

PERANCANGAN SISTEM INSTALASI *BIODIGESTER* KAPASITAS 2000 LITER

Eddy Djatmiko^{1*}, Eka Maulana^{2*}, Abdul Hadi³

¹Program Studi Magister Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Pancasila, Jakarta, 12640

²Program Studi Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Pancasila, Jakarta, 12640

ABSTRAK

Penelitian tugas akhir ini memiliki beberapa rumusan masalah yaitu, bagaimana tahapan perancangan, dan desain, serta apa saja parameter, komponen, dari sistem instalasi biodigester kapasitas 2000 liter. Maka dari itu, tujuan dari penelitian ini adalah menghasilkan rancangan sistem instalasi biodigester kapasitas 2000 liter. Biodigester adalah suatu sistem yang berfungsi untuk menghasilkan biogas dari bahan organik, yang dimana biogas ini dapat dimanfaatkan sebagai sumber energi alternatif pengganti gas bahan bakar minyak (BBM) terutama gas Liquefied petroleum gas (LPG). Pada proses penelitian ini digunakan metode perancangan Pahl & Beitz, yang kemudian menghasilkan 3 varian konsep biodigester kapasitas 2000 liter, dimana varian 3 kemudian tereleminasi melalui tahap selection chart, dan pada peroses pembobotan, varian satu mendapat poin sebesar 4,2 dan varian 2 mendapatkan poin sebesar 4,78. Kemudian varian 2 terpilih untuk dilanjutkan ke fase selanjutnya. Dari hasil analisa data perhitungan produksi biogas dengan HRT selama 30 hari didapat Biodigester mampu menghasilkan biogas sebesar 0,5065 m³/hari atau sekitar 506,5 liter/hari dengan tekanan hidrostatik yang bekerja pada reaktor sebesar 9,6510 x 10³ N/m² dan nilai safety factor 4,9. Lalu untuk analisa beban pada dudukan dengan material AISI 1045 didapatkan nilai safety factor sebesar 46. Maka dudukan aman untuk digunakan.

Kata kunci: Biodigester, Pahl & Beitz, Biogas, Slurry

1. Pendahuluan

Gas merupakan salah satu sumber energi yang sangat umum digunakan dalam kehidupan sehari-hari seperti memasak maupun memanaskan air. Namun seiring berjalannya waktu konsumsi energi minyak sangat tinggi, maka terjadilah kelangkaan bahan bakar minyak yang dapat menyebabkan kenaikan harga bahan bakar minyak secara signifikan. Untuk mengatasi permasalahan tersebut maka dimanfaatkanlah energi alternatif, salah satunya yaitu Biogas.

Biogas adalah gas yang berasal dari bahan – bahan organik, seperti limbah rumah tangga, limbah pasar, maupun limbah ternak. Dengan banyaknya limbah pasar dan sangat kecil upaya pemanfaatan dari limbah tersebut. Berdasarkan data statistika Indonesia, berton – ton sampah di

Indonesia bertambah setiap tahunnya, Maka salah satu upaya pemanfaatannya adalah dengan dijadikan sumber energi berupa biogas yang dapat dimanfaatkan dalam kehidupan sehari-hari dengan menggunakan alat yang disebut dengan *Biodigester*.

Berdasarkan rancangan *biodigester* yang sudah ada yang lebih spesifik yaitu rancangan *biodigester* yang ada di kampus Universitas Pancasila memiliki spesifikasi sebagai berikut :

- Kapasitas 1000 liter
- Menggunakan penyimpanan gas dengan media balon
- Menggunakan 1 tangki yaitu reaktor

Setelah dilakukan analisa terhadap rancangan tersebut, didapat beberapa kekurangan yaitu:

- Kapasitas yang kurang mumpuni, dimana untuk 1000 liter biodigester jika dilakukan perhitungan produksi biogas dengan HRT sebesar 30 hari hanya akan menghasilkan $\pm 200-350$ liter biogas per hari, dimana kurang mencukupi untuk digunakan sehari-hari.
- Penggunaan media penyimpanan balon dengan penggunaan rangka logam sebagai penopangnya memiliki resiko terjadinya gesekan antara balon dan rangka yang dimana dapat memicu terjadinya kebocoran pada balon, dan menyebabkan terbuangnya biogas yang mudah menguap dan dapat berbahaya jika tersulut percikan api.
- Penggunaan 1 tangki kurang efektif jika untuk pemakaian terus menerus, dimana tidak dapat dilakukan sistem batch dalam penggantian *slurry* dan jika terjadi kerusakan (Kebocoran) pada tangki tersebut maka proses produksi biogas langsung terhenti karena tidak ada tangki lain yang dapat berfungsi sebagai *backup* sementara.

