

Study kelayakan Penggunaan Tangki Biodigester Tipe Potable dengan kapasitas 350 Liter Substrat untuk Penggunaan Sarana Penghasil Gas untuk Kebutuhan Masak

Bambang Setiawan^{1,*}, Yafid Effendi², Thomas Djunaedi³, Gunawan Hidayat⁴
^{1,3,4}Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Jakarta, Jl. Cempaka Putih Tengah 27 Jakarta, Kode Pos10510
²Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Tangerang, Jl. Perintis Kemerdekaan Tangerang, Kode Pos15118

*bambang.setiawan@umj.ac.id

ABSTRAK

Dalam merancang bejana tekan untuk kebutuhan biogas diperlukan perencanaan khusus dari segi tekanan, material, dimensi dan *support*. Salah satu inovasi terbaru dalam pembuatan *Biodigester* tipe portabel adalah dengan menggunakan material *stainless steel*. Keunggulannya adalah alat ini mudah dipindahkan, tahan terhadap korosi dan lebih tahan lama. Dalam penelitian kali ini kapasitas *Biodigester* adalah sebesar 350 liter substrat, 105 liter ruang separasi dan 125 liter *storage tank* dengan 1 pipa inlet dan 1 pipa *outlet*. *Biodigester* bertipe Horizontal dengan penambahan sekat untuk memisahkan antara ruang substrat dan *storage tank*.. Sistem kerja alat ini juga dibuat agar substrat dapat bersirkulasi untuk memudahkan produksi biogas. Dari hasil penelitian, uji coba dan analisa yang telah dilakukan dalam pembuatan alat ini didapatkan hasil bahwa material *stainless steel* dan pipa PVC dinilai tepat karena ringan, tahan korosi dan mudah dalam proses pembentukan maupun pengelasan. Dengan tekanan kerja 30 psi dan tekanan desain sebesar 40 psi didapatkan dimensi biodigester dengan Diameter dalam 0.75 m, tingi *shell* 1.03 m dengan tebal *shell* dan *head* 2 mm. *Biodigester* di topang dengan 3 *leg support* untuk menahan beban sebesar 500 kg dengan beban tekuk tiap kaki sebesar $22.7 \text{ kg/cm}^2 \leq 1600 \text{ kg/cm}^2$. Pengelasan dilakukan dengan las GTAW menggunakan elektroda ER308 dan ER 309. *Nondestructive test* dilakukan dengan metode *penetrant test* pada sambungan las sedangkan uji tekan dilakukan dengan metode *pneumatic test*. Dari hasil fermentasi kotoran sapi dan air dengan perbandingan 1:1 selama 21 hari didapatkan biogas sebanyak 3179.5 liter.

Kata kunci: Bejana Tekan, Biodigester, Biogas, Stainless Steel,

ABSTRACT

In designing pressure vessels for biogas needs special planning is needed in terms of pressure, material, dimensions and support. One of the latest innovations in the manufacture of portable biodigester is to use stainless steel material. The advantage is that it is easy to move, resistant to corrosion and more durable. In this study, biodigester capacity was 350 liters of substrate, 105 liters of separation space and 125 liters of storage tank with 1 inlet pipe and 1 outlet pipe. Horizontal type biodigester with the addition of bulkhead to separate the substrate space and storage tank. The working system of this tool is also made so that the substrate can circulate to facilitate biogas production. From the results of research, trials and analysis that have been carried out in the manufacture of this tool, the results are obtained that the stainless material and PVC pipe are considered appropriate because they are lightweight, corrosion resistant and easy in the process of forming and welding. With a working pressure of 30 psi and a design pressure of 40 psi obtained biodigester dimensions with an inside diameter of 0.75 m, high shell 1.030 m with thickness of shell and 2 mm head. biodigester is supported with 3 support legs to hold a load of 500 kg with a leg bending load of $22.7 \text{ kg/cm}^2 \leq 1600 \text{ kg/cm}^2$. Welding was carried out with GTAW welding using ER308 and ER 309 electrodes. Nondestructive tests were carried out with a penetrant test method on welded joints while the compressive test was carried out by pneumatic test method. From the fermentation results of cow dung and water with a ratio of 1: 1 for 21 days, there were 3179.5 liters of biogas.

