

BAB III

METODOLOGI PENELITIAN

3.1 Waktu dan Tempat

Penelitian ini dilaksanakan kurang lebih 15 hari, meliputi persiapan dan pelaksanaan. Adapun seluruh rangkaian penelitian ini bertempat di peternakan Sanjaya Farm kecamatan sukabumi kabupaten lampung selatan berada disamping tempat pengeringan kotoran sapi dengan luas 4 m x 2 m. Jumlah sapi berjumlah kurang lebih 60 ekor, sedangkan rata – rata banyak buangan kotoran perhari adalah 12 beko (kurang lebih 1800 liter).

Kapasitas beban beko : 150 kg

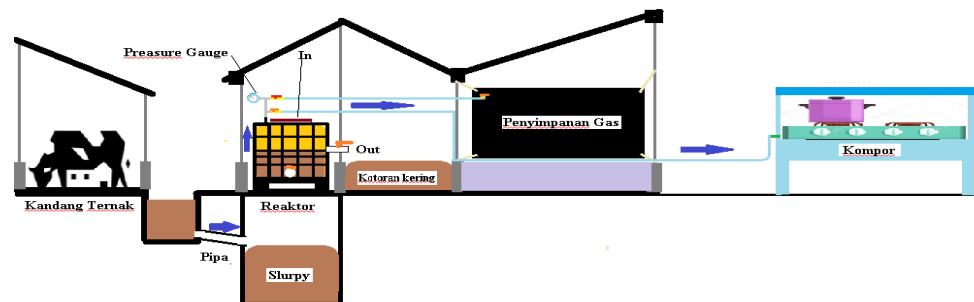
$$\begin{aligned} \text{Rata - rata pembuangan kotoran per-hari: } & \frac{15 + 11 + 11}{3} = 12 \text{ beko} \\ & : \frac{2.250 + 1.650 + 1.650}{3} = 1850 \text{ kg} \end{aligned}$$

3.2 Observasi Permasalahan

Pada tahap ini dilakukan observasi terkait masalah yang akan dipecahkan dalam perancangan reaktor non kontinu ini. Tujuannya untuk mendapatkan informasi untuk mendukung konsep design yang akan dibuat. Kegiatan observasi dilakukan berupa pengamatan secara langsung, wawancara terkait masalah, serta mencari referensi yang berhubungan dengan perancangan ini.

3.3 Skema Penelitian

a. Skema proses kegiatan reaktor non kontinu



Gambar 1. Skema Proses kegiatan reaktor non kontinu

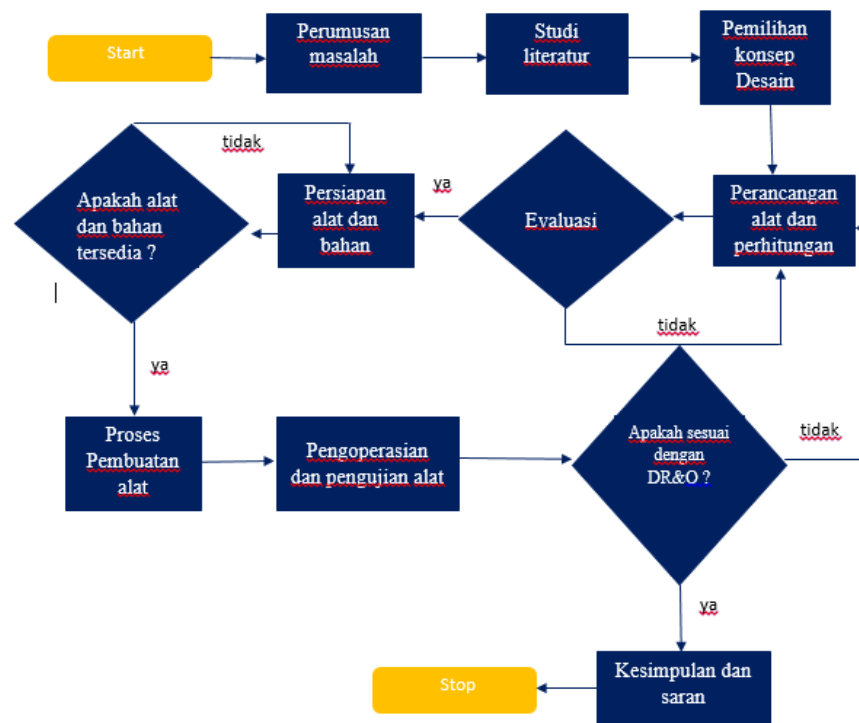
Berikut adalah skema proses kegiatan reaktor non-kontinu:

1. Pertama – tama volume kotoran dan volume gas perlu ditentukan sesuai perbandingan kotoran dan air yang akan dicampur.
2. Selanjutnya mengukur dan mencatat data massa air dan kotoran juga menentukan volume kotoran dan air.
3. Setelah itu, kotoran yang sudah di-beri skala volumenya, diaduk secara merata untuk mencampur kotoran dengan air yang ada.
4. Lalu reaktor ditunggu sampai menghasilkan gas metan yang akan dipakai ke kompor.
5. Selama menunggu gas dihasilkan, keran gas di reaktor dibuka dan disalurkan selalu ke penyimpanan gas atau langsung kekompor setiap hari.
6. Sewaktu proses pelepasan gas kondisi reaktor, penyimpanan, kompor dan selang juga perlu diperhatikan baik itu dari segi tekanan, ph, suhu, warna, dll dan dicatat sebanyak 2 kali. Gas yang dialirkan dilepaskan melalui outlet gas di-reaktor dengan melalui selang menuju penyimpanan walaupun dengan tekanan rendah sekalipun. Sewaktu mengalirkan gas menuju kompor, gas yang dipenyimpanan ditekan dengan laju aliran gas yang diatur oleh bukaan dikompor.
7. Dalam perawatan reaktor biogas hanya dilakukan dengan membersihkan bagian luarnya saja dan memeriksa keawetan setiap komponen.
8. Setelah perawatan dilakukan uji kebocoran di reaktor dan penyimpanan untuk melihat apakah ada kebocoran.
9. Pada perawatan kompor sendiri dapat dilakukan dengan menyikat bersih corong gas dan memastikan kekaratan kompor.
10. Setelah penghabisan gas metan sesuai waktu yang telah ditentukan, kotoran harus dikeluarkan agar dapat diganti dengan yang baru secara keseluruhan.

11. Kotoran yang dikeluarkan tadi dapat langsung disiram ke tanaman sebagai pupuk, atau ditampung dahulu apabila ada proses lebih lanjut.

b. Diagram Alir perancangan

Diagram alir perancangan digunakan untuk mempermudah mengembangkan merealisasikan gagasan atau konsep desain, sehingga proses perancangan reaktor akan lebih efisien. Berikut adalah diagram alir pada perancangan:



Gambar 2. Diagram alir perancangan

c. Konsep Produk

Dalam merancang suatu hal, dibutuhkan konsep yang jelas dan matang untuk mempermudah dalam merealisasi produk hasil akhirnya. Berikut adalah konsep dari Reaktor Biogas Non-Kontinu kapasitas 1000 liter.

1. Design Requirement and objectives (DR&O)

Berikut ini merupakan DR&O dari Rancang Bangun Reaktor Biogas Non-Kontinu Kapasitas 1000 liter Skala Peternakan :

- a) Reaktor dapat di operasikan dalam kondisi kering maupun basah;
- b) Reaktor dapat dirakit dengan mudah oleh orang lain;
- c) Perawatan dan pemeliharaan yang sederhana
- d) Cukup mudah dalam melakukan pengoperasian;

2. Penentuan jenis digester

Untuk melakukan pengembangan alternaif awal, saya ingin menggunakan metode pembangkitan konsep dengan terlebih dahulu menentukan kemungkinan masalah yang akan terjadi pada pengoperasian produk.

