

UJI KINERJA GENSET BIOGAS 2500 VA

(Skripsi)

Oleh

AGUNG BUDI SANTOSO



**FAKULTAS PERTANIAN
UNIVERSITAS LAMPUNG
BANDAR LAMPUNG
2019**

ABSTRAK

UJI KINERJA GENSET BIOGAS 2500 VA

Oleh

AGUNG BUDI SANTOSO

Biogas adalah campuran gas yang dihasilkan oleh bakteri metanogenik yang terjadi pada material yang dapat terurai secara alami dalam keadaan anaerob. Untuk mendapatkan tujuan utama pembuatan biogas perlu adanya konversi energy dari biogas menjadi energy listrik. Maka dari itu, dibuatlah alat pengkonversi energy biogas menjadi listrik dalam skala kecil. Konversi energy biogas ke listrik menggunakan genset yang dimodifikasi agar dapat dijalankan menggunakan bahan bakar biogas yang sebelumnya dimurnikan dengan biofilter. Hal tersebut yang mendasari untuk menjadikan biogas sebagai bahan bakar alternative pada genset. Berdasarkan hasil penelitian, modifikasi genset biogas 2500 VA dapat memasok daya maksimum sebesar 1.300 watt. Setiap penambahan beban daya yang diberikan membutuhkan sekitar 0,59 liter/detik biogas atau 2,12 m³/jam, serta menghasilkan kuat arus sebesar 0,49 Ampere untuk daya maksimum genset sebesar 1.300 watt. Nilai RPM yang dihitung pada setiap penambahan daya menghasilkan 3686 RPM di titik tertinggi 0 watt, lalu mendapatkan nilai RPM sebesar 2413 RPM di titik terendah pembebanan yaitu 1.300 watt. Lalu efisiensi termal biogas didapatkan nilai sebesar 0% pada 0 watt, sedangkan pada 1.300 watt menghasilkan nilai efisiensi sebesar 10,51 %.

Kata kunci: Biogas, Uji kinerja, *generator set*

ABSTRACT

GENSET PERFORMANCE TEST BIOGAS 2500 VA

By

AGUNG BUDI SANTOSO

Biogas is a mixture of gases produced by bacteria which occur in methanogenic materials that can decompose naturally in the anaerobic state. To get the primary purpose of making biogas is need for conversion of energy from biogas into electrical energy. Thus, a single converter tools energy biogas into electricity on a small scale. Conversion of biogas into electrical energy using a modified to genset can be run using biogas fuel previously purified by biofilter. The underlying thing to make biogas as an alternative fuel in genset. Based on the results of the study, the modification of a biogas generator 2500 VA can supply a maximum power of 1,300 Watts. Each addition of a given power load need about 0.59 liters/second biogas or 2.12 m³/jam, as well as produce a strong current of 0.49 amperage for maximum power of 1,300 Watts of generator. The calculated RPMs values on each addition of power producing are at the highest point 3686 RPM at 0 Watts, and 2413 RPM on the lowest point of loading i.e. 1,300 Watts. Then the thermal efficiency biogas obtained value of 0% at 0 Watts, while at 1,300 watt yields the value of efficient use of 10.51%.

Keywords: Biogas, test performance, generator set

UJI KINERJA GENSET BIOGAS 2500 VA

Oleh

Agung Budi Santoso

Skripsi

Sebagai Salah Satu Syarat untuk Mencapai Gelar
SARJANA TEKNOLOGI PERTANIAN

pada

Jurusan Teknik Pertanian
Fakultas Pertanian Universitas Lampung



**FAKULTAS PERTANIAN
UNIVERSITAS LAMPUNG
BANDAR LAMPUNG
2019**

Judul Skripsi : **UJI KINERJA GENSET BIOGAS 2500 VA**

Nama Mahasiswa : **Agung Budi Santoso**

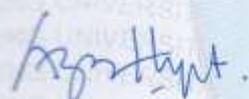
Nomor Pokok Mahasiswa : 1214071005

Jurusan/PS : **Teknik Pertanian**

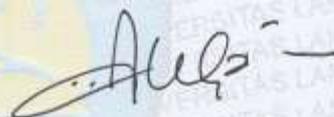
Fakultas : **Pertanian**

MENYETUJUI

1. Komisi Pembimbing

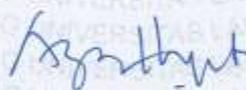


Dr. Ir. Agus Haryanto, M.P.
NIP 19650527 199303 1 002



Siti Suharyatun, S.T.P., M.Si.
NIP 19700703 199802 2 001

2. Ketua Jurusan Teknik Pertanian

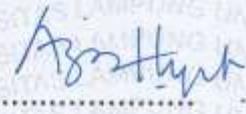


Dr. Ir. Agus Haryanto, M.P.
NIP 19650527 199303 1 002

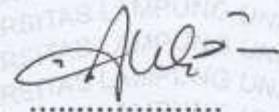
MENGESAHKAN

1. Tim Penguji

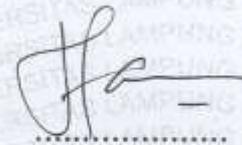
Ketua : Dr. Ir. Agus Haryanto, M.P.



Sekretaris : Siti Suharyatun, S.T.P., M.Si.



**Penguji
Bukan Pembimbing : Dr. Ir. Tamrin, M.S.**



2. Dekan Fakultas Pertanian

Prof. Dr. Ir. Irwan Sukri Banuwa, M.Si.
NIP 19611020 198603 1 002



Tanggal Lulus Ujian Skripsi : 1 November 2019

SURAT PERNYATAAN

Saya yang bertanda tanga dibawah ini, menyatakan skripsi saya yang berjudul
"Uji Kinerja Genset Biogas 2500 VA" merupakan hasil karya sendiri bukan
hasil karya orang lain. Semua hasil yang tertuang dalam skripsi ini telah
mengikuti kaidah penulisan karya ilmiah Universitas Lampung.

Pernyataan ini saya buat dengan sesungguhnya, dan apabila dikemudian hari
terbukti merupakan salinan atau dibuat oleh orang lain maka saya bersedia
menerima saksi sesuai dengan ketentuan akademik yang berlaku.

Bandar Lampung, 01 November 2019

Penulis,



Agung Budi Santoso
NPM. 1214071005

RIWAYAT HIDUP

Penulis dilahirkan di Bandar Lampung pada Tanggal 08 September 1994, sebagai anak ketiga dari pasangan Bapak Lukito dan Ibu Susilawati. Penulis menempuh pendidikan di Taman Kanak-Kanak Taman Siswa sampai dengan tahun 2000. Penulis melanjutkan pendidikan SDN Sungai Langka pada tahun 2000 sampai dengan tahun 2006. Kemudian penulis menyelesaikan pendidikan Sekolah Menengah Pertama di SMPN 2 Gedong Tataan pada tahun 2009 dan Sekolah Menengah Atas di SMK 2 Mei Bandar Lampung pada tahun 2012. Penulis terdaftar sebagai mahasiswa Jurusan Teknik Pertanian, Fakultas Pertanian, Universitas Lampung melalui jalur Ujian Mandiri pada tahun 2012.