Maka dari itu diperlukan kembali penelitian terhadap rancangan *biodigester* agar dapat memenuhi kebutuhan pengguna dan menyelesaikan permasalahan yaitu kekurangan yang sudah ada.

2. Metodologi

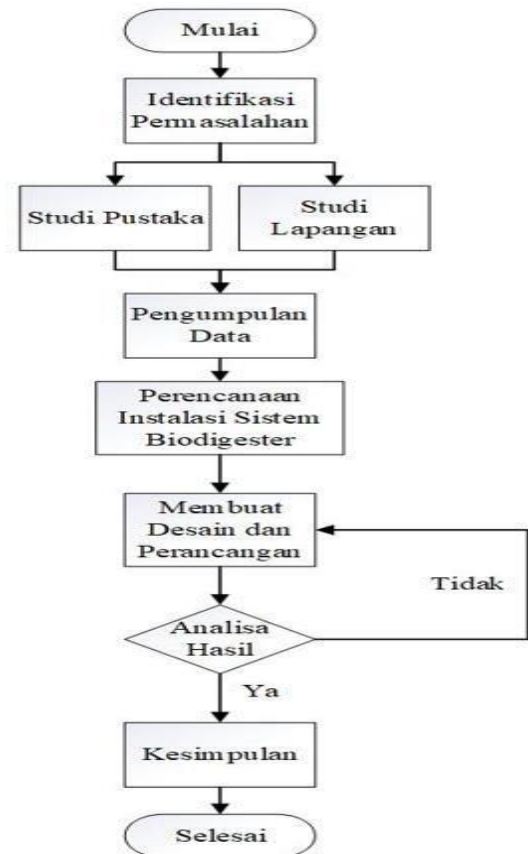
Perancangan adalah langkah pertama dari sebuah rangkaian prosedur dalam proses pembuatan sebuah produk yang bertujuan untuk memudahkan dalam proses perancangan dan memudahkan dalam mengembangkan ide rancangan. Dalam prosedur pembuatan sebuah produk, diperlukan sebuah gambaran yang berfungsi sebagai langkah-langkah dalam pengerjaan. Gambaran tersebut dapat berupa diagram alir dalam proses perancangan. Metode

Pahl and Beitz merupakan salah satu metode perancangan yang memiliki 4 fase atau langkah, sebagaimana dengan buku yang ditulis sendiri oleh Pahl dan Beitz yaitu, *Engineering Design : A Systematic Approach*. Dimana keempat fase tersebut diantaranya adalah :

- Perencanaan Produk dan Penjelasan Tugas
- Perancangan Konsep Produk
- Perancangan Bentuk Produk
- Perancangan Detail Produk

Dimana pada setiap fase tersebut akan diakhiri oleh hasil fase yang dimana hasil tersebut dapat menjadi input untuk fase berikutnya atau feedback untuk fase sebelumnya.

Berikut diagram alir penelitian yang digunakan pada penelitian ini :



Gambar 1 Diagram Alir Penelitian

2.1. Perencanaan Produk dan Penjelasan tugas

Langkah pertama yang dilakukan dalam mengumpulkan data dan informasi mengenai rancangan sistem instalasi *biodigester* dengan kapasitas 2000 liter yang sesuai dengan kebutuhan konsumen. Dengan cara membagikan kuisisioner yang dibagikan melalui format google form. Berdasarkan hasil dari kuisisioner yang telah dibagikan dan telah diisi oleh 35 responden, didapatkan persyaratan dan kebutuhan perancangan sistem instalasi *biodigester* dengan kapasitas 2000 liter, yang kemudian didata kembali dalam format tabel sebagai berikut :

No	Kebutuhan	Nilai Kepentingan
1	Efisiensi waktu yang dibutuhkan untuk menghasilkan biogas	○○○
2	Kapasitas Penyimpanan Besar	○○○
3	Mudah dalam pengisian bahan baku	○○
4	Penghancur limbah organik (Bahan Baku) yang sederhana	○○○
5	Sumber daya yang digunakan hemat	○○

Keterangan :

○○○ = Sangat Penting

○○ = Penting

○ = Perlu

Lalu untuk data selanjutnya yaitu menyiapkan daftar dari spesifikasi produk dan mengkategorikannya atas 2 kategori yaitu, keharusan (*demand*) dan keinginan (*Wishes*).

