



**RANCANG BANGUN REAKTOR BIOGAS KOTORAN SAPI TYPE
PORTABLE**

(Bagian Statis)

LAPORAN PROYEK AKHIR

Oleh :

GIGIH RIFKI TAUFANDI

NIM 151903101040

PROGRAM STUDI DIPLOMA III TEKNIK

JURUSAN TEKNIK MESIN

UNIVERSITAS JEMBER

2018



**RANCANG BANGUN REAKTOR BIOGAS KOTORAN SAPI TYPE
PORTABLE**

(Bagian Statis)

PROYEK AKHIR

Diajukan guna melengkapi tugas akhir dan memenuhi salah satu syarat untuk menyelesaikan Program Studi Teknik Mesin (DIII) dan mencapai gelar akhir Ahli Madya

Oleh :

GIGIH RIFKI TAUFANDI

NIM 151903101040

PROGRAM STUDI DIPLOMA III TEKNIK

JURUSAN TEKNIK MESIN

UNIVERSITAS JEMBER

2018

PERSEMBAHAN

Laporan Proyek Akhir ini saya persembahkan untuk :

1. Orang tua saya Bapak Edy Hartoyo dan Ibu Tutut Sumami, terimakasih atas pengorbanan, doa, dukungan, kasih sayang, nasehat, dan air mata yang menetes dalam setiap setiap untaian doa yang senantiasa mengiringi setiap langkah bagi perjuangan dan keberhasilan penulis;
2. Saudara dan kerabat dekat, terimakasih atas bantuan, motivasi, dan dukungan yang telah diberikan kepada penulis;
3. Guru yang telah mengajarkan saya di, SDN 3 Wringinagung, SMPN 1 Genteng, SMAN 1 Genteng, serta Dosen Jurusan Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Jember. Terimakasih atas ilmu dan didikan yang telah diberikan kepada penulis;
4. Teman dan sahabat dari masa sekolah saya yang telah memberikan bantuan, dukungan dan motivasi kepada penulis;
5. Teman-teman saya di Fakultas Teknik Universitas Jember, khususnya DIII Teknik Mesin angkatan 2015, yang memberikan pengalaman hidup yang sangat berharga bagi penulis selama masa perkuliahan;
6. Almamater Fakultas Teknik Jurusan Teknik Mesin Universitas Jember.

MOTTO

“Sesuatu yang belum dikerjakan, seringkali tampak mustahil; kita baru yakin kalau kita telah berhasil melakukannya dengan baik.”

(Evelyn Underhill)

Sesuatu yang kita bayangkan memang hanya sebuah kamufase jika tanpa kita kerjakan. Terkadang hal yang mudah kita bayangkan tetapi sangat sulit untuk kita lakukan. Terkadang hal yang susah dan berat kita bayangkan tetapi jika kita kerjakan ternyata mudah

“Just do It”

PERNYATAAN

Saya yang bertanda tangan di bawah ini :

Nama : Gigih Rifki Taufandi

NIM : 151903101040

menyatakan dengan sesungguhnya bahwa proyek akhir yang berjudul “*Rancang Bangun Reaktor Biogas Kotoran Sapi Type Portable (Bagian Satis)*” adalah benar-benar hasil karya sendiri, kecuali kutipan yang sudah saya sebutkan sumbernya, belum pernah diajukan pada institusi manapun, dan bukan karya jiplakan. Saya bertanggung jawab atas keabsahan dan kebenaran isinya sesuai dengan sikap ilmiah yang harus dijunjung tinggi.

Demikian pernyataan ini saya buat dengan sebenarnya, tanpa ada tekanan dan paksaan dari pihak manapun serta bersedia mendapat sanksi akademik jika ternyata dikemudian hari pernyataan ini tidak benar.

Jember, Juli 2018

Yang menyatakan,

Gigih Rifki Taufandi

151903101040

PROYEK AKHIR

**RANCANG BANGUN REAKTOR BIOGAS KOTORAN SAPI TYPE
PORTABLE
(BAGIAN STATIS)**

Oleh

Gigih Rifki Taufandi

NIM 151903101040

Pembimbing:

Dosen Pembimbing Utama : Dr. Agus Triono, S.T.,M.T

Dosen Pembimbing Anggota : Ir. Dwi Djumhariyanto, M.T

PENGESAHAN

Proyek akhir berjudul “*Rancang Bangun Reaktor Biogas Kotoran Sapi Type Portable (Bagian Satis)*” telah diuji dan disahkan pada :

Hari, tanggal : 24 Juli 2018

tempat : Fakultas Teknik Jurusan Teknik Mesin

Pembimbing

Pembimbing I,

Pembimbing II,

Dr. Agus Triono, S.T.,M.T
NIP. 197008072002121001

Ir. Dwi Djumhariyanto, M.T
NIP. 196008121998021001

Penguji

Penguji I

Penguji II,

Hary Sutjahjono, S.T.,M.T
NIP.196812051997021002

Ir. FX. Kristianta, M.Eng.
NIP. 196812051997021002

Mengesahkan,

Dekan Fakultas Teknik Universitas Jember,

Dr. Ir. Entin Hidayah, M.U.M

NIP 196612151995032001

RINGKASAN

Rancang Bangun Reaktor Biogas Kotoran Sapi Type Portable; Gigih Rifki Taufandi; 151903101040; 56 halaman; Jurusan Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Jember.

Limbah dan energi merupakan suatu kata kunci pokok yang menjadi momok di era globalisasi. Dimana minimnya energi disertai meningkatnya konsumsi bahan bakar serta sempitnya lahan dan semakin meningkatnya limbah. Salah satunya adalah limbah kotoran ternak. Desa Tegalwangi, Kecamatan Umbulsari, Jember biasa menumpuk limbah kotoran sapi atau kambing di kandang belakang rumah. Setelah beberapa hari kotoran tersebut di biarkan menumpuk atau di alirkan ke sungai. Akibatnya menimbulkan bau tidak sedap dan dapat mengganggu kesehatan manusia. Karena, gas metana yang dihasilkan memiliki potensi pemanasan global 21 kali lebih tinggi dibandingkan gas Karbondioksida (CO_2).

Biogas dipilih karena merupakan teknologi tepat guna yang menangani sampah dan limbah ternak sekaligus menghasilkan energi. Penggunaan reaktor biogas memiliki banyak keuntungan yaitu mampu mereduksi limbah dan meningkatkan pemanfaatan limbah, memacu pertumbuhan dan kemandirian ekonomi pedesaan, menciptakan peluang kerja, biogas merupakan energi yang ramah lingkungan, serta harganya terjangkau di tambah hasil buangnya dapat digunakan sebagai pupuk dan pestisida alami.

Tahap dalam perancangan dan pembuatan reaktor biogas bagian statis diawali dengan studi literatur dan studi lapangan. Kemudian dari permasalahan yang ada di lapangan, dilakukan perancangan untuk menentukan desain mesin yang akan dibuat. Setelah itu dilanjutkan tahap pembuatan dan perakitan mesin untuk menguji kelayakan dan kinerja mesin yang dilakukan proses pengujian.

Dari hasil perhitungan diperoleh data-data spesifikasi reaktor biogas bagian statis sebagai berikut :

1. Perencanaan Rangka
2. Perencanaan Sambungan Las
3. Perencanaan Mur dan Baut

Pada pengujian ini slurry keluar saat tuas pendorong diputar, dan setelah dilakukan pengecekan pada tangki, tangki tidak mengalami kebocoran sehingga bisa digunakan untuk pengujian selanjutnya. Untuk pengujian tahap kedua adalah membiarkan slurry berada pada tangki selama 10 hari. Pada hari ke-10 slurry keluar melalui saluran keluar walaupun tanpa dilakukan pemutaran tuas. Hal ini menunjukkan bahwa pada tangki telah terbentuk gas yang menekan beberapa liter slurry keluar.

Program Studi Diploma III Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Jember.

PRAKATA

Puji syukur kehadiran Allah SWT atas segala rahmat dan karunia-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan proyek akhir yang berjudul “*Rancang Bangun Reaktor Biogas Kotoran Sapi Type Portable (Bagian Satis)*” Laporan proyek akhir ini disusun untuk memenuhi salah satu syarat menyelesaikan pendidikan diploma tiga (DIII) pada jurusan Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Jember.

Penyusunan proyek akhir ini tidak lepas dari bantuan berbagai pihak, oleh karena itu, penulis menyampaikan terimakasih kepada :

1. Ibu Dr. Entin Hidayah, M.U.M selaku Dekan Fakultas Teknik Universitas Jember;
2. Bapak Hari Arbiantara, S.T., M.T. selaku Ketua Jurusan Teknik Mesin Universitas Jember;
3. Bapak Dr. Agus Triono, S.T., M.T selaku dosen pembimbing utama yang telah meluangkan waktu, pikiran, dan perhatian dalam penulisan proyek akhir ini;
4. Bapak Ir. Dwi Djumhariyanto, S.T., M.T selaku dosen pembimbing anggota yang telah meluangkan waktu, pikiran dan perhatian dalam penulisan proyek akhir ini;
5. Bapak Hary Sutjahjono, S.T.,M.T selaku dosen penguji I yang telah meluangkan waktu, pikiran dan perhatian dalam penulisan proyek akhir ini;
6. Bapak Ir. FX. Kristiante, M.Eng. selaku dosen penguji II yang telah meluangkan waktu, pikiran dan perhatian dalam penulisan proyek akhir ini;
7. Bapak Santoso Mulyadi, S.T., M.T selaku dosen pembimbing akademik yang selalu memberikan bimbingan dan arahan kepada penulis selama kuliah;
8. Seluruh Dosen Jurusan Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Jember yang telah memberikan ilmu, bimbingan, kritik dan saran kepada penulis;

9. Bapak Edy hartoyo dan Ibu Tutut Sumami yang telah menjadi orang tua yang sangat baik dalam mendidik, memberi nasehat demi kehidupan penulis menjadi lebih baik, selalu memberikan kasih sayang, perhatian, materi, serta doa yang selalu dihaturkan setiap saat untuk penulis dan keluarga dan juga kakak saya dr. Elisa Maristin yang selalu membuat penulis termotivasi.
10. Teman-teman seperjuangan Teknik Mesin 2015 terutama DIII Teknik Mesin angkatan 2015 yang telah memberikan pengalaman hidup, serta cerita semasa kuliah;
11. Kominitas NPJ (Nmax Pilot Jember) dan DULURKU (teman akrab) . Yang selalu mendengarkan keluh kesah, suka, duka dan senang;
12. Semua pihak yang telah membatu;

Penulis juga menerima segala kritik dan saran dari semua pihak demi kesempurnaan proyek akhir ini. Akhirnya penulis berharap, semoga tulisan ini dapat bermanfaat.

Jember, Juli 2018

Penulis

DAFTAR ISI

HALAMAN SAMPUL	i
HALAMAN JUDUL	ii
HALAMAN PERSEMBAHAN	iii
HALAMAN MOTTO	iv
HALAMAN PERNYATAAN	v
HALAMAN PEMBIMBING	vi
HALAMAN PENGESAHAN	vii
RINGKASAN	viii
PRAKATA	x
DAFTAR ISI	xii
DAFTAR GAMBAR	xv
DAFTAR TABEL	xvi
DAFTAR LAMPIRAN	xvii
BAB 1. PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	3
1.3 Batasan Masalah	3
1.4 Tujuan	3
1.5 Manfaat	3
BAB 2. TINJAUAN PUSTAKA	4
2.1 Biogas, Energi Alternatif Ramah Lingkungan	4
2.1.1 Prinsip Dasar Biogas	4
2.2 Potensi dan Sumber Bahan Baku Biogas dari Kotoran Ternak	5
2.3 Pemanfaatan Biogas dan Hasil Samping Biogas	6
2.4 Desain Reaktor Biogas	8

2.5 Pemilihan Bahan dan Analisis Morfologi Reaktor Biogas	9
2.5.1 Prinsip Pemilihan Proses Manufaktur	9
2.6 Konsep Perancangan	13
2.6.1 Diagram Alir Proses Perancangan.....	14
2.6.2 Pernyataan Kebutuhan	17
2.6.3 Analisa Kebutuhan	18
2.7 Proses Perancangan Rangka	18
2.8 Perencanaan Kolom	21
2.9 pemilihan bahan kolom	23
2.10 Perancangan Pengelasan	23
2.11 Pemilihan Baut dan Mur	26
2.11.1 Perancangan Perhitungan Baut dan Mur.....	27
2.12 Proses Manufaktur	29
2.12.1 Pengukuran.....	30
2.12.2 Penggoresan	30
2.12.3 Penitik	30
2.12.4 Gergaji Tangan	30
2.13 Proses Permesinan	30
2.13.1 Pengeboran.....	30
2.13.2 Penggerinaan	31
BAB 3. PEMBAHASAN	32
3.1 Bahan	32
3.2 Peralatan	32
3.3 Waktu dan Tempat	33
3.3.1 Waktu.....	33
3.3.2 Tempat	33
3.4 Metode Penelitian	34
3.4.1 Studi Literatur	34
3.4.2 Studi Lapangan.....	34

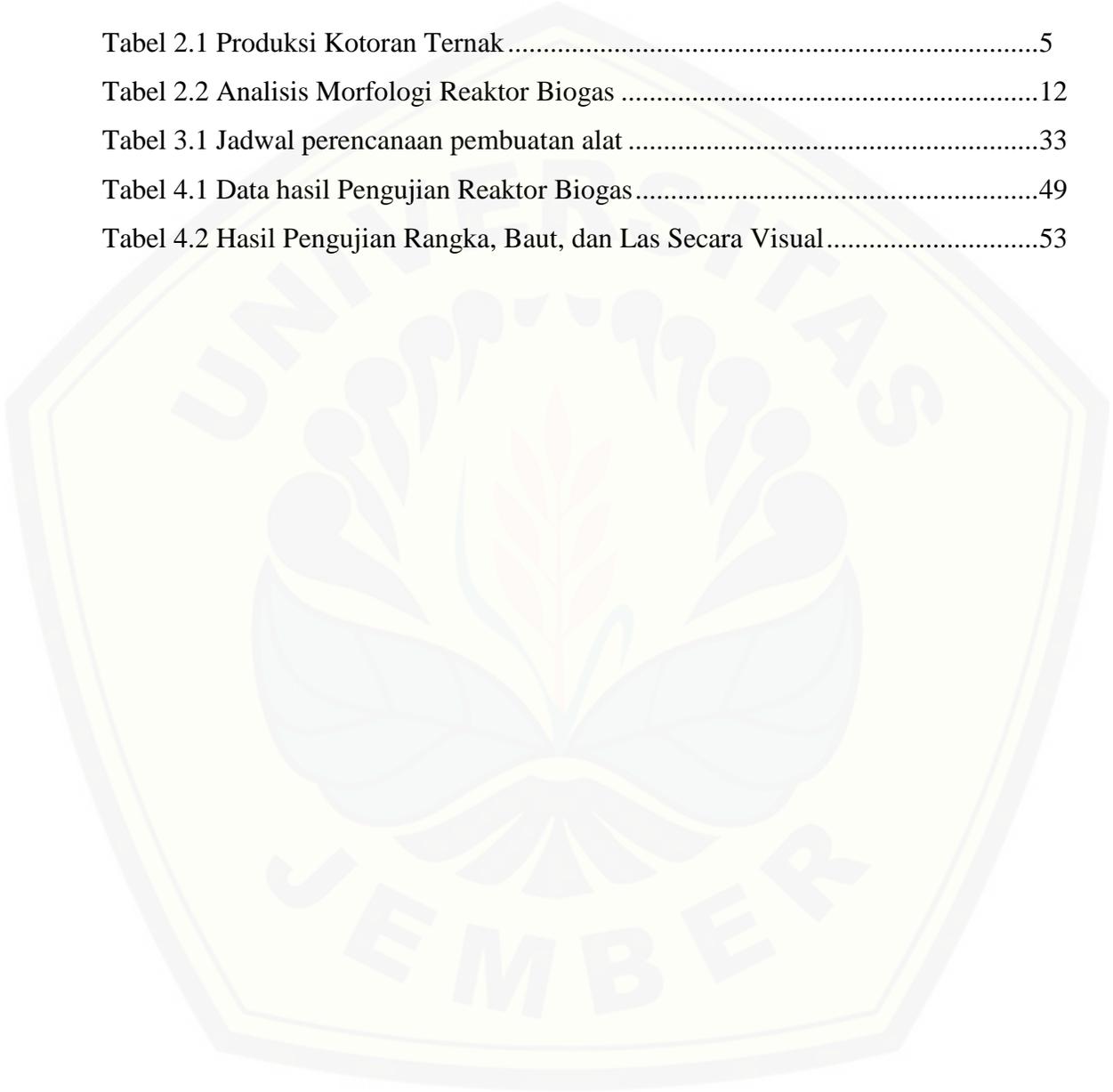
3.4.3 Konsultasi.....	34
3.5 Metode Pelaksanaan	34
3.5.1 Pencarian data	34
3.5.2 Studi Pustaka.....	34
3.5.3 Perencanaan dan Perancangan	35
3.6 Diagram Alir.....	39
BAB 4. HASIL DAN PEMBAHASAN	40
4.1 Hasil perancangan	40
4.2 Cara Kerja Reaktor.....	40
4.3 Volume Slurry.....	41
4.4 Hasil Perencanaan dan Perhitungan.....	42
4.4.1 Analisa Hasil Perancangan dan Perhitungan Rangka	42
4.4.2 Hasil Perancangan Kolom	43
4.4.3 Hasil Pengelasan	44
4.4.4 Hasil Perancangan Mur dan Baut.....	45
4.4.5 Hasil Manufaktur	46
4.5 Pengujian Reaktor.....	48
4.5.1 Tujuan Percobaan	48
4.5.2 Perlengkapan dan Peralatan	48
4.5.3 Prosedur Pengujian	48
4.5.4 Hasil Pengujian.....	49
4.6 Hasil Pengujian Rangka.....	53
BAB 5. PENUTUP	54
5.1 Kesimpulan	54
5.2 Saran	54
DAFTAR PUSTAKA	
LAMPIRAN	
GAMBAR TEKNIK	