Selama menjadi mahasiswa, penulis aktif di Unit Lembaga Kemahasiswaan sebagai :

1. Anggota Persatuan Mahasiswa Teknik Pertanian (PERMATEP) Fakultas Pertanian Universitas Lampung.
2. Anggota Ikatan Mahasiswa Teknik Pertanian Indonesia (IMATETANI).

Pada tahun 2016 penulis melaksanakan kegiatan Praktik Umum (PU) di Pusat Penelitian Teknologi Tepat Guna (LIPI), Subang, Jawa Barat. Pada tahun 2017 penulis melaksanakan kegiatan Kuliah Kerja Nyata (KKN) di Desa Gayabaru Lampung Tengah.

Saya persembahkan karya kecil ini untuk
PAPA dan MAMA yang teramat saya sayangi dan cintai
Papa LUKITO
dan
Mama SUSI LAWATI
yang tidak lelah memberikan doa dan dukungan terbaik Beliau
untuk kesuksesan saya”

Serta

“Kepada Almamater Tercinta”
Jurusan Teknik Pertanian
Fakultas Pertanian
Universitas Lampung

SANWACANA

Alhamdulillah puji syukur ke hadirat Allah Azza Wa Jalla yang telah memberikan rahmat dan hidayah-Nya serta kesehatan dan kemudahan sehingga penulis dapat menyelesaikan tugas akhir perkuliahan dalam penyusunan skripsi ini. Sholawat teriring salam semoga selalu tercurah kepada syuri tauladan Nabi Muhammad Sallallahu Alaihi Wasallam dan keluarga serta para sahabat Beliau dan semoga kita diberi syafaatnya di yaumul kiyamah. Aamiin.

Skripsi yang berjudul “**Uji Kinerja Genset Biogas 2500 VA**” adalah salah satu syarat untuk memperoleh gelar Sarjana Teknologi Pertanian (S.TP) di Universitas Lampung.

Penulis memahami dalam penyusunan skripsi ini terdapat keterbatasan kemampuan dan pengetahuan yang dimiliki. Peran serta dari berbagai pihak sangat membantu dalam penyelesaian skripsi ini. Pada kesempatan ini penulis mengucapkan terimakasih kepada :

1. Bapak Prof. Dr. Ir. Irwan Sukri Banuwa, M.Si., selaku Dekan Fakultas Pertanian.
2. Bapak Dr. Ir. Agus Haryanto, M.P., selaku Pembimbing Pertama, sekaligus Pembimbing Akademik, yang telah memberikan berbagai masukan dan bimbingannya sampai pada penyelesaian skripsi ini.

3. Ibu Siti Suharyatun, S.T.P., M. Si. , selaku Pembimbing Kedua yang telah memberikan bimbingan dan saran sehingga terselesaikannya skripsi ini.
4. Bapak Dr. Ir. Tamrin, M.S., selaku Pembahas yang telah memberikan saran dan masukan sebagai perbaikan selama penyusunan skripsi ini.
5. Ayah dan Ibunda tercinta yang telah memberikan dukungan moral, material dan doa selama pelaksanaan penelitian, serta untuk kakakku Lusy Wulan Fariska dan Dwi Rizky Austina.S.P. yang selalu memberikan semangat dan tidak lelah memberikan motivasi selama pelaksanaan penelitian hingga selesainya skripsi ini.
6. Bapak Tri Wahyu Saputra, S.TP., M.Sc., yang selalu membantu dalam penyelesaian skripsi ini.
7. Keluarga Civitas Akademik Angkatan 2012 Jurusan Teknik Pertanian, Fakultas Pertanian, Universitas Lampung.

Disadari bahwa skripsi ini masih jauh dari sempurna, untuk itu kritik dan saran dari pembaca sangat diperlukan demi kesempurnaan tulisan berikutnya.

Semoga Skripsi ini bermanfaat bagi pembaca, khususnya bagi penulis.

Bandar Lampung,

Penulis,

Agung Budi Santoso

DAFTAR ISI

	Halaman
DAFTAR ISI.....	iv
DAFTAR TABEL.....	vii
DAFTAR GAMBAR.....	viii
I. PENDAHULUAN.....	1
1.1. Latar Belakang.....	1
1.2. Tujuan Penelitian.....	3
1.3. Manfaat Penelitian.....	3
II. TINJAUAN PUSTAKA.....	4
2.1. Konsumsi Energi Listrik.....	4
2.2. Bahan Bakar Biogas.....	5
2.3. Definisi Biogas.....	6
2.4. Pembentukan Biogas.....	6
2.5. Komposisi Biogas.....	7
2.6. Pemanfaatan Biogas.....	10
2.7. Penerapan Biogas Sebagai Bahan Bakar Bensin.....	10
2.8. Bahan Bakar Bensin.....	13
2.9. Motor Bensin 4 Langkah.....	15
III. METODE PENELITIAN	
3.1. Waktu dan Tempat Penelitian.....	17

3.2. Alat dan Bahan.....	17
3.3. Prosedur Penelitian.....	18
3.3.1. Persiapan Digester, Biofilter dan Dryer.....	19
3.4. Metode Penelitian.....	19
3.5. Parameter Pengukuran.....	19
3.5.1. Rotation Per Minute (RPM).....	20
3.5.1. Konsumsi Bahan Bakar.....	20
3.5.1. Daya yang dihasilkan.....	20
3.5.1. Pemakaian Bahan Bakar Spesifik.....	21
3.5.1. Efisiensi Termal.....	22
IV. HASIL DAN PEMBAHASAN.....	23
4.1. Karakteristik Genset Biogas.....	23
4.2. Konsumsi Biogas Berdasarkan Pengaruh Pembebanan.....	25
4.3. Kuat Arus Berdasarkan Pengaruh Pembebanan.....	28
4.4. Nilai RPM Berdasarkan Pengaruh Pembebanan.....	30
4.5. Efisiensi Termal Berdasarkan Pengaruh Pembebanan.....	31
V. KESIMPULAN.....	34
5.1 Simpulan.....	34
5.2 Saran.....	35
DAFTAR PUSTAKA.....	36
LAMPIRAN.....	38-42

DAFTAR TABEL

Tabel	Halaman
Tabel 1. Konsumsi Biogas.....	8
Tabel 2. Penggunaan Metana dan Kebutuhannya.....	8
Tabel 3. Komposisi Limbah dan Biogas yang dihasilkan.....	9
Tabel 4. Komposisi Bahan Bakar Biogas.....	9
Tabel 5. Komposisi Bahan Bakar Bensin.....	14
Tabel 6. Perbandingan Jumlah Udara dan Jumlah Bahan Bakar Untuk Pembakaran Sempurna.....	16
Tabel 7. Waktu Penyalaan Lampu.....	33
Tabel 8. Kuat Arus Listrik.....	40
Tabel 9. Nilai RPM.....	40
Tabel 10. Nilai Efisiensi Termal.....	41

