

PERANCANGAN MESIN *SLITTING* UNTUK *SPIRAL WINDING GASKET*

Muftih Wahyudin Firdaus, Dr. Ismet P. Ilyas, BSMET, M. Eng. Sc.

Teknik Rekayasa dan Pengembangan Produk, Politeknik Manufaktur Negeri Bandung
Jl. Ir. H. Juanda Komp. Kanayakan Dago, Tromol Pos 851, Bandung 40135 Indonesia
Phone : 085720102148, E-mail : muftihdea@gmail.com

Abstrak

PT Jeil Fajar Indonesia merupakan perusahaan manufaktur yang bergerak dalam bidang pembuatan *semi-metallic* dan *metallic gasket* serta pelapisan dengan *flouro plastic*. Saat ini kapasitas produksi berjumlah 82192 pcs/bulan dikarenakan permintaan perusahaan – perusahaan asing yang selalu meningkat 6 - 8 % dalam satu bulannya maka diperlukan peningkatan produktivitas perusahaan untuk memproduksi *Spiral Wound Gasket*.

Spiral Winding Gasket adalah salah satu komponen antara penyambung pipa yang mampu menahan kebocoran pada tekanan tinggi. *Spiral Winding Gasket* terdiri dari 3 komponen yaitu, *Centering Ring (Outer Ring)*, Dalam pembuatan mesin *slitting* ini terdapat beberapa tuntutan diantaranya adalah menghasilkan hasil potongan yang sesuai dimensi *hoop* material serta produktivitas perusahaan tetap tercapai yaitu 2,315 ton/bulan dan jika memungkinkan perusahaan akan melakukan peningkatan produktivitas secara maksimal.

Untuk itu dari tuntutan – tuntutan tersebut maka, penulis membuat konstruksi mesin *slitting* dengan menggunakan *shearing process* untuk pemotongan raw material menjadi hasil *slitting*. Rangka mesin dengan menggunakan *hollow square* untuk kesederhanaan konstruksi dan kemudahan dalam manufaktur. Pada *system* transmisi hubungan rantai dan sprocket digunakan, guna mengakomodir *system* pemotongan dan penggulungan *Hoop* material dengan kecepatan harus lebih kecil agar kecepatan penggulung tidak adanya tarikan yang menyebabkan *hoop* material putus.

Dimensi mesin yang dirancang adalah 2272 x 628 x 725 ini disesuaikan dengan area 3m² yang tersedia di PT Jeil Fajar Indonesia. Dengan adanya mesin *slitting* perusahaan dapat menurunkan cost perusahaan sampai Rp. 9.800.720/bulan.

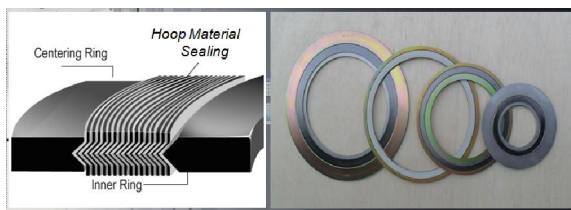
Diharapkan dengan dibuatnya mesin *slitting* dapat berfungsi dengan baik dan menghasilkan *hoop* material sesuai dengan dimensi serta , tuntutan-tuntutan yang ada dapat terpenuhi.

I. PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

PT Jeil Fajar Indonesia merupakan perusahaan manufaktur yang bergerak dalam bidang pembuatan *semi-metallic* dan *metallic gasket* serta pelapisan dengan *flouro plastic*. Saat ini kapasitas produksi berjumlah 82192 pcs/bulan dikarenakan permintaan perusahaan – perusahaan asing yang selalu meningkat 6 - 8 % dalam satu bulannya maka diperlukan peningkatan produktivitas perusahaan untuk memproduksi *Spiral Wound Gasket*.