DAFTAR GAMBAR

Gambar 1.1 Limbah Kotoran Sapi di Desa Tegalwangi	1
Gambar 2.1 Proses Pemanfaatan Biogas dan Residunya	7
Gambar 2.2 Desain <i>Floating Drum</i>	8
Gambar 2.3 Diagram Alir Proses Perancangan	15
Gambar 2.4 Analisis Gaya Batang Beban Terpusat	19
Gambar 2.5 Potongan I Bidang Geser	20
Gambar 2.6 Potongan II Bidang Geser	20
Gambar 2.7 Potongan I Bidang Momen	20
Gambar 2.8 Potongan II Bidang Momen	21
Gambar 2.9 Diagram Bidang Geser dan Bidang Momen	21
Gambar 2.10 Bentuk Penampang Rangka	22
Gambar 2.11 Profil Ulir Pengikat	26
Gambar Gambar 2.12 Jenis-Jenis Jalur Ulir	27
Gambar 2.13 Ulir Kanan dan Ulir Kiri	27
Gambar 2.14 Jenis-Jenis Baut Pengikat	27
Gambar 3.1 Diagram alir	39
Gambar 4.1 Hasil Rancangan Reaktor Biogas	40
Gambar 4.2 Tangki biogas	41
Gambar 4.3 Rangka Reaktor Biogas	42
Gambar 4.4 Slurry Keluar dari Tangki Biogas	50
Gambar 4.5 Berat Slurry yang keluar setelah 10 hari	50
Gambar 4.6 Perbandingan bentuk Slurry sebelum dan sesudah dimasukan ke dalam tangki biogas	51
Gambar 4.7 Pengambilan Gas	51
Gambar 4.8 Hasil Api Biogas	52
Gambar 4.9 Pengujian Mur dan Baut	52
Gambar 4.10 Hasil Pengujian pada Rangka	53
Gambar 4.11 Hasil Pengujian pada Pengelasan	53

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 Produksi Kotoran Ternak	5
Tabel 2.2 Analisis Morfologi Reaktor Biogas	12
Tabel 3.1 Jadwal perencanaan pembuatan alat	33
Tabel 4.1 Data hasil Pengujian Reaktor Biogas.....	49
Tabel 4.2 Hasil Pengujian Rangka, Baut, dan Las Secara Visual.....	53



DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 4.4 Perhitungan.....	57
Lampiran 4.4.1 Berat Komponen Mesin.....	57
Lampiran 4.4.2 Perencanaan Batang Penumpu Beban Terpusat	57
Lampiran 4.4.3 Perencanaan Momen Inersia.....	62
Lampiran 4.4.4 Perencanaan Kolom.....	65
Lampiran 4.4.5 Perencanaan Las	65
Lampiran 4.4.6 Perencanaan Mur dan Baut.....	70
Lampiran 4.4.7 Proses Pengeboran.....	74
Lampiran 4.5 Lampiran SOP	75
Lampiran 4.5.1 SOP Reaktor Biogas Portable.....	75
Lampiran 4.5.2 SOP Perawatan Reaktor Biogas Portable	76
Lampiran 4.6 Lampiran Gambar.....	77

BAB 1. PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Limbah dan energi merupakan suatu kata kunci pokok yang menjadi momok di era globalisasi. Dimana minimnya energi disertai meningkatnya konsumsi bahan bakar serta sempitnya lahan dan semakin meningkatnya limbah. Salah satunya adalah limbah kotoran ternak. Desa Tegalwangi, Kecamatan Umbulsari, Jember biasa menumpuk limbah kotoran sapi atau kambing di kandang belakang rumah. Setelah beberapa hari kotoran tersebut di biarkan menumpuk atau di alirkan ke sungai. Akibatnya menimbulkan bau tidak sedap dan dapat mengganggu kesehatan manusia. Karena, gas metana yang dihasilkan memiliki potensi pemanasan global 21 kali lebih tinggi dibandingkan gas Karbondioksida (CO₂). Dekomposisi kotoran ternak menghasilkan polutan berupa BOD (*Biological Oxygen Demand*), COD (*Chemical Oxygen Demand*), polusi air, polusi udara, dan bakteri patogen.



Gambar 1.1 Limbah Kotoran Sapi di Desa Tegalwangi

Di Desa Tegalwangi rata-rata setiap satu rukun warga terdapat empat sampai enam kepala keluarga yang berternak sapi atau kambing. satu keluarga paling sedikit mengelola 2 sapi/kambing. Apabila setiap harinya satu ekor sapi

menghasilkan 26 kg kotoran per hari, maka setiap keluarga menghasilkan limbah sebesar 53 kg/hari yang setara dengan 2000 liter biogas.

Biogas dipilih karena merupakan teknologi tepat guna yang menangani sampah dan limbah ternak sekaligus menghasilkan energi. Kapasitas pemanfaatan biogas saat ini masih kurang dari satu persen dari potensi biogas yang ada (685 MW). Dari ternak ruminansia besar saja (sapi perah, sapi potong dan kerbau) dengan populasi 13.680.000 ekor pada tahun 2004 dan struktur populasi-populasi (anak, muda, dewasa) kotoran segar rata-rata 12kg/ekor/hari, dapat menghasilkan kotoran segar 164.160.000 ton per hari atau setara 8,2 juta liter minyak tanah/hari (Syamsuddin dan Iskandar, 2005)

Penggunaan reaktor biogas memiliki banyak keuntungan yaitu mampu mereduksi limbah dan meningkatkan pemanfaatan limbah, memacu pertumbuhan dan kemandirian ekonomi pedesaan, menciptakan peluang kerja, biogas merupakan energi yang ramah lingkungan, serta harganya terjangkau di tambah hasil buangnya dapat digunakan sebagai pupuk dan pestisida alami.

Biogas mempunyai prospek bagus di masa depan karena proses produksinya relatif mudah dan ramah lingkungan sehingga mempunyai nilai kompetitif untuk digunakan sebagai energi bagi masyarakat (M. C. Tri Atmodjo, Dadang Rosadi, dan Hardoyo, 2014)

Biogas ini diharapkan mampu memberikan energi alternatif non fosil terutama bagi masyarakat pedesaan. Alasannya karena di pedesaan banyak dijumpai bahan baku biomassa yang dapat diolah menjadi biogas serta di desa Tegalwangi masih banyak dijumpai keluarga yang menggunakan kayu sebagai bahan bakar memasak. Biogas ini mampu digunakan sebagai kompor untuk memasak, untuk memenuhi kebutuhan energi untuk memasak satu keluarga dibutuhkan 2—3 ekor sapi. Dapat dikatakan ini adalah energi yang merakyat

1.2 Perumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang di atas, maka proposal ini menitik beratkan pada pembahasan :

- a. Bagaimana merancang reaktor biogas bagian statis?
- b. Bagaimana mekanis reaktor biogas dapat bekerja dengan baik?
- c. Bagaimana perhitungan dari rangka reaktor biogas?

1.3 Batasan Masalah

Agar perancangan ini dapat dilakukan lebih fokus sempurna, dan mendalam maka penulis memandang permasalahan perancangan yang diangkat perlu dibatasi variabelnya. Oleh sebab itu, penulis membatasi diri hanya berkaitan dengan “Bahan, Proses kerja, dan Cara kerja terhadap Rancang Bangun Reaktor Biogas pada bagian statis”.

1.4 Tujuan

- a. Dapat merancang dan membuat reaktor biogas
- b. Mekanis reaktor biogas dapat bekerja dengan baik
- c. Dapat menghitung rangka reaktor biogas

1.5 Manfaat

- a. Dapat merancang dan membuat reaktor biogas yang dapat digunakan sebagai alat praktikum di Laboratorium yang nantinya diharapkan dapat di manfaatkan kepada masyarakat umum.
- b. Dapat menghemat energi fosil karena reaktor biogas menghasilkan energi bahan bakar yang terbarukan

BAB 2. TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Biogas, Energi Alternatif Ramah Lingkungan

Biogas merupakan teknologi pembentukan energi dengan memanfaatkan limbah, seperti limbah pertanian, limbah peternakan, dan limbah manusia. Selain menjadi energi alternatif, biogas juga dapat mengurangi permasalahan lingkungan, seperti polusi udara dan tanah. Misalnya, seekor sapi potong yang berbobot 400—500 kg/ekor menghasilkan kotoran ternak segar sebanyak 20—29 kg/harinya. Bisa dibayangkan berapa banyak limbah yang dihasilkan dari sebuah peternakan yang mengelola puluhan sampai ratusan ekor sapi potong (Sri Wahyuni, 2011).

Kondisi tersebut sebenarnya merupakan peluang usaha untuk dijadikan bahan baku pembuatan biogas. Hasil dari pembuatan biogas dapat dijadikan sumber energi serta sisa keluaran berupa lumpur (*sludge*) dapat dijadikan pupuk siap pakai sehingga dapat menambah penghasilan bagi peternak sapi itu sendiri (Sri Wahyuni, 2011).

A. Prinsip Dasar Biogas

Prinsip dasar teknologi biogas adalah proses penguraian bahan-bahan organik oleh mikroorganisme dalam kondisi tanpa udara (*anaerob*) untuk menghasilkan campuran dari beberapa gas, di antaranya metan 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 (Sri Wahyuni, 2011).

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 (Sri Wahyuni, 2011).

Berikut beberapa keuntungan yang dihasilkan dari digester *anaerob*, dalam pengolahan limbah dapat digunakan untuk proses pengolahan limbah yang alami. Lahan yang dibutuhkan lebih kecil dibandingkan dengan lahan untuk proses kompos, memperkecil rembesan polutan serta menurunkan volume limbah yang dibuang (Sri Wahyuni, 2011).

Dalam hal energi biogas dapat menghasilkan energi yang bersih, bahan bakar yang dihasilkan berkualitas tinggi dan dapat diperbaharui dan biogas yang dihasilkan dapat digunakan untuk berbagai penggunaan. Selain itu dari segi lingkungan biogas juga sangat menguntungkan antarlain, mengurangi polusi udara, memaksimalkan proses daur ulang, pupuk yang dihasilkan bersih dan kaya nutrisi, menurunkan emisi gas metan dan CO₂ secara signifikan, memperkecil kontaminasi sumber air karena dapat menghilangkan bakteri *Coliform* sampai 99%. Dan dalam hal ekonomi, ditinjau dari siklus ulang proses, digester anaerobik lebih ekonomis dibandingkan dengan proses lainnya.

(Sri Wahyuni, 2011).

2.2 Potensi dan Sumber Bahan Baku Biogas dari Kotoran Ternak

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 (Sri Wahyuni, November 2011).

Tabel 2.1 Produksi Kotoran Ternak

Jenis Ternak	Bobot Ternak Kg/Ekor	Produksi Kotoran (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

Sumber: Sri Wahyuni, November 2011

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). 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 (Sri Wahyuni, 2011).

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 (Sri Wahyuni, 2011).

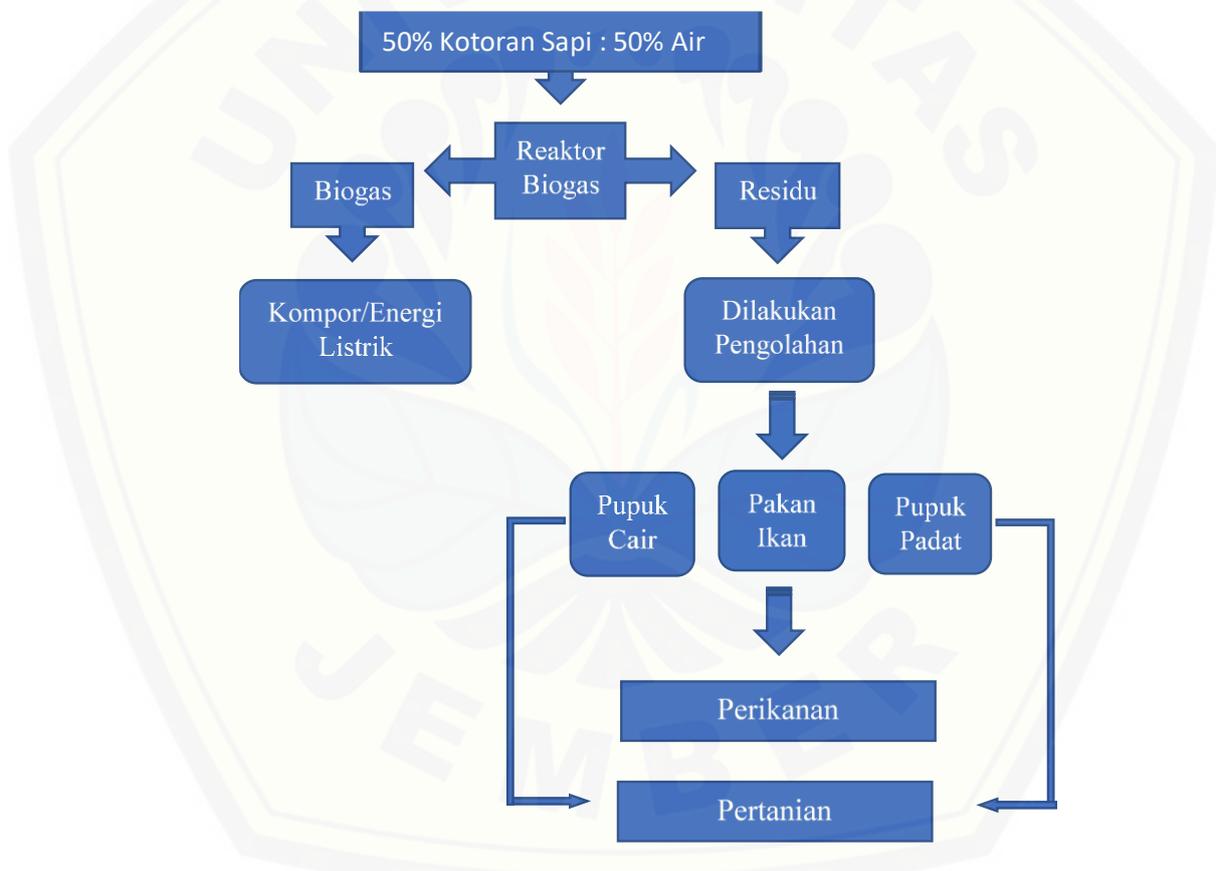
Menganalisis kualitas uji nyala api biogas dengan memperhatikan suhu, pH, dan tekanan. Metode yang digunakan pada penelitian ini adalah metode eksperimental dengan mengukur parameter suhu reaktor biogas, tekanan, derajat keasaman (pH) dan volume gas yang dihasilkan. Penelitian ini menggunakan bahan kotoran sapi dan air dengan perbandingan 1:2 pada kapasitas 200 liter. Pengambilan data dilakukan selama 37 hari. Hasil dari penelitian ini adalah sebuah alat biodigester skala laboratorium tipe *floating drum* atau terapung yang terbuat dari bahan plastik dan *fiber glass* dengan diameter reaktor 52 cm dan tinggi 92 cm. Volume biogas yang dihasilkan selama 37 hari adalah 2,721 m³ dengan rata-rata pembentukan gas sebesar 0,074 m³/hari dan laju pembakaran 66,44 liter/jam (Guyub mahardhian, 2017)

2.3 Pemanfaatan Biogas dan Hasil Samping Biogas

Biogas memang pilihan yang tepat untuk dijadikan sebagai energi alternatif. Selain murah, biogas juga sangat ramah lingkungan. Biogas dapat dimanfaatkan sebagai energi alternatif maka dibutuhkan sosialisasi kepada

masyarakat karena biaya yang digunakan cukup terjangkau. Jika satu keluarga (4 orang) memiliki 1 ekor sapi, kotorannya dapat dimanfaatkan sebagai penghasil biogas dengan volume 1 - 1,2 m³ yang dapat digunakan untuk memenuhi kebutuhan memasak setiap hari selama 2,32 - 2,78 jam (Sri Wahyuni, 2011).