DAFTAR GAMBAR

Gambar	Halaman
gambar 1. Proyeksi Kebutuhan Listrik Persektor di Indonesia Tahun 2003-2020.....	5
Gambar 2. Pipa T Pada Sistem Pencampuran Bahan Bakar Biogas.....	12
Gambar 3. Sistem Pencampuran Udara dan Bahan Bakar.....	13
Gambar 4. Diagram Alir Penelitian.....	18
Gambar 5. Bentuk Genset Berbahan Bakar Biogas.....	24
Gambar 6. Konsumsi Biogas Berdasarkan Pengaruh Pembebanan.....	26
Gambar 7. Grafik Konsumsi Biogas Berdasarkan Pengaruh Pembebanan.....	27
Gambar 8. Kuat Arus Berdasarkan Variasi Pembebanan.....	28
Gambar 9. Grafik Kuat Arus Berdasarkan Variasi Pembebanan.....	29
Gambar 10. Nilai RPM Berdasarkan Pengaruh Pembebanan.....	30
Gambar 11. Grafik Nilai RPM Berdasarkan Pengaruh Pembebanan	31
Gambar 12. Grafik Efisiensi Termal Berdasarkan Pengaruh Pembebanan.....	32
Gambar 13. Gas Flow Meter.....	43
Gambar 14. 220 Volt Pada Genset.....	43
Gambar 15. Ampere Pada Tegangan Lampu.....	44
Gambar 16. Kantong Gas yang digunakan.....	44
Gambar 17. Filter Biogas.....	45
Gambar 18. Putaran RPM Pada Genset.....	45
Gambar 19. Fiting Lampu.....	46
Gambar 20. Spek Genset Biogas 2500 VA.....	46

I. PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Kebutuhan akan energi terbaru akan semakin meningkat seiring dengan penambahan jumlah penduduk dan peningkatan konsumsi energi oleh masyarakat akibat penggunaan berbagai macam peralatan maupun mengkonversi suatu energi kedalam bentuk energi lain untuk menunjang kenyamanan dalam hidup. Ini mengakibatkan penggunaan energi secara besar-besaran, sedangkan sumber energi yang selama ini digunakan sebagian besar berasal dari bahan bakar fosil seperti batubara, minyak bumi, gas alam dan lain-lain. Tingginya permintaan akan energi memaksa untuk memunculkan pemikiran-pemikiran akan energi alternatif, sedangkan bahan bakar fosil merupakan sumber energi yang proses terbentuknya memerlukan waktu jutaan tahun dan dapat dikatakan merupakan energi tak terbarukan. Salah satu energi alternatif yang banyak dikembangkan yaitu biogas.

Biogas adalah campuran gas yang dihasilkan oleh bakteri metanogenik yang terjadi pada material yang dapat terurai secara alami dalam keadaan anaerob. Pada umumnya biogas terdiri dari gas metan (CH_4) antara 50,00-60,00 %, gas karbondioksida (CO_2) sebesar 30,00-40,00 % hydrogen (H_2) dan sebagian kecil

gas-gas lainnya sebesar 1,00-2,00 % (wahyuni, 2013). Metana (CH_4) adalah komponen penting dan utama dari biogas karena merupakan bahan bakar yang berguna dan memiliki nilai kalor yang cukup tinggi, mempunyai sifat tidak berbau dan tidak berwarna. Jika gas yang dihasilkan dari proses fermentasi anaerobik ini dapat terbakar, berarti mengandung sedikitnya 45% gas metan. Untuk gas murni (100%) mempunyai nilai kalor 8900kkal/m³.

Pada dasarnya teknik pembuatan biogas sangat sederhana dengan cara memasukkan kotoran ternak sapi ke dalam pembangkit biogas yang disebut digester. Pada digester terjadi proses penguraian material organik yang terjadi secara anaerob (tanpa oksigen). Pada umumnya, biogas dapat terbentuk pada hari ke 4 – 5 setelah digester diisi dan mencapai puncak pada hari ke 20-25. Dengan pemanfaatan biodigester dapat mengurangi emisi gas metan (CH_4) yang dihasilkan pada komposisi bahan organik yang diproduksi dari sektor peternakan karena kotoran sapi tidak dibiarkan terdekomposisi secara terbuka melainkandifermentasi menjadi energi gas bio.

Tujuan utama pembuatan biogas adalah untuk mengisi kekurangan atau mensubstitusi sumber energi alternatif sebagai bahan bakar keperluan rumah tangga, terutama untuk memasak dan lampu penerangan. Maka dari itu, perlu adanya konversi energi dari biogas menjadi energi listrik. Bahan bakar biogas juga dapat digunakan sebagai energi pembangkit genset. Biogas yang digunakan sebagai salah satu sumber energi alternatif berwujud gas yang mudah terbakar, yaitu sebagian gas yang terkandung didalamnya yaitu gas metan. Hal ini tersebut perlu adanya konversi energi dari biogas menjadi energi listrik. Salah satu yang

dilakukan yaitu membuat alat pengkonversi biogas ke listrik skala kecil. Konversi biogas ke listrik menggunakan genset yang dimodifikasi agar dapat dijalankan menggunakan bahan bakar biogas yang sebelumnya dimurnikan dengan biofilter. Hal tersebut yang melatar belakangi dilakukannya uji kinerja genset biogas, sehingga nantinya dapat memungkinkan penggunaan biogas sebagai bahan bakar alternatif pada genset.

1.2 Tujuan Penelitian

Adapun tujuan dari penelitian ini bertujuan adalah :

1. Menguji genset berbahan bakar biogas 2500 VA
2. Mengetahui kinerja genset berbahan bakar biogas 2500 VA

1.3 Manfaat Penelitian

Adapun manfaat dari penelitian ini adalah :

1. Dapat membantu mengembangkan pemanfaatan lebih lanjut bahan bakar alternatif yaitu biogas sebagai bahan bakar genset.
2. Hasil uji kinerja ini diharapkan mampu meningkatkan pemanfaatan limbah atau kotoran hewan yang selama ini hanya digunakan untuk memasak tetapi dapat juga dijadikan bahan bakar genset.

