

BAB II

PENDEKATAN PEMECAHAN MASALAH

A. Kajian Singkat Produk

Mesin Pengaduk Reaktor Biogas merupakan alat tepat guna untuk memaksimalkan proses pembentukan biogas dalam reaktor skala rumah tangga. Diharapkan juga mesin ini mampu mengatasi berbagai masalah dalam reaktor biogas. Reaktor disini dibuat kecil dan sederhana dengan alasan keterbatasan waktu dan biaya yang ada, maka dari sini mesin dapat direalisasikan ke reaktor biogas skala menengah bahkan skala besar yang lebih efektif dan efisien. Sesuai dengan namanya mesin ini berfungsi untuk mengaduk material dalam reaktor, agar proses pencacahannya maksimal. Dengan mesin ini juga diharapkan tidak ada pengendapan yang terjadi didasar reaktor yang mengganggu proses keluarnya limbah dari hasil fermentasi. Mesin dibuat sederhana serta komponen – komponennya dapat di lepas dan dirangkai dengan mudah. Dengan tujuan agar mesin mudah dalam perawatannya.

Prinsip kerja alat ini adalah putaran yang lambat sekitar 20 rpm. Putaran dibuat sedemikian rupa dengan tujuan tidak mengganggu proses fermentasi biogas. Putaran 20 rpm didapat dari proses transmisi pully dan v-belt dengan perbandingan 1 : 3, kemudian memutar ulir cacing dengan 467 rpm, terakhir diturunkan melui roda gigi cacing dengan perbandingan 1 : 23, hingga akhirnya didapat putaran yang diinginkan yaitu 20 rpm.

Tabel 1. Tuntutan Perancangan Mesin pengaduk reaktor biogas

No .	Tuntutan Perancangan	Persyaratan	Tingkat Kebutuhan
1.	KINEMATIKA	Mekanismenya mudah beroperasi	D
2.	GEOMETRI	1. Panjang sekitar 750 mm 2. Lebar sekitar 750 mm 3. Tinggi bekisar 800mm 4. Dimensi dapat diperkecil	D D D W
3.	ENERGI	1. Menggunakan tenaga motor 2. Dapat diganti tenaga penggerak lain	D W
4.	MATERIAL	1. Mudah didapat 2. Murah harganya 3. Baik mutunya 4. Tahan terhadap korosi 5. Sesuai dengan standar umum 6. Memiliki umur pakai yang panjang 7. Mempunyai kekuatan yang baik	D D W D D D D
5.	ERGONOMI	1. Nyaman dalam penggunaan 2. Tidak bising 3. Mudah dioperasikan	D D D
6.	SINYAL	1. Petunjuk pengoperasian mudah dimengerti 2. Petunjuk pengoperasian dalam bahasa Indonesia	D D
7.	KESELAMATA N	1. Konstruksi harus kokoh 2. Bagian transmisi harus terlindungi 3. Tidak menimbulkan polusi	D D W
8.	PRODUKSI	1. Dapat diproduksi bengkel kecil 2. Biaya produksi relatif rendah	D W

Tabel 1. Tuntutan Perancangan Mesin pengaduk reaktor biogas(lanjutan)

		3. Dapat dikembangkan kembali	W
9.	PERAWATAN	1. Biaya perawatan murah 2. Suku cadang mudah didapat 3. Suku cadang murah 4. Perawatan mudah dilakukan 5. Perawatan secara berkala	D D D D W
10.	MOBILITAS	1. Mudah dipindahkan 2. Tidak perlu alat khusus untuk memindah	D D

Keterangan :

1. Keharusan (*Demands*) disingkat D, yaitu syarat mutlak yang harus dimiliki mesin bila tidak terpenuhi maka mesin tidak diterima.
2. Keinginan (*Wishes*) disingkat W, yaitu syarat yang masih bisa dipertimbangkan keberadaannya agar jika mungkin dapat dimiliki oleh mesin yang dimaksud.