Limbah yang dihasilkan selama proses produksi biogas juga masih dapat dimanfaatkan. Hasil samping biogas yang berupa lumpur atau yang lebih dikenal dengan sebutan *sludge* mengandung banyak unsur hara yang dapat dimanfaatkan menjadi pupuk untuk tanaman (Sri Wahyuni 2011). Proses pemanfaatan biogas yang dapat penulis jabarkan dapat dilihat pada bagan berikut ini:



Gambar 2.1 Proses Pemanfaatan Biogas dan Residunya
Sumber : Sri Wahyuni, 2011

Pupuk organik yang dihasilkan dari alat keluaran biogas sudah dapat digunakan dan berkualitas prima. Kandungan unsur haranya yang tinggi sehingga dapat meningkatkan kesuburan tanah dengan memperbaiki sifat fisik, kimia, dan

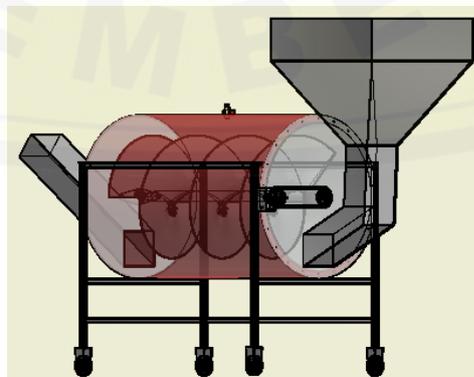
biologi tanah. Proses pembuatan pupuk organik dengan memanfaatkan hasil keluaran biogas ini lebih efisien dibandingkan dengan pembuatan kompos yang memerlukan lahan yang lebih luas serta proses yang lebih lama. Selain itu, digester yang didesain kedap udara juga mengurangi tingkat kegagalan proses dekomposisi

sehingga pupuk organik yang dihasilkan berkualitas maksimal (Sri Wahyuni, 2011).

Penggunaan sistem reaktor biogas memiliki keuntungan, antara lain yaitu mengurangi efek gas rumah kaca, mengurangi bau yang tidak sedap, mencegah penyebaran penyakit, panas, daya (mekanis/listrik) dan hasil samping berupa pupuk padat dan cair. Pemanfaatan limbah dengan cara seperti ini secara ekonomi akan sangat kompetitif seiring naiknya harga bahan bakar minyak dan pupuk anorganik. Disamping itu, cara-cara ini merupakan praktek pertanian yang ramah lingkungan dan berkelanjutan (Marchaim U, 1992).

2.4 Desain Reaktor Biogas

Reaktor jenis terapung (floating) pertama kali dikembangkan di India pada tahun 1937 sehingga dinamakan dengan reaktor india. Memiliki bagian digester yang sama dengan reaktor kubah, perbedaannya terletak pada bagian penampung gas menggunakan peralatan bergerak dari drum. Drum ini dapat bergerak naik-turun yang berfungsi untuk menyimpan gas hasil fermentasi dalam digester (wikipedia.com)



Gambar 2.2 Desain Reaktor Biogas *Type Portable*

Sumber: <http://www.susbio.in>

Pergerakan drum mengapung pada cairan dan tergantung dari jumlah gas yang dihasilkan. Keuntungan dari reaktor ini adalah dapat dilihat secara langsung volume gas yang tersimpan pada drum karena pergerakannya. Akibat tempat penyimpanan yang terapung sehingga tekanan gas konstan. Sementara itu, kerugiannya adalah biaya material konstruksi dari drum lebih mahal. Faktor korosi pada drum juga menjadi masalah sehingga bagian pengumpul gas pada reaktor ini memiliki umur yang lebih pendek dibandingkan dengan menggunakan tipe kubah tetap. (Sri Wahyuni, 2011)

2.5 Pemilihan Bahan dan Analisis Morfologi Reaktor Biogas

Pemilihan bahan di dasarkan atas keinginan konsumen dan kebutuhan yang diinginkan. Pemilihan bahan yang tepat adalah bagian yang sangat penting dalam desain teknik (*engineering design*). Ada banyak faktor yang harus diperhatikan sebelum melakukan kegiatan perancangan, di antaranya: kekuatan (*strength*), kekakuan (*stiffness*), ketahanan (*durability*), ketahanan terhadap korosi (*corrosion resistance*), harga (*cost*), kemampuan bentuk (*formability*), dan lain-lain. Kegiatan perancangan akan selalu membutuhkan pemilihan bahan (*material selection*) (S.Muzzakky, 2014).

Tujuannya adalah supaya produk yang dihasilkan sesuai dengan kriteria yang dibutuhkan. Kriteria yang dibutuhkan itu erat kaitannya dengan gaya, panas, konduksi listrik, ketahanan kalor, ketahanan korosi, ketahanan pemakaian (keawetan), kekerasan, dan lain-lain. Selain itu kemudahan kegiatan produksi juga harus diperhatikan. Rancangan itu harus mudah untuk diproduksi (S.Muzzakky, 2014)

2.5.1 Prinsip Pemilihan Proses Manufaktur

Dalam pemilihan bahan dan proses manufaktur ada beberapa prinsip yang dapat di gunakan sebagai dasar pemilihannya. Untuk pemilihan bahan gunakan bahan yang memiliki harga murah dan terjangkau, raw materialnya yang paling mudah untuk di proses, menggunakan komponen sederhana yang mudah didapatkan dan dibeli (S.Muzzakky, 2014)

Sedangkan untuk proses manufaktur, dapat melakukan pembuatan desain yang sederhana, desainnya bersifat umum atau mudah di gunakan ole masyarakat, meminimkan kegiatan *machining*, meminimkan estetika produk, dan memahami manufaktur sebagai salah satu bagian untuk merealisasikan produk (S.Muzzakky, 2014)

a. Dasar-dasar Pemilihan Bahan

Pemilihan bahan yang sesuai maka akan sangat menunjang keberhasilan dalam perencanaan tersebut, adapun hal-hal yang perlu diperhatikan dalam pemilihan bahan yaitu :

1) Fungsi Dari Komponen

Dalam perencanaan ini, komponen-komponen yang direncanakan mempunyai fungsi yang berbeda-beda. Yang dimaksud dengan fungsinya adalah bagian-bagian utama dari perencanaan atau bahan yang akan dibuat dan dibeli harus sesuai dengan fungsi dan kegunaan dari bagian-bagian bahan masing-masing. Namun pada bagian-bagian tertentu atau bagian bahan yang mendapat beban yang lebih besar, bahan yang dipakai tentunya lebih keras (S.Muzzakky, 2014).

2) Sifat Mekanis Bahan

Dalam perencanaan perlu diketahui sifat mekanis dari bahan, hal ini bertujuan untuk meningkatkan efisiensi dalam penggunaan bahan. Dengan diketahuinya sifat mekanis dari bahan maka akan diketahui pula kekuatan dari bahan tersebut. Sifat-sifat mekanis bahan yang dimaksud berupa kekuatan tarik, tegangan geser, modulus elastisitas dan sebagainya (S.Muzzakky, 2014).

3) Sifat Fisis Bahan

Sifat fisis bahan juga perlu diketahui untuk menentukan bahan apa yang akan dipakai. Sifat fisis yang dimaksud disini seperti : kekasaran, kekakuan, ketahanan terhadap korosi, tahan terhadap gesekan dan lain sebagainya (S.Muzzakky, 2014).

4) Bahan Mudah Didapat

Bahan-bahan yang akan dipergunakan untuk komponen suatu mesin yang akan direncanakan hendaknya diusahakan mudah didapat dipasaran, karena apabila nanti terjadi kerusakan akan mudah dalam penggantiannya. Meskipun bahan yang akan direncanakan telah diperhitungkan dengan baik, akan tetapi jika tidak

didukung oleh persediaan bahan yang ada dipasaran, maka pembuatan suatu alat tidak akan dapat terlaksana dengan baik, karena terhambat oleh pengadaan bahan yang sulit. Oleh karena itu perencana harus mengetahui bahan-bahan yang ada dan banyak dipasaran (S.Muzzakky, 2014).

5) Harga Relatif Murah

Untuk membuat komponen-komponen yang direncanakan maka diusahakan bahan-bahan yang akan digunakan harganya harus semurah mungkin dengan tanpa mengurangi karakteristik dan kualitas bahan tersebut. Dengan demikian dapat mengurangi biaya produksi dari komponen yang direncanakan. Dan terdapat beberapa tambahan sebagai dasar pemilihan bahan yaitu, mengusahakan untuk tidak memilih bahan yang konsentrasi *toxic*-nya tinggi (pilih yang *non-toxic*) dan memilih material yang bersahabat dengan alam, dengan tanpa menurunkan kualitas produk (S.Muzzakky, 2014).

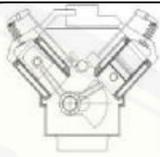
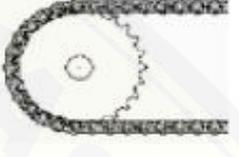
b. Analisis Morfologi Alat

Analisis morfologi adalah suatu pendekatan yang sistematis dalam mencari sebuah alternatif penyelesaian. Metode ini dapat digunakan sebagai alternatif dari spesifikasi bahan atau komponen yang akan dipakai pada produk. Analisis morfologi suatu alat/mesin dapat terselesaikan dengan memahami karakteristik suatu alat/mesin dan mengerti akan berbagai fungsi komponen yang akan digunakan (S.Muzzakky, 2014).

Dengan segala sumber informasi tersebut selanjutnya dapat dikembangkan untuk memilih komponen-komponen alat/mesin yang paling ekonomis, segala perhitungan teknis dan penciptaan bentuk dari alat/mesin yang menarik. Analisis morfologi sangat diperlukan dalam perancangan alat/mesin pengerol atap untuk mendapatkan sebuah hasil yang maksimal (S.Muzzakky, 2014).

Analisis morfologi ditunjukkan dalam tabel *matriks morfologis* berikut ini,

Tabel 2.2 Analisis Morfologi Reaktor Biogas

Variable	Varian		
	A	B	C
Penggerak	 Motor listrik	 Motor bensin	 Manual
Sistem Transmisi	 <i>Pulley</i>	 Roda gigi	 Sproket
Profil Rangka	 Profil L	 Profil L	 <i>Square steel</i>
Poros	 Besi pipa	 <i>Stainless steel</i>	
Pengaduk	 <i>Screw ribbon</i>	 <i>Gate blade</i>	
Tempat Slurry	 <i>Steel drum</i>	 <i>Plastic drum</i>	

Bantalan			
	<i>Flange</i>	<i>Pillow blocks</i>	

Berdasarkan Tabel 2.2 Analisis matriks morfologis reaktor biogas yang terpilih adalah :

1. Sistem tenaga yang terpilih adalah manual, hal ini disebabkan karena tujuan penggunaan reaktor ini adalah untuk meminimalkan penggunaan listrik, juga penggunaan sistem tenaga manual lebih murah di banding menggunakan motor listrik ataupun motor bensin. Juga disesuaikan dengan kebutuhan penggunaan, karena proses mengaduk tidak digunakan terlalu sering.
2. Sistem transmisi yang terpilih adalah sproket karena sesuai dengan kebutuhan komponen yang membutuhkan transmisi kuat. Sehingga proses pengadukan lebih ringan.
3. Profil untuk rangka yang dipilih adalah besi kotak, karena besi square steel atau besi kotak mampu menahan beban yang berat dan mampu menahan komponen-komponen pada reaktor biogas.
4. Poros yang dipilih adalah besi pipa, dengan nantinya dilapisi oleh cat anti karat.
5. Pengaduk yang akan digunakan adalah pengaduk *screw blade*, hal tersebut di dasarkan atas fungsi dari *screw blade* itu sendiri. Yakni, memiliki kemampuan untuk mencampur dan mengaduk zat yang memiliki viskositas tinggi. Karena yang akan diaduk adalah *slurry* dengan kekentalan yang cukup besar maka dipilihlah pengaduk jenis *screw blade*.
6. Tempat *slurry* atau *drum* yang dipilih adalah drum berbahan besi, hal ini dikarenakan lebih mudah dalam proses pengelasannya.
7. Penulis menggunakan bantalan jenis *pillow bloks* karena di sesuaikan dengan penempatan poros dan kebutuhan desain

2.6 Konsep Perancangan

Reaktor biogas ini merupakan sebuah alat yang berfungsi untuk membantu proses pembentukan biogas dengan menggunakan kotoran ternak atau limbah-limbah organik lain seperti; limbah sayuran, makanan, maupun kotoran manusia. Namun limbah kotoran ternak lebih mudah di realisasikan karena tidak perlu dilakukan penghalusan terlebih dahulu. Sebagian besar masalah atau kegagalan desain disebabkan karena kurang jelasnya kriteria tuntutan pemakai. Perancangan reaktor biogas portable dengan pengaduk *slurry* ini didasarkan pada konstruksi yang sederhana yang mampu menampung sebanyak 75% liter *slurry* dari volume tangki. Selain itu faktor keamanan, usia reaktor serta perawatannya harus diperhatikan.

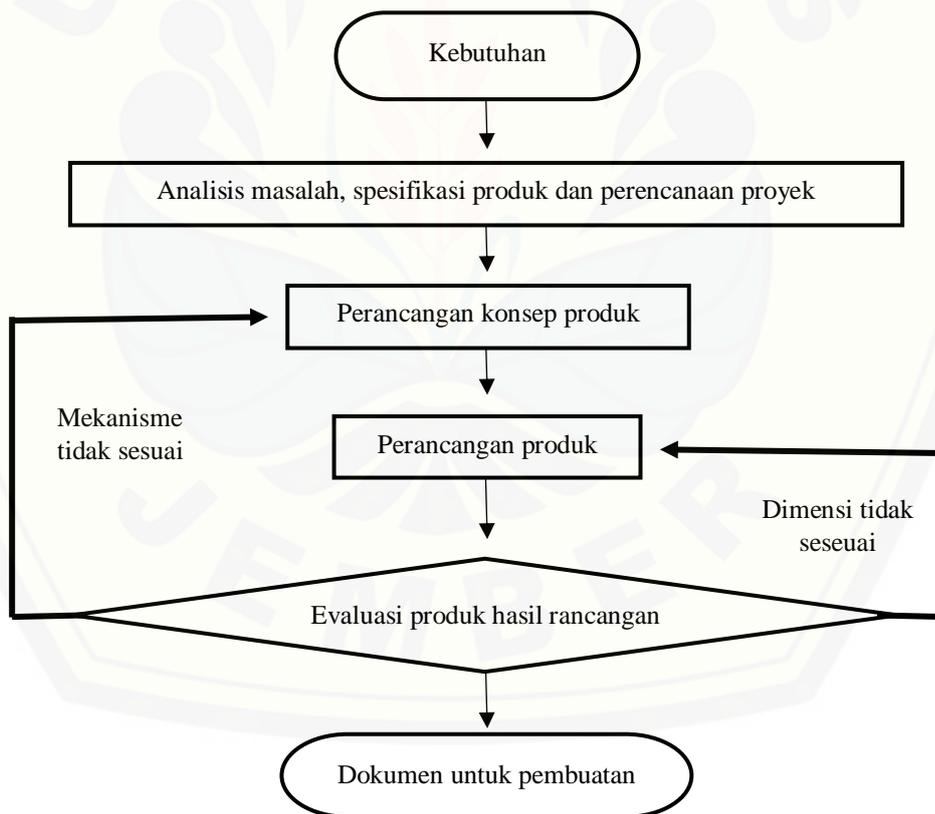
Berdasarkan konsep diatas, diharapkan mesin ini dapat beroperasi sesuai standar yang diminta, biaya pembuatan yang ekonomis, mudah dibuat, proses perakitan dan penggantian suku cadang mudah. Dalam perancangan desain unit instalasi pemroses biomasa faktor penting yang harus diacu adalah jumlah sapi akan berpengaruh pada kuantitas kotoran ternak, urine dan jumlah air, pengisian reaktor dipengaruhi oleh volume reaktor dan jumlah kotoran sapi yang akan digunakan, lamanya bahan berada di dalam reaktor (*Hidraulic Retention Time*), perkiraan tekanan gas metana yang dihasilkan dan, perkiraan produksi volume gas metana (Imam Kholiq, Muharom, 2015).