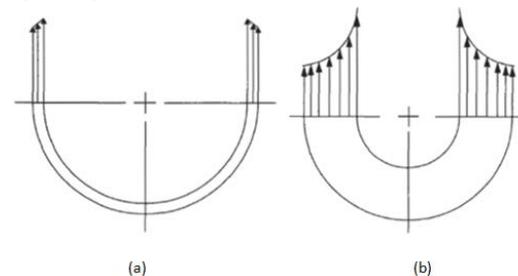
Keywords: Pressure Vessel, Biodigester, Biogas, Stainless Steel

1. PENDAHULUAN

Biogas merupakan salah satu sumber energi alternatif pengganti minyak bumi. Gas ini berasal dari berbagai macam limbah organik seperti sampah biomassa, kotoran manusia, kotoran hewan dapat dimanfaatkan menjadi energi melalui proses anaerobic digestion. Proses ini merupakan peluang besar untuk menghasilkan energi alternatif sehingga akan mengurangi dampak penggunaan bahan bakar fosil. Salah satu cara untuk mendapatkan biogas dari bahan biomassa adalah dengan melakukan gasifikasi bahan biomassa dengan menggunakan biodigester, dimana biodigester tersebut berguna untuk menghasilkan gas dari bahan biomassa melalui proses anaerobic. Gas yang dihasilkan dari biodigester bisa digunakan untuk berbagai keperluan. Desain biodigester yang ada selama ini adalah tipe fixed dengan kapasitas besar serta membutuhkan tempat yang luas dan biaya besar. Hal ini tentu kurang efektif jika digunakan untuk produksi biogas skala kecil. Untuk produksi biogas skala kecil biodigester tipe portabel tentu lebih efisien karena kapasitas yang tidak terlalu besar dan bisa dipindahkan. Biodigester tipe portabel itu sendiri sejatinya merupakan bejana tekan yang digunakan untuk memisahkan bahan biomassa dan gas yang bertekanan tinggi melalui proses anaerobic digestion. Sehingga dalam perancangannya membutuhkan perhitungan yang teliti dari segi material, tekanan, dimensi dan support agar alat tersebut aman dan efektif dalam penggunaannya.

Bejana tekan merupakan suatu wadah untuk menyimpan fluida bertekanan. Fluida yang disimpan dapat mengalami perubahan keadaan pada saat berada di dalam seperti pada kasus boiler atau dapat digabungkan dengan suatu reagen lainnya seperti pada pabrik kimia. Bejana tekan dirancang dengan pertimbangan yang perlu diperhatikan karena pecahnya bejana tekan berarti terjadinya ledakan yang dapat menyebabkan hilangnya nyawa dan kerusakan benda sekitar. Berdasarkan dimensinya bejana tekan dapat dibagi menjadi 2, yaitu:

Bejana tekan dinding tebal yaitu bejana yang memiliki ketebalan dinding shell lebih dari $1/20$ diameter shell. Bejana tekan dinding tipis yaitu bejana yang memiliki ketebalan dinding shell kurang dari $1/20$ diameter shell. Perbedaan bejana tekan dinding tipis dengan dinding tebal berada pada distribusi tegangan yang terjadi pada dinding bejana tekan tersebut, bejana tekan dinding tebal memiliki distribusi tegangan yang harus diperhitungkan sedangkan pada bejana tekan dinding tipis distribusi tegangan dapat diabaikan karena perbedaan diameter luar dengan diameter dalam sangat tipis sehingga distribusi tegangan yang terjadi sangat kecil, dapat dilihat seperti pada Gambar 1 di bawah



