



Seminar Nasional Keinsinyuran (SNIP)

Alamat Prosiding: snip.eng.unila.ac.id



Instalasi Biogas Rumah Tangga Dengan Memanfaatkan Limbah Kotoran Sapi Sebagai Bahan Baku

Febriyani ^{a,*}

^aProgram Studi Program Profesi Insinyur Universitas Lampung, Jl. Prof. Soemantri Brojonegoro, Bandar Lampung 35145

INFORMASI ARTIKEL

ABSTRAK

Riwayat artikel:

Diterima 30 Agustus 2021

Direvisi 18 November 2021

Diterbitkan 24 Desember 2021

Kata kunci:

Biogas

Limbah Kotoran Sapi

Energi Alternatif

Digester

Minyak bumi tidak dapat lagi diandalkan sebagai sumber energi. Di samping harganya yang semakin tinggi, minyak bumi juga merupakan sumber energi tak terbarukan yang semakin lama keberadaannya akan semakin langka. Salah satu sumber energi alternatif yang dapat dikembangkan adalah biogas. Pemerintah Provinsi Lampung melalui Dinas Energi dan Sumber Daya Mineral pada Tahun 2018 menyalurkan bantuan berupa pembangunan peralatan biogas beserta kelengkapannya, tersebar kepada para penduduk yang memiliki ternak sapi di Kabupaten Lampung Timur sebanyak 73 unit. Tulisan ini bertujuan untuk memberikan informasi mengenai proses pembuatan biogas dari limbah kotoran sapi, mengetahui bangunan dan peralatan kelengkapan yang dibutuhkan dan mengetahui nilai ekonomis dari penggunaan limbah kotoran sapi sebagai sumber energi alternatif. Pada pembangunan peralatan biogas skala rumah tangga di Kabupaten Lampung Timur Provinsi Lampung, reaktor biogas (*digester*) yang digunakan adalah *digester* tipe kubah (*fixed dome*), dengan limbah kotoran sapi sebagai bahan baku utama. Reaktor ini memiliki 2 kegunaan, yaitu sebagai tempat mencerna kotoran sapi dan sebagai rumah bakteri. Bagian ini dibuat dengan kedalaman 1,525 m atau volume 4 m³ menggunakan pasangan bata. Kubah dibuat dari beton cor dengan tulangan menggunakan bilah bambu. Proses pembuatan biogas dilakukan dengan menggunakan *digester* sebagai reaktor dan dilengkapi dengan bangunan lainnya sebagai *inlet*, *outlet* dan *slurry* serta instalasi perpipaan sebagai saluran pengeluaran gas dan *water drain*. Penggunaan limbah kotoran sapi sebagai *input* atau bahan baku mampu menghemat pengeluaran LPG sebesar Rp960.000,00 per tahun dan memberikan penghasilan tambahan sebesar Rp1.680.000,00 per tahun dari pengelolaan dan penjualan pupuk kompos.

1. Pendahuluan

Pemenuhan kebutuhan bahan bakar minyak sebagai sumber energi mutlak dilakukan. Karena sumber energi menjadi salah satu faktor penentu keberlangsungan hidup manusia. Sumber energi minyak bumi tidak dapat lagi menjadi satu-satunya sumber energi yang dapat diandalkan. Di samping harganya yang semakin tinggi, minyak bumi juga merupakan sumber energi tak terbarukan yang semakin lama keberadaannya akan semakin langka. Untuk itu, harus dilakukan upaya-upaya untuk mendapatkan sumber energi alternatif. Salah satu sumber energi alternatif yang dapat dikembangkan adalah biogas (Dewi, 2018). Biogas ini bisa didapatkan antara lain dari limbah kotoran manusia, kotoran ternak dan limbah pengolahan hasil perkebunan (Pratiwi, 2019). Limbah-limbah ini dapat menjadi bahan baku sumber energi alternatif skala rumah tangga.