No	Aspek	D/W
1	Geometri - Konstruksi kokoh dan kuat - Dimensi Proporsional	D D
2	Kinematika - Biodigester mudah untuk dioperasikan - Biodigester aman dioperasikan	D W
3	Material - Banyak di pasar dan mudah ditemukan - Harga material relatif murah	D W
4	Manufaktur - Proses manufaktur sistem biodigester sangat cepat	W
5	Perawatan - Biaya maintenance murah - Mudah untuk membersihkan komponen	D D
6	Aplikasi - Efisiensi waktu yang dibutuhkan untuk menghasilkan biogas - Hemat dalam menggunakan energi - Umur dari alat lama atau tingkat depresiasi rendah	D D D

2.2. Perancangan konsep produk

Pada tahapan ini adalah menyusun diagram fungsi yang akan digunakan pada proses perancangan sistem instalasi biodigester dengan kapasitas 2000 liter.

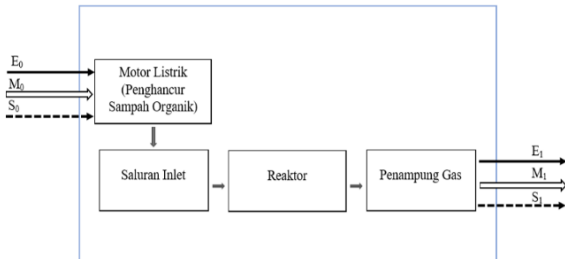
a. Blok Fungsi

Biodigester sendiri memiliki fungsi utama yaitu mengubah limbah organik menjadi biogas, berikut sistem kerja Biodigester dalam bentuk diagram :



b. Struktur sub fungsi

Selanjutnya blok fungsi dari sistem instalasi *biodigester* dengan kapasitas 2000 liter lebih dijabarkan menjadi sub-sub fungsi yang lebih detail, dengan metode struktur sub fungsi sebagai berikut :



Dapat dilihat dari struktur sub fungsi diatas, dimana Sistem Instalasi *Biodigester* Kapasitas 2000 liter menggunakan bahan baku berupa limbah organik dengan menghasilkan biogas serta pupuk basah sebagai outputnya. Dalam proses pengerjaannya, digunakan mesin penghancur/pencacah sampah/limbah organik, yang memerlukan energi input berupa energi listrik karena menggunakan penggerak berupa motor ac, dan dengan energi output berupa energi mekanik (Putaran pisau pecacah sampah organik. Lalu semua material dimasukkan melalui saluran input dan hasil output disimpan pada penyimpanan gas dan untuk pupuk pada tangki output.

No.	Komponen	Alternatif Varian		
		Varian 1	Varian 2	Varian 3
1	Storage Tank			
2	Penggerak			
3	Penghancur limbah organik			
4	Base/Dudukan			
5	Inlet			
6	Valve			
7	Reaktor			

2.3. Perencanaan Bentuk Produk

Perencanaan bentuk produk adalah fase yang bertujuan untuk proses perancangan dapat sesuai dengan kebutuhan. Pada fase ini dilakukan metode perancangan morphology chart, guna mencari prinsip solusi yang harus memenuhi sub-fungsi dan persyaratan yang ada:

Keterangan :

- = Varian 1
- = Varian 2
- = Varian 3

Dari tabel morphology chart dihasilkan varian sebagai berikut:

Varian 1: 1-1, 2-2, 3-1, 4-2, 5-1, 6-2, 7-1

Varian 2: 1-2, 2-3, 3-2, 4-3, 5-2, 6-1, 7-3

Varian 3: 1-3, 2-1, 3-3, 4-1, 5-3, 6-3, 7-2

Pembobotan :