Gambar 1 (a) Bejana tekan dinding tipis
(b) Bejana tekan dinding tebal (Dennis Moss, 2004)

Ukuran dan bentuk dari bejana tekan sangat bermacam seperti bejana silindris besar yang digunakan pada tekanan tinggi sebagai penyimpanan gas sampai kepada ukuran yang kecil yang digunakan sebagai bagian hidrolik pada pesawat udara. Beberapa terkubur dalam tanah atau jauh di dalam laut, tetapi sebagian besar berada di atas tanah atau ditumpu pada platform. Bejana tekan seringkali berbentuk bola atau silinder dengan ujung berukuh. Bejana tekan silinder lebih sering dipilih karena lebih sederhana dalam pembangunannya dan memiliki kesesuaian ruang yang lebih baik. Ketel uap, perubah panas, reaktor kimia, dan yang lainnya seringkali berbentuk silinder. Bejana tekan bola memiliki keuntungan dalam menghitung ketebalan dinding yang dibutuhkan, tekanan yang diberikan. Oleh karena itu, seringkali bejana tekan bola digunakan pada alat penyimpanan gas

atau fluida skala besar, pendingin gas pada reaktor, bangunan pada pembangkit nuklir dan lain.

Komponen utama bejana tekan

Komponen utama bejana tekan merupakan komponen yang paling dominan dan selalu ada pada setiap bejana tekan. Komponen-komponen ini antara lain; shell, head, nozzle, dan support.

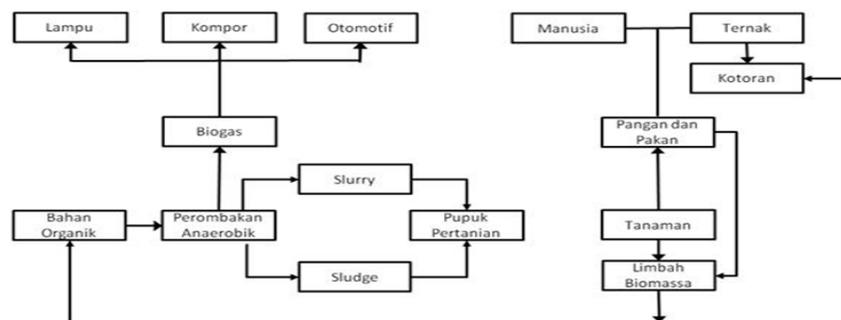
1. Shell

Shell adalah komponen yang paling utama yang berisi fluida yang bertekanan. Pada umumnya ada dua tipe shell yang ada yaitu shell silindris dan spherical shell. Tetapi hanya shell silindris sering digunakan dalam desain bejana tekan. Prosedur desain dalam perancangan bejana tekan untuk shell yang sebagian besar didasarkan pada asumsi elastis linier, kadang-kadang memungkinkan untuk perilaku inelastik terbatas atas wilayah lokal. Ketebalan shell adalah

parameter desain utama dan biasanya dikontrol oleh tekanan internal dan terkadang oleh tekanan eksternal yang dapat menghasilkan buckling. Beban yang diterapkan juga penting dalam mengontrol ketebalan dan demikian pula diskontinuitas dan tegangan termal. Dasar ketebalan shell didasarkan pada analisis tegangan yang disederhanakan dan tegangan yang diijinkan untuk material konstruksi.

2. Biogas

Biogas merupakan teknologi pembentukan energi dengan memanfaatkan limbah, seperti limbah pertanian, limbah peternakan, dan limbah manusia. Biogas dihasilkan dari proses penguraian bahan organik dalam kondisi anaerobik, serta merupakan salah satu jenis energi baru dan terbarukan yang dapat digunakan sebagai energi alternatif pengganti energi fosil.