Pemerintah Indonesia memiliki kebijakan untuk mengembangkan penggunaan limbah kotoran ternak sapi sebagai sumber energi biogas, dengan menyalurkan bantuan bangunan instalasi biogas tersebut melalui Dinas Energi dan Sumber Daya

Mineral (ESDM) di beberapa provinsi kepada para peternak sapi. Salah satu provinsi yang mendapat kepercayaan untuk menyalurkan dan mengembangkan energi alternatif ini adalah Provinsi Lampung. Pemerintah Provinsi Lampung melalui Dinas Energi dan Sumber Daya Mineral pada Tahun 2018 menyalurkan bantuan berupa pembangunan peralatan biogas beserta kelengkapannya tersebar kepada para penduduk yang memiliki ternak sapi di Kabupaten Lampung Timur 73 unit. Sangat diharapkan, bantuan bangunan peralatan biogas ini hanya sebagai stimulan. Keberlanjutannya kemudian dapat dikembangkan oleh masyarakat atau penduduk sekitar sehingga penggunaan energi alternatif (Despa, 2021) ini mampu menggantikan konsumsi energi gas LPG maupun energi listrik. Dengan demikian, terciptanya masyarakat mandiri sumber energi dapat terwujud.

Tulisan ini bertujuan untuk memberikan informasi mengenai proses pembuatan biogas dari limbah kotoran sapi, mengetahui bangunan dan peralatan kelengkapan yang dibutuhkan dan mengetahui nilai ekonomis dari penggunaan limbah kotoran sapi sebagai sumber energi alternatif.

*Penulis korespondensi.

E-mail: febriyani_sofyan@yahoo.com

2. Tinjauan pustaka

Biogas merupakan campuran gas yang dihasilkan oleh bakteri metanogenik. Biogas dihasilkan dari proses penguraian bahan-bahan organik oleh mikroorganisme dalam keadaan anaerob (Wahyuni, 2013). *Digester* sebagai reaktor dibutuhkan untuk menghasilkan biogas. *Digester* merupakan instalasi kedap udara sehingga proses dekomposisi bahan organik dapat berjalan optimum. Selain itu, *digester* biogas dapat mengurai emisi gas metana (CH₄) sehingga dapat mengurangi efek rumah kaca. Kandungan Metana (CH₄) pada biogas antara 50%-70%, Karbondioksida (CO₂) 30%-40%, Hidrogen (H₂) 5%-10% dan gas-gas lainnya dalam jumlah yang relatif sedikit. Biogas memiliki berat 20% lebih ringan dibandingkan dengan berat udara. Suhu pembakaran antara 650°C-750°C.

Bakteri metanogenik merupakan bakteri penghasil gas metan dan gas-gas lainnya dalam keadaan anaerob (Agustina, 2011). Sebagai organisme, bakteri metanogenik memiliki kecenderungan untuk menyukai kondisi tertentu dan peka pada iklim mikro dalam *digester*. Bakteri metanogenik ini berkembang lambat dan sensitif terhadap perubahan mendadak pada kondisi fisik dan kimiawi. Penurunan 2°C pada *sludge* memungkinkan berpengaruh signifikan terhadap laju pertumbuhannya dan terhadap jumlah produksi gas.

Bahan-bahan yang dapat terurai secara organik dapat digunakan sebagai input processing bioreaktor. Hanya saja, tidak semua bahan yang dapat terurai secara organik tersebut dikehendaki menjadi input dikarenakan adanya pertimbangan teknis dan ekonomis. Jika bahan yang akan digunakan harus dibeli apalagi dengan harga yang mahal, kemudian setelah dihitung tidak sesuai dengan nilai ekonomis keluarannya (gas dan *sludge*) maka bahan ini tidak direkomendasikan untuk menjadi bahan input. Sebaliknya, jika bahan input yang digunakan merupakan limbah dari suatu produksi atau industri, maka nilai ekonomis bahan input tersebut menjadi tinggi, dengan keuntungan yang berlipat antara lain adanya nilai ekonomis dari gas dan lumpur keluaran dari reaktor (*effluent*); dan terhindarnya pencemaran lingkungan akibat limbah.