Varian 1

Jumlah Hasil bobot = 4,2

$$\text{Maka, } WR_1 = \frac{4,2}{5 \times 8} = 0,1050$$

Varian 2

Jumlah Hasil Bobot = 4,78

$$\text{Maka, } WR_2 = \frac{4,78}{5 \times 8} = 0,1195$$

Varian 3

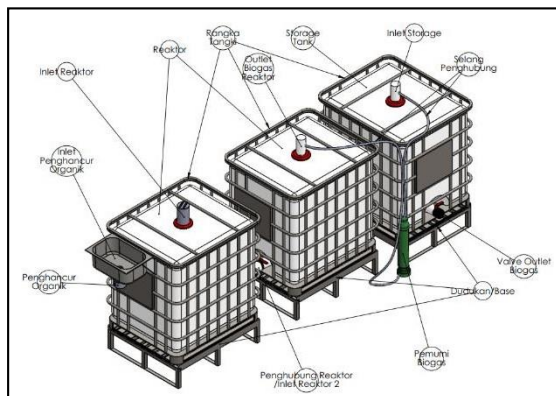
Jumlah Hasil Bobot = 3,9

$$\text{Maka, } WR_3 = \frac{3,9}{5 \times 8} = 0,0975$$

Berdasarkan pembobotan maka varian 2 menjadi varian terpilih yaitu varian dengan menggunakan 3 tangki yaitu 2 reaktor dan 1 penyimpanan yang masing masing dengan kapasitas 1000 liter dengan material HDPE, dengan menggunakan mesin penghancur sampah organik yang sederhana serta varian ini dengan sistem instalasi secara horizontal.

2.4. Perancangan Detail Produk

Berikut gambar desain varian terpilih pada sistem instalasi *biodigester* kapasitas 2000 liter



Gambar 1 Desain Biodigester Terpilih

Komponen:

a. Reaktor

Reaktor pada sistem *Biodigester* adalah bagian yang berbentuk seperti wadah tertutup yang berfungsi sebagai tempat dimana terjadinya proses *Anaerobic Digestion* atau fermentasi, dimana pada komponen ini bahan organik mengalami proses biokimia sehingga terbentuklah biogas. Reaktor memiliki syarat yaitu harus dapat kedap udara, atau tidak ada udara yang masuk agar proses *Anaerobic Digestion* dapat terjadi, karena mikroorganisme yang bekerja dalam proses tersebut bekerja dalam keadaan tanpa oksigen.

b. Rangka Reaktor

Rangka reaktor berfungsi sebagai pelindung dari tabung reaktor agar tidak mudah terkena pengaruh dari luar seperti goresan ataupun benturan, serta agar memudahkan dalam pemindahannya.

c. Inlet reaktor

Inlet reaktor merupakan saluran dimana bahan organik yang sudah menjadi *Slurry* dimasukkan kedalam reaktor, berupa saluran yang langsung terhubung kedalam reaktor itu sendiri

d. Tutup Inlet Reaktor

Tutup Inlet reaktor berfungsi untuk menjaga reaktor tetap kedap oksigen ketika proses *Anaerobic Digestion* berlangsung, dan agar tidak ada residu biogas yang keluar dari reaktor.

e. Penghancur Organik

Penghancur organik berfungsi untuk mengecilkkan substrat dari bahan baku biogas atau bahan organik, agar proses *Anaerobic Digestion* berlangsung lebih cepat.

f. Pemurni Biogas

Pemurni Biogas adalah komponen yang berfungsi untuk memurnikan biogas atau gas metana yang dihasilkan dari proses *Anaerobic Digestion* dimana pada prosesnya kandungan karbon dioksida (CO_2), dan hidrogen sulfida (H_2S), dikurangi dengan cara dimasukkan kedalam inlet pemurni biogas, lalu gas metana yang masuk akan disaring menggunakan *Pellet Adsorber* yang terbuat dari campuran tambang dan kadar $NaOH$ yang tinggi untuk mengurangi atau menurunkan kadar (CO_2) dan (H_2S).

g. Storage Tank (Tangki Penyimpanan)