B. Morfologis Alat

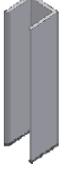
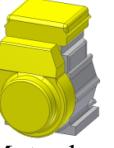
Berdasarkan cara kerja, identifikasi kebutuhan, dan keterangan spesifikasi kebutuhan mesin, maka didapat gambaran komponen yang membentuk mesin Pengaduk Reaktor Biogas yang sedang dirancang sebagai berikut:

1. Profil rangka
2. Tenaga penggerak
3. Transmisi
4. *Bearing* (bantalan)
5. Pengaduk

6. Poros reaktor
7. Penyenter poros pengaduk

Dengan demikian maka dapat disusun suatu skema klasifikasi yang disebut matriks morfologi, dan lebih jelasnya dapat dilihat pada tabel dibawah ini :.

Tabel 2. Matriks Morfologi Mesin pengaduk reaktor biogas

No.	Sub Komponen	Varian yang mungkin dipilih		
		1	2	3
1.	Profil rangka mesin	 Profil L	 Profil U	 Pipa
2.	Tenaga penggerak	 Motor Listrik	 Motor bensin	 Tenaga Manusia
3.	Sistem Transmisi	 Pulley dan V-belt	 Roda Gigi	 Reducer
4.	Pengaduk			
5.	Poros reaktor (pengaduk)	 Besi Pipa	 Poros Pejal	

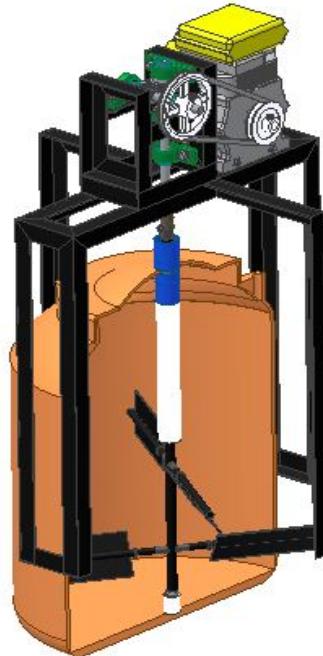
Tabel 2. Matriks morfologi Mesin pengaduk reaktor biogas(lanjutan)

6.	Bantalan (Bearing)			
7	Penyenter pengaduk Besi Pipa		 Nilon	 Kayu
8	Tabung Reaktor T. Plat besi			 T.Cor Semen

Berdasarkan tabel matriks morfologi mesin pengaduk reaktor biogas di atas,yang terpilih adalah sebagai berikut.

1. Profil rangka dipilih varian kedua yaitu profil L (besi siku).Selain lebih ringan, besi profil L mudah untuk dirangkai pada saat pembuatan rangka mesin.
2. Penggerak utama dipilih varian ketiga, yaitu motor bensin. Penggunaan motor bensin bertujuan untuk mempermudah pengoperasian, dan banyak dipasaran.
3. Sistem transmisi yang dipilih yaitu sabuk-V dan roda gigi cacing berpasangan agar dapat mereduksi putaran menjadi 20 rpm
4. Sirip pengaduk varian satu mampu mengaduk material dengan baik.
5. Poros menggunakan poros pejal untuk meneruskan putaran kepada sirip pengaduk.

6. *Bearing horizontal* yang tepat digunakan sebagai bantalan pada mesin
7. Penyenter poros sirip dengan nilon, sebab nilon mampu memperkecil gesekan dan anti korosi.
8. Tabung reaktor terbuat dari plastik, agar anti karat



Gambar 1. Mesin pengaduk reaktor biogas

C. Identifikasi Analisis Teknik yang Digunakan dalam Perancangan

1. Teori Desain Perancangan

Perancangan adalah kegiatan awal dari suatu rangkaian dalam proses pembuatan produk. Tahap perancangan tersebut dibuat keputusan-keputusan penting yang mempengaruhi kegiatan-kegiatan lain yang menyusulnya (Dharmawan, 1999: 1). Sehingga sebelum sebuah produk dibuat, terlebih dahulu dilakukan proses perancangan yang nantinya menghasilkan sebuah gambar skets atau gambar sederhana dari produk

yang akan dibuat. Gambar skets yang telah dibuat kemudian digambar kembali dengan aturan gambar sehingga dapat dimengerti oleh semua orang yang ikut terlibat dalam proses pembuatan produk tersebut. Gambar hasil perancangan adalah hasil akhir dari proses perancangan dan sebuah produk dibuat setelah dibuat gambar-gambar rancangannya, dalam hal ini gambar kerja.