Fungsi dari *Spiral Winding Gasket* adalah salah satu komponen antara penyambung pipa yang mampu menahan kebocoran pada tekanan tinggi. Pada gambar 1.1 *Spiral Winding Gasket* terdiri dari 3 komponen yaitu, *Centering Ring (Outer Ring)*, *Hoop material sealing* dan *Inner Ring*. *Hoop* material berperan sebagai anti perembesan minyak, perembesan asam dan alkali, tahan terhadap suhu dingin dan panas, pengisolasian, tahan getaran dan lainnya. Pihak PT Jeil Fajar Indonesia berencana untuk menurunkan cost perusahaan dari cost pengadaan *hoop* material yang pada saat ini perusahaan masih melakukan pembelian *hoop* material yang sudah jadi, selain itu juga untuk menekan *cost* pembelian minimum order *hoop* material dan *delivery time* yang membuat terhambatnya produksi *Spiral Winding Gasket* di PT Jeil Fajar. Pada hitungan kasar yang dilakukan oleh team di perusahaan dinilai bahwa dengan memproduksi sendiri *hoop* material tersebut maka ada selisih pengeluaran yang dapat mengurangi pengeluaran perusahaan. Oleh karena itu perusahaan berencana akan melakukan investasi



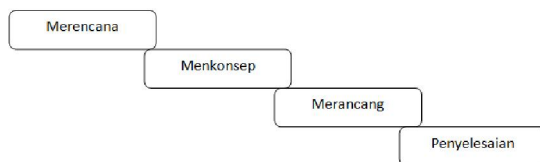
Gambar 1.1 *Spiral Winding Gasket*

mesin yaitu Mesin *Slitting* guna mengurangi cost perusahaan.

2. LANDASAN TEORI

2.1 METODA PERANCANGAN

Metoda perancangan adalah proses pengaturan untuk membuat produk dengan besaran-besaran masukan dan luaran yang terdefinisi. Metoda ini memungkinkan perancang untuk melakukan penentuan syarat-syarat awal yang realitas dan analisa yang rasional. Pembagian tahapan perancangan serta pemilihan alternatif dan penilaian berdasarkan metode perancangan *VDI 2222* (Lampiran 1).



2.1.1 Analisa atau Merencana

Pemilihan pekerjaan untuk studi kelayakan, analisa pasar, hasil penelitian, konsultasi pemesan, pengembangan awal, hak paten. Dan kelayakan lingkungan, Kemudian penentuan terhadap pekerjaan.

2.1.2 Mengkonsep

Dalam mengkonsep menguraikan berupa penjelasan rancangan yang akan dirancangan berikut beberapa untuk mendapatkan konsep atau gagasan diantaranya :

- Menjelaskan mengenai pekerjaan,
- Membuat daftar tuntutan
- Menyimpulkan dan menguraikan fungsi keseluruhan ke dalam group bagian.
- Mencari prinsip – prinsip pemecahan masalah untuk memenuhi kebutuhan fungsi keseluruhan. (Pemilihan gabungan prinsip pemecahan yang sesuai)
- Membuat alternative konsep untuk gabungan prinsip pemecahan yang terpilih (Sketsa dengan skala gambar)
- Menilai Alternatif konsep berdasarkan aspek – aspek ekonomi (Pemilihan solusi konsep)
- Keputusan

2.1.3 Merancang

Susunan tahapan dalam perancangan dalam

- Membuat pradesain berskala 1:1

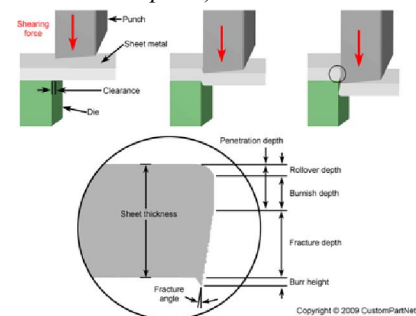
- Menilai pradesain berdasarkan aspek teknis maupun menghilangkan bagian kritis
- Membuat perbaikan pradesain atau (pemilihan daerah yang perlu di olah)

2.1.4 Penyelesaian

Pembuatan gambar kerja dan gambar susunan, penyelesaian dokumen (Gambar – gambar, daftar bagian, petunjuk dsb), pembuatan dan pengujian prototype misalnya untuk produk masal, pemeriksaan biaya dan keputusan.

2.2 TEORI PERHITUNGAN RANCANGAN

2.2.1 Perhitungan *Shearing* (Separating material into two parts)



Gambar 2.1 Shearing Process

Proses pemotongan adalah pemotongan material logam lembaran dipisahkan dengan menerapkan kekuatan cukup besar untuk menyebabkan material bergeser dengan pisau pemotong. Proses pemotongan yang paling umum dilakukan dengan menerapkan gaya geser dan karena itu kadang-kadang disebut sebagai proses geser . Ketika kekuatan geser yang cukup besar diterapkan , tegangan geser dalam materi akan melebihi kekuatan geser ultimate dan bahan akan terpotong dan terpisah di lokasi pemotongan . Gaya geser ini diterapkan oleh dua alat , satu di atas dan satu di bawah lembaran. Tool ini biasanya menggunakan alat pemotong di posisi atas dan bawah, tool di atas lembaran memberikan pergeseran ke bawah lembaran logam yang terletak di atas alat yang lebih rendah . Clearance antara pisau pemotong bagian tool atas dan bawah , yang memfasilitasi terjadinya pemotongan material. Ukuran izin (*Clearance*) ini biasanya 2-10 % dari ketebalan material dan tergantung pada beberapa faktor , seperti proses spesifik geser , material, dan ketebalan lembar .