Tangki penyimpanan atau Storage tank merupakan komponen yang berfungsi

No.	Jenis Komponen	Spesifikasi	Jumlah
1	Reaktor	Volume: 1000 liter Dimensi: 1200 x 1000 x 1170 mm Material: HDPE Massa (Kosong): 65 kg Volume Efektif: 750 liter	2 unit
2	Penghancur Organik	Daya: 372.85 watt Dimensi: 150 x 238 mm Material : Stainless Steel Massa: 6kg Kapasitas Pemakanan: 0.73 kg Voltase: 120 V Kecepatan Putaran: 1,725 RPM	1 unit
3	Pemurni Biogas	Dimensi : 0,12 x 0,7 m Kapasitas Adsorber: 5 kg Proses Pemurnian biogas: 4 m ³ /hari Adsorber: Pellet karbon aktif Material: PVC	1 unit
4	Tangki Penyimpanan	Volume: 1000 liter Dimensi: 1200 x 1000 x 1170 mm Material: HDPE Massa (Kosong): 65 kg	1 unit
5	Dudukan	Dimensi: 1200 x 1040 x 293 mm Material: Besi Hollow (40 x 40 x 3 mm) Besi Hollow (80 x 40 x 3 mm) Sambungan: Las SMAW	1 unit

sebagai wadah penyimpanan biogas hasil dari proses Anaerobic Digestion yang telah melalui proses pemurnian pada komponen pemurni biogas, komponen ini berbentuk wadah atau tangki beserta rangkanya yang

kedap udara agar biogas tidak keluar, dan memiliki katup untuk keluarnya biogas.

- h. Inlet Storage Tank & Outlet Biogas Reaktor
Komponen ini merupakan saluran masuknya biogas kedalam tangki penyimpanan, berupa pipa yang dilubangi

dan ditutup dengan rapat pada bagian atasnya, kemudian dipasang kepada

- i. Valve
Outlet Valve merupakan komponen yang berfungsi untuk mengatur keluar masuknya biogas dari tangki penyimpanan. Komponen ini berupa keran yang disambungkan kembali dengan saluran penghubung untuk kemudian disambungkan ke kompor biogas untuk memasak dan komponen lainnya sesuai penggunaan.

- j. Base/Dudukan
Base merupakan komponen yang berfungsi sebagaiudukan untuk Reaktor dan Tangki Penyimpanan dari sistem Biodigester.

Berikut spesifikasi teknis dari rancangan biodigester kapasitas 2000 liter terpilih :

3. Hasil dan Pembahasan

Setelah didapatkan rancangan yang akan digunakan, maka tahap selanjutnya yaitu melakukan analisa dengan metode perhitungan dan simulasi pada komponen yang digunakan, yaitu sebagai berikut :

3.1. Analisis Tekanan Hidrostatik Pada Reaktor

Material yang digunakan pada reaktor adalah *High Density Polyethylene (HDPE)*. Dengan kondisi *slurry* dalam volume efektif (75%), maka didapat parameter sebagai berikut:

$$\rho_{slurry} : 1311,73$$

$$g: 9,81 \text{ m/s}$$

$$h: 0.75 \text{ m}$$

maka :

$$P = \rho \times g \times h$$

tangki penyimpanan.

$$P = 1311,73 \times 9,81 \times 0,75$$

$$P = 9651,05 \text{ N/m}^2$$

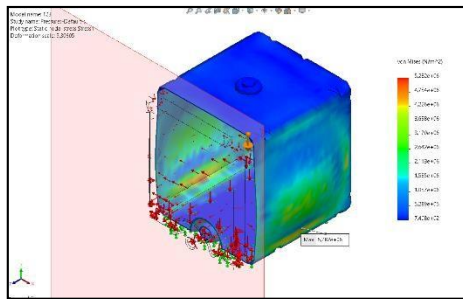
$$P = 9,6510 \times 10^3 \text{ N/m}^2$$

Berikut hasil simulasi tekanan hidrostatik pada reaktor *biodigester* :

a. Simulasi *Stress*

Analisis stress tekanan hidrostatik pada reaktor *biodigester* dengan menggunakan metode *von misses stress*. Untuk mengetahui kekuatan dari reaktor *biodigester* disaat pengoperasian, dengan simulasi sebagai berikut :

Didapatkan data hasil pengujian tekanan tipe *von misses stress* pada gambar diatas menggunakan fitur simulasi *solidworks* yang dimana didapatkan nilai maksimum pada grafik yaitu $5,282 \times 10^6$ N/m² dengan nilai minimum yaitu $7,408 \times 10^2$.