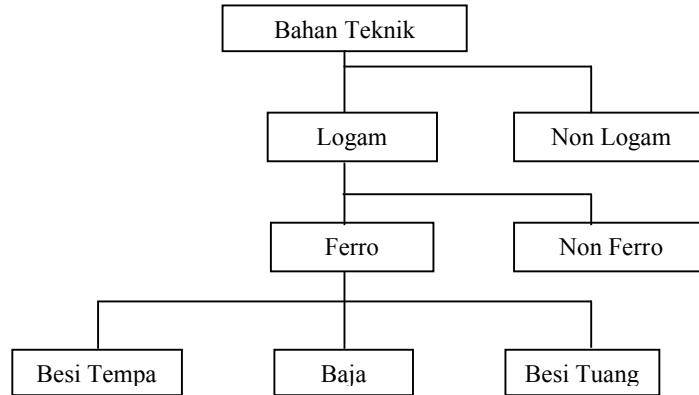
Perancangan dan pembuatan produk adalah dua kegiatan yang penting. Artinya, rancangan hasil kerja perancang tidak ada gunanya jika rancangan tersebut tidak dibuat. Begitu juga sebaliknya, pembuat tidak dapat merealisasikan benda teknik tanpa terlebih dahulu dibuat gambar rancangannya (Dharmawan, 1999:2). Gambar rancangan yang akan dikerjakan oleh pihak produksi berupa gambar dua dimensi yang dicetak pada kertas dengan aturan dan standar gambar kerja yang ada.

2. Pemilihan Bahan

Perancangan suatu elemen mesin mencakup beberapa aspek yang harus diperhatikan. Salah satu aspek tersebut adalah pemilihan jenis bahan teknik yang akan digunakan. Pemilihan bahan untuk elemen atau komponen sangat berpengaruh terhadap kekuatan elemen tersebut.

Penentuan bahan yang tepat pada dasarnya merupakan kompromi antara berbagai sifat, lingkungan, dan cara penggunaan sejauh mana sifat bahan dapat memenuhi persyaratan yang telah ditentukan (Amstead, 1995:15).

Klasifikasi bahan teknik menurut Beumer (1985:9) terlihat seperti pada Gambar 2.



Gambar 2. Klasifikasi Bahan Teknik

Pemilihan suatu bahan teknik mempunyai beberapa aspek yang benar-benar memerlukan peninjauan yang cukup teliti (Amstead,1995:15). Peninjauan tersebut antara lain sebagai berikut.

a. Pertimbangan Sifat, meliputi:

- | | |
|-------------------------------|-------------------------------|
| 1) Kekuatan | 8) Sifat mampu dukung |
| 2) Kekerasan | 9) Konduktifitas panas |
| 3) Elastisitas | 10) Daya tahan terhadap panas |
| 4) Keuletan | 11) Muai panas |
| 5) Daya tahan terhadap korosi | 12) Sifat kelistrikan |
| 6) Daya tahan fatik | 13) Berat jenis |
| 7) Daya tahan mulur | 14) Sifat kemagnetan |

b. Pertimbangan Ekonomi, meliputi:

- | | |
|------------------------|-----------------------|
| 1) Ketersediaan barang | 4) Biaya penyambungan |
| 2) Waktu penggerjaan | 5) Biaya pemesinan |
| 3) Biaya penggerjaan | 6) Harga bahan |

c. Pertimbangan Fabrikasi, meliputi :

- | | |
|----------------|----------------------------|
| 1) Mampu cetak | 4) Mampu tuang |
| 2) Mampu mesin | 5) Kemudahan sambungan las |
| 3) Mampu tempa | 6) Perlakuan panas |

3. Mekanisme Pengadukan

Proses pengadukan ini bertujuan memaksimalkan terbentuknya biogas dan membantu mengeluarkan hasil sisa dari limbah biogas.

