

Perancangan Alat Biogas Dari Enceng Gondok

Hajirun²

Jurusan Mesin Fakultas Teknik
Universitas Dayanu Ikhsanuddin Baubau-Indonesia
(corresponding author phone: +6285341918340; e-mail:
ajimarifatu@gmail.com)

Yustinus Edward Komerino Maturbongs¹

Jurusan Mesin Fakultas Teknik
Universitas Dayanu Ikhsanuddin Baubau
e-mail: rino.maturbongs@gmail.com

Abstrak—Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengkaji potensi eceng gondok tersebut dalam menghasilkan biogas dengan alat yang mudah dirakit, murah dan dapat bekerja dengan baik serta dapat mengetahui nilai kalor yang dihasilkan eceng gondok.

Metodologi pada proses pembuatan biogas dari eceng gondok yaitu sebelum dimasukkan ke dalam tabung fermentasi, eceng gondok terlebih dahulu harus dirajang halus. Setelah itu dicampur air bersih 1:1. 20 kg eceng gondok dicampur dengan 20 liter air, lantas diaduk merata. Setelah tercampur, masukkan ke dalam lubang pipa yang sudah disiapkan di ujung kiri tabung fermentasi yang akan mengalirkan gas ke drum penampungan setelah beberapa hari. Untuk mempercepat proses terbentuknya biogas maka diperlukan EM4 (*Effective Microorganism-4*).

Hasil pembahasan dari penelitian ini yaitu eceng gondok dapat digunakan sebagai energi alternatif yang menghasilkan gas metan, sebagai bahan bakar biogas melalui proses fermentasi anaerob.

Kesimpulan dari penelitian ini yaitu eceng gondok yang diperlukan untuk mendapatkan volume gas metan sebanyak : 0,122 m³ atau : 122 liter adalah 20 kg, atau setara : 0,05 liter minyak tanah.

Kata kunci : Eceng gondok, Gas metan, Biogas energi alternatif.

I. PENDAHULUAN

Kebutuhan masyarakat akan Bahan Bakar Minyak (BBM) atau jenis Gas (LPG) pada dasarnya dapat tergantikan oleh energi alternatif lain seperti Biogas yang di hasilkan dari proses biodigester dari bahan baku Eceng Gondok, potensi energi biogas tersebut sangat berkaitan dengan jumlah populasi Eceng Gondok itu sendiri serta dengan pola pemanfaatannya.

Eceng gondok (*Eichornia crassipes*) adalah salah satu jenis tumbuhan air mengapung. Eceng gondok memiliki kecepatan tumbuh yang tinggi sehingga tumbuhan ini dianggap sebagai Gulma yang dapat merusak lingkungan perairan. Eceng gondok dengan mudah menyebar melalui saluran air ke badan air lainnya.

Seiring berkembangnya pengetahuan dan teknologi masa kini, Eceng Gondok saat ini dapat dijadikan sebagai bahan baku yang bisa menghasilkan energi alternatif pengganti bahan bakar dikarenakan memiliki kandungan 43% hemiselulosa dan selulosa sebesar 17%. Hemiselulosa akan dihidrolisis menjadi glukosa oleh bakteri melalui proses anaerobic digestion, yang akan menghasilkan gas metan

(CH₄) dan karbondioksida (CO₂) sebagai biogas yang bisa menghasilkan api.

Biogas merupakan salah satu sumber energi alternatif yang paling efisien dan efektif untuk mengurangi ketergantungan terhadap bahan bakar minyak. Untuk memenuhi kebutuhan industri skala rumah tangga yang hemat energi, maka banyak kalangan yang berinisiatif mencari energi alternatif sebagai pengganti bahan bakar yang telah tersedia dengan mengingat semakin langkanya persediaan energi bahan bakar yang ada di Negara kita. Seperti yang telah diketahui bersama, Bahan Bakar Minyak (BBM) dalam beberapa tahun terakhir mengalami krisis. Oleh karena itu energi alternatif sebagai pengganti Bahan Bakar Minyak haruslah dimunculkan. Energi alternatif pengganti BBM ini salah satunya dapat diperoleh dari tanaman Eceng Gondok. Eceng Gondok yang dianggap gulma meresahkan, ternyata dapat memberikan berbagai keuntungan dan manfaat sebagai pengganti Bahan Bakar Minyak. Melalui proses biokonversi energi, Eceng Gondok dapat dibuat briket, biotanol, biogas dan lain-lain yang dapat menjadi energi alternatif masa kini.

Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengetahui proses pembuatan biogas dari eceng gondok dan nilai kalori biogas dari bahan eceng gondok sebagai bahan bakar alternatif.

II. LANDASAN TEORI

A. Definisi Biogas

1. Pengertian Biogas

Biogas yaitu gas yang dihasilkan dari sistem penguraian beberapa bahan organik oleh mikroorganisme pada keadaan langka oksigen (anaerob). Komponen biogas diantaranya seperti berikut : ± 60 Persen CH₄ (metana), ± 38 Persen CO₂ (karbon dioksida) serta ± 2 Persen N₂, O₂, H₂, & H₂S. Sumber daya Biogas yang utama yakni dari kotoran Sapi, Kerbau, Babi serta Kuda.