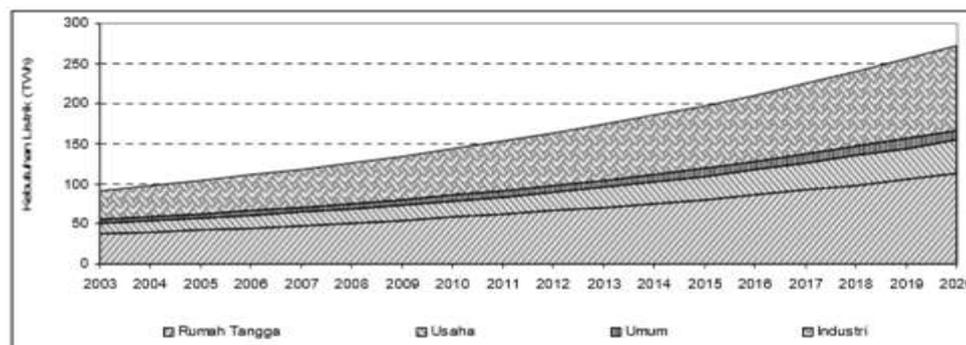
II. TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Konsumsi Energi Listrik

Energi listrik merupakan salah satu kebutuhan masyarakat yang sangat penting dan sebagai sumber daya ekonomis yang paling utama yang dibutuhkan dalam berbagai kegiatan. Dalam waktu yang akan datang kebutuhan listrik akan terus meningkat seiring dengan adanya peningkatan dan perkembangan baik dari jumlah penduduk, jumlah investasi, perkembangan teknologi termasuk didalamnya perkembangan dunia pendidikan untuk semua jenjang pendidikan. Tercatat di akhir tahun 2013 jumlah pelanggan listrik PLN mencapai 53.996.208 pelanggan, meningkat sebesar 8,44% dari akhir tahun 2012. Dan harga jual listrik rata-rata per KWH selama tahun 2013 sebesar Rp 818,41 lebih tinggi dari tahun sebelumnya sebesar Rp 728,32 (Statistik PLN, 2013).

Hasil proyeksi kebutuhan listrik dari tahun 2003-2020 yang dilakukan dinas perencanaan sistem PT. PLN (persero) dan tim energi BPPT, terlihat bahwa selama kurun waktu tersebut rata-rata kebutuhan listrik di Indonesia tumbuh sebesar 6,50% per tahun dengan pertumbuhan listrik disektor komersial tertinggi yaitu sekitar 7,30% pertahun dan disusul sector rumah tangga dengan pertumbuhan kebutuhan listrik sebesar 6,90% pertahun. Untuk sektor rumah

tangga laju pertumbuhan kebutuhan listrik yang tinggi dipicu oleh ratio elektrifikasi dari berbagai daerah, yang masih relatif rendah karena sampai tahun 2003 masih ada beberapa wilayah di Indonesia belum terlistriki terutama di daerah yang tidak di lewati listrik PLN. Besarnya kebutuhan listrik masing-masing sektor pengguna energi di 22 wilayah pemasaran PLN di Indonesia secara akumulasi dapat dilihat pada gambar 1 (Permana,2003).



Gambar 1. Proyeksi Kebutuhan Listrik Persektor Di Indonesia Tahun 2003-2020

Menurut Permana (2003), total kebutuhan listrik di Indonesia merupakan akumulasi dari kebutuhan listrik dari masing-masing sektor pengguna energi di 22 wilayah pemasaran listrik PLN, dan selama kurun waktu 17 tahun (2003-2020) diperkirakan tumbuh besar 6,50% pertahun.

2.2 Bahan Bakar Biogas

Biogas merupakan gas yang dihasilkan oleh aktivitas anaerobik atau fermentasi dari bahan-bahan organik termasuk di antaranya; kotoran manusia dan hewan, limbah domestik (rumah tangga), sampah biodegradable atau setiap limbah organik yang biodegradable dalam kondisi anaerobik.

2.3 Definisi Biogas

Biogas adalah suatu jenis gas yang bisa dibakar, yang diproduksi melalui proses fermentasi anaerobik bahan organik seperti kotoran ternak dan manusia, biomassa limbah pertanian atau campuran keduanya, di dalam suatu ruang digester (Wahyuni, 2011). Biogas dapat dimanfaatkan menjadi sumber energi alternatif karena kandungan metana yang cukup tinggi. Menurut Simamora (2006), bahwa biogas adanya dekomposisi bahan organik secara anaerobic (tertutup dari udara bebas) untuk menghasilkan suatu gas yang sebagian besar merupakan metan dan karbon dioksida dan proses dekomposisi anaerobic dibantu oleh sejumlah mikroorganisme, terutama bakteri metan. Demikian juga dengan Said (2008), menyatakan bahwa biogas adalah gas yang dihasilkan dari proses penguraian bahan-bahan biologis atau organik oleh organisme kecil pada kondisi tanpa oksigen (anaerob).

2.4 Pembentukan Biogas

Pembentukan biogas terjadi melalui proses fermentasi, proses tersebut pada umumnya merubah bahan organik dengan bantuan mikroorganisme anaerobik menjadi komposisi senyawa CH_4 , CO_2 , H_2 , NH_3 , dan H_2S . Proses penguraian bahan organik dalam digester terjadi melalui tiga tahapan, yaitu: tahap hidrolisis, tahap pengasaman (asidifikasi), dan tahap metanogenesis. Tahap hidrolisis merupakan penguraian bahan organik kompleks yang mudah larut (karbohidrat, protein, dan lemak) menjadi senyawa yang lebih sederhana. Tahap pengasaman (asidifikasi) adalah tahap dimana senyawa sederhana yang diproses dari tahap hidrolisis menjadi senyawa asam, seperti asam asetat, asam propionate, asam

butirat, dan asam laktat dan produk sampingan berupa alkohol, CO₂, hydrogen, dan amonia. Tahap terakhir adalah metanogenesis yang memproses hasil senyawa asam menjadi metan, karbondioksida, dan air dengan bantuan bakteri metanogen. Komponen hasil tahap metanogenesis merupakan penyusun dari biogas (Wahyuni, 2011).

Proses pembentukan biogas yang maksimal harus didukung dengan parameter-parameter kondisi bahan organik dan kondisi lingkungan yang sesuai. Parameter-parameter tersebut adalah jenis bahan organik, derajat keasaman, imbalanced C/N, suhu, laju pengumpanan, zat toksik, pengadukan, starter, dan waktu retensi. Kondisi lingkungan sangat mempengaruhi tingkat fermentasi oleh mikroorganisme. Adapun kondisi lingkungan yang mesti dikontrol adalah derajat keasaman berada pada pH 6.5-7.5 dan suhu lingkungan diantara 32° 37° (Wahyuni, 2011).

2.5 Komposisi Biogas

Menurut Ana (2011), Komposisi terbesar biogas yang dihasilkan dari fermentasi adalah gas metana (CH₄) dan gas karbon dioksida (CO₂) dengan nilai komposisi yang ditampilkan pada Tabel 1. Gas metana (CH₄) yang merupakan komponen utama biogas merupakan bahan bakar yang berguna, itu sebabnya biogas dapat dipergunakan untuk keperluan penerangan, memasak, menggerakkan mesin dan sebagainya yang ditampilkan pada Tabel 2.