Gambar 2 Stress Reaktor

b. Simulasi *displacement*

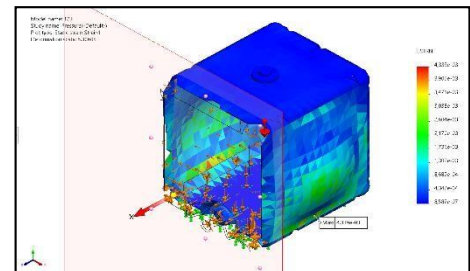
Simulasi *displacement* adalah simulasi yang bertujuan untuk menampilkan nilai pergeseran komponen pada saat diberi tekanan, dimana pada simulasi ini tekanan hidrostatik bersifat ke seluruh penjuru dinding bagian dalam reaktor, maka ada beberapa bagian dari reaktor yang bergeser dari titik awalnya, seperti pada gambar sebagai berikut :

Gambar 3 Displacement Reaktor

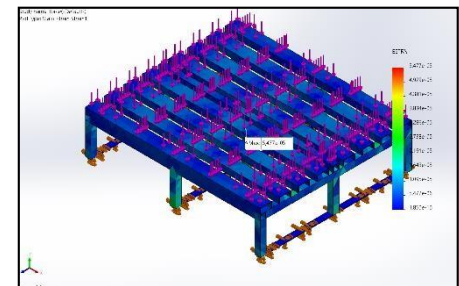
Dimana pada sisi reaktor terjadi *displacement* maksimum sebesar 22,62 mm

c. Simulasi *Strain*

Simulasi *strain* berfungsi untuk melihat nilai regangan yang terjadi pada komponen Ketika mendapat tekanan hidrostatik, dapat dilihat pada simulasi berikut :



Gambar 4 Strain Reaktor



Gambar 5 Stress Dudukan

dapat dilihat bahwa simulasi *strain* memiliki nilai maksimum sebesar $4,339 \times 10^{-3}$ dan titik minimum sebesar $8,582 \times 10^{-7}$

d. *Safety Factor*

Untuk menemukan nilai *Safety factor*, dapat dilakukan dengan perhitungan :

$$\frac{\text{Yield Strength}}{\text{Maximum stress von misses}}$$

$$= \frac{26,25 \times 10^6 \text{N/m}^2}{5,282 \times 10^6 \text{N/m}^2} = 4,9$$

3.2. Analisis Beban Pada Base Reaktor

Base pada sistem *biodigester* berfungsi untuk dudukan atau tempat diletakkannya tangki maka Ketika reaktor diisi penuh

maka akan mengalami pemberian beban pada dudukan itu sendiri, beban yang diberikan yaitu dengan menjumlahkan massa slurry Ketika penuh dan massa reaktor saat kosong yaitu : 983,79 kg + 65 kg = 1.048,79, lalu dikalikan dengan gaya gravitasi (9,81) maka akan menjadi 10.288,70 N, dari simulasi akan didapat tegangan *von misses*, *displacement*, *strain*, dan *safety factor*.

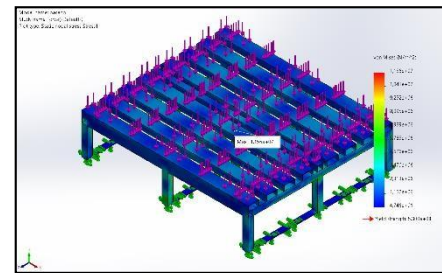
a. Simulasi *Stress von misses*

Simulasi ini berfungsi untuk melihat tekanan maksimum/minimum dan yield strength yang bekerja pada dudukan, dan sesuai dengan material yang bekerja, dapat dilihat seperti pada gambar dimana nilai maksimum yaitu $1,156 \times 10^7 \text{ N/m}^2$ dan nilai minimum yaitu 47.46, dengan yield strength sebesar $5,300 \times 10^8$

b. Simulasi *Strain*

Pada simulasi static strain adalah untuk melihat nilai *strain* yang terjadi pada dudukan saat diberi beban, didapatkan data dari hasil simulasi dimana nilai minimum yaitu sebesar $1,805 \times 10^{-10}$ dan nilai maksimum sebesar $5,477 \times 10^{-7}$