4. Motor bensin

Motorbensin merupakan suatu peralatan yang berfungsi mengubah energi listrik menjadi energi mekans.

Mekanisme kerja seluruh jenis motor secara umum adalah sama, yaitu arus listrik menghasilkan medan magnet akan memberikan gaya. Gaya tersebut akan menghasilkan tenaga putar/*torque* untuk memutar kumparan.

5. Sabuk-V

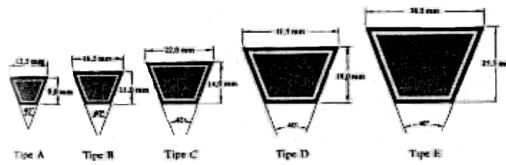
Sabuk-V merupakan sabuk yang tidak berujung dan diperkuat dengan penguat tenunan dan tali. Sabuk-V terbuat dari karet dan bentuk penampangnya berupa trapesium. Bahan yang digunakan untuk membuat inti sabuk itu sendiri adalah terbuat dari tenunan tetoron.

Penampang puli yang digunakan berpasangan dengan sabuk juga harus berpenampang trapesium. Puli merupakan elemen penerus putaran yang diputar oleh sabuk penggerak.

Bagian sabuk yang sedang membelit pada puli mengalami lengkungan sehingga lebar bagian dalamnya akan bertambah besar

(Sularso, 1997:163). Gaya gesekan yang terjadi juga bertambah karena bentuk bajinya yang akan menghasilkan transmisi daya yang besar pada tegangan yang relatif rendah.

Adapun bentuk konstruksi macam-macam penampang sabuk-V yang umum dipakai terlihat pada Gambar 2.3.



Gambar 3. Penampang Sabuk-V
(Sularso 1997: 164)

Pemilihan penampang sabuk-V yang cocok ditentukan atas dasar daya rencana dan putaran poros penggerak. Daya rencananya sendiri dapat diketahui dengan mengalihkan daya yang akan diteruskan dengan faktor koreksi yang ada. Lazimnya sabuk tipe-V dinyatakan panjang kelilingnya dalam ukuran inchi. Jarak antar sumbu poros harus sebesar 1,5 sampai dua kali diameter puli besar (Sularso, 1997:166). Sudut lilit atau sudut kontak θ dari sabuk pada alur puli penggerak harus diusahakan sebesar mungkin untuk mengurangi selip antara sabuk dan puli dan memperbesar panjang kontaknya.

Transmisi sabuk dapat dibagi menjadi tiga kelompok, yaitu sabuk rata, sabuk dengan penampang trapesium, dan sabuk dengan gigi. Sebagian besar transmisi sabuk menggunakan sabuk-V karena mudah pemakaianya dan harganya yang murah. Kelemahan dari sabuk-V yaitu transmisi sabuk dapat memungkinkan untuk terjadinya slip. Oleh karena

itu, perencanaan sabuk-V perlu memperhitungkan jenis sabuk yang digunakan dan panjang sabuk yang akan digunakan.

Perhitungan yang digunakan dalam perancangan sabuk-V antara lain sebagai berikut.

- a. Daya rencana (P_d)

$$P_d = f_c x P \quad (\text{Sularso, 1997:7}) \dots \dots \dots \quad (1)$$

Keterangan:

P = daya (kW)

P_d = daya rencana (kW)

- b. Momen rencana (T_1, T_2)

$$T_1 = 9,74 \times 10^5 \times \left(\frac{P_d}{n_1} \right) (\text{kg.mm}) \quad (\text{Sularso, 1997:7}) \dots \quad (2)$$

$$T_2 = 9,74 \times 10^5 \times \left(\frac{P_d}{n} \right) (\text{kg.mm}) \quad (\text{Sularso, 1997:7}) \dots \quad (3)$$

Keterangan:

P_d = daya rencana (kW)

n_1 = putaran poros penggerak (rpm)

n_2 = putaran poros yang digerakkan (rpm)

- c. Tegangan geser yang dizinkan (τ_a)

$$\tau_a = \frac{\sigma_B}{(Sf_1 \times Sf_2)} \text{ (Sularso, 1997:8)} \dots \quad (4)$$

Keterangan :

σ_B = tegangan tarik (kg/mm^2)

Sf_1 = faktor keamanan

Sf_2 = faktor pengaruh alur pasak

- d. Diameter lingkaran jarak bagi puli (d_p, D_p)

$$D_p = d_p \times i \quad \dots \dots \dots \quad (5)$$

Keterangan:

d_p = diameter jarak bagi puli kecil (mm)

D_p = diameter jarak bagi puli besar (mm)

i = perbandingan putaran.