Komponen utama biogas adalah gas metan, disamping gas-gas lain, yang komposisinya sebagai berikut :

Tabel 2.1 Komponen utama Biogas

No	Nama gas	Rumus kimia	Jumlah
1.	Gas metan	CH ₄	54%-70%
2.	Karbon dioksida	CO ₂	27%-45%
3.	Nitrogen	N ₂	3%-5%
4.	Hidrogen	H ₂	1%-0%

5.	Karbon monoksida	CO	0,1%
6.	Oksigen	O ₂	0,1%
7.	Hidrogen sulfida	H ₂ S	Sedikit

Gas methan terbentuk karena proses fermentasi secara anaerobik (tanpa udara) oleh bakteri methan atau disebut juga bakteri anaerobik dan bakteri biogas yang mengurangi sampah-sampah yang banyak mengandung bahan organik (biomassa) sehingga terbentuk gas methan (CH₄) yang apabila dibakar dapat menghasilkan energi panas. Di daerah yang banyak industri pemrosesan makanan antara lain tahu, tempe, ikan pindang atau brem bisa menyatukan saluran limbahnya ke dalam sistem Biogas, sehingga limbah industri tersebut tidak mencemari lingkungan disekitarnya. Hal ini memungkinkan karena limbah industri tersebut di atas berasal dari bahan organik yang homogen. Jenis bahan organik yang diproses sangat mempengaruhi produktifitas sistem biogas disamping parameter-parameter lain seperti temperature digester, pH, tekanan dan kelembaban udara. Cara pembuatannya yaitu bahan organik dimasukkan ke dalam ruangan tertutup kedap udara (*digester*) sehingga bakteri anaerob akan membusukkan bahan organik tersebut yang kemudian menghasilkan gas (biogas). Biogas yang telah terkumpul di dalam digester selanjutnya dialirkan melalui pipa penyalur gas menuju tabung penyimpan gas atau langsung kelokasi penggunaannya.

2. Manfaat Biogas

Manfaat biogas yaitu untuk pengganti bahan bakar terutama minyak tanah serta dipergunakan untuk memasak lalu untuk bahan pengganti bahan bakar minyak (bensin, solar). Dalam taraf besar, *pembuatan biogas* bisa dipakai untuk pembangkit daya listrik. Di samping itu, dari sistem pembuatan biogas bakal dihasilkan bekas kotoran ternak yang bisa segera dipergunakan untuk pupuk organik pada tanaman (*biogas plant*). Potensi pengembangan Biogas di Indonesia tetap cukup besar. Hal itu mengingat cukup banyak populasi sapi, kerbau serta kuda, yakni 11 juta ekor sapi, 3 juta ekor kerbau serta 500 ribu ekor kuda pada th. 2005. Tiap-tiap 1 ekor ternak sapi/kerbau bisa dihasilkan + 2 m³ biogas /hari. Potensi ekonomis Biogas yaitu benar-benar besar, hal itu mengingat bahwasanya 1 m³ biogas bisa dipakai setara dengan 0,62 ltr minyak tanah. Selain itu pupuk organik yang dihasilkan dari sistem produksi biogas telah pasti memiliki nilai ekonomis yg tidak kecil juga.

3. Proses Pembentukan Biogas

Secara garis besar proses pembentukan gas bio dibagi dalam tiga tahap yaitu: hidrolisis, asidifikasi (pengasaman) dan pembentukan gas metana. Proses fermentasi anaerob bahan organik yang terdiri dari protein, karbohidrat dan lemak diuraikan menjadi asam propionat, asam asetat dan asam butirrat, yang selanjutnya proses tersebut menghasilkan gas methan dan karbon dioksida. (Bell, Aplikasi Biokonversi Limbah Organik. 1979)

4. Faktor-faktor yang mempengaruhi produksi Biogas

Pembentukan biogas dipengaruhi oleh beberapa faktor antara lain:

- 1) Bahan isian

Bahan baku isian berupa organik seperti kotoran ternak, limbah pertanian, enceng gondok, sisa dapur dan sampah organik. Bahan isian harus terhindar dari bahan anorganik seperti pasir, batu, beling dan plastik. Bahan baku dalam bentuk selulosa lebih mudah dicerna oleh bakteri anaerob. Jika bahan bakunya banyak mengandung zat kayu atau lignin. Enceng gondok dapat dijadikan bahan baku karena mengandung selulosa.

2) Rasio Karbon-Nitrogen(C/N)

Rasio C/N adalah perbandingan kadar karbon (C) dan kadar Nitrogen(N) dalam suatu bahan. Syarat ideal untuk proses digesti adalah C/N = 25-30. Karena itu, untuk mendapatkan produksi biogas yang tinggi, maka penambahan bahan yang mengandung karbon (C) seperti jerami, atau N (misalnya: urea) perlu dilakukan untuk mencapai rasio C/N = 25 - 30.

Berikut tabel yang menunjukkan kadar N dan rasio C/N dari beberapa jenis bahan organik.

Tabel 2.2 Rasio C/N dari beberapa jenis bahan organik

No	Bahan Organik	Rasio C/N	Kadar N (%)	Kekeringan Bahan (%)
1.	Kotoran Ayam	15	6,3	2
2.	Kotoran Kuda	25	2,8	-
3.	Kotoran Sapi, Kerbau	18	1,7	1 8
4.	Tinja manusia	6 - 10	5,5 - 6,5	1 1
5.	Buangan BPH	2	7 - 10	-
6.	Sampah Kota	54	1,05	-
7.	Jerami Jelai	68	1,05	-
8.	Sayuran	12	3,6	-
9.	Rumput Muda	12	4	-

3) Temperatur

Gas metana dapat diproduksi pada tiga range temperatur sesuai dengan bakteri yang hadir. Bakteri psychrophilic 0 - 7 0C, bakteri mesophilic pada temperatur 13 - 40 0C sedangkan thermophilic pada temperatur 55 - 60 0C.

Perkembangbiakan bakteri metan sangat dipengaruhi oleh temperature. Pencernaan anaerobik dapat berlangsung pada kisaran suhu 5° C - 55° C, sedangkan temperatur yang optimal untuk dapat menghasilkan biogas adalah 35° C.