Sedangkan perencanaan pembuatan unit instalasi pemroses energi biomasa dari kotoran sapi harus memperhatikan empat faktor, yaitu ketersediaan dan kemudahan jenis bahan konstruksi yang dapat dipakai untuk membuat unit penghasil biogas, ketersediaan jenis bahan organik buangan sebagai bahan isian, jumlah kebutuhan dasar akan energi dari suatu keluarga atau kelompok masyarakat dan jenis keperluannya, pemanfaatan bahan keluaran yang berupa lumpur untuk pupuk tanaman ataupun algae pada kolam ikan (Taufikurrahman, 2011)

2.6.1 Diagram Alir Proses Perancangan

Perancangan adalah penggambaran, perencanaan dan pembuatan *sketsa* atau pengaturan dari beberapa elemen yang terpisah ke dalam satu kesatuan yang utuh dan berfungsi sebagai perancangan sistem dapat dirancang dalam bentuk bagan alir sistem (*system flowchart*), yang merupakan alat bentuk grafik yang dapat digunakan untuk menunjukkan urutan-urutan proses dari sistem. (Syifaun Nafisah, 2003)

Pada dasarnya, perancangan itu sendiri terdiri dari serangkaian kegiatan yang berurutan, karena itu perancangan disebut sebagai proses perancangan yang mencakup seluruh kegiatan yang terdapat dalam perancangan tersebut. Kegiatan-kegiatan dalam proses perancangan di sebut fase. Fase-fase dalam proses perancangan berbeda satu dengan yang lainnya (Darmawan, 2004). Fase-fase proses perancangan tersebut dapat digambar dalam diagram alir berikut :



Gambar 2.3 Diagram Alir Proses Perancangan (Darmawan, 2004)

Penjelasan dari gambar 2.3 diatas adalah sebagai berikut ini;

a. Kebutuhan

Proses pertama dalam proses perancangan adalah mengetahui apa yang akan dirancang melalui masalah-masalah atau kebutuhan-kebutuhan yang di alami oleh masyarakat. Setelah mengamati beberapa peternak di daerah Jember, Jawa Timur dijumpai banyak sekali kotoran ternak yang tidak diolah dan di biarkan menjadi limbah oleh masyarakat desa. Hal ini dapat menyebabkan peternak harus mencari tempat untuk membuang kotoran ternak tersebut ke sungai-sungai yang dekat dengan rumah-rumah warga desa. Oleh karenanya dibutuhkan alat penampung kotoran ternak tersebut menjadi gas yang tidak lagi mencemari lingkungan serta mampu menghemat energi.

b. Analisis masalah dan spesifikasi produk

Setelah itu dilanjutkan dengan menganalisis masalah dan membuat spesifikasi yang dibutuhkan dari mesin sebelumnya yang telah dilakukan pembaharuan atau inovasi. Pada tahap ini diberikan pernyataan terperinci yang biasanya bersifat kuantitatif mengenai tingkat unjuk kerja yang diharapkan, kondisi lingkungan dimana peralatan harus beroperasi misalkan akan digunakan di industri, atau oleh peternak di daerah pedesaan, keterbatasan ruang atau berat, bahan-bahan dan komponen yang tersedia yang dapat digunakan.

c. Perancangan produk

- 1) Membuat daftar komponen yang akan dibuat.
- 2) Membuat sket awal konsep perancangan mesin pencacah rumput.
- 3) Membuat layout awal semua komponen.
- 4) Mengkaji layout dengan mempertimbangan fungsi, bentuk, material, dan produksi.
- 5) Memilih dan memakai suku cadang komponen yang banyak tersedia dipasaran. (Arfiyanto, 2012)

d. Evaluasi produk perancangan

Kriteria evaluasi yang akan dilakukan adalah mengenai karakteristik kualitatif yang diharapkan dari perancangan yang membantu perancang dalam memutuskan alternatif perancangan mana yang optimal, yaitu perancangan yang memperbesar manfaat sembari mengurangi kerugian. (Dhimas Satria, 2010)

e. Dokumen untuk pembuatan

Dokumen atau gambar hasil perancangan produk tersebut dapat dituangkan dalam bentuk gambar tradisional diatas kertas (2 dimensi) atau gambar dalam bentuk modern yaitu informasi digital yang disimpan dalam bentuk memori computer. Informasi dalam digital tersebut dapat berupa print-out untuk menghasilkan gambar tadisional atau dapat dibaca oleh sebuah software computer.

Gambar hasil rancangan produk terdiri dari :

- 1) Gambar semua elemen produk lengkap dengan geometrinya, dimensinya, dan material.
- 2) Gambar susunan komponen (*assembly*).
- 3) Gambar susunan produk.
- 4) Spesifikasi yang membuat keterangan-keterangan yang tidak dapat dimuat dalam gambar. (Budiyanto, 2012)

2.6.2 Pernyataan Kebutuhan

Dalam proses perancangan reaktor biogas didasarkan pada kebutuhan akan adanya energi terbarukan yang murah dan dapat digunakan oleh masyarakat di daerah pedesaan. Sehingga dapat meningkatkan produktivitas peternak serta mereduksi limbah kotoran ternak. Berikut adalah reaktor yang akan dirancang sesuai analisis kebutuhan untuk daerah pedesaan, khususnya di daerah Kabupaten Jember.

- a. Reaktor biogas dapat dipindah – pindah (portable), dapat menampung *slurry* dengan volume $\pm 75\%$ dari volume tangki.
- b. Mudah proses pembuatan sekaligus perawatannya
- c. Bahan yang digunakan mudah didapatkan dipasaran serta harganya terjangkau
- d. Memiliki sistem rangka yang kokoh dan kuat
- e. Mudah digunakan, ramah lingkungan, serta hemat energi
- f. Terdapat pengaduk yang mempermudah sekaligus mempercepat proses pembentukan gas. Menurut Herlina.*et.al*, Perlu dilakukan pengadukan terhadap bahan baku dalam *biodigester* supaya kadar metana dalam biogas 50-70 %.

2.6.3 Analisis Kebutuhan

Berdasarkan pernyataan kebutuhan diatas maka diperlukan beberapa langkah analisis kebutuhan yaitu sebagai berikut;

- a. Spesifikasi mesin

Terdiri dari syarat-syarat yang ditentukan pada rancangan mesin yang telah disesuaikan dengan kebutuhan. Ukuran reaktor dirancang dengan cara memaksimalkan produksi gas per unit volume reaktor dan meminimalisir biaya konstruksi.

Hal ini berkaitan dengan pencernaan secara *anaerob* yang tergantung pada aktivitas biologis dari bakteri *methanogen* yang berkembang lambat, maka ukuran reaktor harus memenuhi kinerja yang diharapkan dan cukup besar ukurannya untuk menghindari tercucinya bakteri tersebut keluar dari reaktor (*washed out*). Pada daerah tropis yang pada umumnya suhu didalam reaktor sekitar 25-30 °C, *retention time* berkisar antara 40 – 50 hari (Gunnerson and Stuckey,1986).

- b. Standar penampilan

Standar penampilan pada mesin yang akan dirancang, bersifat *user friendly* atau mudah digunakan, serta tidak dibutuhkan proses pemasangan yang rumit.

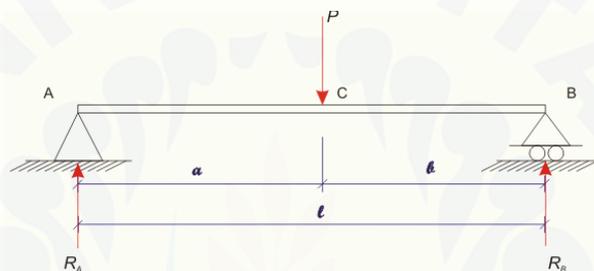
- c. Target keunggulan produk

Produk yang dirancang memiliki beberapa keunggulan yang bersifat inovatif

2.7 Proses Perancangan Rangka

Kerangka dirancang untuk beban dalam bentuk tertentu dan yang terpenting dalam kasus ini deformasi sedikit. Semua gaya yang bekerja dianggap bekerja pada titik, dan jika gaya-gaya ini tidak seimbang maka benda mengalami gerakan. Oleh karena itu agar sebuah system gaya dalam keseimbangan resultan semua gaya dan resultan semua momen terhadap suatu titik = 0 persyaratan yang harus dipenuhi adalah: $\sum F_y = 0$ dan $\sum M_y = 0$

a. Perencanaan Batang Kontruksi Penyangga Poros Pada Rangka



Gambar 2.4 Analisis Gaya Batang Beban Terpusat

Syarat keseimbangan

- $\sum F_x = 0$ (jumlah gaya di sumbu x)
- $\sum F_y = 0$ (jumlah gaya di sumbu y)
- $\sum M_A = 0$ (jumlah momen dititik A)
- $\sum M_B = 0$ (jumlah momen dititik B)

Gaya reaksi pada tumpuan R

Apabila gaya terjadi pada batang konstruksi dengan tumpuan sederhana (beban terpusat), maka gaya reaksi pada tumpuan R adalah melakukan perancangan dengan tahap-tahap sebagai berikut :

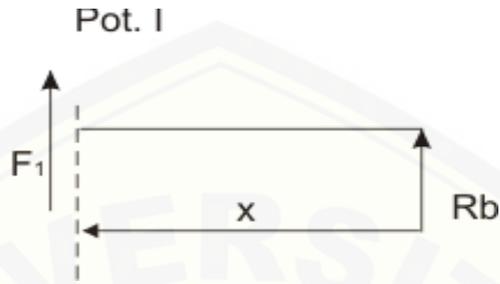
- a. Menentukan beban (F) yang dialami rangka
- b. Menentukan gaya aksi-reaksi pada tumpuan A dan B

$$\begin{aligned} \sum M_A &= 0 \\ R_b \cdot L - F \cdot b &= 0 \dots\dots\dots (2.1) \\ \sum M_b &= 0 \end{aligned}$$

$$R_a \cdot L - F \cdot b = 0 \dots\dots\dots (2.2)$$

c. Menentukan bidang gaya lintang (F)

Potongan I dengan $0 \leq x \leq b$



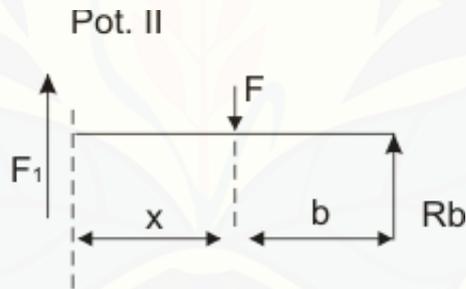
Gambar 2.5 Potongan I Bidang Geser

$$\sum F = 0$$

$$F_1 + R_b = 0$$

$$F_1 = -R_b \dots\dots\dots (2.3)$$

Potongan II dengan $0 \leq x \leq a$



Gambar 2.6 Potongan II Bidang Geser

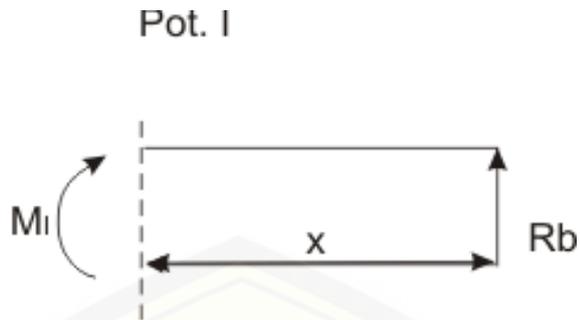
$$\sum F = 0$$

$$F_{II} + R_b - F = 0$$

$$F_1 = -R_b + F \dots\dots\dots (2.4)$$

d. Menentukan bidang momen (M)

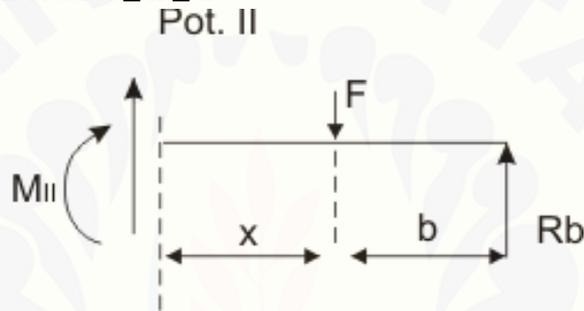
Potongan I dengan $0 \leq x \leq b$



Gambar 2.7 Potongan I Bidang Momen

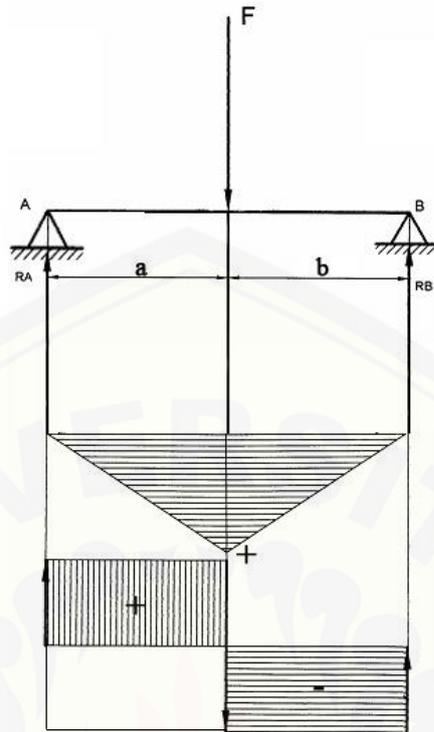
$$\begin{aligned} \sum M &= 0 \\ M_I - R_b \cdot x &= 0 \\ M_I &= R_b \cdot x \end{aligned} \dots\dots\dots (2.5)$$

Potongan II dengan batas $0 \leq x \leq a$



Gambar 2.8 Potongan II Bidang Momen

$$\begin{aligned} \sum M &= 0 \\ M_a - R_b \cdot (b + x) + F \cdot x &= 0 \\ M_{II} &= R_b \cdot (b + x) - F \cdot x \end{aligned} \dots\dots\dots (2.6)$$

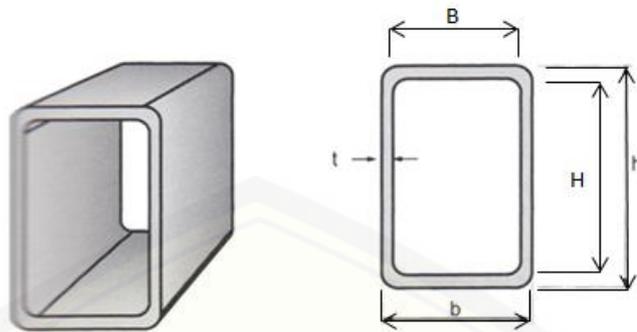


Gambar 2.9 Diagram Bidang Geser dan Bidang Momen

2.8 Perencanaan Kolom

Kolom yang dirancang pada alat reaktor biogas portable dengan pengaduk slurry akan terjadi defleksi kecil pada batang atau sedikit pergeseran beban dan tumpuan. Agar hasil perancangan batang ini tidak mengalami kebengkokan maka beban yang diterima harus lebih kecil dari P_{cr} (beban kritis yang diterima kolom) yang sesuai dengan perancangan kolom euler.

Bahan kolom menggunakan batang besi kotak (*hollow*) profil yang dapat dilihat pada gambar di bawah ini:



Gambar 2.10 Bentuk Penampang Rangka

Sehingga momen inersia dapat dihitung dengan persamaan berikut:

$$I_{min} = \frac{1}{12} (Bh^3 - bH^3) \dots \dots \dots (2.7)$$

(Sumber : Fata Zaini,2016)

Dimana:

I = Momen Inersia (mm⁴)

b = Lebar luar

B = lebar dalam

h = Tinggi Luar

H = Tinggi dalam

Beban kritis yang diterima oleh kolom adalah:

$$P_{cr} = \frac{\pi^2 \cdot E \cdot I}{4 L^2} \dots \dots \dots (2.8)$$

Dimana:

P_{cr} = Beban kritis (Kg)

E = Modulus elastisitas beban (Kg/mm²)

I = Momen Inersia batang (mm⁴)

L = Panjang kolom (mm)

2.9 Pemilihan Bahan Kolom

Rangka menggunakan bahan baja, dengan profil besi kotak (*hollow*). Langkah- langkah perancangan rangka alat reaktor biogas portable dengan pengaduk slurry sebagai berikut:

- a. Menentukan kekuatan ijin izin

$$\sigma_{izin} = \frac{\sigma_u}{n}$$

Dimana:

σ_u = Tegangan bahan yang dipilih (Mpa)
N = Faktor keamanan

- b. Perhitungan dan pengecekan pada rangka

Untuk mengetahui apakah rangka yang digunakan kuat atau tidaknya rangka maka diperlukan perhitungan pengecekan tegangan yang terjadi pada rangka :

$$\sigma_{max} = \frac{M_{max}}{I_{tot}} \cdot y$$

Syarat $\sigma_{max} < \sigma_{izin}$

Dimana:

σ_{max} = Tegangan normal maksimal pada rangka (Kg.mm²)

M_{max} = Momen lentur maksimal (Kg.mm²)

I_{tot} = Momen inersia total (mm⁴)

2.10 Perancangan Pengelasan (*Welding*)

Pengelasan (*welding*) adalah salah satu cara untuk menyambungkan dua buah benda logam dengan cara kedua benda tersebut dipanaskan.

A. Metode pengelasan

Berdasarkan klasifikasi ini pengelasan dapat dibagi dalam tiga kelas utama yaitu :

1. Pengelasan tekan yaitu cara pengelasan yang sambungannya dipanaskan sampai mencair dengan sumber panas dari busur listrik atau semburan api gas panas yang terbakar.
2. Pengelasan cair yaitu cara pengelasan yang sambungannya dipanaskan dan kemudian ditekan hingga menjadi satu.

3. Pematrian yaitu cara pengelasan yang sambungannya diikat dan disatukan dengan menggunakan paduan logam yang mempunyai titik cari rendah. Dalam cara ini logam induk turut mencair.