Peternak sapi di Provinsi Lampung rata-rata memiliki 2-4 ekor sapi dengan lokasi yang tersebar di beberapa wilayah. Keadaan ini menyebabkan penanganan limbah kotoran sapi sulit untuk dilakukan secara terintegrasi dengan sistem pertanian. Padahal, penanganan limbah yang baik sangat diperlukan guna memperkecil dampak pencemaran lingkungan seperti polusi tanah, udara, air dan penyebaran penyakit menular.

Teknologi biogas menjadi salah satu teknologi tepat guna untuk mengolah limbah menjadi energi. Disamping menghasilkan energi biogas, ampas limbah juga dapat dijadikan sebagai pupuk organik, baik padat maupun cair dengan mutu yang baik. Penggunaan pupuk organik ampas *digester* mampu meningkatkan produksi padi secara berkesinambungan. Ini berbeda dengan penggunaan pupuk kimia yang apabila digunakan secara terus menerus dapat mengakibatkan menurunnya kualitas tanah sehingga berdampak pada menurunnya jumlah produksi padi.

Nilai kalori dari 1 m³ biogas setara dengan 0,6-0,8 liter minyak tanah. Untuk menghasilkan 1 kwh listrik dibutuhkan 0,62-1 m³ biogas yang setara dengan 0,52 liter minyak solar. Lebih lengkap kesetaraan biogas dengan bahan bakar lain disajikan dalam Tabel 1 di bawah ini.

Tabel 1. Perbandingan Biogas dengan Bahan Bakar Lainnya

Keterangan	Bahan Bakar Lain
1 m ³ Biogas	LPG 0,46 Kg
	Minyak tanah 0,62 liter
	Minyak solar 0,52 lter
	Bensin 0,80 liter
	Gas kota 1,5 m ³
	Kayu bakar 3,50 kg

Sumber: Wahyuni (2013)

Hal menarik pada teknologi biogas adalah kemampuannya untuk membentuk biogas dari limbah organik yang jumlahnya berlimpah dan tersedia secara bebas. Variasi dari biokimia menyebabkan produksi biogas juga menjadi bervariasi. Beberapa sifat bahan organik memiliki dampak nyata pada tingkat produksi gas. Beberapa hal yang mempengaruhi jumlah produksi gas, antara lain:

2.1 Rasio C/N

Rasio C/N merupakan perbandingan antara kandungan karbon dan nitrogen. Bila rasio C/N sangat tinggi maka nitrogen akan dikonsumsi sangat cepat oleh bakteri metan, akibatnya produksi metan menjadi rendah. Sebaliknya, bila rasio C/N sangat rendah nitrogen akan bebas dan berakumulasi dalam bentuk amoniak (NH₄ yang akan meningkatkan derajat pH bahan dalam *digester*. pH yang lebih tinggi dari 8,5 akan menunjukkan akibat adanya racun pada populasi bakteri metan.

Tabel 2. Rasio C/N Dari Beberapa Bahan Organik

Bahan	Rasion C/N
Kotoran bebek	8
Kotoran manusia	8
Kotoran ayam	10
Kotoran kambing	12
Kotoran babi	18
Kotoran domba	19
Kotoran kerbau/sapi	2
<i>Air hyacinth</i>	25
Kotoran gajah	43
Jerami (jagung)	60
Jerami (padi)	70
Jerami (gandum)	90
Tahi gergajian	di atas 200

Sumber: Wahyuni (2013)

2.2 Pengadukan dan konsistensi input

Sebelum dimasukkan dalam *digester*, kotoran sapi yang masih dalam keadaan segar dicampur dengan air dengan perbandingan 1 : 1 berdasarkan unit volume. Namun apabila kotoran sapi dalam keadaan kering, maka jumlah air harus ditambah hingga mencapai kekentalan yang diinginkan. Pengadukan dilakukan agar total partikel padat tidak mengendap pada dasar *digester*, karena bila terlalu pekat partikel-partikel akan menghambat aliran gas yang terbentuk pada bagian bawah *digester* sehingga jumlah produksi gas menjadi lebih sedikit dari jumlah produksi yang seharusnya.

2.3 Padatan tak stabil

Berat padatan organik yang terbakar habis ada suhu 538°C didefinisikan sebagai padatan tak stabil. Semakin tinggi kandungan padatan tak stabil dalam satu unit volume kotoran sapi segar akan menghasilkan produksi gas dalam jumlah yang lebih banyak.