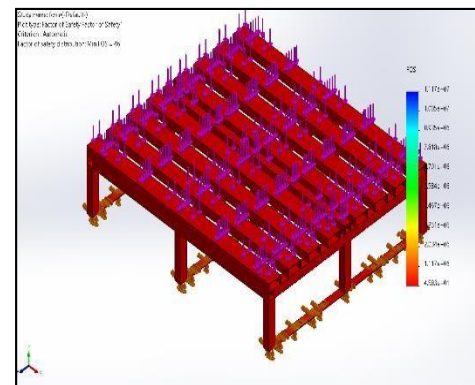
5



Gambar 6 *Strain* Dudukan

c. Simulasi *Displacement*

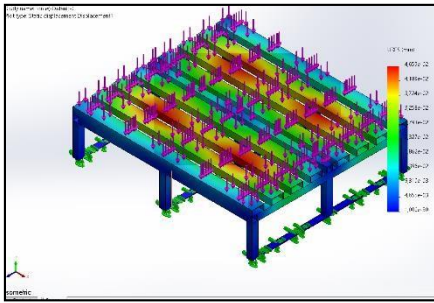
Simulasi ini bertujuan untuk menemukan nilai perpindahan bagian komponen dari titik awal, dapat terlihat pada gambar dimana nilai minimum berkisar antara 1×10^{-30} dengan nilai maksimum sebesar $4,655 \times 10^{-2}$



Gambar 7 *Displacement* Dudukan

d. *Safety Factor*

Simulasi ini bertujuan untuk menentukan aman atau tidaknya suatu rancangan Ketika beroperasi dan diberi tekanan dan didapat nilai minimum yaitu sebesar $4,583 \times 10 = 46$



Gambar 8 Safety Factor

3.3. Analisis Produksi Biogas

- a. Menentukan Volume input bahan baku per hari

Volume 2 tangki reaktor :

$$1000 \text{ liter} \times 2 = 2000 \text{ liter} = 2 \text{ m}^3$$

Volume efektif *slurry* 2 tangki : 750 liter
 $\times 2 = 1500 \text{ liter} = 1,5 \text{ m}^3$

Lama retensi (*Hydraulic Retention Time*) adalah 20-30 hari

Rumus volume input bahan baku per hari :

$$V_s = \frac{V_d}{HRT}$$

$$V_s = \frac{2 \text{ m}^3}{30 \text{ hari}}$$

$$V_s = 0,0667 \text{ m}^3/\text{hari}$$

- b. Massa Jenis *Slurry*

Input bahan baku (*Slurry*) menggunakan perbandingan antara bahan organik : air adalah 1:1. Dimana masa jenis air (ρ_a) adalah $1000 \text{ m}^3/\text{kg}$ dan masa jenis bahan organik/sampah organik (ρ_o) adalah $311,73 \text{ m}^3/\text{kg}$, maka untuk menemukan massa jenis *slurry* adalah:

$$\rho_s = \rho_{air} + \rho_{organik}$$

$$\rho_s = 1000 \text{ m}^3/\text{kg}$$

$$+ 311,73 \text{ m}^3/\text{kg}$$

$$\rho_s = 1311,73 \text{ m}^3/\text{kg}$$

- c. Menentukan Massa *Volatle Solid* input per hari

Untuk mendapatkan massa *Volatle solid* maka harus didapatkan terlebih dahulu massa bahan organik yaitu :

$$M_s = V_s \times \rho_s$$

$$M_s = 0,0667 \text{ m}^3/\text{hari} \times$$

$$1311,73 \text{ m}^3/\text{kg}$$

$$M_s = 87,5 \text{ kg}$$

Massa minimal input *slurry* dengan HRT 30 hari adalah 87,5 kg per hari dengan perbandingan 1 : 1 maka :

Massa air = Massa bahan organik = 43,75kg

Berdasarkan tabel 2.3 didapat rata rata persentasi *Volatle Solid* dari 4 jenis limbah organik tersebut adalah 72%.

Maka massa *Volatle Solid* adalah :
 $43,75 \text{ kg}/\text{hari} \times 72\% = 31,5 \text{ kg}/\text{hari}$

- d. Menentukan S (Konsentrasi awal *Volatle solid* pada *slurry*)

$$S = \frac{M_s}{V_s}$$

$$S = \frac{31,5}{0,667}$$

$$S = 47,2263 \text{ kg}/\text{m}^3$$

- e. Menentukan *yield factor* (Y)

Indonesia memiliki temperature rata-rata sekitar $26,5^\circ\text{C}$, maka *yield factor* dengan rentang 30 hari adalah 7,15