- e. Diameter luar puli (d_k, D_k)

$$d_k = d_p + 2 \times 4,5 \quad (\text{Sularso, 1997:177}) \dots \quad (6)$$

$$d_B = \frac{5}{3} d_{s1} + 10 \quad (\text{Sularso, 1997:177}) \dots \quad (8)$$

$$D_B = \frac{5}{3} d_{s2} + 10 \quad (\text{Sularso, 1997:177}) \dots \quad (9)$$

Keterangan:

d_k = diameter luar puli kecil (mm)

D_k = diameter luar puli besar (mm)

d_B = diameter naf puli kecil (mm)

D_B = diameter naf puli besar (mm)

- f. Kecepatan sabuk (v)

$$v = \frac{d_p n_l}{60 \times 1000} \text{ (Sularso, 1997:166)} \dots \quad (10)$$

Keterangan:

V = kecepatan puli (m/s)

d_p = diameter puli kecil (mm)

n_1 = putaran puli kecil (rpm)

g. Putaran sabuk < putaran poros, baik.

h. $C - \frac{d_k + D_k}{2} > 0$ (Sularso, 1997:177) (11)

Keterangan:

C = jarak sumbu poros (mm)

i. Panjang keliling (L)

$$L = 2C + \frac{\pi}{2}(D_p + d_p) + \frac{1}{4C}(D_p - d_p)^2 \quad (\text{Sularso, 1997:170}) \dots \dots (12)$$

j. Nomor nominal sabuk-V: No.13-168

k. Jarak sumbu poros (C)

$$C = \frac{b + \sqrt{b^2 - 8(D_p - d_p)^2}}{8} \text{ (mm)} \quad (\text{Sularso, 1997:170}) \dots \quad (14)$$

Sudut kontak (θ)

$$\theta = 180 - \frac{57(D_p - d_p)}{C} \quad (\text{Sularso, 1997:173}) \dots \quad (15)$$

faktor koreksi ($k\theta$) = 0,99°

6. Poros

Poros merupakan salah satu bagian yang terpenting dari setiap mesin. Hampir semua mesin meneruskan tenaga bersama-sama dengan putaran utama dalam transmisi (Zainun, 1999:110). Adapun hal-hal penting yang perlu diperhatikan dalam perencanaan sebuah poros, yaitu:

1) Kekuatan poros

Poros transmisi mengalami beban puntir atau lentur. Oleh karena itu, kekuatannya harus direncanakan sebelumnya agar cukup kuat dan mampu menahan beban.

2) Kekakuan poros

Lenturan yang dialami poros terlalu besar sehingga akan menyebabkan ketidaktelitian getaran dan suara. Oleh karena itu, kekakuan poros juga perlu diperhatikan dan disesuaikan dengan mesin.

3) Putaran kritis

Putaran kerja poros haruslah lebih rendah dari putaran kritisnya demi keamanan karena getaran yang sangat besar akan terjadi apabila putaran poros dinaikkan pada harga putaran kritisnya.

4) Korosi

Poros-poros yang sering berhenti lama sehingga perlu dipilih poros yang terbuat dari bahan yang tahan korosi dan perlu dilakukan perlindungan terhadap korosi secara berkala.

5) Bahan poros

Poros yang biasa digunakan pada mesin adalah baja dengan kadar karbon yang bervariasi. Adapun penggolongannya (Sularso, 1997 : 4).