Gambar 2. Alur pemanfaatan dan sistem lingkaran produksi biogas

Biogas terutama digunakan untuk bahan bakar seperti halnya gas alam, dan mulai digunakan sebagai bahan baku pembangkit listrik, pemanas ruangan, dan pemanas air. Jika dikompresikan, biogas dapat menggantikan gas alam terkompresi yang digunakan pada kendaraan. Biogas hanya dapat terbakar jika kandungan metan di dalamnya mencapai 57%. Produk samping berupa cairan lumpur (sludge) dapat digunakan sebagai pupuk organik untuk tanaman. Alur pemanfaatan dan sistem lingkaran produksi biogas secara anaerobik .. Perbandingan nilai energi biogas dengan bahan baku lainnya biasa digunakan di Indonesia menunjukkan nilai yang cukup potensial, dimana 1m³

biogas dengan kadar metan 60% setara dengan 2 kWh listrik untuk menyalakan lampu gas 60 W selama 7 hari (sekitar 5 jam nyala lampu per hari). Kesetaraan nilai kalori dari biogas jika dibandingkan dengan sumber energi lainnya disajikan dalam tabel 1

Tabel 1 : Kesetaraan Biogas dengan sumber energi lainnya

Bahan Bakar	Jumlah
Biogas	1m ³
Elpiji	0,5 kg
Minyak tanah	0,6 liter
Minyak solar	0,55 liter
Bensin	0,45 liter
Kayu Bakar	5,5 kg

Prinsip dasar teknologi biogas

Prinsip dasar teknologi biogas adalah proses penguraian bahan organik oleh mikroorganisme dalam kondisi tanpa udara (anaerob) untuk menghasilkan campuran dari beberapa gas, di antaranya metana dan CO₂. Biogas dihasilkan dengan bantuan bakteri metanogen atau metanogenik. Bakteri ini secara alami terdapat dalam limbah yang mengandung bahan organik, seperti limbah ternak dan sampah organik. Proses tersebut dikenal dengan istilah anaerobic digestion atau pencernaan secara anaerob. Umumnya, biogas diproduksi menggunakan alat yang disebut reaktor biogas (digester) yang dirancang agar kedap udara (anaerob) sehingga proses penguraian oleh mikroorganisme dapat berjalan secara optimal.

Bio gas dan limbah peternakan

Sektor peternakan skala usaha kecil umumnya dilakukan masyarakat pedesaan dengan memelihara 2-5 ekor ternak. Sementara itu peternak skala usaha besar biasanya memelihara puluhan sampai ratusan ternak secara intensif. Namun, berkembangnya usaha sektor peternakan menghasilkan limbah berupa kotoran ternak yang cukup banyak, sehingga dapat menimbulkan bau yang dapat mengakibatkan polusi udara dan dapat mengganggu kesehatan manusia. Karena, gas metana yang dihasilkan memiliki potensi pemanasan global 21 kali lebih tinggi dibandingkan gas Karbondioksida (CO₂)

Tabel 2. Potensi Produksi Gas dari kotoran

Jenis Kotoran	Produksi Gas Per Kg Kotoran (m ³)
Sapi/kerbau	0,023—0,040
Babi	0,040—0,059
Ayam	0,065—0,116
Manusia	0,020—0,028

Dekomposisi kotoran ternak menghasilkan polutan berupa BOD (Biological Oxygen Demand), COD (Chemical Oxygen Demand), polusi air,

polusi udara dan bakteri patogen. Salah satu solusi untuk mengurangi dampak negatif limbah peternakan adalah mengelolanya dengan baik. Limbah peternakan seperti kotoran padat dan cair dapat dijadikan bahan baku biogas yang akan menghasilkan energi dan pupuk organik. Umumnya, kebutuhan energi untuk memasak satu keluarga rata-rata 2000 liter per hari, sedangkan produksi biogas dari seekor sapi berkisar 600–1000 liter biogas per hari. Dengan demikian, untuk memenuhi kebutuhan energi untuk memasak satu keluarga dibutuhkan 2-3 ekor sapi.

