak 2370 detik.

Kata kunci: Kotoran sapi, kotoran ayam, sampah organik, digester tipe batch

ABSTRACT

Cow manure, chicken manure and organic waste are solid wastes that can be used as an energy source through a biogas digester. This study aims to determine the production of biogas from the waste in a batch digester system. This research uses a digester in the form of a plastic drum with a capacity of 220 liters. There were 3 treatments consisting of Digester 1 containing cow manure and water (50: 50), Digester 2 in the form of a mixture of cow manure, chicken manure and water (30:20:50), Digester 3 containing cow manure, organic waste and water (30:20:50). The digester is then closed tightly for 130 days. The results showed that the daily temperature ranged between 26⁰-31⁰ C and the acidity (pH) 7 -7.62. The biogas production of each digester was measured by a needle manometer and the ideal gas equation. The biogas production in the reservoir tire is then carried out a flame test with a biogas stove and a test engine drive. The production of biogas digester 2 is better than other digesters with a cumulative total volume of 1059.84 L of gas, a cumulative flame time of 4302 seconds and can start the engine by mixing 3 kg of LPG gas. Digester 1 produces biogas with a cumulative volume of 1010.70 L and a flame time of 4034 seconds. The production of biogas digester 3 is the lowest with a cumulative gas volume of 790.33 L and a cumulative flame time of 2370 seconds.

Keywords: Cow dung, chicken manure, organic waste, digester of batch type