Tabel 3. Penggolongan Bahan Poros

Golongan	Kadar C (%)
Baja lunak	-0,15
Baja liat	0,2-0,3
Baja agak keras	0,3-0,5
Baja keras	0,5-0,8
Baja sangat keras	0,8-1,2

Poros yang umumnya meneruskan daya melalui sabuk, roda gigi, dan rantai akan mendapatkan beban puntir dan lentur sehingga pada permukaan poros akan mengalami tegangan geser (Sularso 1997: 17). Perhitungan yang digunakan dalam merancang poros utama yang mengalami beban puntir dan beban lentur antara lain sebagai berikut.

a. Menghitung daya rencana

$$P_d = f_c \cdot P \quad (\text{kW}) \quad (\text{Sularso, 1997:7}) \dots \dots \dots \quad (16)$$

Keterangan:

P_d = daya rencana (kW)

f_c = faktor koreksi

P = daya nominal (kW)

b. Menghitung momen yang terjadi pada poros

$$T = 9,74 \times 10^5 \frac{P_d}{n_1} \quad (\text{Sularso, 1997:7}) \dots \quad (17)$$

Keterangan:

T = momen rencana (kg.mm)

n_1 = putaran poros (rpm)

c. Mencari tegangan geser yang diizinkan

$$\tau_s = \sigma_B / (Sf_1 \times Sf_2) \quad (\text{Sularso, 1997:8}) \dots \quad (18)$$

Keterangan:

τ_a = tegangan geser yang diizinkan (kg/mm^2)

σ_p = kekuatan tarik (kg/mm^2)

Sf_1 Sf_2 = faktor keamanan

d. Mencari tegangan yang terjadi pada poros

$$\tau_{\max} = \left(5,1/d_s^3\right) \sqrt{\left(K_m M\right)^2 + \left(K_t T\right)^2} \quad (\text{Sularso, 1997:7}) \dots \quad (19)$$

Keterangan:

τ_{\max} = tegangan geser maksimal (kg/mm^2)

d_s = diameter poros (mm)

K_m = faktor koreksi momen lentur

M = momen lentur (kg.mm)

K_t = faktor koreksi momen puntir

T = momen puntir (kg.mm)

Faktor koreksi momen lentur mempunyai ketentuan yaitu untuk poros yang berputar dengan pembebanan momen lentur tetap, besarnya faktor $K_m = 1,5$. Poros dengan tumbukan ringan K_m terletak antara 1,5 dan 2,0, dan untuk beban dengan tumbukan berat K_m terletak antara 2 dan 3 (Sularso 1997: 17).

e. Menentukan diameter poros

1) Poros pejal

$$d_s \geq \left[\frac{5,1}{\tau_a} \sqrt{(K_m M)^2 + (K_t T)^2} \right]^{1/3} \text{ (Sularso, 1997:18) (20)}$$

2) Poros bolong

Keterangan:

K_m = faktor koreksi momen lentur

M = momen lentur (kg.mm)

K_t = faktor koreksi momen puntir

T = momen puntir (kg.mm)

d_0 = diameter luar (mm)

d_1 = diameter dalam (mm)

7. Bantalan

Bantalan merupakan elemen mesin yang mampu menumpu poros berbeban, sehingga putaran atau gerakan bolak-baliknya dapat berlangsung secara halus, aman, dan panjang umur (Sularso, 1997:103).

Bantalan harus cukup kokoh untuk memungkinkan poros serta elemen mesin lainnya bekerja dengan baik.



Bantalan gelinding

Bantalan luncur

Gambar 4. Bantalan

Adapun jenis-jenis dari bantalan dapat diklasifikasikan sebagai berikut.

a) Atas Dasar Gerakan Bantalan Terhadap Poros.

- 1) Bantalan luncur (*Sliding Contact Bearing*)
- 2) Bantalan gelinding (*Rolling Contact Bearing*)

b) Atas Dasar Arah Beban Terhadap Poros.

- 1) Bantalan radial

- ## 2) Bantalan aksial dan

- ### 3) Bantalan khusus

Pemasangan bantalan poros diantara poros dan dudukan bertujuan untuk memperlancar putaran poros, mengurangi gesekan, mengurangi panas, serta menambah ketahanan poros. Syarat bantalan poros harus memiliki presisi ukuran yang tinggi sehingga tidak kocak dalam bekerja.