B. Kampuh las

Agar perlakuan las dapat memperoleh kampuh yang baik dengan pelekatan/pelelehan yang baik terhadap benda kerja yang dilas maka sebaiknya :

1. Pelat dengan ketebalan ≤ 2.5 mm dapat diletakkan tumpul satu terhadap yang lain dan disambung dengan satu sisi.
2. Pelat dengan ketebalan ≥ 2.5 mm dapat dilas dengan diberi ruang antara 1-5 mm dan las dua sisi sebaiknya terlebih dahulu diberi tepi miring pada pelat dengan jalan mengetam atau mengefrais atau dapat juga menggunakan dengan pembakaran potong (proses persiapan tepi).

C. Mampu las

Tidak semua bahan yang mampu untuk dilas dan dapat diandalkan dapat dibuat dengan tujuan yang dikehendaki, baik dari segi kekuatan maupun ketangguhan. Beberapa factor penting untuk mengetahui bahan yang dapat dan mampu dilas :

1. Sifat fisik dan sifat kimia bahan untuk bagian hendak dilas termasuk prasejarahanya (cara pengelasan, metode pemberian bentuk, dan perlakuan panas).
2. Tebal bagian yang akan disambung, dimensi dan kekuatan konstruksi yang hendak dibua.
3. Teknologi metode las yaitu sifat dan susunan elektroda, urutan pengelasan, perlakuan panas yaitu sebelum, selama, dan setelah pengelasan serta temperatur pada waktu pengelasan dilakukan.

D. Keuntungan dan kerugian penggunaan sambungan las

1. Sederhana dan lebih ringan.
2. Sesuai untuk produksi jumlah kecil.
3. Secara kasat mata tidak dapat mengetahui mutu las.

E. Perhitungan kekuatan las

Sambungan las dengan menggunakan las pada konstruksi kerangka banyak mengalami tegangan, terutama tegangan lentur dan tegangan geser. Oleh karena itu perlu adanya perhitungan pada daerah sambungan yang dirasa kritis, sehingga diperoleh konstruksi rangka yang kuat untuk mengetahui tegangan maksimum yang terjadi pada rangka adalah sebagai berikut :

- a. Menentukan gaya yang terjadi pada lasan

$$F = W \cdot g \dots\dots\dots (2.9)$$

Keterangan : F = gaya (N)
 W = beban (Kg)
 g = gaya gravitasi (m/det²)

- b. Momen lentur

$$Mb = F \cdot \ell \dots\dots\dots (2.10)$$

Keterangan : Mb = momen lentur (N.mm)
 F = gaya (N)
 ℓ = jarak dari pusat titik berat ketitik lasan terjauh(mm)

- c. Menentukan tegangan normal dalam kampuh

$$\sigma = \frac{Mb}{I} \cdot \ell$$

Keterangan : σ = tegangan normal (N/mm²)
 Mb = momen lentur (N.mm)
 I = momen inersia (mm²)
 ℓ = jarak dari pusat titik berat ketitik lasan terjauh(mm)

- d. Menentukan tegangan geser dalam kampuh

$$\tau = \frac{F}{A} \dots\dots\dots (2.12)$$

Keterangan : τ = tegangan geser dalam kampuh (N/mm²)
 F = gaya (N)
 A = luas penampang kampuh (mm²)

- e. Menentukan tegangan resultan

$$\sigma\theta' = \sqrt{\sigma^2 + (1,8) \cdot \tau^2} \dots\dots\dots (2.13)$$

Keterangan : $\sigma\theta'$ = tegangan resultan (N/mm²)

τ' = tegangan geser dalam kampuh (N/mm²)

f. Pengujian persyaratan kekuatan las

$$\tau < \tau'_{zul} \dots\dots\dots(2.14)$$

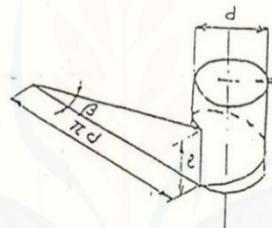
$$\sigma < \sigma'_{zul} \dots\dots\dots(2.15)$$

Dimana : σ'_{zul} = Tegangan normal yang diijinkan

τ'_{zul} = Tegangan geser yang diijinkan.

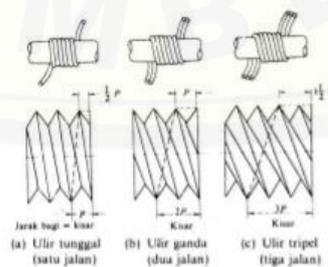
2.11 Pemilihan Baut dan Mur

Ulir terjadi bila sebuah lembaran berbentuk segi tiga digulung pada sebuah silinder. Ulir selalu bekerja dalam pasangan ulir luar dan ulir dalam. Ulir pengikat umumnya mempunyai profil segitiga sama kaki.



Gambar 2.11 Profil Ulir Pengikat

Ulir disebut tunggal atau satu jalan bila hanya ada satu jalur yang melilit silinder, dan disebut dua atau tiga jalur bila ada dua atau tiga jalur. Jarak antara puncak-puncak yang berbeda satu putaran dari satu jalur disebut kaisar.



Gambar 2.12 Jenis-Jenis Jalur Ulir

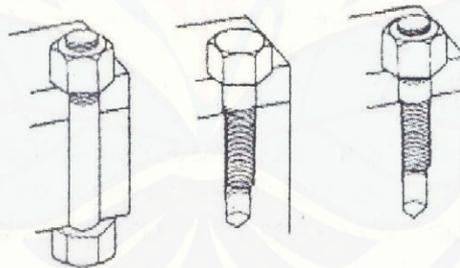
Ulir juga dapat berupa ulir kanan dan ulir kiri, ulir kanan bergerak maju bila diputar searah jarum jam dan ulir kiri bergerak maju bila diputar berlawanan searah jarum jam. Pada umumnya ulir kanan banyak dipakai.



Gambar 2.13 Ulir Kanan dan Ulir Kiri

Dalam perancangan rangka alat reaktor biogas portable dengan pengaduk slurry i digunakan ulir Standart metris kasar karena pada konstruksi rangka alat pemecah biji kedelai ini tidak diperlukan ulir dengan ketelitian yang tinggi.

Baut dan mur dibagi menjadi baut penjepit, baut untuk pemakaian khusus, sekrup mesin, sekrup pen tetap, sekrup pengetap dan mur. Dalam perancangan alat pemecah biji kedelai hanya digunakan baut penjepit berbentuk baut tembus untuk menjepit dua bagian melalui lubang tembus yang dilekatkan dengan sebuah mur.



Gambar 2.14 Jenis-Jenis Baut Pengikat

Baut dan mur adalah elemen pengikat yang sangat penting untuk menyatukan rangka. Pemilihan baut dan mur harus dilakukan secara cermat untuk mendapatkan ukuran yang sesuai.

2.11.1 Perancangan Perhitungan Baut dan Mur

- a. Menentukan besarnya beban maksimum yang diterima oleh masing-masing baut dan mur. Dengan faktor koreksi (f_c) = 1,2-2,0 untuk perhitungan terhadap deformasi.

$$W_{max} = W_0 \cdot f_c \dots\dots\dots(2.16)$$

Dimana : W = Beban (N)

f_c = faktor koreksi

b. Menentukan jensi bahan baut dan mur

Tegangan tarik yang diijinkan (σ_a):

$$\sigma_a = \frac{\sigma_b}{S_f} \dots\dots\dots(2.17)$$

Tegangan geser yang diijinkan

$$\tau_a = 0,5 \cdot \sigma_a \dots\dots\dots(2.18)$$

Dimana:

σ_a = Tegangan tarik yang diijinkan (N/mm²)

S_f = Faktor keamanan

σ_b = Kekuatan tarik (N/mm²)

τ_a = Tegangan geser yang diijinkan (N/mm²)

c. Dengan mengetahui besar beban maksimum dan besar tegangan yang diijinkan pada baut, maka diameter inti (D) baut dapat dihitung dengan menggunakan rumus:

$$d \geq \sqrt{\frac{2W}{\sigma_a}} \text{ atau } \sqrt{\frac{4W}{\pi \cdot \sigma_a \cdot 0,64}} \dots\dots\dots(2.19)$$

Dimana:

d = diameter inti yang diperlukan (mm)

W = beban rencana (N)

σ_a = kekuatan tarik bahan yang diijinkan (N/mm²)

d. Ulir baut dan mur dipilih ulir metris ukuran standart dengan dimensi sebagai berikut:

1. D = Diameter luar ulir dalam (mm)

2. p = Jarak bagi (mm)

3. d = Diameter inti (mm)

4. d_1 = Diameter efektif ulir dalam (mm)

5. H_1 = Tinggi kaitan (mm)

e. Menentukan jumlah dan tinggi ulir yang diperlukan

$$Z \geq \frac{W}{\pi \cdot d_2 \cdot H_1 \cdot q_a} \dots\dots\dots(2.20)$$

Dimana:

- Z = Jumlah ulir yang diperlukan
- d_2 = Diameter efektif ulir dalam (mm)
- H_l = Tinggi kaitan (mm)
- q_a = Tekanan permukaan yang diijinkan (N/mm^2)

f. Jumlah ulir yang diperlukan untuk panjang H dalam mm adalah:

$$H \geq (0,8 - 1,0) \cdot d \dots\dots\dots(2.21)$$

g. Jumlah ulir yang dipakai

$$Z^1 = \frac{H}{p} \dots\dots\dots(2.22)$$

h. Tegangan gesek akar ulir mur

$$\tau_b = \frac{W}{\pi \cdot d_1 \cdot k \cdot p \cdot Z^1} \dots\dots\dots(2.23)$$

Dimana:

- τ_b = Tegangan geser akar ulir mur (N/mm^2)
- k = Konstanta ulir metris $\approx 0,84$

i. Tegangan geser akar ulir dalam adalah

$$\tau_n = \frac{W}{\pi \cdot D \cdot j \cdot p \cdot Z^1} \dots\dots\dots(2.24)$$

Dimana:

- τ_n = Tegangan geser akar ulir dalam (N/mm^2)
- D = Diameter ulir dalam
- j = Konstanta jenis ulir metris $\approx 0,75$

j. Persyaratan kelayakan dari baut dan mur yang direncanakan

$$\tau_b \leq q_a \dots\dots\dots(2.25)$$

$$\tau_n \leq q_a \dots\dots\dots(2.26)$$

Dimana perancangan baut dan mur dapat diterima apabila harga τ_b dan τ_n (\leq) lebih kecil dari q_a .

2.12 Proses Manufaktur

Dalam perancangan rangka, langkah yang dibutuhkan adalah proses manufaktur yaitu proses perakitan dan permesinan. Proses perakitan adalah merupakan proses kerja yang akan dikerjakan dengan menggunakan alat yaitu meliputi:

2.12.1 Pengukuran

Pengukuran meruakan membandingkan besaran yang akan diukur dengan suatu ukuran pembanding yang telah tertera. Macam-macam alat ukur panjang yang sederhana yaitu:

- a) Mistar baja
- b) Meteran sabuk

2.12.2 Penggoresan

Penggoresan yaitu suatu proses penandaan dengan cara membuat gambar atau menggaris pada benda kerja yang akan dikerjakan dengan menggunakan alat penggores.

2.12.3 Penitik

Penitik adalah merupakan proses pemberian tanda dengan membuat tanda titik pada benda kerja yang akan dibuat lubang dengan bor, biasanya sudut puncaknya dibuat 60° .

2.12.4 Gergaji Tangan

Tujuan dari penggunaan gergaji ini adalah untuk menceraai, pemotongan benda kerja dan untuk penggergajian alur serta celah-celah dalam benda kerja. Secara umum gergaji tangan terdiri dari pemegang gergaji, bingkai gergaji, daun gergaji, baut dan mur pengencang.

2.13 Proses Permesinan

2.13.1 Pengeboran

Mesin bor termasuk mesin perkakas dengan gerak utama berputar, fungsi pokok mesin ini adalah untuk membuat lubang yang silindris pada benda kerja dengan mempergunakan mata bor sebagai alatnya.

Perhitungan pada proses pengeboran yaitu:

- a. Menentukan kecepatan potong (mm/menit)

$$V_c = \frac{\pi \cdot D \cdot n}{1000} \dots\dots\dots(2.27)$$

b. Kecepatan pemakaian (mm/menit)

$$V_f = s.n \quad \dots\dots\dots(2.28)$$

c. Jarak bebas bor (mm)

$$A = 2.(0,3).D \quad \dots\dots\dots(2.29)$$

d. Jarak pengeboran keseluruhan (mm)

$$L = t + I_l + A \quad \dots\dots\dots(2.30)$$

e. Waktu pengeboran (menit)

$$T_m = \frac{L}{V_f} + \text{Setting pahat} \quad \dots\dots\dots(2.31)$$

Dimana:

V_c	= Kecepatan potong (m/menit)
D	= Diameter mata bor (mm)
N	= Putaran bor (rpm)
V_f	= Kecepatan pemakanan (mm/menit)
s	= Gerak pemakanan (mm/rpm)
A	= Jarak bebas bor (mm)
L	= Jarak pengeboran keseluruhan (mm)
t	= Tebal benda kerja yang akan di bor (mm)
I_l	= Jarak lebih pengeboran (mm)
T_m	= Waktu proses pengeboran (menit)

2.13.2 Penggerindaan

Penggerindaan adalah suatu proses untuk mengasah benda kerja untuk membuat permukaan benda kerja menjadi lebih rata dengan menggunakan mesin gerinda. Secara umum mesin gerinda terdiri dari motor listrik, batu gerinda, poros, dan perlengkapan pendukung lainnya

BAB 3. METODE PELAKSANAAN

3.1 Bahan

Bahan-bahan yang dibutuhkan untuk pembuatan Reaktor Biogas Portable antara lain:

- | | |
|---------------------------------------|--|
| a. Drum Minyak 200L | i. Reduser |
| b. Besi Kotak (Hollow 35 x 35 x 2 mm) | j. Sproket |
| c. Besi Plat tebal 1,5 mm | k. Rantai |
| d. Poros 37mm x 920mm | l. Besi Kotak (hollow 150mm x 100mm x 2mm) |
| e. Seal bearing | m. Silikon seal |
| f. Bearing I.D 37 mm/ O.D 47 mm | n. Baut dan Mur |
| g. Bantalan bearing | o. elektroda las |
| h. Kran kecil | |

3.2 Peralatan

- | | |
|--------------------------|------------------|
| a. Mesin Las Listrik | i. Sarung tangan |
| b. Mesin Gerindra Potong | j. Mata bor |
| c. Gergaji Pita | k. Hand rivet |
| d. Gunting | l. Masker |
| e. Cater | m. Palu |
| f. Gergaji besi | n. Amplas |
| g. Mistar | o. Kacamata las |
| h. Mesin Bor | |

3.3 Waktu dan Tempat

3.3.1 Waktu

Perancangan, perencanaan, pembuatan, analisa dan pengujian alat dilaksanakan selama ± 3 bulan berdasarkan pada jadwal yang telah ditentukan.

Tabel 3. 1 Jadwal perencanaan pembuatan alat.

No	Kegiatan	Februari				Maret				April				Mei			
		1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4
1.	Studi literatur dan pembuatan proposal	■	■	■	■												
2.	Pembuatan studi pustaka					■	■	■									
3.	Seminar proposal								■								
4.	Proses pengerjaan									■	■	■	■				
5.	Pengujian alat													■			
6.	Alat selesai														■		
7.	Seminar hasil															■	
8.	Sidang proyek akhir																■

3.3.2 Tempat

Tempat pelaksanaan perancangan dan pembuatan Reaktor Biogas adalah di laboratorium kerja logam, dan laboratorium las Jurusan Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Jember.

3.4 Metode Penelitian

3.4.1 Studi literatur

Dalam proses perencanaannya, dipelajari perencanaan rangka, pengelasan, pemilihan bahan dan lainnya.

3.4.2 Studi lapangan

Perancangan reaktor biogas ini dikerjakan dengan melakukan pengamatan secara langsung di pusat penelitian yang ada di daerah Jember, Jawa Timur yang dijadikan dasar perancangan dan pembuatan Reaktor Biogas (Bagian Statis).

3.4.3 Konsultasi

Konsultasi dengan dosen pembimbing maupun dosen lainnya untuk memberikan literatur-literatur tambahan guna meningkatkan efisiensi dan kesempurnaan rancangan.

