

KAJIAN PEMANFAATAN KOTORAN SAPI SEBAGAI BAHAN BAKAR BIOGAS MURAH DAN TERBARUKAN UNTUK RUMAH TANGGA DI BOYOLALI

Semin¹, A.Z.M. Fathallah¹, B. Cahyono¹, I.M. Ariana¹ dan Sutikno²

¹Jurusan Teknik Sistem Perkapalan, Fakultas Teknologi Kelautan,
Institut Teknologi Sepuluh Nopember, Kampus ITS Keputih Sukolilo Surabaya 60111

²Jurusan Statistika, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam,
Institut Teknologi Sepuluh Nopember, Kampus ITS Keputih Sukolilo Surabaya 60111
email: seminits@yahoo.com

ABSTRAK

Penggunaan bahan bakar yang berasal dari perut bumi berupa minyak dan gas alam, kian lama dirasakan semakin menipis persediaannya. Persediaannya di Indonesia secara teoritis tidak lebih dari 50 tahun lagi. Selain itu kontribusi dari hasil pembakaran minyak bumi dan gas alam yang menimbulkan emisi-emisi yang dapat mencemari bumi kita. Biogas merupakan sumber bahan bakar atau energi yang dapat terbaru dan murah karena berasal dari bahan-bahan organik hasil dari kotoran makhluk hidup yang di endapkan atau difermentasikan. Salah satu sumber bahan bakar atau energi biogas adalah berasal dari kotoran sapi, Dalam makalah ini mengkaji penggunaan limbah ternak sapi sebagai sumber bahan bakar atau energy biogas untuk keperluan rumah tangga masyarakat di Boyolali. Dalam makalah ini menggunakan metode pengumpulan data primer berupa jumlah populasi sapi dan jumlah rumah menurut sumber penerangannya di Boyolali. Kemudian data tersebut dianalisa dan dilakukan perhitungan. Analisa yang dilakukan berkaitan dengan ketersediaan biogas dari kotoran sapi, kebutuhan energi untuk keperluan rumah tangga masyarakat di Boyolali dan perencanaan serta pemilihan peralatan untuk keperluan rumah tangga masyarakat yang menggunakan biogas. Dari hasil analisa pada study kasus ini diketahui bahwa potensi biogas sebesar 14,95 kg/hari mencukupi untuk keperluan disuatu daerah percontohan dan tanpa biaya setelah 1,2 tahun pemakaian.

Kata Kunci: Bahan bakar, biogas, kotoran sapi, terbarukan.

ABSTRACT

The usage of fossil fuel such as oil and gas will be minimize source in the world. Theoretically, the fossil fuel and gas source storage in Indonesia not more than 50 year. Onther that, the usage of fossil fuel and gas has been contribute the emissions in the world. The biogas is a renewable fuel / energy which resulted from fermentation or an anaerob process of waste. The cow waste / manure is one of the biogas sources. In this paper, has been investigate the usage of cow waste as a biogas fuel source for the family in Boyolali. This paper has been using sampling survey primer data collection of cow population, people and family population in Boyolali. The collected data has been calculated using mathematic process. Then, the analizing has been focused in biogas source for cos waste, energy needed for family in Boyolali and planning & selecting the family cooking equipment which can be using biogas as alternative fuel. The potential biogas in this case study in Boyolali is 14,95 kg per day and its feasible for cooking fuel and no need cost after 1,2 year usage of this biogas.

Key words: fuel, biogas, manure, renewable.

PENDAHULUAN

Kabupaten Boyolali Provinsi Jawa Tengah dengan kapasitas peternakan sapi yang besar mempunyai potensi yang cukup baik untuk keperluan rumah tangga masyarakat. Peralatan masak dapat dibangkitkan dengan penggunaan kompor berbahan bakar biogas yang dihasilkan dari fermentasi kotoran sapi.

Penggunaan bahan bakar yang berasal dari minyak bumi dan gas alam, kian lama dirasakan semakin lama semakin menipis persediaannya. Persediaannya di Indonesia tidak lebih dari 50 tahun lagi. Selain itu kontribusi dari hasil pembakaran minyak

bumi dan gas alam yang menimbulkan emisi-emisi yang dapat mencemari bumi kita. Permasalahan emisi ini merupakan permasalahan yang harus benar-benar diperhatikan, karena menyangkut keselamatan dan keamanan bumi kita bersama.