2.2.2 Clearance

Clearance adalah kelonggaran, per sisi, antara *punch* dan *die*. Unsur-unsur yang mempengaruhi besarnya *clearance* adalah tebal material [mm] dan *Resistance maximum* (Rm) material [N/mm²]. Adapun persamaan yang

digunakan untuk menentukan besarnya clearance adalah :

$$U_s = c \cdot s \cdot \sqrt{\tau_b} \left[\frac{mm}{sisi} \right] \text{ Untuk } s \leq 3 \text{ mm}$$

Dimana :

U_s = Clearance [mm]

s = Tebal pelat [mm]

c = Konstanta Clearance

τ_b = Tegangan geser material [N/mm²]

2.2.3 Gaya Pemotongan

Gaya pemotongan adalah besarnya gaya minimal yang dibutuhkan pada saat pemotongan. Dalam karya tulis ini hanya difokuskan untuk perhitungan gaya *Shearing*. Persamaannya ialah sebagai berikut:

$$Fs = 0,8 \times U \times s \times Rm \text{ (N)}$$

Dimana :

F_s = Gaya Pemotongan [N]
 U = Keliling area potong [mm]
 s = Tebal produk [mm]
 R_m = Tegangan tarik material [N/mm²]

0,8 merupakan konversi dari tegangan tarik ketegangan geser untuk bahan yang mempunyai tegangan tarik kurang dari 900 N/mm².

2.2.4 Perhitungan Transmisi

2.2.4.1 Rantai dan Sproket

Rantai dan sproket adalah salah satu elemen penerus putaran, transmisi rantai digunakan karena kehandalan dan segi ekonomisnya serta banyak digunakan pada kendaraan, alat pertanian, mesin tekstil dan mesin umum lainnya.

4.1.1 Ratio

$$i = \frac{n_1}{n_2} = \frac{Dt_2}{Dt_1} = \frac{z_2}{z_1}$$

.....(2.3)

Keterangan :

i = ratio

n_1 = putaran 1

n_2 = putaran 2

Dt_1 = diameter tusuk 1

Dt_2 = diameter tusuk 2

z_1 = jumlah gigi rantai sproket kecil

z_2 = jumlah gigi rantai sproket besar

4.1.2 Perencanaan Pemilihan Rantai

Daya Rencana,

$$P_D = \frac{K_A \times P_1 \times f_1}{f_2 \times f_3 \times f_4 \times f_5 \times f_6}$$

K_A = faktor kerja (tabel TB 3-5)

f_1 = faktor jumlah gigi atau $f_1 = 24$

$\times z_1^{-1.08}$ (tabel TB 17-5)

f_2 = faktor jarak poros atau $f_2 =$

$0.45 \times (a/p)^{0.215}$

(tabel TB 17-6)

a = jarak poros dan p

= pitch rantai

f_3 = faktor untuk bilah rantai 0.8

untuk sambungan, 1 tanpa

sambungan

f_4 = faktor jumlah sprocket yang

dilalui rantai atau $f_4 = 0.9^{(n-2)}$

$n = 2$ maka

$f_4 = 1$

f_5 = faktor umur dari 15000 jam

kerja optimal atau dinyatakan $f_5 = (15000/Lh)^{1/3}$

Lh = umur ekspektasi

f_6 = faktor lingkungan (tabel TB

17-7)

4.1.3 Jumlah mata rantai dan jarak antara poros

Jumlah mata rantai $X = 2 \times \frac{a}{p} +$

$$\frac{z_1 + z_2}{2} + \left(\frac{z_2 - z_1}{2\pi} \right)^2 \times \frac{p}{a} * \text{.....(2.5)}$$

atau

$$X = \frac{l_t}{p} **$$

Jarak poros

$$a = \frac{p}{4} \cdot \left[\left(X - \frac{z_1 + z_2}{2} \right) + \sqrt{\left(X - \frac{z_1 + z_2}{2} \right)^2 - 2 \cdot \left(\frac{z_2 - z_1}{\pi} \right)^2} \right]$$