Tabel 1. komposisi biogas

No	Gas	Hadi (1981)	Price (1981)
1	Metana (CH ₄)	54-70	65-75
2	Karbondioksida (CO ₂)	27-35	25-30
3	Nitrogen (N ₂)	0.5 – 2.0	Kurang dari 1.0
4	Hidrogen (H ₂)	-	Kurang dari 1.0
5	Karbon Monoksida (CO)	0.1	-
6	Hidrogen Sulfida (H ₂ S)	kecil	Kurang dari 1.0

Sumber : United Nation (1978) dalam Sri Wahyuni (2011)

Tabel 2. Penggunaan Metana dan Kebutuhannya

Kebutuhan	Quantity (m ³)	Rate
Penerangan	0.07-0.08	1 petromaks/jam
Motor Bakar CH ₄	0.42	Per kWjam
Motor Bensin (Biogas)	0.60	Per kWjam

Sumber: Barnett (1982)

Banyaknya kandungan gas metana pada biogas mengakibatkan biogas dapat dijadikan sumber energi. Pada beberapa literatur sering disebutkan nilai energi yang berbeda dari limbah yang berbeda terlihat pada Tabel 3, hal ini berkaitan erat dalam kondisi lingkungan setempat dan karakteristik subtraksi yang tidak selalu sama. Nilai fisik pada biogas untuk menjadi sumber energi dapat terlihat pada tabel 4.

Tabel 3. Komposisi limbah dan biogas yang dihasilkan.

Bahan Baku	Potensi Gas per Kg Kotoran (m ³)	Suhu (°C)	% CH ₄	Waktu Fermentasi (Jam)
Limbah Sapi atau Kerbau	0.023-0.040	34.6	58	10
Limbah Ayam	0.065-0.116	37.3	60	30
Limbah manusia	0.020-0.028	20.0-26.2	-	21

Sumber: Wahyuni (2011) dan Telaah (1980) dalam Fauziah (1996)

Tabel 4. Komposisi bahan bakar biogas

Sifat Fisika	Keterangan
Nilai Methane	2,82
Nilai Kalor (Kj/Kg)	18,087
Massa Jenis Normal	1.16

Sumber: Mitzlaff (1988) dan Razbani dkk, (2011)

Menurut Sri Wahyuni (2011), jumlah energi yang terdapat dalam biogas tergantung pada konsentrasi metana. Semakin tinggi kandungan metana, maka semakin besar kandungan energi (nilai kalori) biogas. Sebaliknya, semakin kecil kandungan metana, semakin kecil nilai kalori. Selain itu, kualitas biogas juga dapat ditingkatkan dengan cara menghilangkan hidrogen sulfur, kandungan air, dan karbondioksida. Pasalnya, hidrogen sulfur mengandung racun dan zat yang menyebabkan korosi. Jika biogas mengandung senyawa ini, maka gas yang ditimbulkan menjadi berbahaya. Sementara itu, kandungan air dalam biogas akan menurunkan titik penyalan biogas serta dapat menimbulkan korosif. Kandungan hidrogen sulfur, air, dan karbondioksida dapat dihilangkan dengan menggunakan alat atau bahan *desulfurizer*, yang dibutuhkan untuk menyalakan generator tanpa terkena korosi.

2.6 Pemanfaatan Biogas

Biogas yang sebagian besar kandungannya adalah gas metana tidak hanya dimanfaatkan sebagai pemanas/kompor, tetapi juga dapat dimanfaatkan dalam berbagai jenis peralatan lainya seperti turbin mikro, motor bakar dalam seperti genset dan lainya. Biogas dapat digunakan untuk semua aplikasi yang dirancang untuk gas alam, dengan asumsi pemurnian cukup. Pemurnian dilakukan mengingat gas yang terkandung dalam biogas tidak hanya gas metana akan tetapi ada juga gas lainnya yang merupakan kontaminan seperti *hydrogen sulfide* (H₂S). pengurangan kadar H₂S penting untuk dilakukan pembakaran yang terjadi sesuai dengan kebutuhan peralatan yang digunakan. Masing-masing peralatan memiliki toleran yang berbeda-beda terhadap kadar H₂S yang terkandung dalam biogas yang digunakan.

2.7 Penerapan Biogas Sebagai Bahan Bakar Motor Bensin

Biogas di dunia internasional telah banyak dikembangkan khususnya sebagai bahan bakar dalam motor bakar baik bensin maupun diesel. Pada umumnya penerapan biogas cenderung menggunakan motor diesel dibandingkan motor bensin, namun penerapan biogas relatif lebih mudah dikembangkan pada motor bensin karena perubahan dari konstruksi standar tidak banyak. Pada dasarnya modifikasi pada motor bakar dilakukan pada bagian pencampuran bahan bakar dan udara, bagian rasio kompresi, dan sistem pengapian. Pencampuran bahan bakar dan udara dilakukan dengan menyesuaikan nilai perbandingan stoikiometri dari proses pembakaran udara dan biogas (Mitzlaff, 1988).

Rasio kompresi pada motor bensin yang diterapkan bahan bakar biogas perlu dilakukannya modifikasi konstruksi dari rasio kompresi standar. Rasio kompresi yang diubah menyesuaikan sifat bahan bakar biogas. Perubahan rasio kompresi yang digunakan diantara 10-12 (Mitzlaff, 1988). Kecepatan pembakaran biogas adalah 290 m/s. Kemampu-bakarannya adalah 4% hingga 14%. Dua hal ini menjadikan biogas dapat memiliki efisiensi pembakaran yang tinggi. Biogas memiliki angka oktan yang tinggi yaitu 130. Sebagai perbandingan bensin memiliki angka oktan 90 hingga 94, sementara alkohol terbaik hanya 105 saja. Nilai oktan sangat mempengaruhi dalam peningkatan rasio kompresi pada motor bensin (Kapdi dkk, 2006).

Penelitian biogas sebagai bahan bakar motor bensin pernah dilakukan oleh Hery dkk, di Indonesia pada penelitian dengan judul “Penerapan Bahan Bakar Biogas Sebagai Bahan Bakar Motor Bensin 1 Silinder 4 Langkah” tahun 2011. Kegiatan penelitian tersebut telah dilakukan pembuatan proses pencampuran udara dan bahan bakar dengan pipa T (Gambar 2) yang dihubungkan langsung ke lubang pemasukan (*intake manifold*) kepala silinder, tidak menggunakan karburator. Bahan bakar biogas dialirkan dari digester melalui selang dengan bantuan *blower* untuk menghisap hingga masuk ke dalam *intake manifold* motor bensin. Pada ruang pembakaran tidak dilakukannya perubahan rasio kompresi. Hasil penelitian mengatakan bahwa motor bensin dapat menggunakan bahan bakar biogas sebagai bahan bakar, dengan penambahan regulator sederhana untuk biogas, dan *mixer* udara - biogas, sekalipun kineja maksimal belum dapat diperoleh. Mesin dapat dihidupkan menggunakan biogas dengan kandungan metana 56–60%. Mesin

