

## PERANCANGAN INSTALASI BIOGESTER DENGAN MENGGUNAKAN PENGADUK (MIXER)

Farid Sariman<sup>1</sup>, Klemens A. Rahangmetan<sup>2</sup>

<sup>1,2</sup>Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Musamus  
Email : fsariman@unmus.ac.id<sup>1</sup>, krahangmetan@unmus.ac.id<sup>2</sup>

### Abstrak

Instalasi biogester menggunakan pengaduk (Mixer) merupakan suatu alat hasil dari rancang bangun yang di gunakan untuk mendapatkan suatu gas yang lebih cepat dan mengurangi beban manusia dalam proses pengadukan ditinjau dari segi kecepatan, tenaga, waktu, dan jumlah tekanan gas yang di dihasilkan. Penelitian ini bertujuan untuk merancang instalasi biogester dengan menggunakan pengaduk (mixer) dan mengetahui hasil gas yang didapat dari kotoran ayam menggunakan rancangan tersebut. Metode yang digunakan adalah eksperimen dengan melakukan pengambilan data 1 kali, dan pengujian dilakukan di laboratorium Teknik Mesin Universitas Musamus. Untuk mendapatkan hasil data melalui lama fermentasi selama  $\pm 11$  hari dari system transmisi yang di gunakan meliputi, poros, pulley, sabuk-V, gear, rantai, reducer, dan motor listrik. Dari hasil perhitungan elemen mesin, putaran yang di gunakan untuk memutar poros pengaduk (mixer) dengan putaran akhir yang keluar dari reducer ke poros yaitu 11,875 rpm dengan umur bantal 1524,31 jam. Maka peneliti memilih putaran 11,875 rpm dikarenakan putaran akhir pengaduk (mixer) sudah optimal. Dari hasil pengujian alat, waktu pengadukan 30 menit, motor listrik 3 HP dan putaran 2850 rpm yang di transfer ke poros 11,875 rpm lama fermentasi selama  $\pm 11$  hari mendapatkan tekanan gas sebesar 2,5 Kpa maka hasil yang didapat cukup efisien dari pada proses pengadukan manual.

**Kata kunci :** Biogester, tekanan panas, pengujian.

### PENDAHULUAN

Kabupaten Merauke merupakan daerah yang memiliki sumber daya pertanian dan peternakan yang cukup banyak. Dengan adanya peternakan yang cukup banyak, akan menghasilkan limbah peternakan yang besar pula. Limbah diartikan sebagai suatu substansi yang didapatkan selama pembuatan sesuatu (by product), barang sisa (*residue*) atau sesuatu yang tidak berguna dan umumnya di buang (*waste*) karena bukan merupakan tujuan produksi yang di inginkan. Limbah dapat pula diartikan sebagai hasil samping dari suatu kegiatan atau aktivitas yang umumnya dihasilkan dari suatu aktivitas, namun belum mempunyai nilai ekonomis dan pemanfaatannya masih terbatas didaerah Merauke sehingga limbah dapat dianggap sebagai sumber daya tambahan yang dapat dioptimalkan termasuk limbah peternakan yang memerlukan penanganan karena

berpotensi sebagai bahan pencemar, selain itu juga dapat berpengaruh langsung terhadap kesehatan.

Sehingga perlu adanya pemanfaatan limbah peternakan yang dapat berguna bagi masyarakat dan lingkungan limbah peternakan merupakan salah satu alternatif yang sangat tepat untuk mengatasi kelangkaan bahan bakar minyak dan naiknya harga pupuk yaitu dengan cara pembuatan biogas yang dibuat dari kotoran hewan [1].