Tabel 4.perbandingan antara bantalan gelinding dan bantalan luncur

Bantalan gelinding	Bantalan luncur
Cocok untuk putaran kecil	Untuk putaran tinggi
Harga mahal	Harga murah
Pelumasan sederhana	Pelumasan khusus
Gesekan rendah	Gesekan tinggi
Untuk putaran tinggi agak berisik	Meredam putaran tinggi

Perhitungan yang digunakan dalam perancangan bantalan yaitu seperti berikut ini.

a. Beban eqivalen

Keterangan:

P_r = beban eqivalen (kg)

X = faktor radial

Y = faktor aksial

V = faktor putaran

F_r = beban radial (kg)

F_a = beban aksial (kg)

b. Faktor kecepatan f_n

$$f_n = \left(\frac{33,3}{n} \right)^{\frac{1}{3}} \quad (\text{Sularso, 1997:136}) \dots \quad (23)$$

Keterangan:

f_n = faktor kecepatan

n = kecepatan putaran penggerak (rpm)

c. Faktor umur

$$f_h = f_n \frac{C}{P} \quad (\text{Sularso, 1997:136}) \dots \quad (24)$$

Keterangan:

f_h = faktor umur bantalan

C = beban nominal dinamis (kg)

P = beban ekivalen (kg)

d. Umur nominal, L_h adalah :

$$L_h = 500 f_h^3 \quad (\text{Sularso, 1997:136}) \dots \quad (25)$$

L_h perhitungan $\geq L_{ha}$ yang direncanakan

L = umur nominal (rpm)

8. Sirip Pengaduk

Sirip pengaduk berfungsi untuk menguraikan material biogas

agar bercampur dengan air secara maksimal sehingga gas yang dihasilkan lebih cepat terbentuk dan volumenya juga lebih banyak.

Fungsi lain dari sirip pengaduk yaitu untuk mengeluarkan material sisa proses fermentasi biogas. Sirip yang dirancang harus tahan karat, berfungsi tepat dan ekonomis.

Perhitungan sirip pengaduk dengan persamaan berikut

$$\sigma_b = \frac{M_y}{I} \text{ (jarwo puspite, 14).} \dots \quad (26)$$

Ket :

σ_b = Momen bengkok (kg.mm)

M = Momen (kg.mm)

Y = Titik tengah benda (mm)

I = Momen inersia (kg.mm)

9. Tabung reaktor

Tabung reaktor pada mesin ini adalah sabuah bak plastik berkapasitas 550 liter. Pemilihan secara teknik tabung ini mampu menahan tekanan gas yang ada didalamnya selain itu juga mampu menahan cuaca yang sangat extrim arena letaknya yang diluar ruangan. Tabung ini secara ekonomi juga terjangkau bila dibandingkan dengan reaktor yang dibuat oleh LIPI bandung yaitu salah satu lembaga ilmu pengetahuan yang memproduksi sendiri reaktor biogas terbuat dari fiber.

D. Analisis ekonomi

Analisis ekonomi merupakan salah satu bagian dari pertimbangan dalam perencanaan sebuah produk yang berupa mesin. Pertimbangan tersebut dipengaruhi oleh biaya-biaya yang dikeluarkan selama menghasilkan produk.

Pembuatan suatu produk terdapat dua kelompok biaya yaitu biaya produksi dan biaya non produksi. Biaya produksi merupakan biaya-biaya yang dikeluarkan dalam pengolahan bahan baku menjadi produk. Sedangkan biaya

non produksi seperti pemasaran dan administrasi. Biaya produksi membentuk harga pokok produksi yang digunakan untuk menghitung harga pokok produk. Kemudian biaya non produksi ditambahkan pada harga pokok produksi untuk menghitung total harga pokok produk. Perhitungan harga produk mesin pengaduk reaktor biogas ini yaitu biaya perancangan, biaya pembelian komponen, biaya pembuatan komponen, biaya gudang dan biaya pajak. Keuntungan dari penjualan yaitu 10% dari seluruh biaya pembuatan produk.