Biogas merupakan bahan bakar yang dapat terbaru karena berasal dari bahan-bahan organik hasil dari kotoran makhluk hidup yang di endapkan atau difermentasikan. Sejarah penemuan proses anaerobik digestion untuk menghasilkan biogas tersebar di benua Eropa. Penemuan ilmuwan Volta terhadap gas yang dikeluarkan di rawa-rawa terjadi pada tahun 1770, beberapa dekade kemudian, Avogadro mengidentifikasi tentang gas metana. Setelah tahun 1875 dipastikan bahwa biogas merupakan produk dari proses anaerobik digestion. Tahun 1884 Pasteur melakukan makalah tentang biogas menggunakan kotoran hewan. Era makalah Pasteur menjadi landasan untuk makalah biogas hingga saat ini. (Agung, 2010; Awaludin dkk, 2009). Biogas sebagian besar mengandung gas metana (CH_4) dan karbon dioksida (CO_2), dan beberapa kandungan yang jumlahnya kecil diantaranya hydrogen sulfida (H_2S) dan ammonia (NH_3) serta hydrogen dan (H_2), nitrogen yang kandungannya sangat kecil. Energi yang terkandung dalam biogas tergantung dari konsentrasi metana (CH_4). Semakin tinggi kandungan metana maka semakin besar kandungan energi (nilai kalor) pada biogas, dan sebaliknya semakin kecil kandungan metana semakin kecil nilai kalor. Kualitas biogas dapat ditingkatkan dengan memperlakukan beberapa parameter yaitu : Menghilangkan hidrogen sulphur, kandungan air dan karbon dioksida (CO_2). (Agung, 2010).

Penggunaan biogas sebagai bahan bakar untuk menghasilkan energi yang dibutuhkan di daerah-daerah dapat menjadi solusi untuk mengurangi ketergantungan terhadap LPG yang selama ini dipakai. Penggunaan biogas akan dapat mengatasi keterbatasan persediaan bahan bakar minyak dan LPG daerah-daerah. Oleh karena itu dalam makalah ini akan diangkat tentang studi teknis pemanfaatan tenaga biogas di daerah penghasil sumber biogas. Dalam makalah ini akan dilakukan pemanfaatan tentang biogas dari limbah ternak sapi untuk pemakaiannya di Boyolali

Jawa Tengah, seberapa efektif dan efisien penggunaannya.

Permasalahan yang akan dibahas adalah potensi biogas dan pemanfaatannya di Boyolali adalah meliputi:

1. Apakah efisien pemanfaatan biogas di daerah seperti Boyolali?
2. Apakah konsumsi bahan bakar biogas untuk keperluan rumah tangga di daerah Boyolali mampu dibantu oleh limbah ternak yang tersedia?
3. Berapakah kemampuan yang dihasilkan oleh kompor gas menggunakan bahan bakar atau energy alternatif biogas?

Untuk menajamkan pembahasan masalah yang terjadi pada makalah ini agar lebih terfokus dan terarah, maka dalam hal ini batasan masalah pada makalah ini adalah sebagai berikut:

1. Menentukan keperluan bahan bakar keperluan rumah tangga yang dibutuhkan masyarakat di Dukuh Randu, Desa Temon, Kecamatan Simo, Kabupaten Boyolali.
2. Dibatasi pada studi teknis tentang pembuatan generator biogas, kompor biogas dan konsumsi bahan bakar biogas.
3. Menentukan kompor biogas yang dapat digunakan dan volume digester yang tepat untuk diterapkan di masyarakat Boyolali.

Makalah pemberdayaan masyarakat mandiri energi dengan memanfaatkan limbah ternak sapi sebagai sumber biogas untuk energi keperluan rumah tangga masyarakat di Boyolali ini bertujuan untuk:

1. Untuk menghitung potensi biogas dari limbah kotoran sapi.
2. Untuk menghitung kebutuhan bahan bakar rumah tangga.
3. Untuk merancang pembangkit / digester dan kompor biogas.
4. Untuk menganalisa unjuk kerja pembangkit / digester dan kompor biogas.

BAHAN DAN METODE

Penjelasan detail langkah demi langkah pada makalah pemberdayaan masyarakat mandiri energi dengan memanfaatkan limbah ternak sapi sebagai sumber biogas untuk energi keperluan rumah tangga masyarakat di Boyolali ditunjukkan pada gambar 1-7 dan dalam bagian ini.

Survey pengumpulan data:
Pengkajian ini dilakukan dengan cara survey

dan aplikasi langsung ke wilayah Kabupaten Boyolali. Tepatnya adalah terletak di RT 11 Dukuh Randu, Kelurahan Temon, Kecamatan Simo, Kabupaten Boyolali, Provinsi Jawa Tengah. Kegiatan diawali dengan survey untuk mengetahui jumlah populasi sapi yang paling real, jumlah penduduk, potensi biogas yang bisa dihasilkan oleh populasi sapi dan untuk rumah tangga di daerah tersebut. Survey telah dilakukan dan telah dilakukan perhitungan serta pembuatan alat berupa digester penghasil biogas dari kotoran sapi berdasarkan hasil survey dan data yang diperoleh. Hasil survey yang didapat dan pembuatan alat digester penghasil biogas adalah seperti pada uraian pada bagian hasil dan pembahasan.