2.4 Proses Fermentasi

Proses fermentasi mengacu pada berbagai reaksi dan interaksi antara metanogen dan non-metanogen serta bahan yang digunakan sebagai input (Martinus, 2020). Penghancuran input dicapai dalam 3 tahap, yaitu hidrolisa, *acidification* (pengasaman) dan *methanization* (metanogenik). Energi biogas sangat potensial untuk dikembangkan karena input atau bahan baku seperti kotoran sapi mudah didapat dan dapat tersedia secara terus-menerus dalam jumlah yang cukup (Rohmalia, 2021). Disamping itu, regulasi di bidang energi seperti kenaikan tarif listrik, kenaikan harga LPG, bensin premium, solar, minyak tanah, minyak diesel dan minyak bakar telah mendorong pengembangan sumber energi alternatif yang murah, berkelanjutan dan ramah lingkungan.

Beberapa faktor yang memfasilitasi dan menghambat proses produksi gas, antara lain:

a. Nilai pH

Produksi biogas secara optimum dapat dicapai bila nilai pH dari campuran input di dalam *digester* berada pada kisaran 6 dan 7

b. Suhu

Bakteri metanogen tidak aktif pada kondisi suhu ekstrim tinggi maupun rendah. Produksi gas sangat baik pada suhu 25°C-30°C. Produksi akan berhenti pada suhu di atas 35°C dan di bawah 10°C.

c. Laju pengumpanan

Laju pengumpanan merupakan jumlah bahan yang dimasukkan dalam *digester* per unit satuan volume kapasitas per hari. Umumnya, 6 Kg kotoran sapi per m³ volume *digester* adalah unit yang direkomendasikan.

d. Waktu tinggal dalam *digester*

Waktu tinggal dalam *digester* adalah rata-rata periode waktu saat *input* masih berada dalam *digester* dan proses fermentasi oleh bakteri metanogen.

e. *Toxicity*

Ion mineral, logam berat dan detergen adalah beberapa material racun yang dapat mempengaruhi pertumbuhan normal bakteri metanogen dalam *digester*.

f. *Sludge*

Sludge adalah limbah keluaran berupa lumpur dari lubang keluaran *digester* setelah mengalami proses fermentasi.

3. Analisa Dan Pembahasan

Pada pembangunan peralatan biogas skala rumah tangga di Kabupaten Lampung Timur Provinsi Lampung, reaktor biogas (*digester*) yang digunakan adalah *digester* tipe kubah (*fixed dome*), dengan limbah kotoran sapi sebagai material input atau bahan baku utamanya. *Digester* ini disebut juga reaktor Cina, karena pertama kali dibuat di Cina pada tahun 1930-an. Reaktor

ini memiliki 2 kegunaan, yaitu sebagai tempat mencerna kotoran sapi dan sebagai rumah bakteri. Bagian ini dibuat dengan kedalaman 1,525 m atau volume 4 m³ menggunakan pasangan bata. Kubah dibuat dari beton cor dengan tulangan menggunakan bilah bambu.

Selengkapnya bangunan dan instalasi biogas meliputi: lubang *input* (pipa *inlet*), *digester*, *outlet*, *slurry* dan instalasi perpipaan antara lain water drain, kran gas dan manometer

Ketentuan-ketentuan yang digunakan didalam pembuatan bangunan ini yaitu:

1. Instalasi Biogas Skala Rumah Tangga tipe kubah tetap (*fixed dome*) dari beton dibangun sesuai dengan SNI 7826:2012 – Unit Penghasil Biogas dengan Tangki Mencerna (*Digester*) Tipe Kubah Tetap dari Beton.
2. Pemasangan sistem pemipaan menggunakan material yang diproduksi dengan SNI yang berlaku dengan ukuran panjang dan dimensi yang menjamin perangkat peralatan Biogas dapat beroperasi normal.
3. Kompor dan lampu Biogas yang digunakan adalah kompor yang khusus diproduksi untuk pemanfaatan bahan bakar Biogas.
4. Spesifikasi teknis, ketentuan pengerjaan, persyaratan material serta ketentuan lain sebagaimana Peraturan Menteri ESDM Nomor 3 Tahun 2017.
5. Skema Instalasi Biogas Skala Rumah Tangga adalah sebagaimana tercantum pada Gambar 1 di bawah ini.
6. Gambar desain instalasi biogas rumah tangga tipe kubah tetap dari beton sebagaimana Gambar 2 dengan posisi unit penghasil Biogas terhadap permukaan tanah disesuaikan dengan kondisi tanah setempat.