4) Derajat keasaman (pH)

Bakteri berkembang dengan baik pada keadaan yang agak asam (pH antara 6,6 - 7,0) dan pH tidak boleh di bawah 6,2. Karena itu, kunci utama dalam kesuksesan operasional biodigester adalah dengan menjaga agar temperatur konstan (tetap) dan input material sesuai. PH berpengaruh terhadap pertumbuhan dan aktivitas mikroba. Organisme-organisme metan sangat sensitive terhadap perubahan pH dan paling efisien dalam batas-batas pH yang berkisar antara 6,4-7,8. Dalam prakteknya pembatasan pH yang sempit ini tidaklah selalu mungkin, tetapi harus ditekankan bahwa pH 6 dan diatas pH 8 kecepatan perkembangan

organism merosot dengan sangat pesat. Untuk mencegah penurunan pH pada awal pencernaan dan mendaga pH pada kisaran yang dibutuhkan, maka perlu ditambahkan larutan kapur($\text{Ca}(\text{OH})_2$) atau kapur (CaCO_3).

5) Lama fermentasi

Produksi biogas sudah terbentuk sekitar 10 hari. Setelah 10 hari fermentasi sudah terbentuk kira-kira 0,1-0,2 m³/kg dari berat bahan kering. Peningkatan penambahan waktu fermentasi dari sepuluh hari hingga 30 hari meningkatkan produksi biogas sebesar 50%. Pada hari ke-30 fermentasi biogas yang terbentuk mencapai maksimal. Dan setelah 30 hari fermentasi terjadi penurunan jumlah biogas.

5. Digester Biogas

Digester yaitu tempat fermentasi atau pembusukan enceng gondok yang terbuat dari drum yang dimodifikasi sehingga udara tidak bisa masuk. Pemilihan jenis biodigester disesuaikan dengan kebutuhan dan kemampuan pembiayaan/finansial. Dari segi konstruksi, biodigester dibedakan menjadi :

- Fixed dome* (Tangki Tetap) Biodigester ini memiliki volume tetap sehingga produksi gas akan meningkatkan tekanan dalam reaktor (biodigester). Karena itu, dalam konstruksi ini gas yang terbentuk akan segera dialirkan ke pengumpul gas di luar reaktor.
- Floating dome* (Tangki Terapung) Pada tipe ini terdapat bagian pada konstruksi reaktor yang bisa bergerak untuk menyesuaikan dengan kenaikan tekanan reaktor. Pergerakan bagian reaktor ini juga menjadi tanda telah dimulainya produksi gas dalam reaktor biogas. Pada reaktor jenis ini, pengumpul gas berada dalam satu kesatuan dengan reaktor tersebut.

Dari segi aliran bahan baku reaktor biogas, biodigester dibedakan menjadi :

- Bak (batch)* Pada tipe ini, bahan baku reaktor ditempatkan di dalam wadah (ruang tertentu) dari awal hingga selesainya proses digesti. Umumnya digunakan pada tahap eksperimen untuk mengetahui potensi gas dari limbah organik.
- Mengalir (continuous)* Untuk tipe ini, aliran bahan baku masuk dan residu keluar pada selang waktu tertentu. Lama bahan baku selama dalam reaktor disebut waktu retensi.

6. Perbandingan Nilai Kalor Biogas

Nilai kalori biogas tergantung pada komposisi metana dan karbon dioksida, dan kandungan air didalam gas. Gas mengandung banyak kandungan air akibat dari temperatur pada saat proses, kandungan air pada bahan dapat menguap dan bercampur dengan metana. Pada biogas dengan kisaran normal yaitu 60-70% metana dan 30-40% karbondioksida, nilai kalori antara 20 – 26 J/kg.

B. Enceng Gondok

1. Definsi Eceng Gondok

Enceng gondok (Latin:*Eichhornia crassipes*) adalah salah satu jenis tumbuhan air mengapung. Selain dikenal dengan nama enceng gondok, di beberapa daerah di Indonesia, enceng gondok mempunyai nama lain seperti di daerah Palembang dikenal dengan nama Kelipuk, di Lampung dikenal dengan nama Ringgak, di Dayak dikenal dengan nama Ilung-ilung, di Manado dikenal dengan nama Tumpe. Enceng gondok pertama kali ditemukan secara tidak sengaja oleh seorang ilmuwan bernama Carl Friedrich Philipp von Martius, seorang ahli botani berkebangsaan Jerman pada tahun 1824 ketika sedang melakukan ekspedisi di Sungai Amazon Brasil. Enceng gondok memiliki kecepatan tumbuh yang tinggi sehingga tumbuhan ini dianggap sebagai gulma yang dapat merusak lingkungan perairan. Enceng gondok dengan mudah menyebar melalui saluran air ke badan air lainnya. Enceng gondok hidup mengapung di air dan kadang-kadang berakar dalam tanah. Tingginya sekitar 0,4-0,8 meter. Tidak mempunyai batang. Daunnya tunggal dan berbentuk oval. Ujung dan pangkalnya meruncing, pangkal tangkai daun menggelembung. Permukaan daunnya licin dan berwarna hijau. Bunganya termasuk bunga majemuk, berbentuk bulir, kelopakanya berbentuk tabung. Bijinya berbentuk bulat dan berwarna hitam. Buahnya kotak beruang tiga dan berwarna hijau. Akarnya merupakan akar serabut.