Pengujian kompor sebelum menggunakan biogas: Pengujian dilakukan untuk mengetahui unjuk kerja kompor gas sebelum dilakukan konversi menjadi kompor biogas. Pengujian dilakukan dengan mengetahui nilai kalor atau panas api suatu kompor gas. Data pengujian yang diperlukan suhu atau kalor yang keluar dari api kompor gas.

Pembangunan prototype generator biogas: Generator biogas sebagai tempat kotoran sapi dilakuan fermentasi dan penampung biogas hasil fermentasi kotoran sapi. Pembangunan generator / digester dibuat dari drum plastik. Untuk keperluan ini nantinya akan disesuaikan dengan kondisi daerah dan masyarakat.

Pembuatan digester dengan menggunakan drum bekas dari plastic supaya mudah dipindah-pindah, tidak mudah rusak dan fleksibel serta murah. Peralatan yang diperlukan dalam pembuatan sebuah digester penghasil biogas rumah tangga dari kotoran sapi memerlukan peralatan sebagai berikut:

Drum plastik	= 6 buah.
Selang plastik transparan	= 30 meter.
Kran biogas	= 7 buah.
Pengukur tekanan biogas	= 7 buah.
Selotif biogas/air	= 20 buah.
Pipa pengumpul biogas	= 1 buah.
Pipa nosel biogas	= 6 buah.
Pengikat selang dan nosel	= 14 buah.

Setelah digester siap dan terpasang dengan baik dan tanpa kebocoran maka drum siap diisi oleh kotoran sapi. Kotoran sapi yang

dimasukkan ke dalam drum harus dicampur dengan sangat sedikit air. Dimana air untuk memudahkan dalam pengisian ke dalam drum. Jumlah kotoran yang dimasukkan ke dalam drum maksimum adalah setengah dari volume drum. Gas yang ada pada drum tersebut akan mampu digunakan selama 60 hari, sehingga setelah 60 hari hari harus diganti dengan kotoran sapi yang baru. Biogas yang dihasilkan pada digester bisa digunakan sebagai bahan bakar pengganti LPG untuk memasak.

Konversi kompor gas menjadi biogas: Setelah tahap pembangunan generator biogas selesai dan telah menghasilkan biogas yang potensial maka bisa dimanfaatkan sebagai sumber bahan bakar biogas untuk kompor biogas bagi masyarakat. Perlu adanya konversi dari kompor gas menjadi kompor biogas yaitu dengan mengganti system pemasukan biogas yang akan masuk ke kompor.

Analisa teknis: Analisa teknis dari makalah ini adalah berupa perbandingan teknis antara unjuk kerja kompor gas asli dan kompor berbahan bakar biogas.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Wilayah Boyolali: Memiliki luas 1.015,10 km², populasi total 930.531 jiwa (SP2010) dengan kepadatan 916,69 jiwa/km². Pembagian administrative terdiri 19 kecamatan, 267 kelurah dengan flora resmi Mawar Pager dan fauna resmi Sapi Jawa Lokal. Pusat administrasi berada di Kecamatan Boyolali, terletak sekitar 25 km sebelah barat Kota Surakarta. Kabupaten ini berbatasan dengan Kabupaten Semarang dan Kabupaten Grobogan di utara; Kabupaten Sragen, Kabupaten Karanganyar, Kabupaten Sukoharjo, dan Kota Surakarta (Solo) di timur; Kabupaten Klaten dan Daerah Istimewa Yogyakarta di selatan; serta Kabupaten Magelang dan Kabupaten Semarang di barat. Kabupaten ini termasuk kawasan Solo Raya (Eks. Karesidenan Surakarta).

Kondisi demografi kependudukan: Penduduk Kabupaten Boyolali pada tahun 2008 berjumlah 949.583 jiwa dengan komposisi laki-laki sebanyak 464.837 jiwa dan perempuan sebanyak 484.757 jiwa, serta kepadatan penduduk sebesar 935 jiwa/Km². Sedangkan pada tahun 2007 jumlah penduduk 947.012 dengan komposisi laki-laki sebanyak 463.286 jiwa dan perempuan sebanyak 483.726 jiwa,

serta kepadatan penduduk sebesar 933 jiwa/Km². Data tersebut memberikan gambaran bahwa jumlah penduduk Kabupaten Boyolali tahun 2008 terjadi penambahan 2.582 jiwa atau terjadi pertumbuhan 0,27 %.