Tabel 3. Produksi kotoran ternak

Jenis Ternak	Bobot Ternak kg /ekor	Produksi KTS (kg/hari)
Sapi potong	400—500	20—29
Sapi perah	500—600	30—50
Ayam petelur	1,5—2,0	0,1
Ayam pedaging	1,0—1,5	0,06
Babi dewasa	80—90	7
Domba	30—40	2

Reaktor Biogas

Proses menghasilkan biogas dari bahan organik, diperlukan alat yaitu digester Biogas/Biodigester, yang bekerja dengan prinsip menciptakan suatu tempat penampungan bahan organik pada kondisi anaerob (bebas oksigen) sehingga bahan organik tersebut dapat difermentasi oleh bakteri metanogen untuk menghasilkan biogas. Biogas yang timbul kemudian dialirkan ketempat penampungan biogas sedangkan lumpur sisa aktifitas fermentasi dikeluarkan lalu dijadikan pupuk alami yang dapat dimanfaatkan untuk usaha pertanian maupun perkebunan.

Awalnya, biogas dibangun dalam bentuk denplot oleh pemerintah dengan reaktor berbentuk kubah dari bata/beton (fixed dome) dan bentuk terapung (floating) yang terbuat dari drum yang disambung. Kini, bahan reaktor yang digunakan telah berkembang, ada yang terbuat dari beton/bata, plat besi, plastic dan serat kaca (fiberglass), dengan masing-masing kelebihan dan kekurangan sebagai berikut :

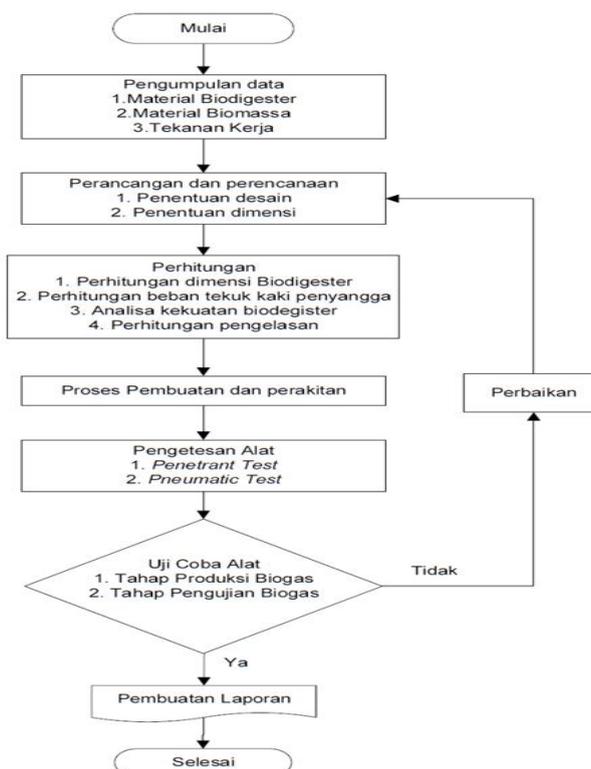
Tabel 4. Perbandingan beberapa tipe biodigester

Beton/bata	Fiber Glass (Swen IT)	Plastik
Pembangunan harus teliti, butuh waktu lama	Produk pabrik, sistem knock down sangat cepat ke udara, waktu pasang singkat	Konstruksi sederhana, waktu pasang singkat
Tidak dapat dipindah	Dapat dipindah, mudah untuk di renovasi	Dapat dipindah tapi cukup riskan (rusak)
Kalau bocor susah dideteksi	Kalau bocor mudah dideteksi dan diperbaiki.	Kalau bocor susah diperbaiki
Biaya konstruksi agak mahal	Biaya konstruksi agak mahal	Biaya konstruksi murah
Operasional mudah kotoran langsung disalurkan ke dalam reaktor	Operasional mudah, kotoran dapat langsung disalurkan ke dalam reaktor	Operasional agak rumit, kotoran dimasuki pakai tangan
Daya tahan tergantung saat pembuatan	Daya tahan kuat, tahan segala cuaca, tahan 10 -15 thn	Daya tahan sangat kurang mudah rusak