Sebagian besar limbah organik alami, seperti kotoran manusia, kotoran hewan, tanaman, sisa proses makanan dan sampah dapat diproses menjadi gas bio kecuali lignin. Lignin adalah molekul kompleks yang memiliki bentuk rigid dan struktur berkayu dari tanaman dimana bakteri hampir tidak mampu mencernanya. Jerami mengandung lignin dan dapat menjadi masalah karena akan mengapung dan membentuk lapisan keras (keras). Kotoran

ternak segar dari seluruh populasi ternak di Indonesia tahun 2009 sebanyak 88.714.888.170 juta ton/tahun, apabila diproses menjadi bio gas (asumsi secara keseluruhan) akan menghasilkan gas bioyang setara dengan minyak tanah sebanyak 4.331 juta liter/tahun dan menghasilkan pupuk organik kering sebanyak 34,6 juta ton/tahun. Jumlah kotoran ternak segar ini akan meningkat setiap tahun seiring meningkatnya laju pertumbuhan ternak penduduk di Indonesia. Kotoran hewan lebih sering di pilih sebagai bahan pembuat gas bio karena ketersediaannya sangat besar. Bahan ini memiliki keseimbangan nutrisi, mudah di encerkan dan relative dapat diproses secara biologis selain itu, kotoran segar lebih mudah diproses dibandingkan dengan kotoran yang lama atau telah di keringkan, di sebabkan karena hilangnya substrat volait solid selama waktu pengeringan [2].

Biogas adalah campuran gas yang dihasilkan oleh bakteri metanogenik yang terjadi pada material-material yang dapat terurai secara alami dan kondisi anaerobic. Pada umumnya biogas terdiri dari gas metana, gas karbon dioksida, hydrogen, dan gas-gas lainnya dalam jumlah yang sedikit. Biogas kira-kira memiliki berat 20% lebih ringan dibandingkan udara. Biogas memiliki suhu pembakaran antara 650 – 750<sup>0</sup> C, biogas tidak berbau dan tidak berwarna. Apabila di bakar, akan menghasilkan nyala api biru cerah seperti gas LPG [1]. Biogas termasuk dalam kategori bahan bakar biogas (*biofuel*) yang berguna, karena mempunyai nilai kalor yang cukup tinggi, yaitu kisaran 4800 – 6700 kkal/m. hal ini merupakan konsekwensi dari dominannya kandungan metana dalam biogas yang merupakan jenis gas dengan karakteristik mudah terbakar (flammable) dan dapat mengakibatkan ledakan

Biogas merupakan energy terbarukan yang dapat dijadikan bahan bakar alternatif untuk menggantikan bahan bakar yang berasal dari fosil seperti minyak tanah dan gas alam. Kenaikan tarif listrik, kenaikan harga minyak

tanah atau gas LPG, kenaikan bensin dan minyak solar telah mendorong pengembangan sumber energy alternatif yang murah, berkelanjutan dan ramah lingkungan [3].

Perancangan adalah kegiatan awal dari suatu rangkaian dalam proses pembuatan produk. Tahap perancangan tersebut dibuat keputusan keputusan penting yang mempengaruhi kegiatan-kegiatan lain yang menyusulnya [4]. Gambar sketsa yang telah dibuat kemudian digambar kembali dengan aturan gambar sehingga dapat dimengerti oleh semua orang yang ikut terlibat proses pembuatan produk tersebut. Desain dan konstruksi biogester dengan menggunakan pengaduk (mixer) dapat ditentukan berdasarkan beberapa pertimbangan antara lain dari segi tenaga penggerak, ukuran yang nyaman bagi operator, tingkat kesulitan pengoprasian dan perawatannya, hasil dari pengeringan, factor kebisingan dan bahan yang di gunakan [5].

## METODE PENELITIAN

### 1. Rancangan Penelitian

Penelitian ini berupa rancang bangun instalasi biogester dengan menggunakan mixer (pengaduk) dengan tujuan agar dapat mengurangi pebcemaran lingkungan dan pemanfaatan kotoran ayam petelur sebagai energy alternatif berupa gas metana serta memiliki nilai ekonomis sehingga para peternak dan masyarakat dapat menggunakan alat tersebut.