Peternakan sapi di Boyolali: Salah satu kabupaten di Jawa Tengah, Kabupaten Boyolali memiliki potensi yang relatif besar di bidang peternakan sapi. Hal itu ditunjukkan dengan besarnya jumlah peternak sapi di kabupaten tersebut. Sekitar 256.560 warga atau hampir sepertiga jumlah penduduk Boyolali yang mencapai 1 juta jiwa berprofesi sebagai peternak sapi. Peternak tersebut memelihara sekitar 62.130 ekor sapi perah dan 88.910 ekor sapi potong. Dari jumlah sapi perah tersebut, Boyolali dapat menghasilkan sekitar 12 ribu liter susu per hari. Setiap harinya 80 hingga 90 ekor sapi juga dipotong di Boyolali yang menghasilkan sekitar 22,7 ton daging. Demikian diuraikan Bupati Boyolali, Sri Moeljanto, dalam sambutannya ketika menutup Lomba dan Kontes Ternak nasional 2010 di Asrama Haji, Donohudan, Boyolali, Kamis 22 Juli 2010. Dia mengatakan dengan potensi peternakan sapi tersebut, Boyolali memiliki peran penting dalam ketahanan pangan khususnya daging. Boyolali memiliki peran penting dalam ketahanan pangan khususnya daging karena besarnya sektor peternakan. Sekitar 256.560 jiwa atau sekitar 27,79 persen dari seluruh penduduk yang hampir mencapai 1 juta merupakan peternak sapi. Bupati Moeljanto mengatakan, peternakan di Boyolali turut disokong dengan adanya pinjaman pengembangan usaha seperti Kredit Ketahanan Pangan dan Energi (KPPE) dan Kredit Usaha Pembibitan Sapi Perah (KUPS) dari pihak perbankan. Pada 2009, kredit peternakan sapi di Boyolali mencapai Rp 1, 4 Miliar. Dengan besarnya pinjaman itu, tidak ada kredit yang macet. Karena itu, diharapkan perbankan dapat terus member kredit untuk peternakan di Boyolali.

Memang, kabupaten Boyolali di benak masyarakat telah dikenal dengan peternakan sapi perahnya. Namun para peternak sapi perah ini tidak mempunyai posisi tawar yang menguntungkan untuk menjual kepada pabrik susu. Dari pengalaman ini di bagian wilayah Utara Boyolali sebagian masyarakatnya yang menjalankan ternak sapi jenis sapi potong PO, Simental dan Limousin tidak mau permasalahan

yang sama terjadi pada saudara mereka yang menjalankan ternak sapi perah. Maka kelompok ternak sapi potong ini berintegrasi dalam suatu asosiasi yang dinamakan Asosiasi Peternak Sapi Boyolali disingkat ASPIN. Asosiasi seperti ini mungkin yang pertama di Indonesia terdapat kelompok ternak yang membuat asosiasi. Asosiasi ini yang beralamatkan di Desa Pilangsari, Potronayan Nogosari Boyolali mempunyai visi mewujudkan masyarakat peternak sapi Boyolali yang berswasembada dan lebih sejahtera pada tahun 2018. Melihat kekuatan para peternak sapi potong ini, Bank Jateng telah mengucurkan kreditnya melalui KKPE sebesar 7,2 milyar rupiah. Semua dilakukan secara mandiri dengan menggunakan bisnis plan yang telah dibuat dalam pengajuan proposalnya.

Menurut ketua asosiasi Suparno, ASPIN diharapkan dapat memenuhi kebutuhan daging untuk wilayah Boyolali dan Solo Raya. Saat ini populasi ternak dari seluruh anggota sebanyak 1.936 ekor yang menyuplai RPH Ampel Boyolali, pasar hewan Kalioso, Jatinom, Sragen, Sumber lawang, Bekonang hingga memenuhi permintaan dari DKI. Kendala yang harus dihadapi adalah bagaimana para peternak dapat berinovasi mulai dari pakan hingga pemeliharaan sehingga harga daging bisa bersaing dengan harga yang berlaku dipasaran. Cita cita yang di inginkan adalah kelak dapat berinvestasi cool storage untuk menyimpan daging yang siap dipasarkan kepada masyarakat. Untuk itu Suparno berharap ada dukungan semua pihak agar ketahanan pangan melalui ketersediaan daging sapi bisa terpenuhi dari hasil karya anak bangsa sendiri. Kegiatan pelatihan dan pendampingan sangat terbuka dan dinantikan.

Kecamatan Simo, Kabupaten Boyolali: Simo adalah sebuah kecamatan di Kabupaten Boyolali, Jawa Tengah, Indonesia. Kecamatan Simo terletak di sebelah timur laut ibukota Kabupaten Boyolali. Kecamatan Simo mempunyai luas wilayah 48,04 km² dengan jumlah penduduk 43.533 jiwa dan kepadatan penduduknya adalah 906 jiwa/km².