Berdasarkan langkah perhitungan diatas, data yang didapat dimasukkan kedalam Rumus produksi biogas :

$$G = \frac{Y \times V_d \times S}{1000}$$

$$G = \frac{7,15 \times 2 \times 47,2263}{1000}$$

$$G = 0,6753 \text{ m}^3/\text{hari}$$

4. Kesimpulan

Berdasarkan penelitian dan penulisan perancangan sistem instalasi *biodigester* kapasitas 2000 liter, dapat ditarik kesimpulan yaitu :

1. Perancangan sistem instalasi *biodigester* kapasitas 2000 liter menggunakan metode perancangan *Pahl & Beitz*, dimana proses perancangan ini terdiri atas 4 fase yaitu, Perencanaan Produk dan Penjelasan Tugas, Perancangan Konsep Produk, dan Perancangan Bentuk Produk, Perancangan Detail Produk,
2. Pada fase ketiga metode perancangan menghasilkan 3 varian konsep desain produk yang dimana pembobotan untuk varian 1 adalah 4,2 dan varian 2 adalah 4,78, dan varian 3 adalah 3,9 sehingga varian 2 menjadi varian desain terpilih.
3. Terdapat beberapa komponen utama yaitu : Reaktor, Penghancur Organik, Pemurni Biogas, Tangki Penyimpanan biogas dan dudukan
4. Dengan analisis tekanan hidrostatis pada reaktor dengan nilai $9,6510 \times 10^3 \text{ N/m}^2$ didapat tekanan maksimum untuk reaktor *biodigester* dengan material HDPE yaitu $5,282 \times 10^6 \text{ N/m}^2$ dengan nilai *safety factor* sebesar 4,9. Dan analisis kekuatan dudukan pada reaktor menggunakan material AISI 1045 didapatkan nilai *safety factor* yaitu 46. Selain itu analisis produksi biogas

per hari dengan HRT 30 hari didapatkan *Biodigester* menghasilkan biogas sebanyak $0,6753 \text{ m}^3/\text{hari}$ atau sekitar 675,3 liter per hari.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] C. I. Gustidha Budiartie & Raditya Hanung, "Polemik Subsidi LPG, Dulu Solusi Kini Perlu Resolusi?," 2018. <https://www.cnbcindonesia.com/news/20180627074615-4-20644/polemik-subsidi-lpg-dulu-solusi-kini-perlu-resolusi> (accessed May 10, 2021).
- [2] N. S. Anindhita Maharrani, "Sampah makanan dan plastik bisa saling menguntungkan," 2020. <https://lokadata.id/artikel/sampah-makanan-dan-plastik-bisa-saling-menguntungkan> (accessed Apr. 22, 2021).
- [3] I. Apriana and A. Ramdan, "Aplikasi Metode Perancangan Pahl-Beitz Pada Perancangan Lini Produksi," pp. 1–6, 2014.
- [4] A. A. Akhiruddin Amrullah, "Pembuatan Diegister Biogas Dan Lampu Gas Dari Kotoran Ternak Sapi," *Tek. Mesin "TEKNOLOGI,"* no. Vol 20, No 1 Okt (2019): Jurnal Teknik Mesin Teknologi, pp. 7–12, 2019.
- [5] R. E. Putri, A. Andasuryani, and I. Pratiwi, "Studi Pemanfaatan Kotoran Sapi Sebagai Sumber Biogas di Nagari Aie Tajun Kecamatan Lubuk Alung Kabupaten Padang Pariaman," *J. Dampak*, vol. 16, no. 1, pp. 26–30, 2019.
- [6] Y. Vögeli, C. Riu, A. Gallardo, S. Diener, and C. Zurbrügg, *Anaerobic Digestion of Biowaste in Developing Countries*, no.

- August. 2014.
- [7] G. Mahardhian Dwi Putra, S. Haji Abdullah, A. Priyati, D. Ajeng Setiawati, and S. Abdul Muttalib, "Rancang Bangun Reaktor Biogas Tipe Portable Dari LimbahKotoran Ternak Sapi," *J. Ilm. Rekayasa Pertan. dan Biosist.*, vol. 5, no. 1, pp. 369–374, 2017,
 - [8] IRENA, P. A. M. Heezen, S. Gunnarsdóttir, L. Gooijer, S. Mahesh, and M. Ghiandelli, *Measuring small-scale biogas capacity and production*, vol. 31. 2016.
 - [9] A. Y. Wibisono, "Program studi tekniklingkungan fakultas perencanaan