Enceng gondok tumbuh di kolam-kolam dangkal, tanah basah dan rawa, aliran air yang lambat, danau, tempat penampungan air dan sungai. Tumbuhan ini dapat beradaptasi dengan perubahan yang ekstrem dari ketinggian air, arus air, dan perubahan ketersediaan nutrisi, pH, temperatur dan racun-racun dalam air. Pertumbuhan enceng gondok yang cepat terutama disebabkan oleh air yang mengandung nutrisi yang tinggi, terutama yang kaya akan nitrogen, fosfat dan potasium. Kandungan garam dapat menghambat pertumbuhan enceng gondok seperti yang terjadi pada danau-danau, dimana enceng gondok akan bertambah sepanjang musim hujan dan berkurang saat kandungan garam naik pada musim kemarau.



Gambar 2.1 Tanaman Eceng Gondok

2. Dampak Negatif

Kolam yang dipenuhi enceng gondok yang sedang berbunga akibat-akibat negatif yang ditimbulkan enceng gondok antara lain :

- Meningkatnya evapotranspirasi (penguapan dan hilangnya air melalui daun-daun tanaman), karena daun-daunnya yang lebar dan serta pertumbuhannya yang cepat.

- b. Menurunnya jumlah cahaya yang masuk kedalam perairan sehingga menyebabkan menurunnya tingkat kelarutan oksigen dalam air (DO: *Dissolved Oxygens*).
- c. Tumbuhan eceng gondok yang sudah mati akan turun ke dasar perairan sehingga mempercepat terjadinya proses pendangkalan.
- d. Mengganggu lalu lintas (transportasi) air, khususnya bagi masyarakat yang kehidupannya masih tergantung dari sungai seperti di pedalaman Kalimantan dan beberapa daerah lainnya.
- e. Meningkatkan habitat bagi vektor penyakit pada manusia.
- f. Menurunkan nilai estetika lingkungan perairan.

3. Manfaat Eceng Gondok

Bagi kebanyakan orang eceng gondok selama ini dianggap sebagai tanaman jenis gulma yang merugikan. Tanaman itu kerap merusak habitat air di sekitarnya. Namun, pendapat itu tidak berlaku. Dalam penelitian ini, saya akan membahas bagaimana peran tanaman eceng gondok memiliki potensi sebagai biogas. Agar tidak selalu dianggap gulma pengganggu, berbagai kalangan ada yang menyiasati pemanfaatan Eceng Gondok sebagai tanaman yang berdaya guna. Diantaranya memanfaatkan Eceng Gondok sebagai bahan kerajinan, bahan pembuatan kertas, kompos, pakan ternak, media pertumbuhan bagi jamur merang dsb. Akan sangat menarik untuk melihat potensi biokomposit ini. Eceng Gondok yang dianggap gulma meresahkan, ternyata dapat memberikan berbagai keuntungan dan manfaat sebagai pengganti Bahan Bakar Minyak. Melalui proses biokonversi energi, Eceng Gondok dapat dibuat briket, biotanol, biogas dan lain-lain yang dapat menjadi energi alternatif masa kini.

Untuk menghasilkan biogas dari eceng gondok cukup mempergunakan eceng gondok basah yang telah dipotong-potong dan dimasukkan kedalam wadah seperti drum untuk skala menengah atau botol aqua untuk skala kecil kemudian tutup dan biarkan berlangsung proses fermentasi oleh bakteri sehingga akan menghasilkan methan. Dan zat methan ini yang berperan pada produksi biogas dalam skala lapangan. Selain methan gas lain yang dihasilkan adalah CO₂, O₂, N₂. Biogas yang bagus adalah biogas yang porsi methannya tinggi.

4. Proses cara membuat biogas dari eceng gondok

Proses cara membuat biogas dari eceng gondok ini sangat mudah untuk dilakukan, hanya memerlukan perlengkapan seperti tabung fermentasi yang sudah terhubung dengan tabung pengumpul gas lalu diteruskan ke kompor. Dalam biogas ini hanya tiga yang dibutuhkan yaitu tabung fermentasi, tabung penampung gas, serta kompor sebagai media pembakar. Eceng gondok yang nantinya akan dimasukkan kedalam tabung fermentasi sebelumnya harus sudah dihaluskan terlebih dahulu dan dicampur air bersih dengan banyak/setara dengan eceng gondok lalu diaduk merata setelah itu baru dimasukkan ke dalam tabung fermentasi melalui lubang pipa yang telah disiapkan pada ujung kiri tabung fermentasi.

Eceng gondok yang telah dirajang halus sebanyak 20 kg akan menghasilkan gas yang dapat digunakan dalam waktu sekitar 7 hari dalam setiap harinya dipakai 30

menit. Ketika biogas telah digunakan, tabung fermentasi dapat diisi dengan eceng gondok yang baru secara terus menerus.

III. METODOLOGI PENELITIAN

A. Waktu dan Tempat Penelitian

Waktu penelitian ini dilakukan kurang lebih selama 3 (tiga) bulan, mulai dari bulan November 2015 sampai dengan bulan Januari 2016 dan bertempat di Laboratorium Teknik Mesin Universitas Dayanu Ikhsanuddin Baubau.

Adapun metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah metode eksperimental dimana metode ini untuk mengetahui kinerja dari alat penghasil biogas yang dirancang dengan menguji coba alat di Laboratorium Teknik Mesin Universitas Dayanu Ikhsanuddin Baubau.

B. Alat dan Bahan yang digunakan

1. Alat Kerja Yang di Gunakan

Alat-alat yang digunakan untuk menunjang berhasilnya pembuatan alat penghasil biogas adalah :

- a. Las digunakan untuk menyambung Drum agar tidak bocor saat pengujian fermentasi dengan menggunakan tenaga panas.
- b. Martil digunakan untuk memperbaiki drum agar proses pengelasan teratur dan rapi.
- c. Gergaji besi digunakan untuk memotong pipa besi.
- d. Penggaris digunakan untuk menggaris bahan yang dibutuhkan
- e. Timbangan digunakan untuk mentakar banyaknya eceng gondok.
- f. Ember digunakan untuk mengambil air.
- g. Sarung tangan digunakan untuk melapisi tangan saat mengelas maupun memasukan eceng gondok.
- h. Meter digunakan untuk mengukur jarak pipa yang dibutuhkan.
- i. Senel pipa untuk menyambung pipa yang digunakan.