Kecamatan Simo bagian utara dibatasi oleh Kecamatan Klego, bagian timur dibatasi oleh Kecamatan Nogosari, bagian selatan dibatasi oleh Kecamatan Sambi, bagian barat dibatasi oleh Kecamatan Susukan Kabupaten Semarang. Wilayah Kecamatan Simo

mempunyai 13 desa / kelurahan yang terdiri dari Bendungan, Blagung Gunung, Kedung Lengkong, Pelem, Pentur, Simo, Sumber, Talakbroro, Temon, Teter, Walen, Wates.

Kelurahan Temon, Kecamatan Simo, Kabupaten Boyolali: Desa Temon merupakan salah satu desa di Kecamatan Simo, Kabupaten Boyolali dengan luas wilayah 365.2280 m² dan berbatasan dengan desa sebagai berikut: Sebelah utara dengan Desa Pojok, Kecamatan Nogosari, Kabupaten Boyolali. Sebelah Timur dengan Desa Keyongan, Kecamatan Nogosari, Kabupaten Boyolali. Sebelah Selatan dengan Desa Bendo, Kecamatan Nogosari, Kabupaten Boyolali. Sebelah Barat dengan Desa Bendungan, Kecamatan Simo, Kabupaten Boyolali.

Desa Temon terletak 5 km disebelah timur kota kecamatan Simo. Sebelah barat berbatasan dengan Desa Bendungan, sebelah utara berbatasan dengan Desa Pojok Kecamatan Nogosari, sebelah timur berbatasan dengan Desa Bendo dan Baseran Kecamatan Nogosari, sebelah selatan berbatasan dengan Bendo dan Desa Bendungan. Desa Temon terdiri dari beberapa dukuh yaitu Temon, Tewel, Banjarsari, Kedungwuluh, Randu, Belimbing, Sendanglo, dan Ngangkruk. Warga Desa temon adalah beragama Islam dan disetiap dukuh tersebut terdapat masjid yang baik dan bersih.

Desa Temon terdiri dari 9 dukuh seperti di atas yang terbagi menjadi 3 Dusun dan 20 RT. Dengan jumlah penduduk 2.479 jiwa terdiri dari 1.245 laki-laki dan 1.234 perempuan. Dalam penyelenggaraan pemerintahan dipimpin oleh Kepala Desa dibantu seorang sekdes, 3 kadus, 3 kaur, BPD dan LPMD. Pemerintah Desa, BPD, Lembaga Desa dengan masyarakat bersinergi dengan baik mengingat bahwa penghasilan Asli Desa (PAD) yang bersumber dari Lelangan Kas Murni Desa Temon tahun anggaran 2012 senilai Rp 4.420.000,- (Empat juta empat ratus dua puluh ribu rupiah) dan tahun 2013 senilai Rp 4.670.000,- (Empat juta enam ratus tujuh puluh ribu rupiah). Sudah tersedia Kantor Desa meliputi : Aula Balai Desa, Ruang Kepala Desa, Ruang Sekdes, Ruang Kaur, Ruang Kadus, Ruang BPD, Ruang LPMD, Ruang PKK dan Ruang Ketrampilan walaupun tidak mewah. Masyarakat Desa Temon merupakan masyarakat agraris terbukti hampir 90 % masyarakat desa temon mengelola lahan pertanian untuk mencukupi kehidupan.

Tabel 1. Jumlah penduduk dan populasi sapi di RT 11 Randu Temon Simo

NO	NAMA KK	JUMLAH PENDUDUK	JUMLAH SAPI
1	Rohman	4	2
2	Usup Mustika	3	0
3	Sugimin	5	0
4	Danang	3	0
5	Masinen	3	1
6	Sanuri	2	1
7	Tukiman	4	0
8	Sumarno	3	0
9	Pomo	3	2
10	Nur	3	0
11	Daliyem	2	2
12	Paimin	4	1
13	Mukiman	2	1
14	Heri	3	0
15	JokoWahyono	2	1
16	Gimin	3	2
17	Sutrisno	5	2
18	Sumarno Rus	3	1
19	Wartono	3	1
20	Alif Mansari	2	1
21	Sabar	6	0
22	Sugimin	2	1
23	Joko Wiyono	4	1
24	Sukimin	3	2
25	Suryadi	2	2
27	Maryadi	5	1
28	Loso	2	1
29	Haryono	2	0
JUMLAH		88	26

Dukuh Randu, Kelurahan Temon, Kecamatan Simo, Kabupaten Boyolali:

Dukuh Randu, Desa Temon terletak 7,5 km di sebelah timur kota Kecamatan Simo. Dukuh Randu berada di posisi paling selatan Kelurahan Temon. Sebelah barat berbatasan dengan Dukuh Kedung wuluh, sebelah utara berbatasan dengan Dukuh Blimbing, sebelah timur berbatasan dengan Desa Bendo Kecamatan Nogosari, sebelah selatan berbatasan dengan Desa Bendo dan Desa Bendungan. Dukuh Randu, Desa Temon terdiri dari beberapa RT dan dalam satu RW yaitu RT 08, 09, 10, 11 dan 12, Warga Dukuh Randu, Desa Temon adalah beragama Islam dan terdapat masjid yang baik dan bersih. Untuk lebih memfokuskan kegiatan pengabdian dan keterbatasan dana maka pengabdian ini hanya difokuskan pada salah satu RT saja. Pada pengabdian ini dikhususkan di RT 11 Dukuh

Randu, Desa Temon. Di RT 11 jumlah warga dan jumlah ternak sapi adalah seperti pada tabel 1 (Semin dkk, 2014).

Konsumsi LPG Untuk Memasak di RT 11 Dukuh Randu: Konsumsi LPG untuk keperluan rumah tangga, yaitu untuk kegiatan memasak pada rumah tangga di RT 11 Dukuh Randu Desa Temon Kecamatan Simo Kabupaten Boyolali setiap bulan secara rata-rata adalah sebagai mana dibawah. Rata-rata setiap keluarga menghabiskan 3 kg LPG atau satu buah isi tabung LPG 3 kg. Sehingga rata-rata setiap bulan er keluarga menghabiskan 4 buah isi tabung LPG 3 kg atau total sebanyak 12 kg. Konsumsi LPG untuk satu daerah pada obyek pengabdian ini adalah sebagai berikut:

Konsumsi LPG/bulan (KLB)

$$\begin{aligned} \text{KLB} &= \text{Jumlah KK} \times \text{Konsumsi LPG/bln} \\ &= 29 \times 4 \text{ tabung LPG} \\ &= 116 \text{ tabung LPG} \end{aligned}$$

Atau

$$\begin{aligned} \text{KLB} &= 116 \text{ tabung LPG} \times 3 \text{ kg} \\ &= 348 \text{ kg.} \end{aligned}$$

Konsumsi LPG/tahun (KLT)

$$\begin{aligned} \text{KLT} &= \text{Konsumsi LPG per bulan} \times 12. \\ &= 116 \text{ tabung LPG} \times 12 \\ &= 1392 \text{ tabung LPG} \end{aligned}$$

Atau

$$\begin{aligned} \text{KLT} &= 1392 \text{ tabung LPG} \times 3 \text{ kg} \\ &= 4176 \text{ kg.} \end{aligned}$$

Belanja LPG/bulan (BLB)

$$\begin{aligned} \text{BLB} &= \text{KLB} \times \text{harga LPG per tabung.} \\ &= 114 \times \text{Rp. 21.000,-} \\ &= \text{Rp. 2.394.000,-} \end{aligned}$$

Belanja LPG/tahun (BLT)

$$\begin{aligned} \text{BLT} &= \text{KLT} \times \text{harga LPG per tabung.} \\ &= 1392 \times \text{Rp. 21.000,-} \\ &= \text{Rp. 28.728.000,-} \end{aligned}$$

Sehingga, Belanja LPG / bulan setiap keluarga adalah Rp. 82.551,70-. Dan Belanja LPG / tahun setiap keluarga adalah Rp. 990.620,70-

Potensi Biogas dari Ternak Sapi:

Dalam pengabdian ini digunakan kotoran sapi sebagai bahan baku yang akan dijadikan biogas. Dari jumlah sapi tersebut kita akan coba mengkonversikan menjadi bahan bakar biogas yang dapat digunakan untuk bahan bakar

kompor gas tersebut. Dengan mencoba mengambil asumsi yang berdasarkan pada data yang telah didapat tentang seberapa banyak kotoran sapi yang akan bisa diproduksi per hari dan per satu ekor sapi. Dalam kasus ini juga kita harus memperhatikan suhu yang di lingkungan, karena mempengaruhi dari kualitas gas yang dihasilkan.

Dalam hal pengaruh suhu tersebut, dapat dilihat didalam tabel tentang suhu dan biogas yang dapat dihasilkan karena faktor suhu pada digester yang mempengaruhi volume biogas yang dapat dihasilkan. Setelah dapat dianalisa sebagai dasar untuk memnganalisa. Suhu begitu cukup berpengaruh untuk menghasilkan biogas. Pemanfaatan Biogas di negara-negara lain sudah sangat bervariasi, ada yang sudah memanfaatkan sebagai pembangkit listrik untuk memenuhi kebutuhan listrik satu kota, ada yang digunakan sebagai bahan bakar untuk kendaraan berbahan bakar gas, seperti; mobil, truk pengangkut sampah, kereta api, dan lain sebagainya. Selain penggunaannya juga dapat memenuhi kebutuhan sehari-hari untuk memasak nasi atau memasak dengan kompor gas, untuk lampu penerangan petromax dan masih banyak lagi. Sehingga penggunaan biogas di Indonesia seharusnya juga dapat dimanfaatkan dengan baik, mengingat persediaan ketersediaan bahan bakar minyak sudah menipis.