### 2. Metode pengumpulan data

Metode yang digunakan dalam penelitian ini yaitu sebagai berikut:

1. Studi pustaka
2. Pemilihan alat dan bahan
3. Pembuatan instalasi biogester dengan menggunakan pengaduk (mixer)
4. Pengambilan data pada pengujian instalasi biogester dengan menggunakan pengaduk (mixer)

### 3. Bahan dan peralatan yang digunakan

1. Bahan

Tabel 1. Bahan yang digunakan

Rantai	1 buah
Gear	2 buah
Besi siku 40x40 mm	2 batang
Pipa Ø ¾ inchi	1,5 meter
Poros Ø 22,4 mm	50 cm
Bantalan UCP 205	3 buah
Baut/mur	24 buah
Saklar	24 buah
Kabel	6 meter
Cat dan thinner	1 liter
Dempul	1 buah
Amplas	2 lembar
Kotoran ayam petelur	50 kg
Manometer (pengukur tekanan)	1 buah
Selang	1 meter
Roda	4 buah
Gear box	1 buah
Puli (pulley)	2 buah

#### 4. Peralatan yang digunakan

Table 2. Alat yang digunakan

No	Alat	No	Alat
1	Motor listrik	6	Kaca mata
2	Mesin las listrik	7	Masker las
3	Gurinda tangan	8	Sarung tangan
4	Mesin bor	9	Kunci ring pas 1 set
5	Kompresor	10	Mistar/meteran

#### 5. Proses pembuatan mesin instalasi biogas dengan menggunakan pengaduk (mixer)

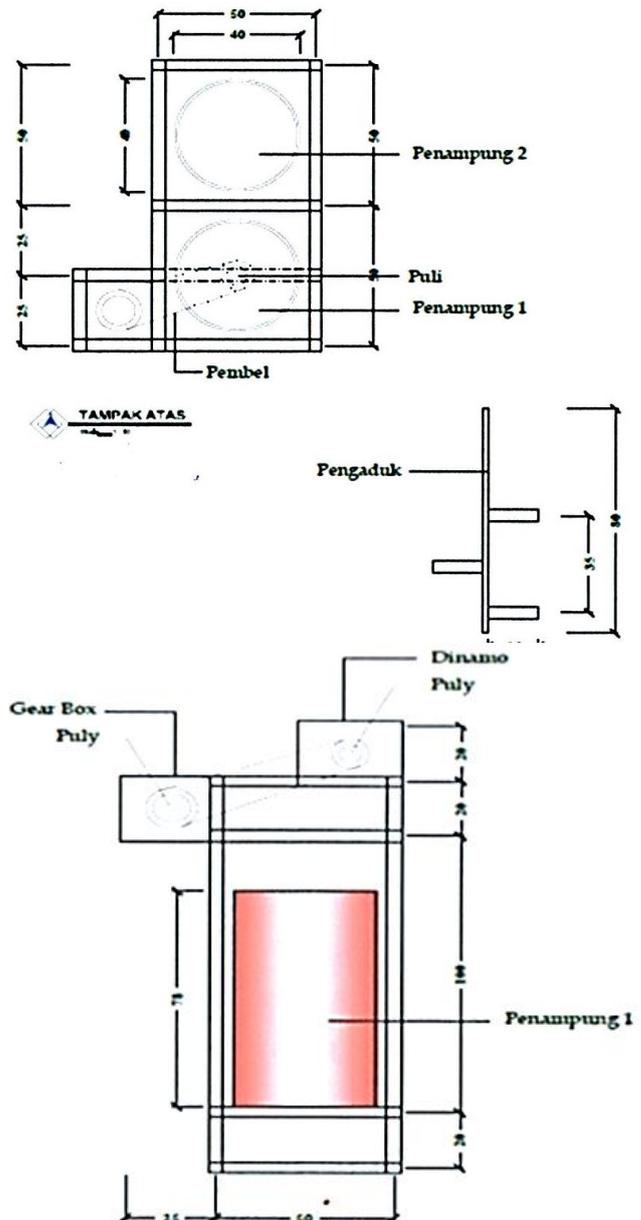
Dalam proses pembuatan mesin instalasi biogas dengan menggunakan pengaduk (mixer) ini memerlukan tahapan yang sesuai dengan proses kerja pada umumnya.