Material yang akan digunakan untuk membangun unit Biogas adalah sebagai berikut:

g. Semen

Semen yang digunakan untuk membangun instalasi biogas rumah tangga tipe kubah tetap dari beton harus semen yang memenuhi persyaratan SNI.

h. Pasir

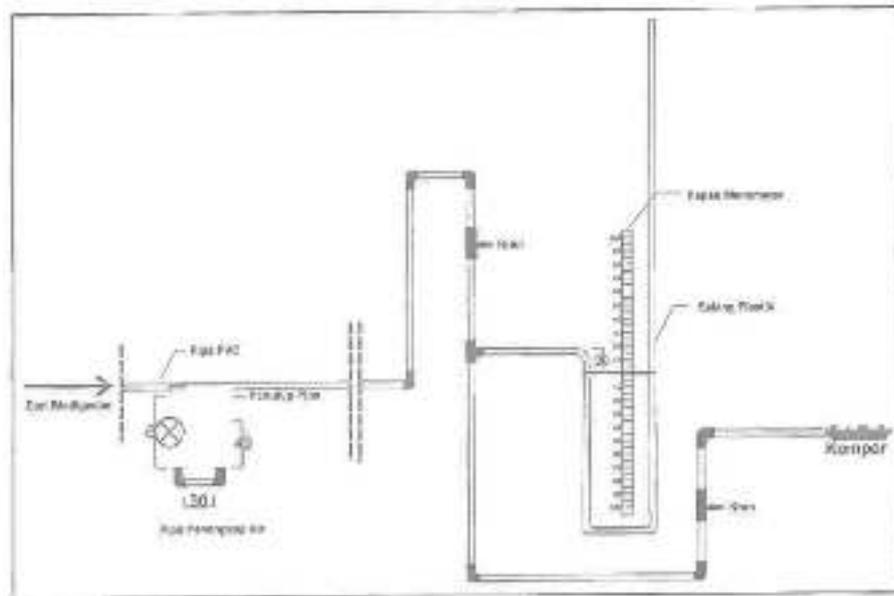
Pasir yang digunakan adalah pasir lokal kualitas baik dengan kandungan tanah/lumpur kurang dari 5% (lima persen).

i. Batu Bata

Batu bata yang digunakan kualitas lokal terbaik dari hasil pembakaran yang sempurna. Tidak mudah patah dan memiliki bentuk dan ukuran yang presisi.