Bahan yang digunakan untuk membuat alat penghasil biogas ini berupa :

- a. Tangki (drum) besi digunakan untuk menampung eceng gondok dan air
- b. Eceng gondok digunakan untuk menghasilkan biogas
- c. Air digunakan untuk mencampur eceng gondok
- d. Pipa besi digunakan untuk proses pembuatan biogas
- e. Pipa PVC digunakan untuk proses pembuatan biogas
- f. Selang digunakan untuk proses pembuatan biogas
- g. Kran digunakan untuk proses pembuatan biogas
- h. Pengikat selang digunakan untuk mengikat selang
- i. Baut dan mur
- j. Manometer adalah alat pengukur tekanan gas yang dihasilkan oleh digester.
- k. Cat digunakan untuk mengecat drum.
- l. Lem pipa digunakan untuk merekatkan pipa PVC
- m. Lem besi digunakan untuk merekatkan pipa besi
- n. Dempul digunakan untuk mendempul bahan yang bocor sebelum di cat.
- o. Corong
- p. EM4 (*Effective Microorganism-4*) adalah bahan organik yang digunakan untuk mempercepat proses

fermentasi sehingga dapat mempercepat proses pembentukan biogas.

q. Klep searah digunakan untuk mengancing selang.

C. Prosedur Pengujian

Adapun prosedur pengujian yang harus diperhatikan yaitu :

1. Sebelum dimasukkan ke dalam tabung fermentasi, eceng gondok terlebih dahulu harus dirajang halus. Setelah itu dicampur air bersih 1:1. 20 kg eceng gondok dicampur dengan 20 liter air, lantas diaduk merata.
2. Setelah tercampur, masukkan ke dalam lubang pipa yang sudah disiapkan di ujung kiri tabung fermentasi yang akan mengalirkan gas ke drum penampungan setelah beberapa hari.
3. Untuk mempercepat proses terbentuknya biogas maka diperlukan EM4 (*Effective Microorganism-4*). EM4 merupakan media berupa cairan yang berisi mikroorganisme yang dapat memecah senyawa polimer (dalam hal ini adalah karbohidrat, lemak, dan protein) menjadi senyawa monomernya.
4. Enceng gondok yang sudah dirajang halus sebanyak 20 kg dapat menghasilkan gas yang dapat dipakai selama 7 hari, dan setiap harinya dapat dipakai selama 30 menit.

Ketika menggunakan biogas untuk memasak, tabung fermentasi bisa kembali diisi dengan eceng gondok baru. Secara terus menerus eceng gondok bisa terus dimasukkan ke dalam tabung fermentasi. Karena dalam tabung tersebut sudah terpasang pipa untuk proses pengeluaran, ampas eceng gondok akan mengalir dengan sendirinya bila eceng gondok baru masuk ke dalam tabung. Ampas ini bisa digunakan untuk pupuk kompos.

IV. ANALISIS HASIL DAN PEMBAHASAN

A. Pembahasan

Alat penghasil biogas dari enceng gondok ini terbuat dari bahan yang murah dan mudah didapat yaitu terbuat dari tangki (drum) besi yang bisa digunakan sebagai penyimpanan minyak tanah.

Alat ini terdiri atas dua komponen utama, yaitu :

1. Tangki pencerna (biodigester)
2. Tangki pengepul gas

Hal ini sesuai dengan Yunus (2005) yang menyatakan bahwa digester atau tangki pencerna dapat dibuat dari bahan plastic, karet, drum, dan semen atau beton.

Alat penghasil biogas dari enceng gondok ini bekerja dengan cara memasukan bahan isian enceng gondok, air, EM4 (*Effective Microorganism-4*) dengan perbandingan 1:1. Perbandingan tersebut yaitu, 20 kg eceng gondok dicampur dengan 20 liter air, selanjutnya diaduk merata, setelah tercampur bahan-bahan tersebut dimasukkan kedalam libang pipa di ujung kiri tabung fermentasi. Yang akan dilakukan proses fermentasi selama 10 hari. Gas yang dihasilkan setelah proses fermentasi dengan sendirinya mengalir ketangki pengepul gas, dengan memanfaatkan gaya dorong air yang ada pada tangki pengepul maka massa tangki pengepul dapat terangkat dengan semakin bertambahnya produk biogas. Agar pergerakan kenaikan tangki pengepul tetap kedalam keadaan

vertikal maka dipasang batang penyangga, jika tangki pada ketinggian maksimal maka gas dapat di alirkan ke kompor biogas. Besar kecilnya api yang didapat disesuaikan dengan menguba-ubah posisi kran yang ada pada tangki pengepul.

Secara konstruksi alat ini termasuk dalam jenis floating drum, kerana produksi gas yang dihasilkan dari tangki pencerna memiliki tekanan yang cukup untuk mengapungkan/mengangkat tangki pengepul. Hal ini sesuai dengan yang dinyatakan oleh Indartono (2005) yang menyatakan bahwa floating drum berarti ada bagian pada konstruksi reaktor yang bisa bergerak untuk menyesuaikan dengan tekanan reaktor, pergerakan bagian reaktor tersebut juga menjadi tanda telah dimulainya produksi gas dalam reaktor gas dalam reaktor biogas.