- Membuat sketsa mesin instalasi biogas dengan menggunakan pengaduk (mixer) dan menghitung bahan-bahan yang akan digunakan dalam proses pembuatan mesin
- Menyiapkan peralatan yang akan digunakan
- Memotong bahan-bahan yang akan digunakan untuk rangka mesin dan mata pengaduk
- Merakit rangka alat/pengelasan
- Merakit motor penggerak, rantai, gear dan pengaduk

#### f) Menguji mesin

#### g) Pengamplasan mesin dan pengecatan

#### h) Pengujian mesin instalasi biogas dengan menggunakan pengaduk (mixer)



Gambar 1. Bio geaster dengan menggunakan pengaduk (mixer)

#### 6. Prosedur pengujian

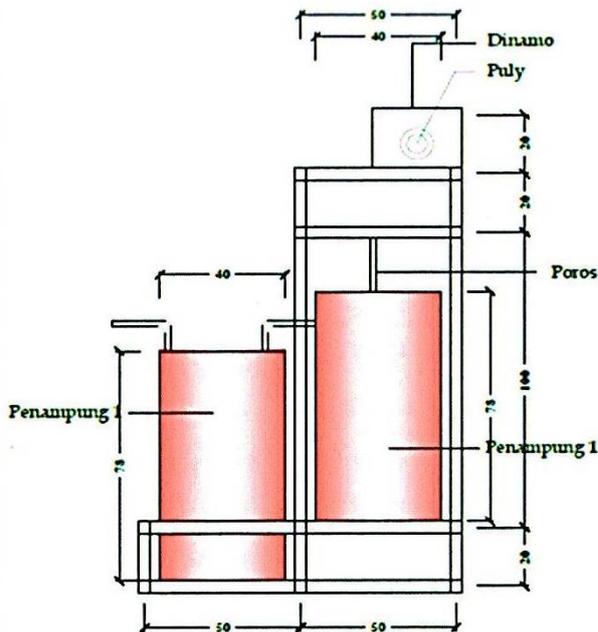
Adapun prosedur yang dilakukan ialah sebagai berikut;

- Daya tampung bak penampung pencampuran
- Menghidupkan mesin
- Mengaduk campuran

d) Mencatat seberapa besar gas yang dihasilkan

7. Pengambilan data

Pengambilan data dilakukan sebanyak satu kali, waktu proses pembusukkan tersebut seberapa besar gas yang dihasilkan selama empat belas hari dengan menggunakan pengaduk otomatis.



Gambar 3. Rancangan bio geaster dengan menggunakan pengaduk (mixer)

**HASIL DAN PEMBAHASAN**

1. Spesifikas Mesin instalasi biogester dengan menggunakan mixer (pengaduk)

Spesifikasi konstruksi mesin instalasi biogester dengan menggunakan pengaduk ditentukan atas berbagai pertimbangan sebagai berikut :

- a. Daya tampung digester 90 liter.
- b. Menggunakan motor listrik dengan putaran poros 2850 rpm
- c. Putaran poros pengaduk yang direncanakan 0,059 rpm
- d. Spesifikasi mesin yang ergonomis dengan dimensi yang nyaman bagi operator dan mudah disesuaikan dengan ruang kerja mesin berdimensi panjang 1000 mm x lebar 500 mm x 1000 mm
- e. Motor penggerak 3 Hp (2,205 Kw)