Keterangan:

* untuk konstruksi dua sproket

**berlaku untuk konstruksi sproket lebih dari dua

X = jumlah mata rantai

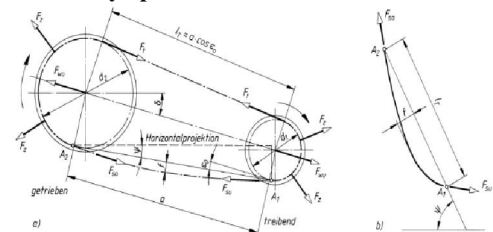
a = Jarak antar poros sprocket (mm)

p = pitch rantai (mm)

z_1 = jumlah gigi rantai sproket kecil

z_2 = jumlah gigi rantai sproket besar

4.1.4 Gaya pada rantai



Gambar 2.3 Gaya – Gaya yang terjadi pada Rantai

a. Gaya keliling atau gaya tangensial akibat momen puntir yang terjadi :

$$Fu = \frac{2x\tau}{d}$$

b. Gaya sentrifugal Fz, akibat gaya berat rantai terhadap putaran

$$Fz = qxv^2$$

c. Gaya tarik akibat gaya berat rantai

jika $\psi = 0^\circ$ maka $F_s = \frac{F_G x l_t}{8x f}$ atau

$$F_s = \frac{q x g x l_t}{8x f_{rel}}$$

jika $\psi > 0^\circ$ maka

$$F_{so} = q x g x l_t x (F'_s x \sin \psi)$$

atau $F_{so} = q x g x l_t x F'_s$

d. Gaya yang ditumpu pada poros adalah

jika $\psi = 0^\circ$ maka $F_w = F_t x C_b + 2x F_s$

jika $\psi > 0^\circ$ maka

$$F_{wo} = F_t x C_b + 2x F_{su}$$

atau

$$F_{wu} = F_t x C_b + 2x F_{su}$$

dimana $\psi = \delta - \varepsilon_0$ dengan

$$\varepsilon_0 = (d_2 - d_1) / 2x a$$

.....(2.16)

e. Gaya gabungan /total yang terjadi adalah

$$F_{tot} = F_t x C_b x l_t + (F_s x F_z)$$

Keterangan :

q = berat rantai per m (kg/m)

F_{wu} =

P_1 = daya penggerak (kW)

F_{wo} = gaya pada poros atas pada $\psi > 0$

v = Kecepatan linier rantai sprocket

l(m/s)

d_1 = diameter tusuk sprocket 1 (mm)

T_1 = momen puntir penggerak (Nm)

F'_s = gaya tarik spesifik (-)

ψ = sudut kemiringan transmisi

F_t = gaya keliling/tangensial

F_w = gaya pada poros $\psi = 0$

C_b = faktor kerja

2.2.5 Poros

Poros seperti halnya poros menerima beban bengkok, namun poros selalu menerima juga pembebanan puntir. Akibat momen bengkok berganti dan momen puntir, maka pada poros selalu terjadi tegangan bengkok berganti dan tegangan puntir berulang berganti.

Pada perhitungan teliti poros dikontrol berdasarkan puntiran dan bengkokan, pembebanan bengkok dan puntir bekerja pada waktu yang bersamaan.

Momen puntir umumnya diakibatkan dari daya dan jumlah putaran pada motor penggerak dan momen bengkok didapat dari gaya-gaya elemen penggerak, misal dari sabuk, tali dan rantai atau dari gaya keliling pada roda gigi dan lain-lain. Perhitungan pada poros diantaranya:

2.5.1 Tegangan Bengkok Maksimum

Pada poros berputar terjadi tegangan bengkok berganti (kasus pembebanan III). Kasus pembebanan III yaitu pembebanan dinamis berganti, Suatu konstruksi yang menerima jenis pembebanan yang berganti-ganti jenis atau berganti-ganti arah. Tegangan akan naik dari nol hingga maksimum dan kembali ke nol lalu naik lagi kearah yang berbeda. Contohnya: batang torak (tarik dan tekan), Poros transmisi (Bengkok berganti dan puntir berganti arah). Tegangan bengkok maksimum terjadi dipenampang yang menerima momen bengkok terbesar.

$$\sigma_{b maks} = \frac{Mb maks}{W_b}$$

.....(2.18)