Setelah itu, saya melakukan pencarian alternatif dengan melakukan brainstorming untuk mencegah kemungkinan terjadinya masalah yang telah diidentifikasi. Berikut merupakan hasil dari pencarian internal tersebut :

Table 1. Pencarian alternatif komponen

No.	kriteria	Alternatif 1	Alternatif 2	Alternatif 3
1	Desain konsep reaktor biogas	<i>Continuous Stirred Tank reactors (CSTR)</i>	<i>Fixed Bed Reactor (FBR)</i>	-
2	Model reaktor biogas	balon	Fiberglass	floating
3	Mekanisme masuknya kotoran sapi	Bagian atas reaktor	Bagian samping reaktor	Bagian depan reaktor
4	Mekanisme memasukkan kotoran sapi	manual	Dibantu oleh pompa	-
5	Sistem pengecekan	Analog	digital	Analog+Digital

6	Letak untuk alat ukur	Bagian atas reaktor	Bagian samping reaktor	Bagian atas dan samping reaktor
7	Mekanisme keluaran kotoran	Bagian atas	Bagian samping	Bagian bawah samping
8	Penempatan hasil kotoran	Bak penampung	Drum bersaring	Langsung ke tanaman
9	Mekanisme selang gas	Selang beda level ketinggian	Selang lurus	-
10	Mekanisme saluran gas	Dari reaktor langsung ke kompor	Dari penyimpanan gas dialirkan ke kompor	Gas dari reaktor langsung menuju kompor + gas dari penyimpanan gas menuju kompor
11	Media penyimpanan gas	Plastik PE	Ban dalam truk	Ditahan di dalam reaktor
12	Kompor	Kompor khusus biogas	Modifikasi kompor yang ada	Membuat kompor sendiri

Dari pencarian internal tersebut, penulis mendapatkan 3 konsep yang merupakan hasil gabungan/kombinasi dari solusi di setiap kategori dengan menggunakan peta morfologi. Berikut ini merupakan peta morfologi dengan hasil sebagai berikut:

Keterangan :

— = A

— = B

— = C

Pada konsep A, desain konsep reaktor yang dipakai adalah *Continuous Stirred Tank* dengan model reaktor fiberglass. Dalam mekanisme memasukkan kotorannya dilakukan dari atas reaktor secara manual, sistem pengecekannya sendiri dilengkapi dengan

alat digital dan analog dan diletakkan diatas reaktornya. Mekanisme keluaran kotoran sendiri dibuat melalui samping bawah reaktornya, dan hasil buangan tersebut dapat dipakai ketanaman langsung sebagai pupuk cair. Dalam menyalurkan gas tersebut, dipilih selang dengan konsep berbeda level ketinggian, dan gas tersebut bisa disalurkan langsung dari reaktor maupun disimpan dahulu lalu dipakai untuk memasak dengan penyimpanan gasnya berjenis plastik *Polyethlyen*. Kompornya akan dipakai adalah kompor yang sudah disediakan dengan sedikit modifikasi (diperbesar diameter lubangnya) di bagian saluran gas di kompor.

Pada konsep B, desain konsep reaktor yang dipakai adalah *Continuous Stirred Tank* dengan model reaktor *floating/mengambang* dengan mekanisme masuknya kotoran melalui samping reaktor dengan cara manual. Dengan sistem pengecekan kondisi reaktor dilengkapi dengan alat analog dan diletakkan dibagian atas dan samping reaktor. Sitem keluaran kotorannya sendiri diletakkan dibagian samping reaktor dan hasil buangannya ditampung didalam bak penampung. Mekanisme penyaluran gas dibuat dengan medan lurus/datar dan gas tersebut dialirkan dari penyimpanan gas yang ada direaktor yang sudah ditahan didalam reaktor dan disalurkan ke kompor. Kompornya sendiri dirancang dan dibuat dengan keinginan sendiri.

Pada konsep C, desain konsep reaktor yang dipakai adalah *Fixed Bed Reactor* dengan model reaktor balon. Dalam mekanisme memasukkan kotorannya dilakukan dari samping reaktor dan dibantu oleh pompa. Sistem pengecekan kondisi reaktornya dilengkapi dengan alat digital dan diletakkan dibagian samping reaktor. Mekanisme keluaran kotorannya sendiri dibuat melalui samping reaktor dan ditampung dalam drum bersaring untuk pemisahan kotoran padat dan cairnya. Mekanisme saluran gas metannya dipilih dan dibuat di medan lurus/ datar dan dapat

langsung dialirkan dari reaktor yang sudah ditahan gasnya menuju kompor. Kompornya sendiri dipilih dan dibeli khusus kompor biogas.