- f. Menggunakan pengaduk (mixer) dengan diameter 12 mm, tinggi 810 mm, jari pengaduk 160 mm
- g. Memiliki tangki penampungan gas

2. Perhitungan Kapasitas Digester (Bak Penampung)

Kapasitas digester dapat dihitung dengan rumus volume, Digester memiliki diameter 40 cm dengan tinggi 70 cm

$$\begin{aligned} \text{Volume} &= \frac{\pi}{4} \times D^2 \times T \\ &= 0,785 \times 40^2 \times 70 \\ &= 98 \text{ cm}^3 = 0,098 \text{ m}^3 \end{aligned}$$

Nilai hasil perhitungan diatas 0,098 m<sup>3</sup> di konversikan ke dalam satuan liter, dimana 1 m<sup>3</sup>= 1000 liter maka :

$$\text{Volume} = 0,098 \times 1000 = 98 \text{ Liter}$$

Limbah kotoran ayam dapat ditampung dalam tengki digester berdiameter 40 cm dan tinggi 78 cm adalah 98 Liter

1. Besar tegangan yang diijinkan

Bahan poros pada mesin pengupas serabut kelapa ini menggunakan baja ST 42 dengan kekuatan tarik ( $\sigma$ ) = 42 kg/mm<sup>2</sup>. Dalam perencanaan sebuah poros harus diperhatikan pengaruh pengaruh yang akan di hadapi oleh poros tersebut, adapaun pengaruh tersebut diantaranya adalah factor pemakaian dan factor keamanan. Besarnya tegangan yang diijinkan  $\sigma\alpha$  (kg/mm<sup>2</sup>) dapat dihitung dengan:

$$\begin{aligned} \sigma\alpha &= \frac{\sigma}{(Sf1 \times Sf2)} \\ \sigma\alpha &= \frac{42 \text{ kg /mm}^2}{6 \times 2} \\ &= 3,5 \text{ kg/mm}^2 \end{aligned}$$

2. Perhitungan gaya-gaya pada poros

Daya yang ditransmisikan P (Kw) dan putaran poros n<sub>1</sub>

$$\begin{aligned} 1. \text{ Daya motor (P)} &= 3 \text{ Hp} \times 0,735 \text{ Kw} \\ &= 2,205 \text{ Kw} \\ n_1 &= 2850 \text{ Rpm} \end{aligned}$$

2. Factor koreksi fc

$$Fc = 1,4$$

3. Daya rencana Pd (Kw) dihitung dengan rumus

$$Pd = P \times fc$$

Dimana :

P= Daya motor sebesar 2,205 kW

Fc = factor koreksi dari (0,8 – 2,0) = 1,4

Maka :

$$Pd = 2,205 \text{ kW} \times 1,4 = 3,087 \text{ Kw}$$

4. Momen rencana T (Kg.mm) dihitung dengan rumus

$$T = 9,74 \times 10^5 \times \frac{Pd}{n}$$

Dimana :

T = momen punter rencana (Kg.mm)

Pd = daya rencana

$n_1$  = putaran poros

Maka:

$$T = 9,74 \times 10^5 \times \frac{3,087 \text{ kW}}{2850 \text{ rpm}} = 1054,99 \text{ Kg.mm}$$