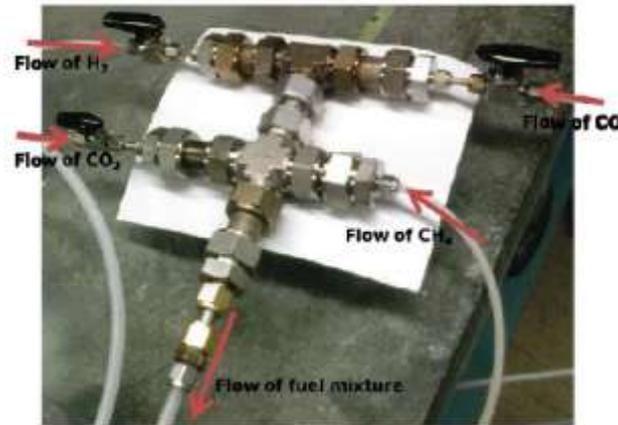
atau motor bakar berbahan bakar biogas yang dipergunakandalam percobaan dapat menghasilkan listrik untuk menhidupkan lampu hingga 250 Watt.



*Gambar 2. Pipa T pada sistem pencampuran bahan bakar biogas
Sumber: Hery ,dkk (2011)*

Pengembangan biogas dalam penerapan ke dalam motor bensin pernah dilakukan oleh Jechan Lee di New York pada penelitian yang berjudul “*A Study on Performance and Emissions of A 4-Stroke IC Engine Operating On Landfill Gas With The Addition Of H₂, Co and Syngas*” tahun 2010. Kegiatan penelitian yang dilakukan adalah melakukan penambahan gas H₂, CO, dan Syngas sebagai pengaruh dalam prestasi motor bensin dan hasil gas buang. Motor bensin yang digunakan adalah Honda GC 160E dengan menggantikan karburator dengan sistem pencampuran udara dan bahan bakar yang ditampilkan pada Gambar 3. Hasil uji yang dilakukan mengatakan bahwa efisiensi mesin menurun saat ditambahkan gas CO₂ dalam pencampuran udara dan bahan bakar. Efisiensi mesin saat daya 0.8 kW dengan penambahan 10% H₂, 10% CO, 10% Syngas berturut-turut adalah 12.48%, 12.43%, dan 12.57%. Kandungan gas emisi CO pada gas buang terjadi peningkatan saat pembebanan 0.4 kW dan penambahan gas

CO₂. Ketika pembebanan ditingkatkan lebih dari 0.6 kW dan terjadinya peningkatan efisiensi mesin yang menyebabkan pembakaran lebih baik maka terjadinya penurunan gas emisi CO.



Gambar 3. Sistem pencampuran udara dan bahan bakar
Sumber: Hery,dkk (2011)

Penelitian tentang variasi rasio kompresi pada motor bakar berbahan bakar biogas telah dilakukan oleh Dayang dengan judul “Pengaruh Perubahan *Compression Ratio* Pada Unjuk Kerja Motor Diesel Dengan Bahan Bakar Gas” tahun 2007. Pada penelitian tersebut dilakukan analisis permodelan dengan program GT-Power dengan variasi rasio kompresi pada motor diesel yang menggunakan bahan bakar biogas. Motor diesel yang memiliki rasio kompresi 22.2 dibuat variasi dari rasio kompresi 10 hingga 22.2. Hasil running dari program dan analisis mengatakan bahwa rasio kompresi pada motor diesel yang dapat digunakan adalah 16.

2.8 Bahan Bakar Bensin

Bensin untuk kendaraan bermotor merupakan campuran dari *destilate* hidrokarbon ringan yang terbuat dari campuran minyak bumi dengan komposisi yang

ditampilkan pada Tabel 6. Karenanya, bensin adalah campuran paraffin, olefin, naphthene, dan aromatic yang mana berbeda dari perusahaan satu dan lainnya, dari lokasi dan dari musim pada tiap tahunnya. Bensin harus cukup mudah menguap (*volatile*) agar mudah menguap pada mesin, tetapi tidak sangat *volatile* sehingga menimbulkan bahaya detonasi selama penanganannya. Temperature *boiling* bensin adalah 25-225°C. n-octane (88) yang sering digunakan untuk mewakili bensin mempunyai *boiling point* 125.6°C .

Tabel 5. Komposisi Bahan Bakar Bensin

Sifat Fisika	Keterangan
Chemical formula	C4-C10
Composition Carbon % weight	85-88
Composition Hidrogen % weight	12-15
Composition Oxygen % weight	0
Motor Octane	81-90
Heating value (kJ/kg)	44.000
Constant related to heat (kJ/kgK	0.71
Stoichiometric air/ fuel, weight	14.7
Spesific heat ratio	1.4

Sumber : Wiratmaja (2010)

Menurut Wiratmaja (2010), sebagai bahan bakar utama untuk kendaraan bermotor saat ini, ada beberapa persyaratan yang harus dipenuhi bensin sebagai bahan bakar yaitu :

1. Mudah tercampur dengan udara dan terdistribusi merata di dalam *intake manifold*.
2. Tahan terhadap detonasi atau *knocking*.

3. Tidak mudah terbakar sendiri sebelum waktu yang di tentukan (*pre-ignition*).
4. Tidak memiliki kecenderungan menurunkan efisiensi volumetris dari mesin.
5. Mudah ditangani apabila dalam keadaan genting.
6. Murah harganya dan mudah didapat.
7. Menghasilkan pembakaran yang bersih, tanpa menyisakan korosi pada komponen peralatan mesin.
8. Memiliki nilai kalor yang cukup tinggi.
9. Tidak membentuk gum dan varnish yang dapat merusak komponen mesin.

2.9 Motor bensin 4 Langkah

Menurut Bosch (2001), motor bensin pembakaran dalamnya menggunakan siklus Otto. Sistem pengapian membakar campuran udara dan bahan bakar dan dalam prosesnya mengubah energi kimia pada bahan bakar menjadi energi kinetik. Konstruksi motor bensin memiliki perbedaan dari motor bakar lainnya seperti motor diesel, terutama pada ruang pembakaran bahwa motor bensin membutuhkan busi (*spark plug*).

2.10 Genset Biogas

Genset biogas merupakan motor bakar 4 langkah (Motor bensin) yang dimodifikasi agar dapat menggunakan bahan bakar biogas. Modifikasi dasar adalah merubah campuran udara dan bahan bakar didalam karburasi yang awalnya campuran udara dengan bensin diganti dengan campuran udara dan biogas. Perbandingan massa udara dan massa bahan bakar untuk pembakaran sempurna dapat dilihat pada tabel 6.