3. Penentuan komponen

Pada tahap ini penulis melakukan penyaringan konsep dengan cara membandingkan 3 konsep perancangan biogas non kontinu dengan kapasitas 1000 L skala peternakan. Jika konsep lebih baik diberi keterangan “+”, jika konsep netral atau seimbang diberi keterangan “O”, dan jika konsep buruk diberi keterangan “-”. Berikut ini merupakan hasil penyaringan konsep.

KRITERIA	REFERENSI	KONSEP		
		A	B	C
Biaya bahan dan alat	O	+	-	-
Ketersediaan alat dan bahan	O	+	+	+
Kepraktisan dan kemudahan pembuatan	O	+	-	+
Kemudahan pengoprasian	O	-	+	-
Keunggulan	O	+	+	-
Sum (+)		4	3	2
Sum (O)		0	0	0
Sum (-)		1	2	3
Net score		3	1	-1
Ranking		1	2	3
Dilanjut?		Ya	Ya	Tidak

Dari tabel hasil penyaringan konsep diatas, diperoleh 2 konsep yang dapat dilanjutkan pada penilaian konsep yaitu konsep A dan konsep B. Dalam menetapkan pemilihan yang akan dipakai, saya akan membuat sistem penilaian dimana bobot nilai

totalnya. Pemilihannya memakai <, O dan >, dimana “<” adalah kurang baik, “O” cukup baik, dan “>” adalah sangat baik. Dalam beberapa parameter penilaiannya, berikut hasil penilaiannya:

Kriteria	Alternatif	
	Konsep A	Konsep B
Kapasitas reaktor & lama penggunaan	O	O
	O	>
Biaya produksi	>	<
Kemudahan perawatan	>	<
Kebutuhan model	<	O
Ketersediaan alat dan bahan	>	O
Sum >	3	1
Sum <	1	2
Sum O	2	3
Jumlah X (< - >)	2	-1
Jumlah (X + O)	4	2

Dari tabel hasil pengujian konsep diatas, diperoleh bahwa konsep yang terpilih yaitu konsep A dengan bobot nilai 4.

Table 2. Komponen bagian – bagian biogas

No	Nama komponen	Jumlah	Material	Ukuran	Keterangan
1	Digester	1	HDPE	1000 L	
2	Katub keluaran gas	1	kuningan	¼ inch	
3	Penyimpanan Gas	1	polyethylene	1 x 1 m	Tebal 2mm
4	Saluran keluar gas	1	Galvanis	Ø ¾ inch	
5	Selang pengantar gas menuju kompor dan	1	pvc	Ø ¼ inch	Tebal 5/8inch
6	Preassure gauge	1	galvanis		
7	Manometer U	1	pvc	1 m	

8	Pemisah aliran gas	1	galvanis	Ø ¼ inch	
9	Kompor gas 1 tungku	1	Stainless steel	26 x 36,5 x 14 cm	

4. Rancangan anggaran biaya

Berikut adalah rancangan anggaran biaya pembuatan biogas mulai dari material, dan perakitan.

Table 3. Rancangan anggaran biaya pembuatan biogas

Bahan/Alat	Harga (Rp)	Keterangan
Tangki IBC	1.000.000,00	1 unit
Plastik PE	100.000,00	1 unit
Selang ¼ bening	3.500,00	40 meter
Stopkran ¼ kuningan	20.000,00	5 unit
Sambungan Tee ¼	13.500,00	2 unit
Kompor gas tunggal	150.000,00	1 unit
Seal tape	5.000,00	1 unit
Lem silikon dexton	15.000,00	1 unit
Preassure gauge	300.000,00	1 unit
Manometer U buatan	17.000,00	1 unit
Reducer 2' ke ¼'	47.000,00	1 unit
Thermocouple TM902C Type K	60.000,00	1 unit
Biaya pengantaran	30.000,00	
Jumlah	Rp. 1.761.000,00	

3.4 Alat dan Bahan

1. Alat

a. Tangki air *Intermediate Bulk Containers* (IBC)

Berfungsi sebagai tempat fermentasi kotoran sapi melalui proses anaerobik untuk menghasilkan gas metan.



Gambar 3. Tangki air IBC

Sumber : sotralentz packaging

b. Gerinda tangan

Berfungsi memutar mata gerinda baik untuk memotong, meratakan dan membentuk suatu permukaan .