3.5 Metode Pelaksanaan

3.5.1 Pencarian Data

Dalam merencanakan Reaktor Biogas (Bagian Statis), maka dilakukan pengamatan di lapangan, studi literatur dan konsultasi sebelumnya. Hal ini berfungsi untuk memperkuat kegunaan dan manfaat dari Reaktor Biogas (Bagian Statis)

3.5.2 Studi Pustaka

Studi pustaka bertujuan untuk memperoleh referensi yang lebih akurat dalam proses perancangan maupun pembuatannya. Studi pustaka yang dilakukan meliputi,

- a. Perencanaan Rangka
- b. Perencanaan Baut
- c. Perencanaan Pengelasan

3.5.3 Perencanaan dan perancangan

Setelah melakukan pencarian data dan studi literatur, dilakukan perencanaan dan perancangan Reaktor Biogas Portable (Bagian Statis).

a. Kebutuhan

Kebutuhan yang dimaksud adalah bahan-bahan yang dibutuhkan untuk merakit Reaktor Biogas Portable (Bagian Statis). Bahan yang dipilih adalah bahan yang murah, mudah didapat dan banyak terdapat dipasaran serta non toxic.

b. Analisis masalah, spesifikasi produk dan perencanaan proyek

Masalah yang dihadapi saat pengamatan adalah reaktor biogas yang ada tidak terdapat pengaduk dan masih bersifat permanen atau tidak dapat dipindah-pindah. Oleh karenanya dirancang Reaktor Biogas Portable (Bagian Statis) yang dapat di pindah – pindah serta memiliki pengaduk yang berfungsi mempermudah mengeluarkan sisa produksi biogas dan untuk mencampur *slurry* sehingga reaktor biogas menjadi lebih praktis.

c. Perancangan produk

Setelah mendapat spesifikasi dan gambaran mengenai rancangan yang akan di buat, maka selanjutnya melakukan perancangan produk sebagai berikut:

- 1) Membuat daftar komponen yang akan dibuat, diantaranya adalah rangka reaktor, 1 buah tangki berkapasitas 200 liter, selang, pipa, kran, poros, pengaduk, dan sproket.
- 2) Membuat sket awal konsep perancangan reaktor biogas
- 3) Membuat layout awal semua komponen.
- 4) Mengkaji layout dengan mempertimbangan fungsi, bentuk, material, dan produksi.
- 5) Memilih dan memakai suku cadang komponen yang banyak tersedia dipasaran.
- 6) Merencanakan kekuata rangka, lasan, mur dan baut

d. Proses Pembuatan

Reaktor biogas ini dirancang sangat sederhana, menggunakan drum bekas toluena isi 200 ml sebanyak 1 buah sebagai tempat *slurry*. Reaktor diberi dudukan yang dapat dipindah-pindah. Untuk mempermudah proses pengadukan *slurry*, diberi pengaduk *slurry* yang didesain menggunakan poros dengan bentuk screw. Bagian atas tangki di lubangi lalu di beri pipa, selang serta kran sehingga gas nya dapat disalurkan ke plastik gas sesuai dengan yang diinginkan.

Adapun macam prosesnya adalah sebagai berikut:

- 1) Proses pemotongan
- 2) Proses pengeboran
- 3) Proses pengelasan

e. Proses Perakitan

Proses perakitan Reaktor Biogas Portable Tipe *Floating Drum* dengan Pengaduk *Slurry* (Bagian Dinamis) antara lain:

- 1) Proses perakitan rangka
 - a) Menyiakan peralatan las, dan alat menggunakan alat keselamatan kerja
 - b) Membersihkan benda kerja yang akan di las
 - c) Mengatur posisi besi kotak yang telah di potong sesuai dengan ukuran yang telah ditentukan
 - d) Menghubungkan massa las ke benda kerja
 - e) Memastikan benda kerja yang akan di las telah pada posisi yang sesuai dengan perancangan
 - f) Memulai pengelasan dengan melakukan las titik terlebih dahulu.
 - g) Memeriksa kembali posisi benda kerja serta kelurusannya,
 - h) Jika benda kerja sudah lurus, dapat dilakukan pengelasan secara menyeluruh pada bagian benda kerja yang ingin di sambung.
 - i) Pengelasan dilakukan pada bagian ujung-ujung rangka yang ingin dirakit terlebih dahulu, hal ini agar memudahkan pada proses pengelasannya.

- j) Selanjutnya, menghilangkan kerak hasil sampingan dari proses pengelasan, dengan cara menggosoknya dengan sikat besi atau di pukul-pukul dengan palu secara perlahan.
- k) Apabila masih terdapat hasil pengelasan yang kurang sempurna, dapat disempurnakan dengan mengelas kembali pada bagian yang kurang sempurna tersebut.

2) Proses perakitan tangki

Tangki dibuat dari 1 buah drum besar yang berkapasitas 200 liter) dilengkapi dengan pipa pemasukan isian dan pipa pengeluaran buangan. Pembuatan secara lengkap sebagai berikut :

- a) Melakukan pemotongan pada tutup tangki menggunakan gerinda tangan, melubangi tangki 1 pada bagian atas sesuai dimensi yang ditentukan..
- b) Selanjutnya membersihkan bagian luar dan dalam tangki agar bersih
- c) Melubangi bibir sisa pelubangan pada tutup tangki sebanyak 22 buah berdiameter 6mm untuk pemasangan baut.
- d) Potong plat berbentuk lingkarang yang berdiameter lebih besar 2cm dari lubang pada tutup tangki yang berfungsi sebagai penutup
- e) Lubangi plat sebanyak 22 buah berdiameter 6mm untuk pemasangan baut, dan lubangi tepat di tengah dengan diameter 20mm untuk poros.
- f) Untuk menguji kebocoran, isi tangki menggunakan air sampai penuh.
- g) Jika terjadi kebocoran pada tutup tangki atau bearing poros, maka olesi menggunakan sealent silikon
- h) Menyambung pipa pemasukan isian yang telah dilengkapi corong pada salah satu lubang dengan membentuk sudut 120° , kemudian mengelasnya. Untuk memperkuat perlu ditopang dengan plat baja.
- i) Menyambung pipa pengeluaran buangan (65 cm) pada salah satu lubang dengan membentuk sudut 53° , kemudian dilas. Untuk memperkuat perlu ditopang dengan plat baja.

d. Evaluasi produk perancangan

Evaluasi produk rancangan (rangka reaktor) dilakukan dengan visual yaitu dengan cara berikut ini:

- 1) Melihat apakah rangka sudah lurus dan kokoh
- 2) Melihat apakah sambungan mur dan baut berfungsi, yaitu tidak lepas, tidak kendur, dan tidak putus.
- 3) Melihat apakah terdapat keretakan pada sambungan las
- 4) Menguji kekuatan rangka, apakah rangka tidak patah atau terdefleksi saat menerima beban berat.

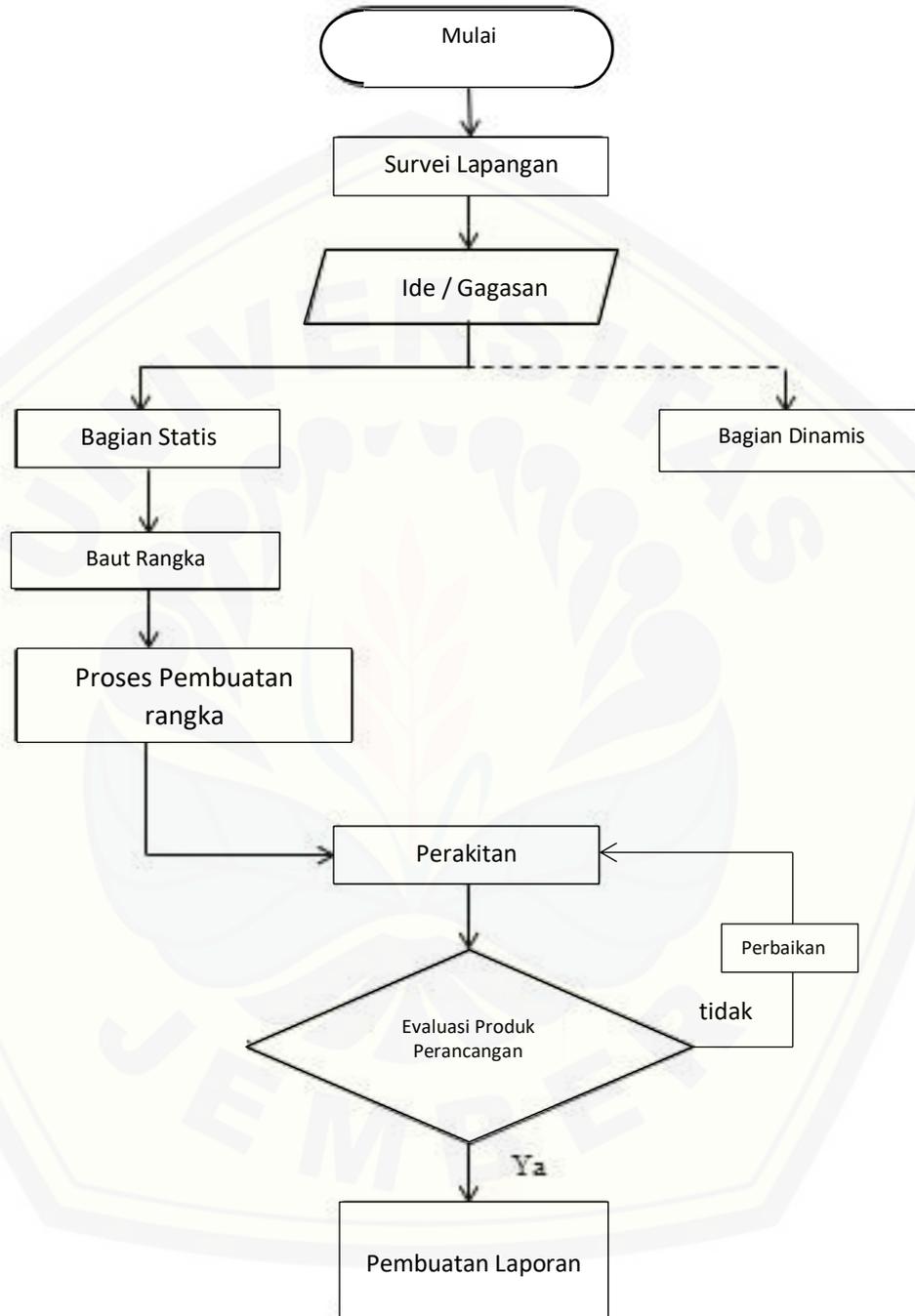
Sedangkan evaluasi cara kerja Reaktor Biogas adalah sebagai berikut:

- 1) Memasukkan ± 100 liter kotoran ternak dan ± 100 liter air ke dalam drum melalui saluran masuk yang berbentuk corong. Hal ini dikarenakan menurut Denta Sanjaya, Agus dan Thamrin dalam “Produksi Biogas dari Campuran Kotoran Sapi dan Kotoran Ayam” tahun 2015 menyatakan bahwa Komposisi 50%:50% merupakan komposisi terbaik yang dapat menghasilkan produksi biogas
- 2) Menunggu selama $\pm 15-20$ hari untuk melihat gas hasil biogas
- 3) Melihat gas hasil dengan memutar kran dan mencoba menyulutkan api
- 4) Melihat apakah api muncul dari kran atau tidak
- 5) Apabila selama proses evaluasi terdapat kekurangan pada reaktor, maka dapat dilakukan perbaikan

e. Pembuatan Dokumen atau Laporan

Pembuatan laporan proyek akhir ini dilakukan secara bertahap dari awal analisa desain, perncangan hingga pembuatan Reaktor Biogas (Bagian statis)

3.6 Diagram Alir



Gambar 3.1 Diagram Alir

BAB 5. PENUTUP

5.1 Kesimpulan

Berdasarkan hasil perancangan dan pembuatan reaktor biogas, maka dapat disimpulkan:

1. Rangka mesin reaktor biogas portable memiliki dimensi dengan ukuran rangka panjang 870 mm, tinggi 650 mm dan lebar 670 mm sehingga rangka tersebut mampu menahan beban.
2. Bahan rangka menggunakan bahan baja ST-37 dengan profil hollow berukuran 35mm x 35mm x 3mm
3. Pengelasan pada rangka menggunakan las listril dengan elektroda jenis AWS E 6013 diameter 2,6 mm
4. Baut dan Mur menggunakan jenis ulir metris M12 dengan bahan baut dan mur baja dengan karbon 0,2%, sehingga baut dan mur mampu menahan beban
5. Dari kotoran sapi yang dimasukkan akan menghasilkan gas setelah didiamkan sekitar 10 – 14 hari. Dengan komposisi 50% kotoran sapi : 50% Air

5.2 Saran

Dalam pelaksanaan perancangan dan pembuatan reaktor biogas masih terdapat beberapa hal yang perlu disempurnakan, antarlain:

1. Terdapat sedikit kebocoran pada lubang poros, dan slurry menetes saat tuas diputar, namun saat tuas diam slurry tidak keluar, sehingga perlu dilakukan penambalan. Sehingga untuk Tugas Akhir selanjutnya diharapkan kebocoran tersebut tidak terjadi karena ditakutkan akan menyebabkan bocornya gas pula.
2. Dalam 200 Liter Tangki, hanya dihasilkan sedikit gas sehingga jika ingin memperbanyak hasil gas perlu memperbesar kapasitas perancangan.
3. Disaranka menggunakan kotoran sapi yang masih baru atau basah karena proses terbentuknya biogas juga lebih cepat.

DAFTAR PUSTAKA

- Abdus, Rizqi. 2017. *Perancangan dan Pembuatan Mesin Kopi Instan (Bagian Dinamis)*. Jember: Universitas Jember
- Arfiyanto, M . 2012. *Perancangan Mesin Pencacah Rumput Pakan Ternak*. Yogyakarta : Universitas Negeri Yogyakarta
- Budiyanto. 2012. *Perancangan Mesin Perajang Singkong*. Yogyakarta :Universitas Negeri Yogyakarta
- Darmawan. 2004. *Proses Perancangan Produk*. Yogyakarta : SMK Negeri 1 Nanggulan
- Dhimas, Satria. 2010. *Dasar-Dasar Proses Perancangan Mesin*. Banten : Universitas Sultan Ageng Tirtayasa
- Fata, Zaini. 2016. *Perancangan Sand Filter Rotary Machine*. Surakarta : Univeraitas Sebelas maret
- Gunnerson and Stuckey. 1986. *Anaerobic Digestion Principles and Practices for Biogas Systems*. UNDP Project Management Report Number 5. Washington, D.C., U.S.A.
- Guyup Mahardhian. 2017. *Rancang Bangun Reaktor Biogas*.Nusa Tenggara Barat: Universitas Matarm
- Imam Kholiq, Muharom. 2015. *Analisis Perencanaan Reaktor Biogas Kapasitas 16 m³ dengan Pemanfaatan Kotoran Manusia*. Surabaya : Universitas Wijaya Putra
- Marchaim, U. 1992. *Biogas Processes for Sustainable Development*. Food and Agriculture Organization of the United Nations, Viale delle Terme di Caracalla, 00100 Rome, Italy.
- M. C. Tri Atmodjo, Dadang Rosadi, dan Hardoyo. 2014. *Perancangan Tangki Biogas Portabel sebagai Sarana Produksi Energi Alternatif di Pedesaan*. Lampung : Badan Pengkajian dan Penerapan Teknologi
- R.S. Khurmi dan J.K. Ghupta (2005). *A Textbook Of Machine Design*. New Delhi: Eurasia Publishing House (PVT.) LTD.
- Santify. 2018. *Biogas Plants*
<http://www.susbio.in/solid-waste-management/>

S, Muzakky, 2014, *Analisis Mesin Pengerol Atap*,
<http://eprints.polsri.ac.id/334/3/BAB%202.pdf>. oleh S MUZAKKY- 4102
diunduh pada 28 Februari 2018

Sri Wahyuni, MP. 2011. *Biogas Energi Terbarukan Ramah Lingkungan dan Berkelanjutan*. Jakarta: Kongres Ilmu Pengetahuan Nasional (KIPNAS) ke 10

Sularso dan Kiyokatsu Suga.. 2002. *Dasar Perencanaan dan pemilihan Elemen Mesin*. Jakarta : PT. Pradnya Paramitha

Suyitno, Agus Sujono, Dharmanto. 2010. *Teknologi Biogas*. Yogyakarta: Graha Ilmu

Syamsudin, F. and Iskandar, R. 2005. *Jenis-jenis Reaktor Biogas dan aplikasinya*. *Jurnal Kimia Pertanian*. Volume (22):75-79.