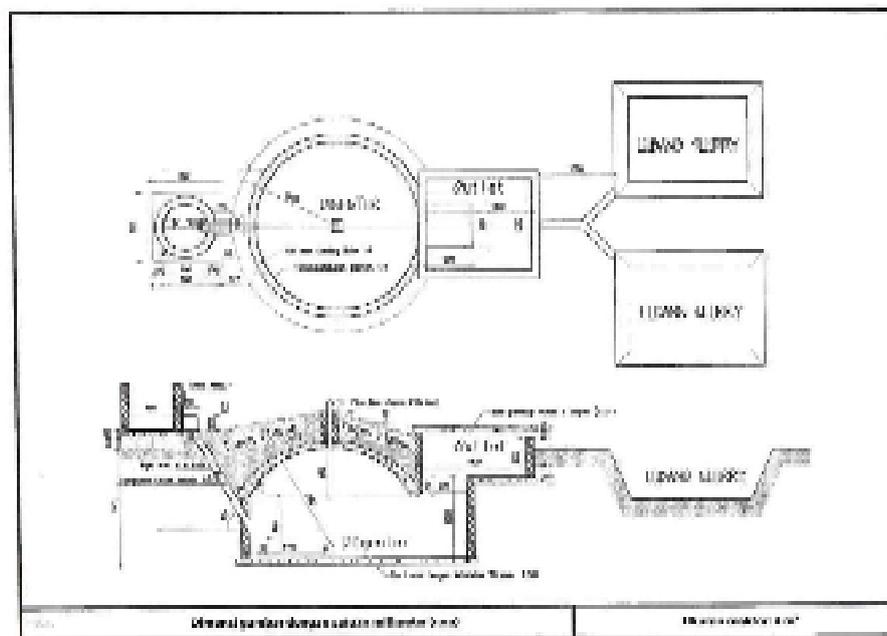
j. Kerikil

Kerikil yang digunakan merupakan kerikil batu pecah lokal dengan ukuran 2 cm (dua centimeter) sampai dengan 3 cm (tiga centimeter).



Gambar 1. Skema Instalasi Biogas Skala Rumah Tangga

Sumber: <https://dodymisa.blogspot.com/2015/05/makalah-pemanfaatan-biogas-dari-kotoran.html>



Gambar 2. Desain Tangki Mencerna (*Digester*) Biogas untuk ukuran 4 m³

Sumber: <https://dodymisa.blogspot.com/2015/05/makalah-pemanfaatan-biogas-dari-kotoran.html>

- k. Bilah Bambu
Bilah bambu digunakan sebagai tulangan untuk pembuatan kubah *digester*. Pemilihan bambu sebagai kerangka adalah agar tidak terjadi korosi pada bangunan *digester* sehingga meski lama digunakan tidak mengurangi kualitas bangunan.
 - l. Besi Beton
Besi beton yang digunakan besi ukuran 8 mm (delapan milimeter) dan memenuhi persyaratan SNI. Digunakan hanya untuk pelat penutup lubang *outlet*.
 - m. Pipa
 - 1) pipa saluran pemasukan bahan baku, menggunakan pipa PVC jenis AW;
 - 2) pipa pengeluaran gas, menggunakan pipa besi berlapis galvanis dan memenuhi persyaratan SNI; dan
 - 3) katup utama, terbuat dari material logam tahan karat.
 - n. *Slurry*
Slurry berjumlah 2 (dua) buah yang berfungsi sebagai tempat penampungan akhir proses biogas.
 - o. Kompor dan lampu biogas yang digunakan adalah kompor dan lampu yang khusus diproduksi untuk pemanfaatan bahan bakar biogas.
 - p. Penambahan peralatan pendukung digunakan sesuai kebutuhan.
- Bagian-bagian instalasi biogas rumah tangga mengikuti ketentuan sebagai berikut:
- a. Tangki mencerna (*digester*) seperti pada Gambar 3