$\sigma_{b maks}$ = Tegangan bengkok (N/mm^2)

W_b = Momen tahanan bengkok (mm^3)

)

$Mb maks$ = Momen bengkok maksimal (

$N \cdot mm$)

F_s = gaya tarik pada $\psi = 0$

F_{su} = gaya tarik atas bengkok untuk benda silinder pejal

F_{su} = gaya tarik bawah $\psi > 0$

g = grafitas $W_b = \frac{\pi x d^3}{32} \approx 0.1 d^3$

L_t = panjang rantai (mm)

2.5.2 Tegangan Puntir

f_{Rel} = lendutan relative (mm) Akibat dari momen puntir pada poros yang berputar terjadi tegangan puntir berulang (kasus II), terkadang terjadi pula tegangan puntir berganti (kasus III) hal ini terjadi apabila putaran poros bolak balik.

$$\tau_p = \frac{M_p}{W_p}$$

τ_p = Tegangan puntir (N/mm^2)

W_p = Momen tahanan puntir (mm^3)

M_p = Momen puntir ($N.mm$)

Momen tahanan polar untuk benda bulat pejal :

$$W_p \approx 0.2xd^3$$

Jadi untuk pengontrolan kekuatan poros yang telah ditentukan bahan dan ukurannya, tegangan bengkok (σ_b) dan tegangan puntir (τ_p) yang terjadi digabungkan kemudian dibandingkan dengan tegangan bengkok ijin (σ_{bijin}).

.2.5.3 Tegangan Gabungan

$$\sigma_{gab} = \sqrt{\sigma_b^2 + 3(\alpha_0 \tau_p)^2} < \sigma_{bijin}$$

σ_{gab} = Tegangan gabungan (N/mm^2)

σ_b = Tegangan bengkok yang terjadi (N/mm^2)

τ_p = Tegangan puntir yang terjadi (N/mm^2)

α_0 = Perbandingan tegangan pada pembebanan dinamis atau dihitung

σ_{bijin} = Tegangan bengkok ijin (N/mm^2)

Perbandingan tegangan α_0 , didapat dari:

- Untuk pembebanan bengkok berganti dan puntir berulang

$$\alpha_0 = \frac{\sigma_{bganti}}{1.73\tau_{pulang}}$$

- Bila bengkok dan puntiran bekerja pada kasus pembebanan yang sama yaitu keduanya dinamis berganti, maka diambil $\alpha_0 = 1$

.2.5.4 Tegangan Ijin

Disamping tegangan bengkok juga tegangan puntir, maka untuk tegangan ijin pun diambil faktor keamanan 4...6 terdapat tegangan bengkok berganti dikarenakan jenis material yang dipasaran homogenik atau tidak sesuai dengan spesifikasi standard material.

$$\sigma_{ijin} = \frac{\sigma_{bganti}}{4...6}$$

2.3 TEORI ANALISA EKONOMI

2.3.1 Break Even Point (BEP)

Break event point adalah suatu keadaan dimana dalam suatu operasi perusahaan tidak mendapat untung maupun rugi/ impas (penghasilan = total biaya).

BEP amatlah penting kalau kita membuat usaha agar kita tidak mengalami kerugian, apa itu usaha jasa atau manufaktur, diantara manfaat BEP adalah

1. alat perencanaan untuk hasilkan laba
2. Memberikan informasi mengenai berbagai tingkat volume penjualan, serta hubungannya dengan kemungkinan memperoleh laba menurut tingkat penjualan yang bersangkutan.
3. Mengevaluasi laba dari perusahaan secara keseluruhan
4. Mengganti system laporan yang tebal dengan grafik yang mudah dibaca dan dimengerti

Ada beberapa komponen yang berperan disini untuk menghitung BEP yaitu biaya, dimana biaya yang dimaksud adalah biaya variabel dan biaya tetap, dimana pada prakteknya untuk memisahkannya atau menentukan suatu biaya itu biaya variabel atau tetap bukanlah pekerjaan yang mudah, Biaya tetap adalah biaya yang harus dikeluarkan oleh kita untuk produksi ataupun tidak, sedangkan biaya variabel adalah biaya yang dikeluarkan untuk menghasilkan satu unit produksi.

Untuk menghitung BEP kita bisa hitung dalam bentuk unit atau price tergantung untuk kebutuhan.