Berdasarkan hasil dari pengujian alat maka didapat data sebagai berikut :

Tabel 4.1 Data hasil pengujian alat penghasil biogas dari enceng gondok

No	Uraian	Data Yang Diperoleh
1.	Volume tabung pencerna	119 liter
2.	Volume enceng gondok	75 liter
3.	Tekanan gas methan (CH4)	3,14 N/m ²
4.	Laju Aliran gas methan (CH4)	6,78.10 ⁻⁶ m ³ /sec
5.	Kecepatan aliran gas methan (CH4)	5,42.10 ⁻² m/sec
6.	Tinggi tekanan total gas methan (CH4)	2,915868 m
7.	Temperatur nyala gas yang dihasilkan rata-rata	145,5 ⁰ C
8.	Nilai kalor atas (HHV)	55,529 kJ/kg
9.	Nilai kalor bawah (LHV)	49,994 kJ/kg

Dari nilai-nilai diatas, maka pemakaian enceng gondok sebagai bahan bakar alternatif dalam bentuk gas methan yang dihasilkan cukup baik, dapat dibandingkan dengan minyak tanah (kerosin) yang mempunyai nilai kalor sebagai berikut :

Nilai kalor atas (HHV) kerosin (minyak tanah) =45,940 kJ/kg. Terlihat bahwa nilai kalor gas methan (CH4) lebih tinggi dari nilai kalor kerosin. Sehingga, gas methan layak digunakan sebagai bahan bakar alternatif pengganti minyak tanah.

B. Analisa Perhitungan

Pada saat pengisian enceng gondok kedalam tangki pencerna sudah pada saat tercapur dengan air dan sudah tidak ada benda padat/keras ke dalam volume tangki yang 200 L. Maka volume enceng godok dapat dihitung dengan :

1) Volume Tabung Diagester (Penampung Enceng Gondok)

$$\begin{aligned}
 V_{td} &= \frac{\pi}{4} d^2 \times t \\
 &= \frac{3,14}{4} (0,585m)^2 \times 0,44 m \\
 &= 0,119 m^3 \\
 &119 \text{ Liter}
 \end{aligned}$$

Dimana :

V_{td} = Volume tabung diagester (Liter)

t = tinggi permukaan enceng gondok pada tangki pencerna (0,44 m)

$$d = \text{Diameter wada (0,585 m)}$$

$$\pi = 3,14$$

Jadi perbandingan volume tabung diagester dengan volume enceng gondok yaitu :

$$\text{Volume tabung diagester} : \text{Volume enceng gondok}$$

$$\frac{\pm}{\pm} 119 \text{ Liter} : 75 \text{ Liter}$$

Maka volume yang kosong didalam tabung diagester adalah 44 Liter.

2) Aliran Gas Methana

Berat methana (γ) dapat digunakan dengan rumus sebagai berikut :

$$\begin{aligned} \gamma &= \rho \times g \\ &= 0,667 \text{ kg/m}^3 \times 9,81 \text{ m/s}^2 \\ &= 6,54 \text{ N/m}^3 \end{aligned}$$

Dimana :

$$\gamma = \text{Berat Gas methana (N/m}^3\text{)}$$

$$\rho = \text{Massa Gas methan (0,667 kg/m}^3\text{)}$$

$$g = \text{Percepatan grafitasi (9,81 m/s}^2\text{)}$$

a. Gaya yang bekerja pada pipa penangkap gas methana :

$$F = \gamma \cdot h \cdot A$$

Dimana :

$$F = \text{Gaya pada pipa penangkap (N)}$$

$$\gamma = \text{Berat jenis fluida (N/m}^3\text{)}$$

$$h = \text{Ketinggian (0,48 m)}$$

$$A = \text{Luas penampung (m}^2\text{)}$$

b. Pada perancangan pipa penangkap gas methana ini menggunakan pipa medium berdiameter 1/2 inci. Penampung pipa dengan diameter pipa 1/2 inci atau setara dengan 0,0127 m.

$$\begin{aligned} A &= d^2 \\ &= \pi \times 0,0127^2 \text{ m}^2 \\ &= 1,266 \times 10^{-4} \text{ m}^2 \end{aligned}$$

Dimana :

$$A = \text{Luas penampung (m}^2\text{)}$$

$$D = \text{Diameter pipa (0,0127 m)}$$

$$= 3,14$$

Jadi gaya terjadi adalah :

$$\begin{aligned} F &= \gamma \cdot h \cdot A \\ &= 6,5464 \text{ N/m}^3 \times 0,48 \text{ m} \times 1,266 \cdot 10^{-4} \text{ m}^2 \\ &= 3,98 \times 10^{-4} \text{ N} \end{aligned}$$

c. Tekanan yang terjadi pada pipa penangkap gas methana

$$\begin{aligned} P &= \frac{F}{A} \\ &= \frac{3,98 \cdot 10^{-4} \text{ N}}{1,266 \cdot 10^{-4} \text{ m}^2} \\ &= 3,14 \frac{\text{N}}{\text{m}^2} \end{aligned}$$

Dimana :

$$P = \text{Tekanan gas methana (N/m}^2\text{)}$$

$$F = \text{Gaya pada pipa penangkap (N)}$$

$$A = \text{Luas penampung (m}^2\text{)}$$

d. Laju aliran gas methana

Pada saat kran terbuka tekanan pada tangki penampung gas methana sama pada pipa penangkap gas methana, analisisnya kapasitas gas methana pada tangki sama dengan pipa penangkap gas.

$$Q_1 = Q_2 = Q$$

Dimana :

$$Q_2 = \frac{V}{t}$$

V = Volume tangki penampung

F = Rentan waktu penampung gas

Maka dengan Volume :

$$\begin{aligned} V &= d^2 t \\ &= (0,046)^2 \times 0,735 \text{ m} \\ &= 0,122 \text{ m}^3 \end{aligned}$$

Maka :

$$\begin{aligned} Q &= \frac{V}{t} \\ &= \\ &= 6,78 \cdot 10^{-6} \text{ m}^3/\text{s} \end{aligned}$$

Dimana :

$$d = \text{diameter tangki penampung (0,046 m)}$$

$$t = \text{tangki penampung (0,735 m)}$$

e. Kecepatan aliran gas methana.