- 1) Pondasi, terbuat dari:
 - a) beton dibuat dari campuran semen : pasir : kerikil dengan perbandingan 1 : 2 : 3; dan
 - b) plesteran dilakukan dengan campuran semen : pasir dengan perbandingan 1 : 3 atau 1 : 4.
- 2) Dinding, terbuat dari:
 - a) pasangan batu bata dengan campuran semen : pasir dengan perbandingan 1 : 3 atau 1 : 4;
 - b) plesteran dilakukan dengan menggunakan campuran semen : pasir dengan perbandingan 1 : 3 atau 1 : 4;
 - c) acian dilakukan dengan campuran semen dan air; dan
 - d) pelapisan kedap air dilakukan dengan menggunakan campuran pendedap air.
- 3) Kubah seperti pada Gambar 4
 - a) kubah beton dibuat dari:
 - (1) Kerangka dari rangkaian bilah bambu dengan jarak antar bambu 10 cm;
 - (2) campuran semen : pasir : kerikil dengan perbandingan 1 : 2 : 3;
 - (3) plesteran dilakukan dengan menggunakan campuran semen : pasir dengan perbandingan 1 : 3 atau 1 : 4;
 - (4) acian dilakukan dengan menggunakan campuran semen dan air; dan
 - (5) pelapisan kedap air dilakukan dengan menggunakan campuran cat emulsi (*acrylic emulsion paint*) atau bahan pendedap air yang dicampur semen.
- b. Bak pemasukan bahan baku (*inlet*), seperti tampak pada Gambar 5 terbuat dari:
 - 1) pasangan batu bata dengan menggunakan campuran semen : pasir 1 : 4;
 - 2) plesteran dilakukan dengan campuran semen : pasir dengan perbandingan 1 : 4; dan
 - 3) acian dilakukan dengan campuran semen dan air.
- c. Bak penampung keluaran lumpur organik (*outlet*), seperti pada Gambar 6 terbuat dari:
 - 1) pasangan batu bata dengan campuran semen : pasir dengan perbandingan 1 : 4;
 - 2) plesteran dilakukan dengan campuran semen : pasir dengan perbandingan 1 : 4; dan
 - 3) acian dilakukan dengan campuran semen dan air.
- d. Pemasangan pipa saluran pemasukan bahan baku
Pemasangan pipa saluran *inlet* dilakukan dengan cara menghubungkan bak pemasukan bahan baku dengan lubang pemasukan di dinding tangki mencerna (*digester*) menggunakan pipa PVC dimana kedua ujung saluran direkatkan dengan pasangan batu bata yang menggunakan campuran semen : pasir dengan perbandingan 1 : 4.
- e. Manhole
 - 1) Tipe 1 (satu) manhole, beton dari campuran semen : pasir : kerikil dengan perbandingan 1 : 2 : 3; dan
 - 2) plesteran dilakukan dengan menggunakan campuran semen : pasir dengan perbandingan 1 : 3 atau 1 : 4.
- f. Lubang *Slurry* seperti pada Gambar 7
Lubang *slurry* berjumlah 2 (dua) buah yang berfungsi sebagai tempat penampungan akhir kotoran ternak yang berbentuk padatan dan cairan. Guna menjaga kerapihan lahan pengguna biogas, lubang *slurry* dibuat sedemikian rupa sehingga tampak rapi dan bermanfaat. Adapun dimensi lubang *slurry* mengikuti kondisi lahan penerima biogas.
- g. Pemasangan pipa saluran pengeluaran gas

Pemasangan pipa saluran pengeluaran gas dilakukan dengan *seal tape* putih minimum sebanyak 13 (tiga belas) kali lilitan dengan lem PVC yang lambat kering yang dipasang pada knee pada tangki mencerna (*digester*).

Instalasi biogas rumah tangga dinyatakan berhasil apabila telah mampu membuat kompor menyala dengan stabil dan api berwarna biru seperti terlihat pada Gambar 8.



Gambar 3. Digester



Gambar 4. Kubah



Gambar 5. Bak Pemasukan bahan baku (*inlet*)



Gambar 6. Bak Penampung Keluaran (*Outlet*)



Gambar 7. *Slurry*



Gambar 8. Kompor Biogas

Perhitungan nilai ekonomis yang didapat dengan menggunakan biogas sebagai sumber energi alternatif untuk skala rumah tangga yaitu:

1. Biaya investasi bangunan dan kelengkapan
Biaya ini meliputi biaya bahan bangunan (material bangunan) dan upah tenaga kerja. Biaya pemeliharaan tidak termasuk dalam perhitungan ini. Biaya pemeliharaan menyangkut penggantian bahan yang berumur pendek meliputi pipa-pipa pvc dan katup gas diperkirakan sebesar 10-15% per tahun dihitung dari biaya investasi. Rincian selanjutnya seperti disajikan pada tabel 2.
2. Pendapatan
Biogas yang dihasilkan digunakan untuk substitusi keperluan sendiri. Harga eceran LPG rata-rata Rp20.000,00 per 3 Kg. Kandungan energi LPG sebesar 49,51 MJ/Kg, sedangkan biogas (70% *methane*) energinya 35 MJ/Kg, sehingga kesetaraan energi biogas adalah 70% terhadap energi LPG. Bila dalam 1 bulan konsumsi keperluan LPG adalah sebanyak 4 tabung, maka setiap bulannya dapat dihemat pengeluaran sebesar Rp80.000,00 per bulan atau Rp960.000,00 per tahun.
Limbah dari *digester* biogas dapat digunakan sebagai bahan baku pembuatan kompos dengan tambahan penggunaan *effective microorganism* (EM). Kompos ini dapat terjual seharga Rp400,00 per Kg atau Rp20.000,00 per karung. Diasumsikan limbah yang menjadi kompos sebesar 40% dari berat input kotoran per hari. Apabila 4 sapi menghasilkan 80 Kg/hari maka kompos yang dihasilkan per tahun setara dengan 29.200 Kg. Dengan perhitungan di atas, maka akan didapat tambahan penghasilan sebesar Rp11.680.000,00 per tahun atau sekitar hampir satu juta rupiah pe bulan. Dengan demikian, maka biaya yang dikeluarkan untuk membuat bangunan dan kelengkapan biogas ini dapat kembali hanya dalam satu tahun saja.