Taufikurrahman. 2011. *Rancangan Desain Pemilihan Reaktor Biogas*. Palembang : Politeknik Negeri Sriwijaya

LAMPIRAN

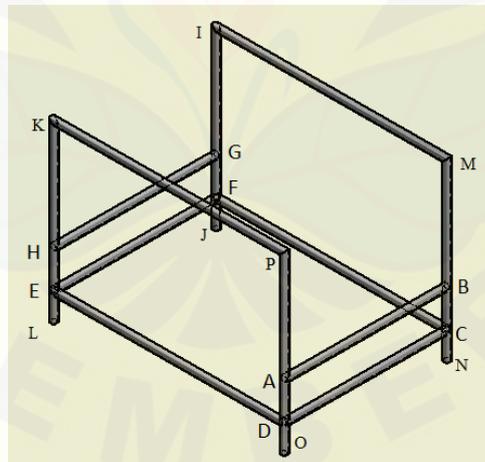
4.4 LAMPIRAN PERHITUNGAN

4.4.1 Berat komponen mesin

Berat komponen mesin digunakan untuk menentukan bahan dan ketakutan yang dibutuhkan oleh rangka. Berat seta gaya yang diberikan oleh komponen-komponen mesin adalah sebagai berikut

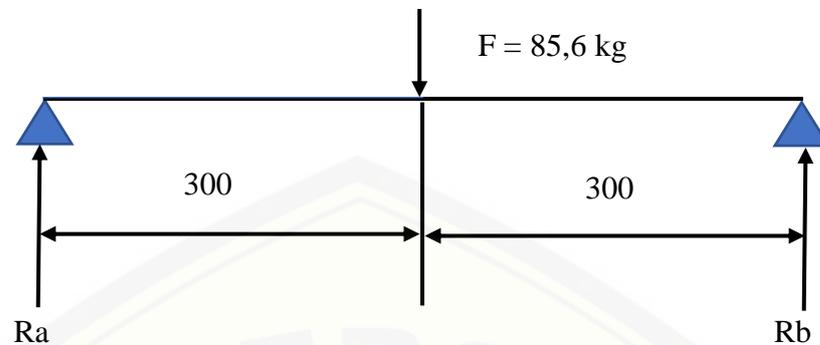
Sproket	= 2,3 kg
Poros screw	= 9,4 kg
Tong	= 6,3 kg
Bearing + rumah	= 2,5 kg
keluaran	= 2,2 kg
Hoper	= 3,5 kg
Berat Slurry	= 145 kg

4.4.2 Perencanaan Batang Penumpu Baban Terpusat



Gambar A.1 Rangka Reaktor Biogas

Beban yang dialami oleh batang A-B yang berasal dari berat total komponen mesin dan berat slurry adalah sebesar 171.2 kg dan juga ditumpu oleh batang H – G sehingga $\frac{171.2}{2} = 85,6$ kg



$$\sum F_y = 0$$

$$R_a - F + R_b = 0$$

$$R_a - 85,6 + R_b = 0$$

$$R_a + R_b = 85,6 \text{ kg}$$

$$\sum M_a = 0$$

$$R_b \cdot 600 - 85,6 \cdot 300 = 0$$

$$R_b \cdot 600 = 25680$$

$$R_b = \frac{25680}{600} = 42,8 \text{ kg}$$

$$\sum M_b = 0$$

$$-R_a \cdot 600 + 85,6 \cdot 300 = 0$$

$$-R_a \cdot 600 = -25680$$

$$R_a = \frac{-25680}{-600} = 42,8 \text{ kg}$$

Bidang Geser (F)

Potongan 1

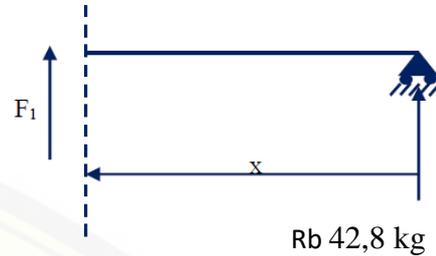
$$0 \leq x \leq 300$$

$$\sum F_1 = 0$$

$$F_1 + R_b = 0$$

$$F_1 + 42,8 \text{ kg} = 0$$

$$F_1 = -42,8 \text{ kg}$$



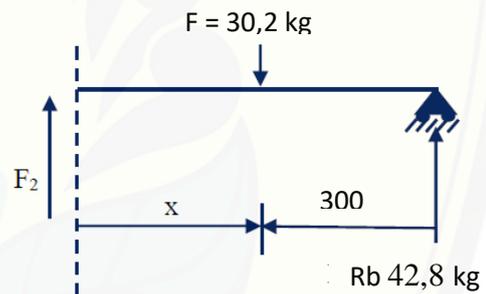
Potongan II

$$\sum F_1 = 0$$

$$F_2 + R_b + F = 0$$

$$F_2 = -42,8 \text{ kg} + 85,6 \text{ kg}$$

$$F_2 = 15,1 \text{ kg}$$



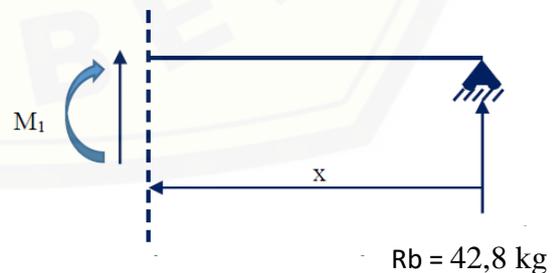
Bidang momen

Potongan I

$$0 \leq x \leq 300$$

$$\sum M_x = 0$$

$$M_x = R_b \cdot x$$



$$x = 0$$

$$M_0 = 42,8 \text{ kg} \cdot 0 = 0$$

$$X = 150 \quad M1 = 42,8 \text{ Kg} \cdot 150 = 6420 \text{ kg.mm}$$

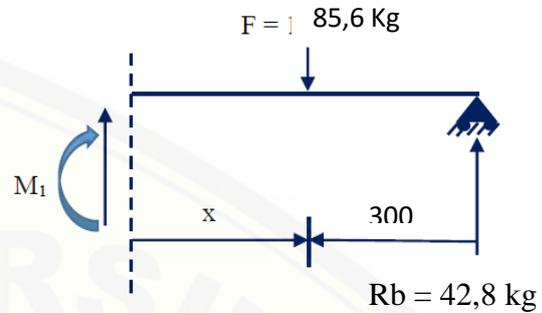
$$X = 300 \quad M2 = 42,8 \text{ Kg} \cdot 300 = 12840 \text{ kg.mm}$$

Potongan 2

$$0 \leq x \leq 300$$

$$\sum Mx = 0$$

$$Mx = Rb(300 + x) - 85,6 \cdot (x)$$



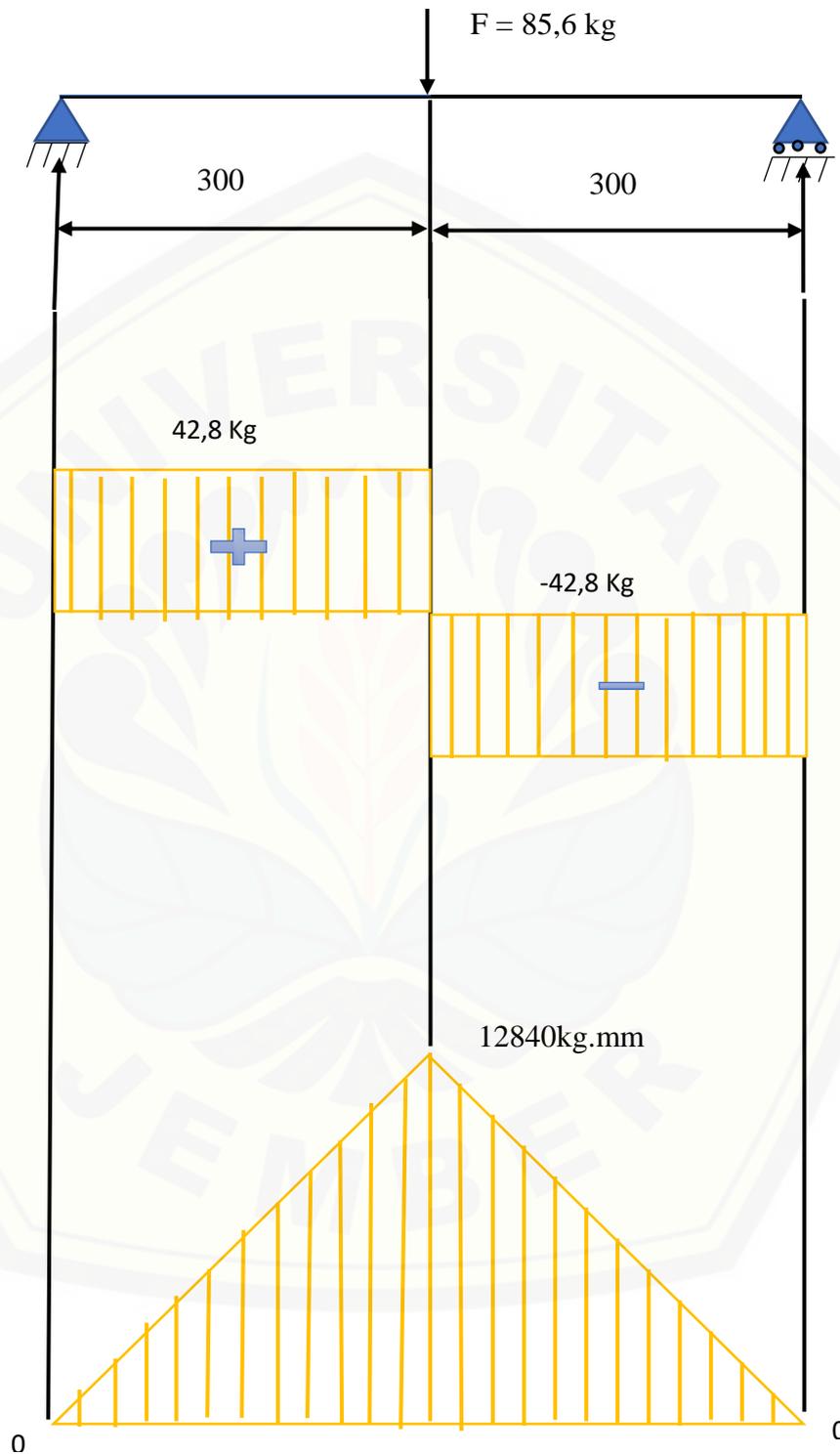
$$X = 0 \quad M0 = 42,8 \text{ Kg} (300 + 0) - 85,6 \cdot (0) = 12840 \text{ kg.mm}$$

$$X = 150 \quad M1 = 42,8 \text{ Kg} (300 + 150) - 85,6 \cdot (150) = 6420 \text{ kg.mm}$$

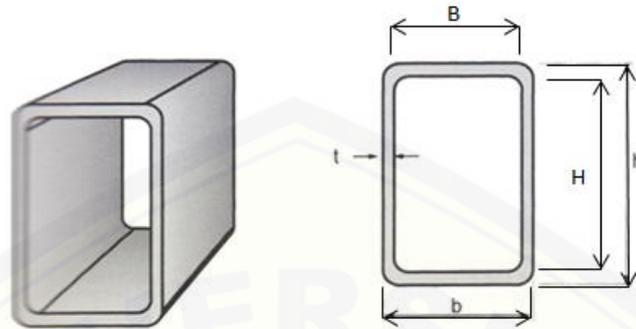
$$X = 300 \quad M1 = 42,8 \text{ Kg} (300 + 300) - 85,6 \cdot (300) = 0 \text{ kg.mm}$$

.

Rangka A-B



4.4.3 Perencanaan Momen Inersia



Gambar A.3 Perencanaan Momen

Menentukan momen inersia pada rangka A-B

Modulus Elastisitas (E) = 210 Gpa

$$= 210 \times 10^3 \text{ MPa}$$

$$= 210 \times 10^4 \text{ N/mm}$$

Dimensi besi hollow yang digunakan

$$B = 32 \text{ mm}$$

$$H = 32 \text{ mm}$$

$$b = 35 \text{ mm}$$

$$h = 35 \text{ mm}$$

$$t = 3 \text{ mm}$$

$$X_1 = \frac{b}{2} = \frac{35}{2} = 17,5 \text{ mm}$$

$$X_2 = \frac{t}{2} = \frac{3}{2} = 1,5 \text{ mm}$$

$$Y_1 = \frac{H}{2} = \frac{35}{2} = 17,5 \text{ mm}$$

$$Y_2 = \frac{t}{2} = \frac{3}{2} = 1,5 \text{ mm}$$

$$A_1 = b \times t = 35 \times 3 = 105 \text{ mm}^2$$

$$A_2 = H \times t = 32 \times 3 = 96 \text{ mm}^2$$

$$A_{\text{tot}} = A_1 + A_2 = 105 + 96 = 201 \text{ mm}^2$$

Menentukan Momen Inersia

$$\begin{aligned} I_{x1} &= \frac{1}{12} (B \cdot h^3 - b \cdot H^3) \\ &= \frac{1}{12} (32 \cdot (35)^3 - 35 \cdot (32)^3) \\ &= \frac{1}{12} (225120) \\ &= 18760 \text{ mm}^4 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} I_{x2} &= \frac{1}{12} (B \cdot h^3 - b \cdot H^3) \\ &= \frac{1}{12} (32 \cdot (35)^3 - 35 \cdot (32)^3) \\ &= \frac{1}{12} (225120) \\ &= 18760 \text{ mm}^4 \end{aligned}$$

Menentukan momen inersia total

$$\begin{aligned} I_1 &= I_{x1} + (y_1^2 \cdot A_1) \\ &= 18760 + (17,5^2 \cdot 105) \\ &= 50916,25 \text{ mm}^4 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} I_2 &= I_{x2} + (y_2^2 \cdot A_2) \\ &= 18833 + (1,5 \cdot 96) \\ &= 18976 \text{ mm}^4 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} I_{\text{total}} &= I_1 + I_2 \\ &= 50916,25 + 18976 \\ &= 69892 \text{ mm}^4 \end{aligned}$$

Menentukan Centroit

$$\begin{aligned} X_1 &= \frac{(A_1 \cdot x_1) + (A_2 \cdot x_2)}{A_1 + A_2} \\ &= \frac{(105 \cdot 17,5) + (96 \cdot 1,5)}{105 + 96} \\ &= 9,8 \text{ mm} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} Y_1 &= \frac{(A_1 \cdot y_1) + (A_2 \cdot y_2)}{A_1 + A_2} \\ &= \frac{(105 \cdot 17,5) + (96 \cdot 1,5)}{105 + 96} \\ &= 9,8 \text{ mm} \end{aligned}$$

Bahan kolom menggunakan St – 37 profil hollow. Sifat – sifat mekanis bahan dapat diperoleh tegangan lelah (σ_m) = 120 MPa , Tegangan batas (σ_u) = 140 – 410 MPa, faktor keamanan (n) = 1,67

Menentukan tegangan Izin dapat diperoleh

$$\begin{aligned} \sigma_{izin} &= \frac{\sigma_u}{n} \\ &= \frac{140}{1,67} \end{aligned}$$

$$\sigma_{izin} = 83,83 \text{ MPa}$$

Tegangan yang terjadi berdasarkan pada momen terbesar

$$\begin{aligned} \sigma_{max} &= \frac{M_{max} \cdot y_1}{I_{total}} \\ &= \frac{12840 \cdot 17,5}{69892} \end{aligned}$$

$$\sigma_{max} = 3,214 \text{ kg/mm}^2 = 32,14 \text{ N/mm}^2 = 32,14 \text{ MPa}$$

Dari analisis perhitungan mendapat nilai tagangan maksimal (σ_{max}) sebesar 32,14 Mpa dimana nilai tersebut masih berada di bawah batas tegangan izin (σ_{izin})

dimana memiliki nilai sebesar 83,83, $\sigma_{\max} \leq \sigma_{\text{izin}}$, sehingga dapat di simpulkan maka besi hollow yang di perlukan berukuran 35mm x 35 mm x 3mm mampu menahan beban alat.

4.4.4 Perencanaan Kolom

Beban kritis (P_{cr}) yang diterima kolom M - Nadalah:

$$\begin{aligned} P_{\text{cr}} &= \frac{\pi^2 EI}{4L^2} \\ &= \frac{(3,14)^2 21 \times 10^4 \cdot 69892}{4(650)^2} \\ &= 8562,87 \text{ N} \end{aligned}$$

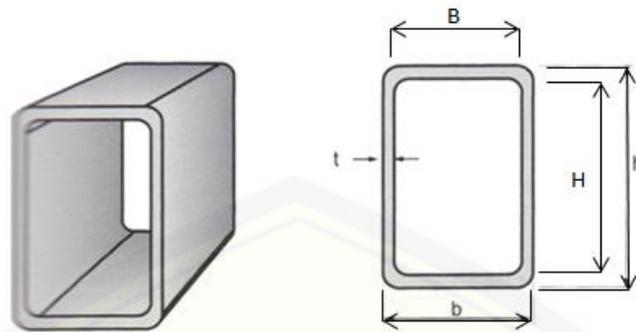
Dimana $P = 171,2 \text{ kg}$

$$\begin{aligned} P \text{ ditumpu oleh 4 batang jadi} &= \frac{P}{4} \\ &= \frac{171,2 \text{ Kg}}{4} \\ &= 42,8 \text{ kg} = 428 \text{ N} \end{aligned}$$

Berdasarkan perhitungan di atas didapatkan nilai beban kritis $P_{\text{cr}} = 9916,189 \text{ kg/mm}^2$ dan didapatkan nilai $P = 428 \text{ N}$ yang diambil dari batang M – N. Dapat disimpulkan bahwa beban masih berada di bawah batas beban kritis. Sehingga kolom yang di gunakan memenuhi syarat $P = 428 \text{ N} \leq P_{\text{cr}} = 8562,87 \text{ N}$.