Gambar 4. Gerinda tangan

Sumber : Laboratorium teknik mesin

c. Batu gerinda asah

Berfungsi meratakan permukaan dari hasil las



Gambar 5. Batu gerinda asah

Sumber : Laboratorium teknik mesin

- d. Batu gerinda potong

Berfungsi memotong dan melebarkan lubang inlet reaktor



Gambar 6. Batu gerinda potong

Sumber : Laboratorium teknik mesin

- e. Cutter

Berfungsi memotong selang



Gambar 7. Cutter

Sumber : Laboratorium teknik mesin

f. Obeng

Berfungsi mengencangkan klem selang



Gambar 8. Obeng

Sumber : Laboratorium teknik mesin

g. Tang

Berfungsi untuk menahan dan mengunci klem



Gambar 9. Tang

Sumber : Laboratorium teknik mesin

h. Kompor gas 1 tungku

Berfungsi membakar gas metan untuk dipakai



Gambar 10. Kompor gas 1 tungku

- i. Temperatur Digital dan *Thermocouple type K*
berfungsi mengecek dan menampilkan suhu dalam reaktor dan untuk pengecekan temperatur pada saat pengujian kualitas api.



Gambar 11. Temperatur Digital dan Thermocouple Tipe k

- j. *Low preassure gauge*
Menunjukkan tekanan gas yang berada di dalam reaktor.



Gambar 12. Low Preasure Gauge

- k. Manometer U
Berfungsi untuk menunjukkan tekanan gas yang ada di dalam reaktor dan juga sebagai pembanding dengan manometer U.



Gambar 13. Manometer U

1. Ph meter digital

Berfungsi mengecek dan menampilkan asam atau basa kotoran sapi.



Gambar 14. Ph meter digital

2. Bahan

a. Sambungan Tee ¼ inch besi

Berfungsi membagi jalur keluaran gas metan baik itu menuju penyimpanan maupun langsung kekompor.



Gambar 15. Sambugan Tee ¼ inch besi

b. Selang ¼ inch

Berfungsi menyalurkan gas metan menuju kompor dan penyimpanan



Gambar 16. Selang ¼ inch

- c. Reducer 2 x $\frac{3}{4}$ inch.

Berfungsi mengurangi diameter socket drag 2' ke selang $\frac{3}{4}$ ' agar dapat memasukkan stopkran setelahnya.



Gambar 17. Reducer 2 x $\frac{3}{4}$ inch

- d. Klem selang $\frac{1}{4}$ inch

Berfungsi mengikat selang $\frac{3}{4}$ dengan stopkran kuningan 3/4 .



Gambar 18. klem Selang $\frac{1}{4}$ inch

- e. *seal tape*

Berfungsi sebagai penghalang/penutup stopkran agar tidak ada gas bocor dalam bentuk lembaran kecil.



Gambar 19. Seal Tape

f. *Seal Silicon Dexton*

Berfungsi sebagai penghalang/penutup stopkran agar tidak ada gas bocor dalam bentuk cairan yang akan mengeras seiring waktu.



Gambar 20. Seal Silicon Dexton

g. *Kotoran sapi*

Sebagai bahan penghasil gas metan dengan campuran air yang sudah diatur perbandingannya.



Gambar 21. Kotoran Sapi

3.5 Tahapan penelitian

Adapun tahap penelitian ini meliputi perancangan, perakitan, pengujian hasil rancangan, pengamatan, dan pengolahan data.

a. Perancangan

Reaktor dirancang jenis reaktornya berdasarkan DR&O, pemilihan material dan desainnya sesuai dengan kebutuhan dan biaya. Reaktor dirancang dengan software 3D yaitu reaktor non kontinu

b. Perakitan

Reaktor dirakit dan dibentuk sesuai desain yang ada, dengan bantuan

alat-alat yang sudah ditentukan. Perakitan dilakukan baik itu melalui pengeboran, penguncian, pelapisan, dan lain lain.

c. Pengujian

Pengujian dilakukan untuk mengecek dan meneliti reaktor apakah dapat menghasilkan gas metan yang teratur dan dapat dipakai kekompor.

d. Pengambilan data

Pengambilan data dilakukan dengan pengecekan dan pencatatan data hasil seperti data tekanan, ph, suhu, dan kondisi biogas tiap satuan waktu yang dicatat dalam bentuk tabel.

e. Pengolahan data

Pengolahan dan analisis data dilakukan untuk mendapatkan data hasil produksi biogas dan performanya baik itu dalam bentuk grafik.