5. Perhitungan beban horizontal dan beban vertical

$$H_1 = 60 \text{ Kg} \rightarrow V_1 = 40 \text{ Kg}$$

$$H_2 = 70 \text{ Kg} \rightarrow V_2 = 20 \text{ Kg}$$

6. Gaya reaksi engsel

$$R_{H1} = \frac{60 \times 955 + 70 \times 85}{980} = 64,54 \text{ Kg}$$

$$R_{H2} = (60+70) - 64,54 = 65,46 \text{ Kg}$$

$$R_{V1} = \frac{40 \times 955 + 20 \times 85}{980} = 40,71 \text{ Kg}$$

$$R_{V2} = (40+20) - 40,71 = 19,29 \text{ Kg}$$

7. Gambarkan diagram momen lentur  
Dari diagram momen lentur, harga-harga momen lentur horizontal dan vertical

$$M_{H1} = 64,54 \times 25 = 1613,5 \text{ Kg.mm}$$

$$M_{H2} = 65,46 \times 85 = 5564,1 \text{ Kg.mm}$$

$$M_{V1} = 40,71 \times 25 = 1017,75 \text{ Kg.mm}$$

$$M_{V2} = 19,29 \times 85 = 19,29 \text{ Kg.mm}$$

8. Momen lentur gabungan  $M_R$  (Kg.mm)

$$M_{R1} = \sqrt{(1613,5)^2 + (1017,75)^2} = 1030,7 \text{ Kg.mm}$$

$$M_{R2} = \sqrt{(5564,1)^2 + (1639,65)^2} = 5800,1 \text{ Kg.mm}$$

9. Bahan poros ST 42 Kekuatan tarik bahan poros  $\sigma_B = 42 \text{ Kg/mm}^2$   
Faktor keamanan  $sf_1$  untuk bahan S-C adalah 6 Faktor pengaruh  $sf_2$  diambil 2

10. Tegangan lentur yang di izinkan  $\sigma_B$  (Kg/mm<sup>2</sup>)

$$\tau_{ba} = \frac{42}{(6 \times 2)} = 3,41 \text{ Kg/mm}^2$$

11. Faktor koreksi lenturan  $K_m$  diambil 2,0 dan factor koreksi puntiran  $K_t$  diambil 1,5

12. Penentuan diameter poros dapat dihitung dengan rumus

$$D_s = \left[ \left( \frac{5,1}{4,58} \right) \times \sqrt{(2,0 \times 6278,14)^2 + (1,5 \times 1761,45)^2} \right]^{1/3} = 24,3 \text{ mm} \rightarrow 24 \text{ mm}$$

Jadi diameter poros (ds) yang di perolehkan 24 mm. maka digunakan poros dengan diameter 20mm dengan alasan di pasaran diameter poros mempermudah mencari ukuran bearing yang ada dipasaran.

Tegangan yang terjadi pada poros dengan diameter 24 mm

$$t_{max} = \frac{16}{\pi \cdot d_s^3} \sqrt{(k_m \cdot M_{R2})^2 + (k_t \cdot M_{R1})^2}$$

$$t_{max} = \frac{16}{(3,14 \times 24)^3} \sqrt{(2,0 \times 6278,14)^2 + (1,5 \times 1761,45)^2}$$

$$t_{max} = 0,47 \text{ kg/mm}$$

Jadi poros dengan diameter 20mm aman di gunakan. Hal ini di karenakan  $t_{max} < t_{ijin} =$  aman yaitu 0,47 kg/mm  $< 5 \text{ kg/mm}$

### 3. Perhitungan Bantalan

Pembenanan yang terjadi pada bantalan poros pada instalasi biogester dengan menggunakan pengaduk (mixer) adalah beban pada saat poros pengaduk, dari proses perancangan poros diperoleh beban radikal sebesar 20 kg, sedangkan untuk beban aksialnya adalah 60 kg. putaran poros pengaduk adalah 11,874 rpm. Ukuran untuk bantalan pertama sama dengan bantalan kedua yaitu  $d = 19$  mm. panjang jarak antara kedua beban adalah 895 mm. nomor bantalan yang sementara dipilih adalah 6202 Z, dengan kapasitas nominal dinamis spesifik  $c = 600$  kg, dan kapasitas nominal statis spesifik  $C_0 = 360$  kg. dari data diatas, maka dapat dihitung proses perencanaan bantalan sebagai berikut :