2. METODE PENELITIAN

Berdasarkan tema yang diangkat dalam penelitian ini harus direncanakan lebih awal langkah-langkah yang harus

dilakukan dalam proses penelitian yang harapannya dapat memberikan kemudahan dalam proses penelitian yang telah dilakukan. Adapun langkah langkah dalam penelitian ini, sebagai berikut



3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Analisa kekuatan Biodigester

Analisa kekuatan bejana tekan dapat dilakukan dari hasil perhitungan yang sudah didapatkan sebelumnya. Data tersebut yaitu:

Diameter dalam bejana tekan D : 750 mm
(29.529 in)

Ketebalan *shell* bejana tekan : 2 mm
(0.787 in)

Ketebalan *head* bejana tekan : 2 mm
(0.787 in)

Tekanan perencanaan : 40 psi

Tekanan kerja : 30 psi

Suhu kerja : 25 – 37 °C

Material : *Stainless Steel* 304

Perhitungan MAWP (Maksimum Allowable Work Pressure) Bejana tekan

a. MAWP pada *shell* dapat dihitung dengan rumus

$$P = \frac{SEt}{R+0.4t}$$
$$P = \frac{18800 \times 0.7 \times 0.0787}{14.76 + (0.4 \times 0.0787)}$$
$$P = \frac{1035.69}{14.79}$$

$$P = 70 \text{ Psi}$$

b. MAWP pada *head* dapat dihitung dengan rumus:

$$P = \frac{2SEt}{D+0.2t}$$
$$P = \frac{2 \times 18800 \times 0.85 \times 0.0787}{29.5 + (0.2 \times 0.0787)}$$
$$P = \frac{2515.252}{29.5787}$$

$$P = 85 \text{ Psi}$$

Karena MAWP pada *shell* lebih kecil dari *head*, maka tegangan maksimum yang diperbolehkan untuk bejana tekan adalah 70 psi.

Analisa tegangan memanjang dan melingkar yang terjadi pada bejana tekan

a. Tegangan memanjang yang terjadi pada bejana tekan

$$s2 = \frac{PD}{2t}$$
$$s2 = \frac{40 \times 29.527}{2 \times 0.07874}$$

$$s2 = 7499.872 \text{ psi}$$

Karena $s2$ lebih kecil dari ot material yaitu 18800 psi maka aman.

b. Tegangan melingkar yang terjadi pada bejana tekan

$$s1 = \frac{PD}{4t}$$
$$s1 = \frac{40 \times 29.527}{4 \times 0.07874}$$
$$s1 = 3749.93 \text{ psi}$$

Karena $s1$ lebih kecil dari ot material yaitu 18800 psi maka aman.

Uji Coba Alat

Setelah Dilakukan pengetesan, tahap selanjutnya adalah Uji Coba alat untuk mengetahui apakah *biodigester* yang telah dirancang dapat berfungsi dengan baik atau tidak. Dalam penelitian ini pengujian dibagi dalam 2 tahap, yaitu tahap produksi biogas dan pengujian biogas

Tahap Produksi Biogas

a. Menyiapkan seperangkat alat penelitian

Sebelum penelitian dimulai, beberapa alat perlu dipersiapkan untuk mendukung lancarnya proses produksi biogas. Persiapan tersebut meliputi merangkai *biodigester* dengan instrumennya, yaitu *Pressure gauge*, *temperature gauge*. Selain itu juga di persiapkan bahan untuk membuat substrat, yaitu kotoran sapi dan air.

b. Memformulasikan bahan sesuai variabel

Setelah digester siap digunakan, tahap selanjutnya adalah menyiapkan bahan baku dan memformulasikannya sesuai variabel. Yaitu mencampur kotoran sapi dan air dengan perbandingan 1: 1 lalu di aduk hingga homogen. Setelah homogen, kemudian dimasukkan kedalam digester kemudian disimpan untuk melanjutkan proses fermentasi



Gambar 3 Larutan substrat bahan baku biogas

c. Fermentasi anaerob selama 21 hari
 Proses fermentasi dilakukan selama 21 hari, terhitung sejak semua bahan dicampurkan. Selama proses fermentasi, setiap minggunya biogas yang didapat dilakukan pengecekan parameter meliputi massa, tekanan, dan temperatur biogas.