3.6 Variabel Pengamatan

Berikut adalah variabel pengamatan yang akan dilakukan secara rutin sewaktu penelitian :

a. Kualitas api

Kualitas api yang akan di-check seperti warna api, lama nyala api, dan suhu dengan memasak air mineral sebagai percobaannya.

b. Lama Penggunaan biogas

Lama penggunaan biogas dilakukan selama kurang lebih 15 hari.

c. Data tekanan, ph dan suhu reaktor.

3.7 Rumus Penelitian

Berikut rumus – rumus yang digunakan saat penelitian :

a. Penentuan model dan volume biodigester

Penentuan model biodigester didasari oleh beberapa pertimbangan, yaitu:

1. Denah tempat
2. Kebutuhan gas untuk menyalakan kompor.
3. Volume dan model digester.
4. Bahan atau material digester yang digunakan.

b. Volume digester

.Volume digester dihitung sesuai dengan ruang/volume yang diinginkan.[14]

1. Kapasitas digester

$$V = S^3 \dots\dots\dots(1)$$

V = volume digester (m^3)

S^3 = Panjang sisi (m)

2. Volume bubur kotoran

$$V_1 = \frac{3}{4} \times V \dots\dots\dots(2)$$

V_1 = Volume bubur kotoran (liter)

c. Banyak kotoran yang sapi yang dibutuhkan

Banyak kotoran sapi dibutuhkan dapat dihitung dengan menimbang beratnya dan menghitung volumenya.[14]

1. Jumlah kotoran

$$m_0 = V_0 \times \rho_0 \dots\dots\dots(3)$$

m_0 = banyak kotoran sapi (kg)

V_0 = volume kotoran sapi (liter)

ρ_0 = Massa jenis kotoran sapi (kg/m^3)

2. Jumlah air

$$m_a = V_a \times \rho_a \dots\dots\dots(4)$$

m_a = banyak air(kg)

V_a = Kapasitas isi digester(m^3)

ρ_a = Massa jenis air (kg/m^3)

d. Volume penampung gas

Volume penampung gas disesuaikan dengan luas tempat yang tersedia dan berapa volume gas yang dibutuhkan. Volume gas yang dibutuhkan, untuk menghindari kelebihan gas, maka dibuat volume penampung lebih besar dari gas yang dibutuhkan yaitu dengan perhitungan :

$$V_g = G + t_2 max \dots\dots\dots(5)$$

G = Produksi gas (m^3/jam)

t_2max = waktu maksimum konsumsi biogas (jam)

$G = G_y \times \text{jumlah kotoran total}$

$G_y = \frac{\text{besar produksi biogas (m}^3/\text{hari)}}{\text{banyak kotoran per hari (kg/hari)}}$

- e. Tekanan pada manometer U sebagai pembanding tekanan di Preassure gauge.[15]

$$P = \rho \cdot g \cdot h \dots \dots \dots (6)$$

P = tekanan udara luar (N/m^2)

ρ = Densitas zat cair (kg/m^3)

g = Percepatan gravitasi ($9,81 m/s^2$)

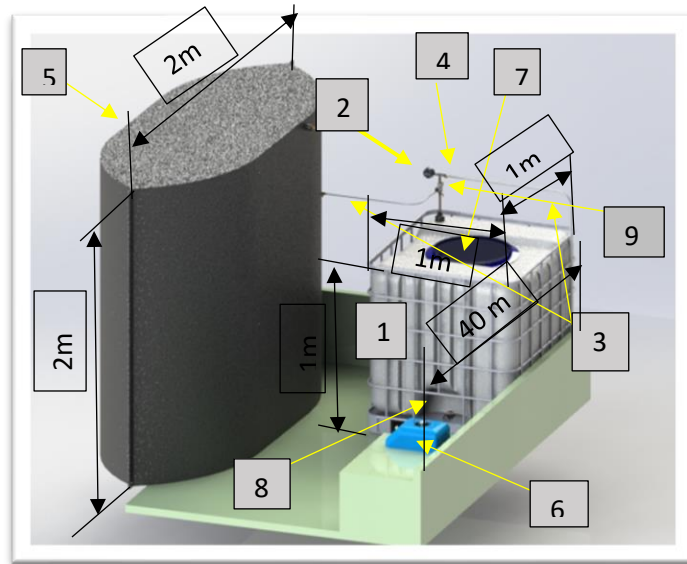
h = selisih ketinggian zat cair (m)