PERHITUNGAN BEP unit

$$BEP(n) = \frac{FC}{P-HPP}$$

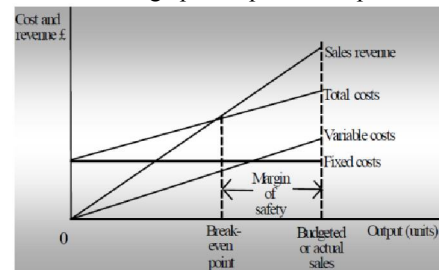
Keterangan:

n : Jumlah Unit

FC : Biaya Tetap

P : Harga jual per unit

HPP : Harga pokok produksi / per unit



Gambar 2.4 Diagram Break Event Point

Biaya tetap adalah total biaya yang tidak akan mengalami perubahan apabila terjadi perubahan volume produksi.

Biaya tetap secara total akan selalu konstan sampai tingkat kapasitas penuh. Biaya tetap merupakan biaya yang akan selalu terjadi walaupun perusahaan tidak berproduksi.

Biaya variable adalah total biaya yang berubah-ubah tergantung dengan perubahan volume penjualan/produksi. Biaya variable akan berubah secara proporsional dengan perubahan volume produksi

3. Perancangan Mesin *Slitting*

3.1. Metoda Perancangan

Metoda perancangan berfungsi untuk menyelesaikan suatu permasalahan perancangan secara sistematis sehingga diperoleh hasil rancangan yang optimal. Secara umum metoda perancangan yang akan dipakai Mesin *Slitting* adalah metode dari VDI 2222 (*Verein Deutsche Ingenieuer* / Persatuan Insinyur Jerman) yang akan digabungkan dengan metode yang lain yang sesuai dengan perancangan mesin *Slitting*.

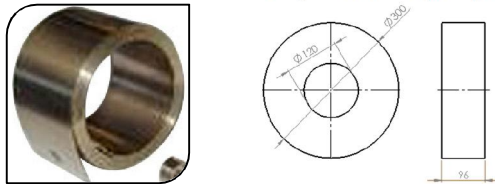
3.2 Merencana

3.2.1 Penugasan Order

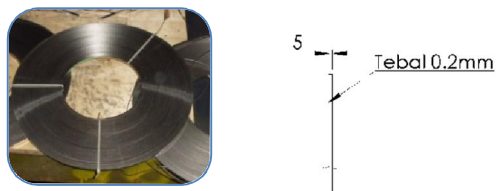
Mesin yang akan dirancang merupakan alat yang akan berfungsi memotong sebuah lembaran plat menjadi pita. Pita stainless 304 adalah suatu komponen yang dipasang bersamaan dengan seal komponen lainnya yang dililitkan untuk dijadikan menjadi satu set winding gasket dan di las bersamaan. *Winding Gasket* adalah satu komponen yang di produksi PT. Jeil Fajar Indonesia dengan pemakaian pita seal kurang lebih 2 ton dalam 1 bulannya.

3.2.2 Analisa Produk

Raw Material yang akan dipotong jenis material *Stainless type* 304 dengan ketebalan 0.2 mm dengan berbentuk Gulungan Plat (Raw Material) yang akan di *Slitting* dibuat menjadi pita.



Gambar 3.1 Gulungan Plat



Gambar 3.2 *Hoop* material yang sudah di potong

3.2.3 Daftar Tuntutan Rancangan

Tuntutan utama dalam pembuatan Mesin *Slitting* adalah menghasilkan rancangan mesin yang ekonomis agar pengeluaran perusahaan dalam pengadaan barang lebih murah dibandingkan dengan membeli jadi. Sehingga perusahaan bisa menginvestasi rancangan mesin yang akan dibuat mengurangi pengeluaran perusahaan dalam pengadaan material stainless.

Berikut beberapa tuntutan Mesin *Slitting* membutuhkan sebuah rancangan sederhana tetapi sesuai dengan tuntutan rancangan yang dibutuhkan terlihat pada table berikut :

Tuntutan Mesin	Spesifikasi	Keterangan
Tuntutan utama		
1 Ukuran Produk	0.2 mm x 5 mm	-
2 Pengoperasian	Mudah dimengerti oleh operator yang akan menjalankan mesin	-
3 Material	SUS 304	-
Tuntutan Pendukung:		
1 Harga Mesin	Biaya pembuatan mesin yang dirancang mengacu harga standard pembuatan dipasaran	Pengajuan harga dari pihak ACC dari pihak PT Jeil Fajar Indonesia
2 Ergonomis	Nyaman digunakan	Dimensi sesuai dengan orang indonesia
Tuntutan tambahan:		
1 Mudah dimanufaktur	-	Mudah dalam pembuatan dan assy
2 Mudah dimaintenance	-	Mudah diperbaiki/diganti <i>Spart Part Standard</i>
Tuntutan Produksi	Spesifikasi	Keterangan
Tuntutan utama		
1 Hasil Pemotongan	± 2315 kg/bulan	-
2 Zero Defect	-	Low Waste