Tahap pengujian biogas

a. Pengukuran massa dan tekanan biogas
 Pengukuran tekanan biogas dapat dilakukan dengan melihat tekanan yang terpasang pada *pressure gauge*, hasil pengumpulan data dilakukan setiap hari dilakukan bersamaan dengan pengukuran temperatur.



Gambar 4. Pengukuran tekanan dan temperatur biogas

Karena pengukuran yang bisa dilakukan adalah tekanan, maka untuk mengetahui massa dari biogas dalam kondisi temperatur konstan dilakukan perhitungan dengan rumus hukum *boyle*, yaitu:

$$p_1 \times V_1 = p_2 \times V_2 \text{ . dimana}$$

p_1 : Tekanan dari gas yang dimampatkan

p_2 : Tekanan atmosfir (1 atm = 14.7 psi)

V_1 : Volume tabung

V_2 : Volume gas yang dimampatkan

Dari persamaan diatas, maka untuk mengetahui volume Biogas yang telah dimampatkan digunakan persamaan:

$$V_2 = \frac{p_1 \times V_1}{p_2}$$

Persamaan diatas digunakan untuk menghitung volume Biogas pada kondisi temperatur konstan dalam ruang separasi dan *Storage tank*. Dari hasil uji coba selama 21 hari didapatkan volume gas seperti yang bisa dilihat pada tabel 5

Tabel 5 Jumlah Biogas yang dihasilkan *biodigester*

Hari ke	Ruang separasi (V= 105 Liter)		<i>Storage Tank</i> (V= 125 Liter)		Total Volume
	Tekanan	Volume	Tekanan	Volume	
1-5	0 Psi	0 Liter	0 Psi	0 Liter	0 Liter
6-7	2 Psi	14.8 Liter	0 Psi	0 Liter	14.8 Liter
8-9	6 Psi	42.85 Liter	0 Psi	0 Liter	42.85 Liter
10-11	16 Psi	114.28 Liter	0 Psi	0 Liter	114.8 Liter
12-13	10 Psi	71.42 Liter	10 Psi	85.03 Liter	156.45 Liter
13-14	14 Psi	100 Liter	14 Psi	119.04 Liter	219.04 Liter

15-16	30 Psi	214.28 Liter	30 Psi	255.1 Liter	469.38 Liter
17	30 Psi	214.28 Liter	30 Psi	255.1Liter	469.38 Liter
18	32 Psi	228.57 Liter	32 Psi	272.1 Liter	500.67 Liter
19	30 Psi	214.28 Liter	30Psi	255.1 Liter	469.38 Liter
20	34 Psi	242.85 Liter	14 Psi	119.04 Liter	361.89 Liter
21	34 Psi	242.85 Liter	14 Psi	119.04 Liter	361.89 Liter
Total Volume Biogas yang dihasilkan selama 21 hari					3179.49 liter

Uji pembakaran

Uji pembakaran dilakukan dengan mengalirkan gas yang terdapat pada *storage tank* ke kompor biogas. Sumber panas yang digunakan adalah korek api. Gas dikeluarkan sedikit demi sedikit berdasar bukaan pada kran. Api yang dihasilkan dari pembakaran biogas ini digunakan untuk memanaskan air sebanyak 250 ml.

Uji pembakaran ini dilakuka pada hari ke 19 dari awal proses fermentasi substrat. Dari hasil uji coba, dapat dilihat bahwa api hasil pembakaran Biogas berwarna biru. Menandakan jumlah gas metan yang cukup tinggi. untuk memanaskan air sebanyak 250 ml dibutuhkan 50 liter biogas dalam waktu 15 detik.