Tabel 6. Perbandingan Jumlah Udara dan Jumlah Bahan Bakar Untuk Pembakaran Sempurna (Suyitno, 2009)

Bahan Bakar	Perbandingan Massa Udara Terhadap Massa Bahan Bakar	Perbandingan Volume Udara Terhadap Volume Bahan Bakar
Bensin	15,05	5275,00
<i>Methane</i>	17,16	9,00
Biogas 50% CH ₄ + 50% CO ₂	4,60	5,80

Besarnya rasio kompresi mempengaruhi efisiensi dari motor bakar. Secara umum dikatakan bahwa dengan rasio kompresi yang lebih tinggi akan diperoleh peningkatan efisiensi. Untuk biogas, rasio kompresi direkomendasikan tidak lebih dari 13 (Mitzlatf, 1998). Semakin tinggi rasio kompresi dapat meningkatkan temperatur campuran udara bahan bakar. Hal ini dapat menyebabkan penyalan sendiri yang tidak terkontrol dan proses pembakaran yang tidak rata. Keduanya dapat menjadi hal yang merugikan untuk mesin.

III. METODOLOGI PENELITIAN

3.1 Waktu dan Tempat Penelitian

Penelitian dilakukan pada bulan November sampai Desember 2017 di laboratorium Daya dan Alat Mesin Pertanian (L.DAMP) Jurusan Teknik Pertanian, Fakultas Pertanian, Universitas Lampung.

3.2 Alat dan Bahan

Alat yang digunakan pada penelitian ini adalah digester biogas (fermentasi basah), *filter*, *flow meter*, thermometer digital, penampung biogas, genset biogas 2500 VA multimeter, *stopwact*, tachometer, kunci pass dan alat tulis.

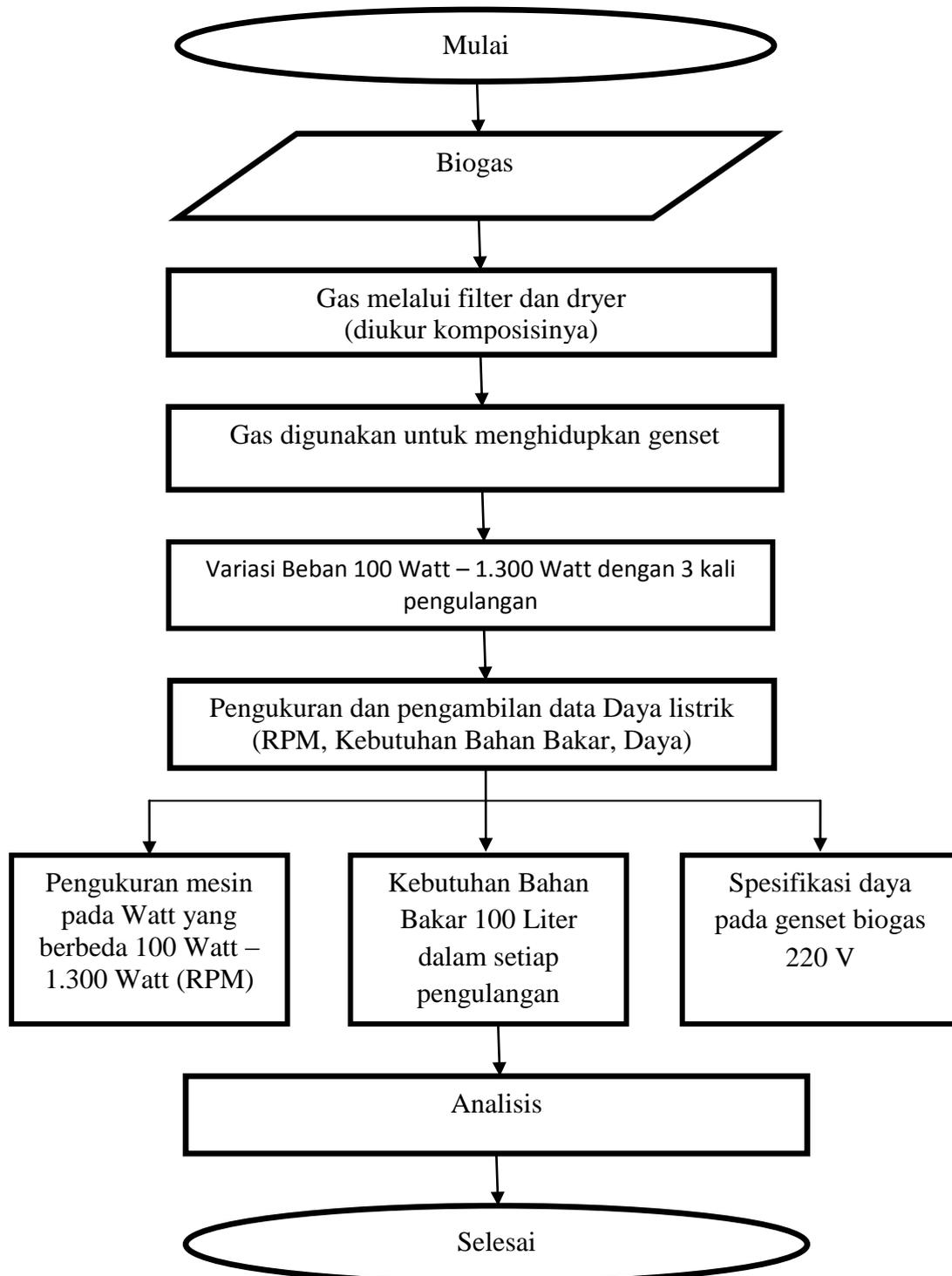
Bahan yang digunakan dalam penelitian ini yaitu biogas yang dihasilkan dari limbah atau kotoran ternak.

Spesifikasi genset biogas yang digunakan adalah:

1. Spek Daya : 1.300 Watt
2. Voltage : 220 Volt
3. Frekuensi : 50 Hz

3.3 Prosedur Penelitian

Secara umum prosedur penelitian dapat dilihat pada diagram alir berikut:



Gambar 4. Diagram Alir Penelitian

3.3.1 Persiapan Digester, Filter dan Dryer

1. Digester untuk fermentasi basah (*wet fermentation*) dengan tipe mengalir (*continous*) sudah tersedia di kecamatan Natar Lampung Selatan, dirumahnya bapak Supar.
2. Filter dibuat dari bahan *fiberglass* menyerupai digester dari filter tersebut yaitu serbuk-serbuk besi. Filter tersebut berguna untuk mengurangi kadar H₂S yang terkandung dalam biogas.

3.4 Metode Penelitian

Pada penelitian ini dilakukan dengan variasi beban serta masing-masing beban diulang 3 kali.

- Penghitungan RPM mesin pada Watt yang berbeda.
- Penghitungan daya yang dihasilkan genset dengan bahan yang dimurnikan menggunakan filter.
- Penghitungan konsumsi bahan bakar spesifik dan efisiensi termal.

3.5 Parameter Pengukuran

Parameter yang diukur pada penelitian ini adalah RPM, konsumsi bahan bakar, bahan bakar (SFC), daya yang dihasilkan, pemakaian bahan bakar spesifik dan efisiensi termal.