Karena kapasitas gas dianggap sama untuk kedua ruang, jadi kapasitas dipipa penangkap gas methana 6,78. 10⁻⁶ m³/s. Sehingga kecepatan aliran gas methana di pipa.

$$V =$$

Dimana :

$$\begin{aligned} A &= d^2 \\ &= (0,0127)^2 \\ &= 1,125 \cdot 10^{-4} \text{ m}^2 \end{aligned}$$

Maka :

$$\begin{aligned} V &= \frac{Q}{A} \\ &= \\ &= 5,42 \cdot 10^{-2} \text{ m/s} \end{aligned}$$

Dimana :

$$V = \text{Kecepatan gas methane pada pipa (m}^3/\text{s)}$$

$$Q = \text{Kapasitas gas methane (m}^3/\text{s)}$$

$$A = \text{Luas penampung gas (m}^2\text{)}$$

$$d = \text{Diameter pipa penangkap gas methane (0,0127 m)}$$

3) Penentuan Jenis Aliran Fluida (Gas Methane) Didalam Pipa

Untuk mengetahui apakah aliran tersebut laminar atau turbulen adalah didasarkan pada bilangan Reynold.

Untuk Re < 2300 = aliran bersifat laminar

Untuk Re > 2300 = aliran bersifat turbulen

Bilangan Reynold pada pipa instalasi :

$$\begin{aligned} Re &= \frac{\rho \cdot v \cdot d}{\mu} \\ &= \frac{0,667 \text{ m}^3/\text{m}^3 \cdot 5,42 \cdot 10^{-2} \text{ m/s} \cdot 0,0127 \text{ m}}{1,1 \cdot 10^{-5}} \\ &= 41,74 \text{ (jenis aliran : laminar)} \end{aligned}$$

Dimana :

ρ = Massa jenis gas methane (kg/m^3)

v = Kecepatan gas methane (m/s)

μ = Viskositas absolute methane $1,1 \cdot 10^{-5}$

d = Diameter pipa penangkap gas methane (0,0127 m)

4) Perhitungan Head Total

Head total untuk mengalirkan jumlah fluida seperti yang direncanakan dapat ditentukan dari kondisi instalasi pipanya, sehingga head total dapat dihitung dengan rumus :

$$H_{total} = H_f + H_{fb} + Z$$

a. Mayor losses

Mayor losses adalah kerugian yang dialami oleh aliran fluida didalam pipa yang disebabkan oleh angka kekerasan pipa, diameter dan gesekan pipa. Untuk losses gesekan pipa dapat dicari dengan persamaan.

$$H_f = f x$$

Jika yang terjadi adalah aliran laminar, maka koefisiensi (f) :

$$f = \frac{64}{Re}$$

$$f = \frac{64}{41,74}$$

$$f = 1,535$$

jadi mayor losses pada pipa :

$$H_f = f \frac{L x v^2}{2 x D x g}$$

$$= 1,535 \frac{2 m x (0,0542)^2}{2 x 0,0127 x 10 m/s^2}$$

$$= 1,310189 m$$

Dimana :

f = Koefisiensi gesek

L = Panjang pipa instalasi (m)

d = Diameter pipa penangkap gas methane (0,0127 m)

g = Percepatan gravitasi ($10 m/s^2$)

H_f = Kerugian mayor (m)

b. Minor losses

Suatu kerugian yang dialami aliran fluida yang disebabkan oleh belokan, katup, jaringan dan pembesaran pipa serta pengecilan.

Losses karena belokan :

$$H_{fb} = f \frac{v^2}{2 x g}$$

Jika

$$f = [0,131 + 1,847 \left(\frac{D}{ZR} \right)^{3,5}] \cdot \frac{90}{90}^{0,5}$$

Maka :

$$f = [0,131 + 1,847 \left(\frac{1}{2 \times 1} \right)^{3,5}] \cdot \frac{90}{90}^{0,5}$$

$$= 13,846 x 0,5$$

$$= 6,923$$

Dimana :

f = Koefisiensi gesek

Z = Ketinggian pipa instalasi (m)

θ = Belokan dengan sudut = 90^0

g = Percepatan gravitasi ($10 m/s^2$)

$D/R = 1$

Dalam instalasi pipa saluran gas methane yang direncanakan terdapat belokan 90^0 sebanyak 3 buah.

$$f = 3 x 6,923$$

$$= 20,769$$

Maka untuk instalasi pipa saluran gas yang direncanakan :

$$H_{fb} = f \frac{v^2}{2 x g}$$

$$= 20,769 \frac{(0,0542)^2 m}{2 x 10 m/s^2}$$

$$= 1,12568 m$$

Maka tinggi tekanan total (H_{total})

$$H_{total} = H_f + H_{fb} + Z$$

$$= 1,310189 + 1,12568 + 0,48$$

$$= 2,915868 m$$

5) Temperatur Yang Dihasilkan

Tabel 4.2 Temperatur yang dihasilkan

No.	Waktu	Temperatur
1.	1 Menit	230 0F
2.	2 Menit	251 0F
3.	3 Menit	338 0F
4.	4 Menit	330 0F
5.	5 Menit	321 0F