#### 1. Beban ekivalen bantalan

$$P = (X.F_r) + (Y.F_a)$$

Dari table yang didapat

$$X = 0,56$$

$$Y = 1,33$$

$$F_r = \text{Beban radial} = 20 \text{ Kg}$$

$$F_a = \text{Beban aksial} = 60 \text{ Kg}$$

Sehingga :

$$\begin{aligned} P &= (X.F_r) + (Y.F_a) \\ &= (0,56 \times 20) + (1,33 \times 60) \\ &= 91 \text{ Kg} \end{aligned}$$

#### 2. Faktor kecepatan

$$F_n = \left( \frac{33,3}{n} \right)^{1/3}$$

$$F_n = \left( \frac{33,3}{2850} \right)^{1/3} = 0,22$$

#### 3. Faktor umur bantalan

$$\begin{aligned} F_h &= f_n \cdot \left( \frac{c}{p} \right) \\ &= 0,22 \times \left( \frac{600}{91} \right) \\ &= 1,45 \end{aligned}$$

#### 4. Umur nominal bantalan

Umur nominal bantalan adalah

$$\begin{aligned} L_h &= 500 \cdot f_h^3 \\ &= 500 \times 1,45^3 \\ &= 1524,31 \text{ jam} \end{aligned}$$

Bantalan yang digunakan/dipakai pada instalasi biogester dengan menggunakan pengaduk (mixer) adalah bantalan gelinding jenis bola terbuka dengan nomor bantalan 6202 (22 ZZ), diameter luar  $d = 15$  mm,  $D = 35$  mm,  $B = 11$

mm,  $r = 1$  mm, Kapasitas nominal dinamis spesifik  $C = 600$  kg, dan kapasitas nominal dinamis spesifik  $C = 600$  kg, dan kapasitas nominal statis spesifik adalah  $C_0 = 360$  kg

### 4. Perhitungan Rantai

Perhitungan kecepatan rantai dari gear box ke poros yang direncanakan

Diketahui :

$$Z_1 = 20$$

$$n_2 = 475 \text{ rpm}$$

$$n_3 = 475 \times \frac{1}{20} = 23,75 \text{ rpm}$$

Untuk mendapatkan sprocket  $Z_2$  maka  $n_4$  yang direncanakan 12 rpm sehingga :

$$Z_2 = Z_1 \cdot \left( \frac{n_3}{n_4} \right)$$

$$\begin{aligned} &= 20 \times \left( \frac{475}{12} \right) \\ &= 39,58 \end{aligned}$$

Jadi sprocket rantai yang digunakan adalah 40 untuk mencari kecepatan poros yang direncanakan

$$\begin{aligned} n_4 &= n_3 \cdot \frac{20}{1} \cdot \frac{z_1}{z_2} \\ &= 23,75 \times \frac{1}{20} \times \frac{20}{40} \\ &= 11,875 \text{ rpm} \end{aligned}$$

Menurut sularso dan suga ( 1985) kecepatan linear rantai dapat dihitung dengan menggunakan persamaan rumus :

$$V = \frac{p \cdot Z_1 \cdot n_4}{60 \cdot 1000}$$

Keterangan :

$P$  = jarak bagi rantai (mm), untuk rantai no.40 adalah 12,70

$Z_1$  = jumlah gigi sprocket kecil, dalam hal reduksi putaran

$n_4$  = putaran poros (rpm)

$$\begin{aligned} V &= \frac{p \cdot Z_1 \cdot n_4}{60 \cdot 1000} \\ V &= \frac{12,70 \times 20 \times 11,875}{60 \times 1000} \\ V &= 0,050 \text{ m/s} \end{aligned}$$

Jadi kecepatan linear pada rantai sebesar 0,050 m/s. kecepatan rantai tersebut tidak melebihi dari kecepatan rantai yang diijinkan, kecepatan rantai yang diijinkan sebesar 4 – 10 m/s maka dapat dikatakan kecepatan aman.