Tabel 2. Produksi Biogas Kotoran Sapi Kondisi Mesopolik.

Suhu Digester Kondisi Mesopolik (⁰ C)	Produksi Biogas (m ³ /kg kotoran kering)
25	0.26
30	0.3
35	0.45

Kondisi Mesopolik adalah kondisi dimana digester memiliki suhu diantara 20-45⁰C, dan kotoran cair terdigestifikasi selama 18-28 hari. (Wijayanto, 2004). Setelah itu, dari 12,735 ekor sapi tersebut akan dilakukan pengasumsian sesuai dengan data dan pengalaman yang ada bahwa untuk 1 ekor sapi akan dapat menghasilkan 25-30 kg kotoran sapi setiap harinya. Sehingga didapatkan volume biogas

yang didapatkan menurut data dan perhitungan dibawah ini :

Dengan mengambil rata-rata kotoran yang dihasilkan adalah 25 kg per ekor tiap harinya dan mengambil suhu digester konstan 30⁰C (karena digester akan ditambahkan pemanas untuk menjaga suhu).

Maka bisa dihitung sebagai berikut:

1 ekor sapi = 25 kg kotoran
 1 kg kotoran kering = 0,3 m³ volume biogas

Maka untuk satu ekor sapi tiap harinya mendapatkan:

1 sapi = 25kg kotoran x 0,3 m³ v. biogas
 = 7,5 m³ biogas

Dan untuk kasus di RT 11 Dukuh Randu Temon Simo Boyolali secara keseluruhan dengan total = 26 ekor maka:

Total volume biogas per hari(TVBH)

TVBH = 26 x 7,5
 = 195 m³ biogas

Setara dengan = 195 x 0,46 kg LPG
 = 89,7 kg LPG

Dimana 1 m³ biogas setara 0.46 kg LPG.

Perlu diketahui jika volume biogas diatas akan didapat jika proses fermentasinya atau anaerobik dari kotoran tersebut berlangsung sesuai kondisinya yaitu selama 18-28 hari. Jadi jika selama 18-28 hari dibiarkan tanpa digunakan maka akan menghasilkan energi biogas dengan volume 195 m³ atau setara dengan 89,7 kg LPG. Sehingga perlu dilakukan perhitungan kembali dan pencarian data yang menunjukkan kestabilan dari biogas yang dapat dihasilkan sehari-harinya untuk digunakan sebagai bahan bakar kompor gas.

Dari data yang didapat, ada biogas yang secara berkelanjutan (*continue*) dihasilkan setiap harinya yaitu sebesar angka yang tertera di kolom tabel sebelah paling kanan. Angka tersebut menggabarkan volume biogas yang dapat dihasilkan secara *continuesetiap* setiap harinya, tanpa memperhatikan waktu digesterifikasinya. Waktu digesterifikasinya itu untuk volume total dari kotoran sapi tersebut dapat diproses semua.

Berikut data yang dapat digunakan untuk memenuhi kebutuhan tersebut :

Tabel 3. Volume dan Produksi Biogas Digester tipe Cina

Volume Digester (m ³)	Kotoran (kg/hari)	Waktu Digestifikasi (hari)	Produksi Biogas (m ³ /hari)
4	25	80	1.4
6	40	75	1.8
8	48	83	2.2
10	60	83	3.1
15	90	83	4.2
20	120	83	6.4
35	210	83	10.5
50	300	83	15.0

Dari data tersebut dapat dilakukan perbandingan dengan jumlah kotoran sapi yang ada di Boyolali. Maka kita asumsikan untuk setiap harinya 1 ekor sapi menghasilkan 25 kg kotoran.Total kotoran = 26 ekor x 25 kg = 650 kg/hari

Kemudian perhitungan selanjutnya adalah melakukan perhitungan perbandingan dengan data yang sesuai dengan tabel 3. Dalam pengabdian ini mengambil angka terbesar yaitu 300kg yang dapat menghasilkan 15 m³ kotoran sapi, Berikut ini perhitungannya :

Total Volume Biogas yang stabil per hari(TVBSH) adalah sebagai berikut:

TVBSH = (650 kg x 15 m³) / 300 kg
 = 32,5 m³/hari
 = 14,95 kg LPG

Dengan kata lain 1 ekor sapi untuk setiap harinya mampu menghasilkan energi biogas 1.25 m³ atau sekitar 0,575 kg LPG. Sehingga dari volume tersebut dapat dikonversikan dengan mengacu pada besaran konsumsi bahan bakar yang akan digunakan pada kompor gas tersebut.