4.4.5 Perencanaan Las

Jenis elektroda yang digunakan adalah AWS E6013 dengan diameter 2,6mm. Elektroda jenis ini memiliki kekuatan tarik $47,1 \text{ kg/mm}^2$ dan perpanjangan 17%, tegangan geseyang diijinkan adalah 0,3 kali kekuatan tarik elektroda. Beban yang bekerja pada sambungan adalah $W = 85,6 \text{ kg}$



Gambar A.5 Perencanaan Las

Dimensi besi hollow yang digunakan

$$B = 32 \text{ mm} \quad H = 32 \text{ mm}$$

$$b = 35 \text{ mm} \quad h = 35 \text{ mm}$$

$$t = 3 \text{ mm}$$

$$X_1 = \frac{b}{2} = \frac{35}{2} = 17,5 \text{ mm}$$

$$X_2 = \frac{t}{2} = \frac{3}{2} = 1,5 \text{ mm}$$

$$Y_1 = \frac{H}{2} = \frac{35}{2} = 17,5 \text{ mm}$$

$$Y_2 = \frac{t}{2} = \frac{3}{2} = 1,5 \text{ mm}$$

$$A_1 = b \times t = 35 \times 3 = 105 \text{ mm}^2$$

$$A_2 = H \times t = 32 \times 3 = 96 \text{ mm}^2$$

$$A_{\text{tot}} = A_1 + A_2 = 105 + 96 = 201 \text{ mm}^2$$

Menentukan Momen Inersia

$$\begin{aligned} I_{x1} &= \frac{1}{12} (B \cdot h^3 - b \cdot H^3) \\ &= \frac{1}{12} (32 \cdot (35)^3 - 35 \cdot (32)^3) \\ &= \frac{1}{12} (225120) \\ &= 18760 \text{ mm}^4 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} I_{x2} &= \frac{1}{12} (B \cdot h^3 - b \cdot H^3) \\ &= \frac{1}{12} (32 \cdot (35)^3 - 35 \cdot (32)^3) \\ &= \frac{1}{12} (225120) \\ &= 18760 \text{ mm}^4 \end{aligned}$$

Menentukan momen inersia total

$$\begin{aligned} I_1 &= I_{x1} + (y_1^2 \cdot A_1) \\ &= 18760 + (17,5^2 \cdot 105) \\ &= 50916,25 \text{ mm}^4 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} I_2 &= I_{x2} + (y_2^2 \cdot A_2) \\ &= 18833 + (1,5 \cdot 96) \\ &= 18976 \text{ mm}^4 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} I_{\text{total}} &= I_1 + I_2 \\ &= 50916,25 + 18976 \\ &= 69892 \text{ mm}^4 \end{aligned}$$

Menentukan Centroit

$$\begin{aligned} X_1 &= \frac{(A_1 \cdot x_1) + (A_2 \cdot x_2)}{A_1 + A_2} \\ &= \frac{(105 \cdot 17,5) + (96 \cdot 1,5)}{105 + 96} \\ &= 9,8 \text{ mm} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} Y_1 &= \frac{(A_1 \cdot y_1) + (A_2 \cdot y_2)}{A_1 + A_2} \\ &= \frac{(105 \cdot 17,5) + (96 \cdot 1,5)}{105 + 96} \\ &= 9,8 \text{ mm} \end{aligned}$$

Beban kritis (P_{cr}) yang diterima kolom adalah:

$$\begin{aligned} P_{cr} &= \frac{\pi^2 \cdot E \cdot I}{4l^2} \\ &= \frac{(3,14)^2 \cdot 21 \times 10^4 \cdot 68965}{4(600)^2} \\ &= 99161,89 \text{ N/mm}^2 = 9916,189 \text{ kg/mm}^2 \end{aligned}$$

Pada rancangan ini didapat:

$$F_1 = 85,6 \text{ kg}$$

$$l = 600 \text{ mm}$$

menentukan momen lentur

$$\begin{aligned} M_b &= F_1 \cdot l \\ &= 85,6 \cdot 600 \\ &= 51360 \text{ kg.mm} \end{aligned}$$

Menentukan tegangan normal dalam kampuh las

$$\begin{aligned}\sigma' &= \frac{Mb \cdot Y1}{I_{total}} \\ &= \frac{51360 \cdot 17,5}{69892} \\ &= 12,859 \text{ kg/mm}^2\end{aligned}$$

Menentukan teangan geser dalam kampuh las

$$\begin{aligned}\tau' &= \frac{F}{A} \\ &= \frac{85,6}{210} \\ &= 0,407 \text{ kg/mm}^2\end{aligned}$$

Menentukan tegangan resultan

$$\begin{aligned}\sigma'_v &= \sqrt{(\sigma')^2 + [1,8 (\tau')^2]} \\ &= \sqrt{(12,859)^2 + [1,8 (0,407)^2]} \\ &= \sqrt{168,2} = 12,970 \text{ kg/mm}^2\end{aligned}$$

Pengujian kekuatan sambungan Las

$$\sigma' \leq \sigma_{zul} \quad \approx 12,859 \text{ kg/mm}^2 \leq 13,5 \text{ kg/mm}^2$$

$$\tau' \leq \tau'_{zul} \quad \approx 0,407 \text{ kg/mm}^2 \leq 13,5 \text{ kg/mm}^2$$

$$\sigma'_v \leq \sigma_{zul} \quad \approx 12,970 \text{ kg/mm}^2 \leq 13,5 \text{ kg/mm}^2$$

Jadi dengan hasil perhitungan diatas beban total yang diterima oleh kampuh las tersebut aman untuk sambungan kontruksi

4.4.6 Perencanaan Mur dan Baut

- Perencanaan mur dan baut bantalan

Menentukan besarnya beban maksimal yang dapat diterima oleh masing masing baut dan mur dengan faktor koreksi (f_c) = 1,2 – 2,00, maka faktor koreksi yang diambil adalah $f_c = 1,2$

W = poros screw + bantalan dan rumah bantalan

$$= 9,4 \text{ kg} + 0,6 \text{ kg}$$

$$= 10 \text{ kg}$$

Wmax = W x f_c

$$= 10 \times 1,2$$

$$= 12 \text{ kg}$$

Beban yang diterima oleh masing masing baut

$$W = \frac{12}{2}$$

$$= 6 \text{ kg}$$

Menentukan baut dan mur yang diencanakan dari baja liat dengan kadar karbon

$$0,2\% \text{ C} = \text{sT } 34, \sigma_b = 330 - 410 \text{ N/mm}^2 \approx 340 \text{ N/mm}^2 \approx 34 \text{ Kg/mm}^2$$

Sehingga diketahui faktor keamanan (S_f) 8-10 \approx 10. Tekanan permukaan yang

$$\text{diizinkan } (q_a) = 3 \text{ kg/mm}^2.$$

Kekuatan tarik yang diizinkan (σ_a)

$$\begin{aligned}\sigma_a &= \frac{\sigma_b}{S_f} \\ &= \frac{34 \text{ kg/mm}^2}{10} \\ &= 3,4 \text{ kg/mm}^2\end{aligned}$$

Kekuatan geser yang diizinkan (τ_a)

$$\begin{aligned}\tau_a &= 0,5 \sigma_a \\ &= 0,5 \times 3,4 \\ &= 1,7 \text{ kg/mm}^2\end{aligned}$$

Dengan mengetahui besar beban maksimal dan besar tegangan geser yang diizinkan pada masing masing baut, maka diameter D dapat dihitung

$$\begin{aligned}D &\geq \sqrt{\frac{4W}{\pi \times \sigma_a \times 0,64}} \\ &\geq \sqrt{\frac{4 \times 6}{3,14 \times 3,4 \times 0,64}} \\ &\geq \sqrt{\frac{24}{6,832}} \\ &\geq \sqrt{3,512} \\ &\geq 1,874 \text{ mm}\end{aligned}$$

Disini diambil $D = 12 \text{ mm}$ karena menyesuaikan lubang pada rumah bearing

Sehingga ulir baut dan mur yang dipilih ulir metriks dengan ukuran standart M12 JIS B0205 maka didapat standart dimensi sebagai berikut

Dimensi luar ulir dalam (D) = 12 mm

Jarak bagi (p) = 1,75 mm

$$\text{Diameter inti (d1)} = 10,106 \quad \text{mm}$$

$$\text{Tinggi kaitan (H1)} = 0,947 \quad \text{mm}$$

$$\text{Diameter efektif ulir dalam (d2)} = 10,863 \quad \text{mm}$$

Dari hasil data diatas dapat ditetapkan untuk perhitungan ulir dalam dimana untuk ulir metris harga $k \approx 0,84$ dan $j \approx 0,75$. Jumlah ulir (Z) yang diperlukan adalah

$$\begin{aligned} Z &\geq \frac{w}{\pi \cdot d_2 \cdot H_1 \cdot q_a} \\ &\geq \frac{3}{3,14 \cdot 10,863 \cdot 0,947 \cdot 3} \\ &\geq \frac{3}{96,905} \\ &\geq 0,030 \rightarrow 1 \end{aligned}$$

Tinggi mur(H) yang diperlukan

$$\begin{aligned} H &\geq z \times 1,5 \\ &\geq 1 \times 1,5 \\ &\geq 1,5 \text{ mm} \end{aligned}$$

Menurut standart

$$\begin{aligned} H &\geq (0,8 \times D) \\ &\geq (0,8 \times 12) \\ &\geq 9,6 \rightarrow 12 \text{ mm} \end{aligned}$$

Tinggi mur yang akan diambil adalah 30 mm, sehingga jumlah ulir mur (Z')

$$Z' = \frac{H}{p}$$

$$= \frac{30}{1,75}$$

$$= 17.14$$

Kekuatan geser akar ulir baut τ_b adalah

$$\begin{aligned}\tau_b &= \frac{W}{\pi \cdot d_1 \cdot k \cdot p \cdot z'} \\ &= \frac{6}{3,14 \cdot 10,106 \cdot 0,84 \cdot 1,75 \cdot 1} \\ &= \frac{6}{46,647} \\ &= 0,128 \text{ kg/mm}^2\end{aligned}$$

Kekuatan geser akar ulir mur τ_n adalah

$$\begin{aligned}\tau_n &= \frac{W}{\pi \cdot D \cdot j \cdot p \cdot z'} \\ &= \frac{6}{3,14 \cdot 12 \cdot 0,75 \cdot 1,75 \cdot 17,14} \\ &= \frac{6}{847,65} \\ &= 0,035 \text{ kg/mm}^2\end{aligned}$$

$$\text{Maka : } \tau_a \geq \tau_b \approx 1,7 \frac{\text{kg}}{\text{mm}^2} \geq 0,128 \frac{\text{kg}}{\text{mm}^2}$$

$$\tau_a \geq \tau_n \approx 1,7 \frac{\text{kg}}{\text{mm}^2} \geq 0,035 \frac{\text{kg}}{\text{mm}^2}$$

Harga τ_n dan τ_b memenuhi syarat yang ditentukan, sehingga mur dan baut yang dipilih M12 dengan ketinggian mur 30 mm dan dari bahan baja liat dengan kadar karbon 0,2 %C

4.4.7 Proses Pengeboran (Drilling)

Dalam proses pengeboran mata bor yang dipakai adalah jenis HSS dengan diameter 13 mm, sedangkan material yang akan dibor adalah st – 37

dengan tabel 3 mm. Dengan mengasumsikan bahwa material yang akan dibor merupakan material keras, maka dari tabel didapat harga kecepatan potong (vc) = 25 m/menit dan pemakanan (s) = 0,2 sehingga :

$$\begin{aligned}
 - \text{ Putaran mata bor (n)} &= \frac{1000 \cdot vc}{\pi \cdot D} \\
 &= \frac{1000 \cdot 25 \text{ m/menit}}{3,14 \times 13 \text{ mm}} \\
 &= \frac{25000 \text{ m/menit}}{40,82 \text{ mm}} \\
 &= 612,44 \text{ rpm}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 - \text{ Laju Pemakanan (vf)} &= s \times n \\
 &= 0,2\text{mm/putaran} \times 612,44 \text{ rpm} \\
 &= 122,5 \text{ mm/menit}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 - \text{ Jarak bebas bor (A)} &= 2 \times 0,3 \times D \\
 &= 2 \times 0,3 \times 13 \\
 &= 7,8 \text{ mm}
 \end{aligned}$$

- Jika jarak lebih ($I1$) pengeboran diambil sebesar 8 mm, maka jarak pengeboran total (L) adalah

$$\begin{aligned}
 L &= t + A + I1 \\
 &= 3 + 7,8 + 8 = 18,8 \text{ mm}
 \end{aligned}$$

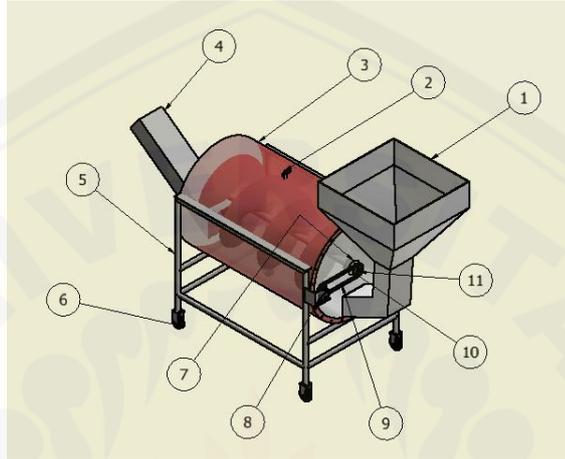
- Jika waktu yang dibutuhkan untuk setiap setting pahat adalah 2 menit dan setting benda kerja tiap lubang membutuhkan 2 menit, maka waktu pengeboran (t_m) yang dibutuhkan untuk menyelesaikan 10 lubang adalah

$$\begin{aligned}
 T_{tm} &= \frac{L}{vf} + \text{setting pahat} + (\text{setting benda kerja} \times 10) \\
 &= \frac{18,8}{122,5} + 2 \text{ menit} + (2 \text{ menit} \times 10) \\
 &= 22,15 \text{ menit}
 \end{aligned}$$

Jadi waktu yang diperlukan untuk menyelesaikan 10 lubang membutuhkan waktu 22,15 menit

4.5 LAMPIRAN SOP

4.5.1 SOP Reaktor Biogas Portable



Gambar A.8 Reaktor Biogas Portable

Keterangan :

- | | |
|-------------------|------------------|
| 1. Hopper | 7. Bearing |
| 2. Saluran Gas | 8. Tuas Pengaduk |
| 3. Drum | 9. Rantai |
| 4. Saluran Keluar | 10. Sproket |
| 5. Rangka | 11. Poros Screw |
| 6. Roda | |

Berikut merupakan langkah atau prosedur penggunaan reaktor biogas portable untuk pengoperasian 1 orang operator :

1. Untuk praktikan atau teknisi yang akan melakukan pengujian mempersiapkan diri dengan menggunakan alat pelindung diri seperti baju praktikum, masker, sarung tangan, dan sebagainya .
2. Mempersiapkan alat bantu seperti timba untuk wadah bahan biogas, gayung untuk memasukan bahan ke dalam reaktor, dan pengaduk untuk mencampur bahan.
3. Campur bahan biogas menggunakan alat bantu.

4. Buka kran saluran gas supaya tidak ada gas terjebak di dalam reaktor saat memasukan bahan.
5. Masukkan bahan biogas ke dalam reaktor melalui hopper secara bertahap.
6. Putar tuas pengaduk secara perlahan agar bahan tercampur.
7. Tutup saluran gas agar tidak ada gas yang keluar.
8. Tunggu selama satu sampai dua minggu sampai munculnya gas.
9. Kemudian buka saluran gas lalu tampung gas yang dihasilkan .
10. Putar tuas pengaduk dengan cepat supaya sisa dari bahan biogas keluar.
11. Isi lagi reaktor biogas dengan bahan.
12. Lakukan cara diatas secara berulang.

4.5.2 SOP Perawatan Reaktor Biogas Portable

Perawatan/ pemeliharaan merupakan suatu kegiatan yang dilakukan secara berulang-ulang dengan tujuan agar peralatan selalu memiliki kondisi yang sama dengan kondisi awalnya (selalu dalam kondisi baik)

Berikut merupakan teknik perawatan Reaktor Biogas yaitu :

1. Cek seluruh bagian drum pastikan tidak terjadi kebocoran
2. Cek kondisi Roda, olesi dengan oli agar tidak terjadi korosi.
3. Cek kondisi Sproket, olesi dengn oli agar tidak terjadi korosi
4. Cek kondisi kekencangan baut dan mur tiap 1 dan 2 kali dalam sebulan. Jika ditemukan kerusakan maka segeralah diganti.
5. Jauhkan dari tempat lembab atau basah supaya tidak cepat terjadi korosi
6. Jauhkan dari api karena bisa meledak

4.6 LAMPIRAN GAMBAR

4.6.1 Lampiran Foto Proses Pembuatan Reaktor Biogas Portable



Gambar A.10.1 Proses Pematangan



Gambar A.10.2 Proses Pengelasan



Gambar A.10.3 Proses Pengeboran



Gambar A.10.4 Raktor Biogas Portable