3.3 Tahap Mengkonsep

3.3.1 Studi Referensi

Referensi yang digunakan yaitu berdasarkan literatur-literatur, kontruksi yang serupa sebelumnya juga berupa bimbingan pada pihak - pihak yang terkait dalam perancangan mesin *slitting* seperti pembimbing dan bagian bengkel dari pihak perusahaan.

3.3.2 Pembagian Konsep

Pada tahapan ini dilakukan pembagian fungsi pada mesin *slitting* ini sebagai sarana untuk pencarian alternatif dan pemecahan masalah fungsi tersebut. Pembagian fungsi keseluruhan menjadi fungsi-fungsi bagian diawali dengan metode Blok Fungsi.

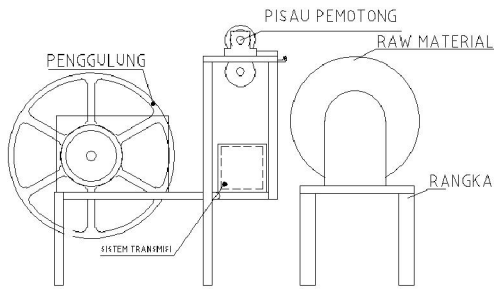
Pada metode ini digambarkan sebagai blok fungsi dengan aliran masukan atau input. Berikut bagan penjelasannya :



Gambar 3.3 *Block* Fungsi

Setelah pembagian Fungsi melalui metode diatas kemudian dilakukan penentuan fungsi keseluruhan dengan penguraian fungsi-fungsi bagian sebagai

sarana untuk pencarian alternatif dan pemecahan masalah fungsi tersebut.



Gambar 3.4 Skema rancangan

Fungsi keseluruhan dapat ditampilkan dalam bentuk skema, seperti yang terlihat pada gambar 3.4 Kemudian dibuatkan bagan penguraian fungsinya seperti berikut:

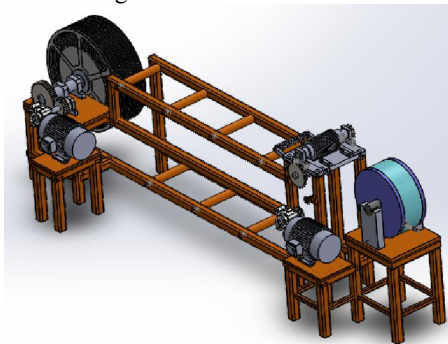


Gambar 3.5 Pembagian fungsi keseluruhan

3.4 Perencanaan Alternatif Fungsi Bagian

Ada beberapa alternatif bagian konstruksi dari mesin Slitting yang di rancang dimana dalam penilaian alternatif yang dibuat mendapatkan kesamaan ataupun kelebihan dan kekurangan dari masing – masing rancangan yang dibuat.

a. Alternatif Fungsi Keseluruhan 1

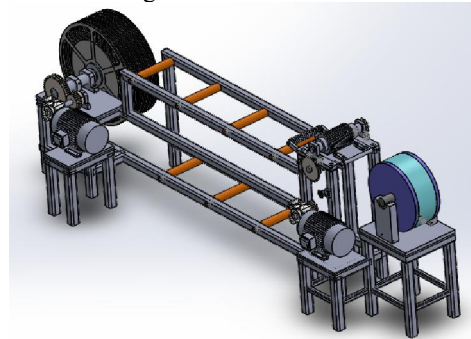


C-2 Pulley system digunakan sebagai penerus daya dan putaran dari motor ke pisau pemotong sebagai penggerak. B-2 Konstruksi Rangka Menggunakan material *stainless steel*. A1 dengan pemakaian Pisau 1 arah pemotongan.