Tabel 2. Biaya investasi bangunan dan kelengkapan biogas

No.	Uraian	Satuan	Volume	Biaya Satuan (Rp)	Jumlah (Rp)
1	Bangunan dan kelengkapan biogas	m3	4,00	2.700.000,00	10.800.000,00
2	Investasi Tanah	m2	18,00	500.000,00	9.000.000,00
Jumlah Total					19.800.000,00

4. Kesimpulan

Berdasarkan pembahasan di atas, dapat disimpulkan bahwa limbah kotoran sapi dapat menjadi bahan baku atau *input* bagi pembuatan biogas sebagai sumber energi alternatif. Proses pembuatan biogas dilakukan dengan menggunakan *digester* sebagai reaktor dan dilengkapi dengan bangunan lainnya sebagai *inlet*, *outlet* dan *slurry* serta instalasi perpipaan sebagai

saluran pengeluaran gas dan *water drain*. Penggunaan limbah kotoran sapi sebagai *input* atau bahan baku mampu menghemat pengeluaran LPG sebesar Rp960.000,00 per tahun dan memberikan penghasilan tambahan sebesar Rp11.680.000,00 per tahun dari pengelolaan dan penjualan pupuk kompos.

Ucapan terima kasih

Penulis mengucapkan terima kasih kepada Dinas Energi dan Sumberdaya Mineral Provinsi Lampung yang telah memberikan kesempatan kepada penulis untuk melaksanakan pekerjaan Pembangunan Peralatan Biogas Beserta Kelengkapannya di Kabupaten Lampung Timur (73 Unit) sesuai dengan Surat Perjanjian (Kontrak) Nomor 027/102/V.24/2018 Tanggal 9 Juli 2018.

Daftar pustaka

- Agustina “evaluasi Parameter Produksi Biogas Dari Limbah Cair Industri Tapioka Dalam Bioreaktor Anaerobik 2 Tahap”. 2011.
- Dewi, RP “Kajian potensi pemanfaatan biogas sebagai salah satu sumber energi alternatif di wilayah Magelang”. 2018.
- Despa, D., Nama, G. F., Septiana, T., & Saputra, M. B. (2021). Audit Energi Listrik Berbasis Hasil Pengukuran Dan Monitoring Besaran Listrik Pada Gedung A Fakultas Teknik Unila. *Electrician*, 15(1), 33-38.
- Martinus and Suudi, Ahmad and Putra, Rahmat Dendi and Muhammad, Meizano Ardhi (2020) Pengembangan Wahana Ukur Kecepatan Arus Aliran Sungai. *Barometer*, 5 (1). Pp. 220-223. Issn 1979-889x
- Rohmalia, N., Nama, G. F., & Purwasih, N. (2021). Dashboard Monitoring Atmospheric Corrosion Sensor in Material Metal Using Laravel Framework. *Journal of Engineering and Scientific Research*, 3(1), 1-6.
- Pratiwi, Permatasari, Homza “Pemanfaatan limbah kotoran ternak sapi dengan reaktore biogas di kabupaten ogan ilir”. 2019.
- Wahyuni, Sri. *Panduan Praktis Biogas*. Jakarta: Penebar Swadaya. 2013.