Setelah melakukan pengujian instalasi biogester dengan menggunakan pengaduk

(mixer), proses pengadukan dilakukan selama 30 menit menggunakan motor listrik sebesar 2850 rpm di transfer melalui pully dan v-belt ke gear box kemudian dari gear box ditransfer melalui rantai dan gir menghasilkan putaran pada poros pengaduk (mixer) sebesar 11,875 rpm jumlah limbah kotoran ayam yang di pakai seberat 60 Kg dalam proses pengadukan selama 30 menit alat bekerja dengan baik.

Setelah proses pengadukan selama 30 menit limbah kotoran ayam tersebut difermentasikan selama 14 hari dimulai dari tanggal 10 Oktober 2017 sampai dengan tanggal 24 Oktober 2017 dalam masa fermentasi digester (bak penampungan) mengalami kebocoran-kebocoran di beberapa titik maka peneliti melakukan perbaikan pada digester tersebut, setelah perbaikan peneliti melakukan fermentasi ulang dengan jangka waktu yang lebih pendek yaitu  $\pm 11$  hari di mulai dari tanggal 28 Oktober 2017 sampai dengan 10 November 2017, dari proses fermentasi yang kedua didapatkan tekanan gas yang di hasilkan dari limbah kotoran ayam ini yaitu

Namun pada saat peneliti mencoba menyalakan api dapat menyala tetapi hanya berapa detik saja di karenakan tekanan gas yang di dapat masih sangat rendah hanya sebesar 2,5 Kpa saja gas yang keluar dari selang pengeluaran gas.

## KESIMPULAN

1. Dimensi alat instalasi biogester menggunakan pengaduk (mixer) terdiri dari pemilihan bahan digester menggunakan fiber glass yang berkapasitas 98 L, proses pengeleman menggunakan serat fiber glass yang di campur dengan resin, pemilihan bahan poros berdasarkan perhitungan yang digunakan sebesar 20 mm, menggunakan

pully berukuran 1 inch dan 6 inch, menggunakan nomor sabuk V-belt no.47 dengan panjang keliling sabuk 1194 mm, menggunakan gear dan rantai untuk menstrasfer tenaga dari gear box ke poros dengan kecepatan poros pengaduk sebesar 11,897 rpm yang kecepatan awalnya di dapat dari motor listrik berkapasitas 2,205 Kw (3 Hp) dengan kecepatan sebesar 2850 rpm.

2. Data yang didapat dari hasil rancangan ini mendapatkan tekanan gas sebesar 2,5 Kpa menggunakan alat tekanan gas yaitu manometer dengan waktu fermentasi selama  $\pm 11$  hari

## DAFTAR PUSTAKA

- [1] S. M. P. Wahyuni, *Biogas*. Penerbit Bandung: Informatika.: Jakarta: Penerbit Penebar Swadaya PT. Media Inovasi Transfer., 2011.
- [2] E. Priyadi Fahad., Subiyanta, "Studi Biogas dari Kotoran Ternak Sapi sebagai Energi Alternatif untuk Penerangan.," p. Halaman 53 – 60, 2015.
- [3] V. Sawasdee, "Feasibility of Biogas Production from Nepier Grass. Energi Procedia.," p. (61): 1229 – 1233., 2014.
- [4] K. Sularso ; Suga, *Dasar perencanaan dan pemilihan elemen mesin*, Cetakan ke. Pradya paramita, PT., Jakarta., 2004.
- [5] Klemens Alrin Rahangmetan, Christian Wely Wullur, "Effect Variations And Types of Smaw Welding Electrodes on A36 Steel to Tensile Test," *J. Phys. Conf. Ser.*, vol. 1569, no. 3, p. 032052, 2020.
- [6] Andianto, "Aliran Slurry di dalam Digester Biogas Tipe Aliran Kontinyu.," *Skripsi diterbitkan. Depok Fak. Tek. Progr. Stud. Tek. Mesin Univ. Indones.*, 2011.