f. Metode Pembuatan Reaktor Biogas Non-Kontinu

Adapun tahap penelitian ini meliputi perancangan, perakitan, pengujian hasil rancangan, pengamatan, dan pengolahan data. Proses pembuatan reaktor biogas dilakukan melalui tahapan sebagai berikut:

a. Gambar 3D Desain Konsep Reaktor Non-Kontinu

Desain alat yang dibuat dapat dilihat pada gambar dibawah ini. Dengan meninjau isi dari berbagai modul yang ada ditargetkan alat produk ini memiliki dimensi diantaranya, reaktor biogas 120x100x115 cm dengan tipe reaktor *fiberglass* yang akan ditempatkan di permukaan lantai dan kapasitas 1.000L. Reaktor didesain dalam bentuk konstruksi portabel yang terdiri dari tangka utama (tangki digester), saluran masuk dan saluran keluar slurry. Reaktor fixed dome memiliki volume tetap sehingga produksi gas akan meningkatkan tekanan dalam reaktor. Karena itu, dalam konstruksi ini gas yang terbentuk akan segera dialirkan ke pengumpul gas di luar reaktor.



Gambar 22. Desain reaktor biogas

Komponen – komponen reaktor biogas non kontinu, yaitu :

1. Tangki IBC (*Intermediate Bulk Container*) 1000 liter

Sebagai tempat terjadinya proses anaerob/ fermentasi oleh bakteri melalui beberapa tahap untuk menghasilkan gas metana

2. Preassure Gauge tekanan rendah

Alat untuk mengecek tekanan gas didalam reaktor sebagai parameter pengecekan dan pemeliharaan.

3. Selang $\frac{1}{4}$ pvc

Menyalurkan gas metana dari reaktor menuju kompor dan juga penyimpanan gas(Plastik PE)

4. Stop kran kuningan

Keran sambungan yang berfungsi membuka dan mengatur banyaknya keluaran gas dari reaktor kedalam penyimpanan maupun menuju kompor

5. Plastik PE (*Polyethelyin*)

Menyimpan gas metana dari reaktor sewaktu gas tidak di pakai dikompor.

6. Kompor gas yang sudah dimodifikasi.

Untuk memasak dan juga menguji nyala api, lama nyala api, suhu,

7. Inlet

Saluran masuk kotoran sapi yang sudah dicampur dengan air untuk selanjutnya difermentasi.

8. Outlet

Saluran keluar kotoran sapi yang sudah diproses didalam reaktor menjadi slury.

9. Sambungan Tee

Pemisah saluran gas nantinya yang akan mengalirkan gas menuju penyimpanan dan kompor.

b. Tahapan Pembuatan Reaktor Non-Kontinu

Saluran keluar kotoran sapi setelah fermentasi

- a. Menyiapkan material yang dibutuhkan dalam proses pemasangan instalasi.
- b. Melakukan pembuatan lobang sebesar 2 inch pada tangki IBC untuk saluran keluar gas.
- c. Memasang *shocket* drat 2 inch, *reducer* 2 inch
- d. Memasang stopkran $\frac{1}{4}$ dan sambungan Tee $\frac{1}{4}$ setelah reducer.
- e. Memasang *preasure gauge* yang sudah dilengkapi dengan sambungan Tee $\frac{1}{4}$ inch pada saluran keluar gas.
- f. Membuat lubang kecil untuk masuknya ujung termometer digital
- g. Memasang selang $\frac{1}{4}$ menuju kompor yang sudah dimodifikasi

Memasang instalasi lainnya berupa tempat penampungan gas yang dihubungkan dengan selang $\frac{1}{4}$ inch lengkap dengan kran.