3.5.1 Rotation Per Minute (RPM)

Rotation Per Minute adalah banyaknya putaran yang dilakukan dalam satu menit dan digunakan sebagai satuan ukur banyaknya putaran mesin dalam satu menit.

3.5.2 Konsumsi Bahan Bakar

Konsumsi Bahan Bakar Spesifik (Specific Fuel Consumption - SFC) adalah indikator keefektifan suatu motor bakar torak dalam menggunakan bahan bakar yang tersedia untuk menghasilkan daya. Dengan demikian, semakin kecil SFC maka dapat dikatakan motor semakin hemat bahan bakar.

Konsumsi bahan bakar jika dibandingkan dengan daya mesin yang dihasilkan selama kurun waktu tertentu dikenal dengan istilah “konsumsi bahan bakar spesifik”.

$$\text{Konsumsi bahan bakar spesifik} = \frac{\text{Banyaknya bahan bakar yang dibakar (gr)}}{\text{Daya mesin yang dihasilkan dlm waktu(PS.hr)}}$$

Atau:

$$\text{Konsumsi bahan bakar spesifik} = \frac{\text{gram bahan bakar}}{\text{Daya kuda x jam}}$$

3.5.3 Daya yang dihasilkan

Pengukuran daya ini dilakukan untuk mengetahui daya yang mampu dihasilkan dari rangkaian alat konversi listrik skala kecil dengan memanfaatkan limbah kotoran hewan (sapi) sebagai sumber biogas. Pengukuran dilakukan dengan cara sebagai berikut:

- Mengukur tegangan yang dihasilkan genset (volt)
- Mengukur arus yang dihasilkan dari genset (ampere)
- Mengukur lamanya genset dapat beroperasi (jam)

- Mengukur daya yang dihasilkan

Berikut rumus yang digunakan untuk mengukur daya:

$$P = V \times I$$

Ket: P: daya yang dihasilkan (W)

V: voltase yang dihasilkan (Volt)

I: arus yang dihasilkan (ampere)

Pengukuran arus listrik yang dihasilkan oleh genset ini menggunakan tangmeter dan pengukuran voltase menggunakan multimeter.

3.5.4 Pemakaian Bahan Bakar Spesifik

Pemakaian biogas yang digunakan untuk genset persatuan energi (daya) yang dihasilkan. Banyaknya biogas yang diukur menggunakan *flow meter*, dengan cara biogas dialirkan melalui *flow meter* sebelum masuk genset. Pemakaian bahan bakar spesifik dapat dihitung dengan:

$$B = \frac{G}{P}$$

Dimana:

B : pemakaian bahan bakar spesifik (L/Jam.W)

G : jumlah bahan bakar yang digunakan (L/Jam)

P : beban daya yang digunakan (W)

3.5.5 Efisiensi Termal

Menyatakan efisiensi pemanfaatan panas dari bahan bakar untuk diubah menjadi tenaga berguna. Besar efisiensi total dapat dihitung dengan :

$$\eta = \frac{V.I.t}{P} \times 100\%$$

$Q \cdot Ne$

Dimana :

- η : efisiensi termal efektif (%)
- V : tegangan (V)
- I : arus (ampere)
- t : waktu oprasi (detik)
- Q : jumlah biogas yang dipergunakan (L)
- Ne : nilai kalor biogas (J/L)

V. KESIMPULAN

5.1 Kesimpulan

1. Genset Biogas 2500 VA mampu memasok daya maksimum sebesar 1.300 Watt.
2. Konsumsi biogas meningkat seiring penambahan beban daya yang diberikan. Daya maksimum genset sebesar 1.300 Watt membutuhkan 0,59 liter/detik biogas atau 2,12 m³/jam.
3. Nilai kuat arus meningkat seiring penambahan beban daya yang diberikan. Daya maksimum genset sebesar 1.300 Watt menghasilkan kuat arus sebesar 0,49 Ampere.
4. Nilai RPM genset biogas mengalami penurunan seiring penambahan beban daya yang diberikan. RPM tertinggi pada pembebanan 0 watt sebesar 3686 RPM sedangkan RPM terendah pada pembebanan 1.300 Watt sebesar 2413 RPM.
5. Nilai efisiensi termal biogas mengalami peningkatan seiring penambahan beban daya yang diberikan. Efisiensi terendah pada pembebanan 0 watt sebesar 0% sedangkan efisiensi tertinggi pada pembebanan 1300 watt sebesar 10,51%.

5.2 Saran

Selisih yang sangat jauh antara kapasitas teoritis dengan kapasitas aktual genset biogas kemungkinan karena kualitas biogas yang diumpankan berbeda pada tiap pengujian. Perlu adanya penelitian yang menguji tinggi rendahnya kualitas biogas dengan hasil uji kinerja genset baik dari daya maksimum maupun konsumsi biogas.

DAFTAR PUSTAKA

- Ana. 2011. *Perkembangan Digester Biogas di Indonesia*. Balai Besar Pengembangan Mekanisasi Pertanian. Digital Library.
- Barnett, et,all. 1982. *Biogas Technology in the Third World : A Multidisciplinary Review*.
- Bosch, R. 2001. *Gasoline-Engine Management, Basics and Components*. Stuttgart: Robert Bosch .
- Hambali E. 2007. *Teknologi Bioenergi*. Bogor: PT. Agromedia Pustaka.
- Mitzlaff K. 1988. *Engines for biogas*. Jerman : German Appropriate Technology Exchange.
- Razbani O, M. N, Assadi M. 2011. *Literatur Riview and Road Map for Using Biogas in Internal Combustion Engine. Prosiding of Third International Coverence on Applied Energy*. Norway: University of Stavanger.
- Said, S. 2008. *Membuat Biogas dari Kotoran Hewan*. Jakarta : Bentara Cipta Prima.
- Simamora. 2006. *Manajemen Sumber Daya Manusia*. Cetakan kedua. Yogyakarta : STIE TKPN.
- Statistik PLN. 2013 .*Energi Listrik* . Jakarta: Sekretariat Perusahaan PT PLN (Persero).
- Suyitno, S. A dan Dharmanto. 2010. *Teknologi Biogas*. Yogyakarta : Graha Ilmu
- Wahyuni S. 2011. *Biogas Energi Terbarukan Ramah Lingkungan dan Berkelanjutan*. Jakarta. Penebar Swadaya.
- Wahyuni S. 2013. *Panduan Praktis Biogas*. Jakarta. Penebar Swadaya.
- Wahyuni S. 2011. *Menghasilkan Biogas dari Aneka Limbah*. Jakarta: Agromedia

Wintolo, M dan Isdiyanto, R. 2011. *Prospek Pemanfaatan Biogas dari Pengolahan Air Limbah Industri Tapioka*. Ketenagalistrikan Dan Energi Terbaru vol. 10 (2) : 103-112.

Wiratmaja dan Rochiati. 2010. *Metode Penelitian Tindakan Kelas*. Bandung: Remaja Rosdakarya.