Dari hasil tersebut kita dapat mengkonversinya menjadi berapa besar energi yang dihasilkan oleh biogas dengan volume sebesar itu. Melalui data yang didapat tentang konversi biogas ke dalam bentuk energi lain atau penyeteraan energi antara biogas dengan

bahan bakar lain didapatkan sesuai dengan yang dimaksud. Pada pengabdian ini akan melakukan pengonversian ke dalam bentuk energi bahan bakar lainnya yaitu LPG. Karena dalam pengabdian atau pengabdian ini menggunakan kompor gas dengan bahan bakar LPG.

Berikut tabel yang ada menunjukkan data kesetaraan biogas dan bahan bakar lain adalah sebagai berikut:

Tabel 9. Nilai kesetaraan berbagai jenis energi dibandingkan dengan biogas

No	Jenis Energi	Nilai Kesetaraan dibandingkan 1 m ³ Biogas
1	Elpiji	0.46 kg
2	Minyak Tanah	0.62 liter
3	Minyak LPG	0.52 liter
4	Bensin	0.8 liter
5	Kayu Bakar	3.5 kg

Dari perhitungan yang telah didapatkan tentang besar volume biogas stabil yang dihasilkan setiap harinya yaitu sebesar 32,5 m³ atau 14,95 kg LPG maka dapat dikatakan bahwa potensi yang cukup besar untuk ketersediaan dari kondisi biogas untuk membantu memenuhi kebutuhan memasak masyarakat di RT 11 Dukuh Randu Temon Simo Boyolali yang saat ini dalam kondisi kekurangan LPG karena faktor sulitnya bahan bakar LPG akibat suplainya yang kurang merata dan mahal.



Gambar 1. Nosel biogas



Gambar 2. Pemasangan nosel pada drum



Gambar 3. Drum yang sudah dipasang nosel dan siap diisi kotoran sapi



Gambar 4. Proses pengisian kotoran sapi ke dalam drum



Gambar 5. Drum penghasil gas yang dirangkai dengan selang



Gambar 6. Seluruh drum (6 buah) yang sudah dirangkai dengan selang plastik



Gambar 7. Biogas siap digunakan.

KESIMPULAN

Dari hasil survey dan analisa perhitungan yang telah didapatkan tentang besar volume biogas yang dihasilkan setiap harinya yaitu sebesar 32,5 m³ atau 14,95 kg

LPG, maka dapat dikatakan bahwa potensi yang cukup besar untuk ketersediaan dari kondisi biogas untuk membantu memenuhi kebutuhan bahan bakar masyarakat di Boyolali yang saat ini dalam kondisi kekurangan karena faktor sulitnya bahan bakar LPG akibat suplainya yang kurang merata dan harga yang selalu meningkat.

UCAPAN TERIMA KASIH

Ucapan terima kasih kami sampaikan kepada Lembaga Penelitian dan Pengabdian pada Masyarakat (LPPM), Institut Teknologi Sepuluh Nopember Surabaya yang telah bersedia mendanai kegiatan ini. Ucapan terima kasih juga kami sampaikan kepada seluruh anggota dan pengurus Forum Peternak Sapi Indonesia (FPSI) yang telah banyak memberikan wawasan dan sharing pengetahuan berbagai hal tentang sapi.

DAFTAR PUSTAKA

- Awaludin, W. Panuntn, Wiji S. Alam, Sinaga. Nazaruddin (2009), "*Pemilihan Mesin Mesin pembangkit Pada Sistem Pembangkit Listrik Tenaga Biogas (PLTBG)*", Jurusan Teknik Mesin, Fakultas Teknik Unniversitas Diponegoro, Semarang.
- Agung, N. Pambudi (2010), "*Pemanfaatan Biogas sebagai Energi Alternatif*", Jurusan Teknik Mesin dan Industri, Fakultas Teknik, Universitas Gajah Mada, Yogyakarta.
- Semin, A.G.Z.M. Fthallah, B. Cahyono, I.M. Ariana, Sutikno (2014), "*Pemanfaatan Limbah Ternak Sapi Sebagai Sumber Bahan Bakar Biogas Murah dan Terbarukan Untuk Keperluan Rumah Tangga Masyarakat Di Boyolali*", *Laporan Kemajuan Pengabdian pada Masyarakat*, Lembaga Penelitian dan Pengabdian pada Masyarakat (LPPM), Institut Teknologi Sepuluh Nopember Surabaya.
- Wijayanto, Aris (2004), "*Analisa Ekonomi Pemanfaatn Pembangkit Listrik Tenaga Diesel-Biogas Di Pedesaan*", Universitas Indonesia, Jakarta.