Gambar 6 Uji pembakaran Biogas

4. KESIMPULAN

Dari hasil perancangan dan perhitungan untuk *biodigester* dengan kapasitas substrat sebanyak 350 liter dapat disimpulkan bahwa kapasitas ruang separasi adalah 105 liter dengan kapasitas *storage tank* sebesar 125 liter biogas. Material yang digunakan adalah *stainless*

steel 304 dengan tebal *shell* dan *head* yaitu 2 mm, diameter dalam 750 mm, tekanan kerja 30 psi, tekanan desain 40 psi serta MAWP (*Maksimum Availabel Work Pressure*) sebesar 70 psi. Kaki penyangga dari bahan pipa baja Ø 3 inchi, tinggi 480 mm sebanyak 3 buah.

Pengelasan pada sambungan *Biodigester* dilakukan menggunakan las GTAW. Perhitungan las pada las tumpul di bejana tekan tidak perlu dilakukan mengingat ukuran penampang las sudah lebih dari penampang plat sedangkan untuk pengelasan sudut pada sambungan *leg support* dengan biodegister didapatkan sambungan mampu menahan beban lebih dari beban yang diijinkan.

Pengetesan *biodigester* dilakukan dengan *Nondestructive Test* (NDT) berupa *Liquid penetrant Test* dan *pneumatic test* dengan hasil yang baik.

Dari hasil uji coba selama 21 hari dengan kapasitas penuh, *biodigester* ini mampu menghasilkan Biogas sebanyak total 3179.49liter dengan produksi terbanyak sebesar 500.67liter perhari pada hari ke 18. Sedangkan uji nyala biogas dilakukan dengan kompor biogas.

UCAPAN TERIMAKASIH

Ucapan terima kasih ini ditujukan kepada:

1. Rektor Universitas Muhammadiyah Jakarta
2. LPPM UMJ
3. Fakultas Teknik
4. Prodi Teknik Mesin

Terima kasih atas pendanaan dan fasilitas serta dukungan dalam pelaksanaan Penelitian internal UMJ di tahun 2023 ini,

mudah mudahan program ini akan berkesinambungan .

(Kontrak Penelitian Internal Tahun Pelaksanaan 2023, Nomor 80/R-UMJ / VII / 2023)

DAFTAR PUSTAKA

- A Designers' Handbook Series No 9014.
Design Guidelines for the Selection and Use of Stainless Steels. Nickel Development institute, Buku
- Direktorat Penyelidikan Masalah Bangunan. (1984). Peraturan perencanaan bangunan Baja Indonesia. Yayasan Lembaga Penyelidikan Masalah Bangunan. Bandung, buku
- Gunawan, Rudi. (1987) . Tabel Profil Konstruksi Baja. Penerbit Kanisius. Yogyakarta, buku
- Hardoyo dkk. (2014). Panduan Praktis Membuat Biogas Portable Skala Rumah Tangga dan Industri. Lily Publisher. Yoyakarta, buku
- International Atomic Energy Agency. (2000). Training Course No. 11: Liquid Penetrant & Magnetic Penetrant Testing at Level 2. International Atomic Energy Agency. Austria , buku
- Megyesy, Eugene F. (1995). Pressure Vessel Handbook, 10th Edition. Pressure Vessel Publishing Inc. United States Of America, buku
- Moss, Dennis. (2004) . Pressure Vessel Design Manual 3rd Edition. Elsevier. United States Of America, buku
- Oentoeng.(2004).Kontruksi Baja. Penerbit Andi. Yoyakarta, buku
- Osterman, Kristina. Technical Series No. 10090 : Stainless Steels Cost Effective Materials For 9. 9. The Global Biofuels Industries. Nickel Institute, buku
- The American Society of Mechanical Engineer. ASME Sec.VIII Div.1 ,(2015) Edition ASME International (BPVC). United States Of America buku