Cari ke $= ^0C$

1. 230 $^0F = \dots?$ (Pada menit ke 1)

$$= \dots ^0C$$

$$^0C/5 = (^0F - 32)/9$$

$$= (230 - 32)/9$$

$$= 198/9$$

$$^0C/5 = 22$$

$$^0C/5 = 22 x 5$$

$$= 110 ^0C$$

2. 251 $^0F = \dots?$ (Pada menit ke 2)

$$= \dots ^0C$$

$$^0C/5 = (^0F - 32)/9$$

$$= (251 - 32)/9$$

$$= 219/9$$

$$^0C/5 = 24,3$$

$$^0C/5 = 24,3 x 5$$

$$= 121,5 ^0C$$

3. 338 $^0F = \dots?$ (Pada menit ke 3)

$$= \dots ^0C$$

$$^0C/5 = (^0F - 32)/9$$

$$= (338 - 32)/9$$

$$= 306/9$$

$$^0C/5 = 34$$

$$^0C/5 = 34 x 5$$

$$= 170 ^0C$$

4. 330 $^0F = \dots?$ (Pada menit ke 4)

$$= \dots ^0C$$

$$^0C/5 = (^0F - 32)/9$$

$$= (330 - 32)/9$$

$$= 298/9$$

$$\begin{aligned} 0C/5 &= 33,1 \\ 0C/5 &= 33,1 \times 5 \\ &= 165,5 \text{ } 0C \end{aligned}$$

5. $321 \text{ } 0F = \dots?$ (Pada menit ke 5)

$$\begin{aligned} &= \dots \text{ } 0C \\ 0C/5 &= (0F - 32)/9 \\ &= (321 - 32)/9 \\ &= 289/9 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} 0C/5 &= 32,1 \\ 0C/5 &= 32,1 \times 5 \\ &= 160,5 \text{ } 0C \end{aligned}$$

6) Nilai Kalor Untuk Gas Methan (CH₄)

- Nilai kalor atas (HHV) = 55,529 kJ/kg
- Nilai kalor bawah (LHV) = 49,994 kJ/kg
- Pada tekanan (P) = 100 kPa dan Temperatur (T) = 25 °C

Nilai kalor diatas diperoleh dari tabel sifat-sifat pereaksi (Prinsip-prinsip kenvensi energi, hal 468, oleh Archie W. Culp, Jp).

V. KESIMPULAN DAN SARAN

A. Kesimpulan

Adapun kesimpulan yang didapat setelah melakukan perancangan alat dan hasil perhitungan, yaitu :

1. Enceng gondok dapat digunakan sebagai energi alternatif yang menghasilkan gas methan, sebagai bahan bakar biogas melalui proses fermentasi anaerob yang dilakukan dengan merancang alat penghasil gas methan, melalui tahapan-tahapan tertentu.
2. Enceng gondok yang diperlukan untuk mendapatkan volume gas methan sebanyak : 0,122 m³ atau : 122 liter adalah 20 kg, atau setara : 0,05 liter minyak tanah.
3. Nilai kalor yang diperoleh gas methan dari hasil pengolahan enceng gondok cukup tinggi (HHV=55,529 kJ/kg) dan layak digunakan sebagai bahan bakar alternatif pengganti minyak tanah.

B. Saran

Adapun saran-saran yang dapat diberikan dalam penelitian ini yaitu :

1. Untuk penelitian selanjutnya dapat digunakan bahan-bahan organik lainnya untuk dijadikan gas methan (terdiri dari : protein, karbohidrat dan lemak)
2. Biogas dengan bahan enceng gondok ini dapat dimanfaatkan sebagai bahan bakar alternatif dan perlu disosialisasikan kepada masyarakat agar dapat mengetahui manfaat enceng gondok, disamping itu biaya yang digunakan juga cukup terjangkau

DAFTAR PUSTAKA

Anton, 2011, *Bahan bakar gas yang ramah lingkungan*, Makalah penelitian.
Arnold Y, 2012, *Produksi biogas dari enceng gondok*”jurnal teknologi kimia dan industri, vol.1 No.1. hal 412-417.
Ahyal dan Samsuddin, 2013, *Skripsi Rancang Bangun Alat Penghasil Biogas Dari Kotoran Ternak Sapi (Model Terapung)*. Universitas Dayanu Ikhsanuddin Baubau.

Badrussalam, R. 2011. *Membuat Biogas dari Bahan Organik*. Indonesia: Gramedia Online Shopper.
Hadi, N.,1990. Gas Bio sebagai bahan bakar. Lemigas, Cepu
Indartono, Y.S.,2005. Reaktor Biogas Skala Menengah (Bagian Pertama).
Paimin., 2001. Alat Pembuat Biogas dari Drum, Penebar Swadaya. Jakarta.
Wahyu, Sri MP. 2008. *Biogas*. Jakarta: Penebar Swadaya.
Wahyuni, Sri Se. Mp. 2011. *Menghasilkan Biogas dari Aneka Limbah*. Indonesia: Agro Media Pustaka.
Widarto L & FX. Sudarto. 1997. *Teknologi Tepat Guna: Membuat Biogas*. Yogyakarta: Kanisius.
Yunus, M.,1995. Teknik Membuat dan Memanfaatkan Unit Biogas. Universitas Gajah Mada Press, Yogyakarta.
http://id.wikipedia.org/wiki/Eceng_gondok, diakses Tanggal 03 November 2015.
<http://cybersatu.blogspot.com/2011/05/pengertian-biogas-manfaat-energi-biogas.html>. diakses Tanggal 03 November 2015. <http://bit.ly/fxzulu.com/2012/pengertian-eceng-gondok-jadi-biogas.html>. diakses Tanggal 05 November 2015.