Fungsi Bagian	Alternatif Fungsi Bagian
Pisau Pemotong	A-1 (pisau 1 arah pemotongan)
Rangka Mesin	B-3 (Profil Stainless steel)
Sistem Transmisi	C-2 (Pulley sistem)

Tabel 3.6 Tabel AFK 1.

b. Alternatif Fungsi Keseluruhan 2

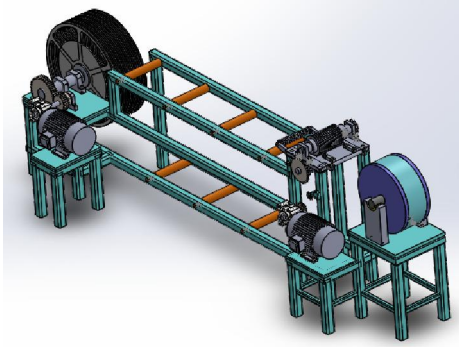


C-1 Rantai dan Sprocket digunakan sebagai penerus daya dan putaran dari motor ke pisau pemotong sebagai penggerak. B-1 Konstruksi Rangka Menggunakan material *steel*. A2 dengan pemakaian Pisau 2 arah pemotongan.

Fungsi Bagian	Alternatif Fungsi Bagian
Pisau Pemotong	A-2 (pisau 2 arah pemotongan)
Rangka Mesin	B-1 (Profil Steel)
Sistem Transmisi	C-1 (Rantai dan Sprocket)

Tabel 3.7 Tabel AFK 2.

c. Alternatif Fungsi Keseluruhan 3



C-3 Roda Gigi digunakan sebagai penerus daya dan putaran dari motor ke pisau pemotong sebagai penggerak. B-2 Konstruksi Rangka Menggunakan material *Aluminium*. A2 dengan pemakaian Pisau 2 arah pemotongan.

Fungsi Bagian	Alternatif Fungsi Bagian
Pisau Pemotong	A-2 (pisau 2 arah pemotongan)
Rangka Mesin	B-2 (Profil Aluminium)
Sistem Transmisi	C-3 (Roda Gigi)

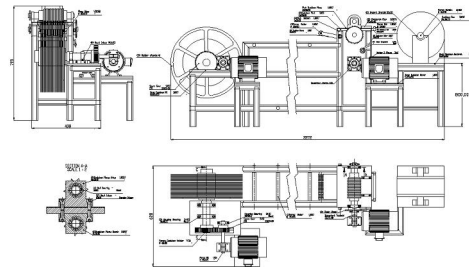
Tabel 3.8 Tabel AFK 3.

3.7 Keputusan

Berdasarkan aspek-aspek diatas maka fungsi kombinasi yang paling ideal dari ke 3 alternatif diatas adalah alternatif (AFK 2). Keputusan ini didasarkan pada penilaian ketiga alternatif fungsi keseluruhan terhadap aspek teknis dan aspek ekonomisnya. Adapun spesifikasi alternatif (AFK 2).

3.8 Gambar Pra Desain (*Draft System*)

Gambar pra disain merupakan gabungan dari penentuan konsep rancangan dan hasil alternatif terpilih pada setiap fungsi bagian pada mengkonsep. Gambar pra disain merupakan gambar draft awal yang belum melalui tahapan perhitungan dan analisa, sehingga masih memungkinkan terdapat kesalahan pada rancangan.



Gambar 3.6 Gambar draft

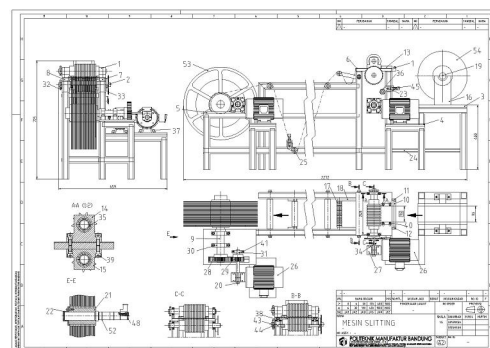
Dari draft yang dihasilkan mesin yang dirancang memiliki dimensi 2272 mm x 660 mm x 725mm. Untuk memenuhi tuntutan hasil perhitungan yang membutuhkan konstruksi yang dapat mengakomodir panjang hasil pemotongan ke penggulung maka dibuat sistem hasil slittingan diposisikan pada poros roller agar dimensi mesin tidak terlalu panjang mengingat area yang ada di PT Jeil Fajar Indonesia terbatas, dan 2 motor yang memiliki rpm berbeda untuk mencegah tarik menarik material hasil pemotongan yang dapat mengakibatkan *hoop* material putus (*reject*)

3.9 Final Disain

Gambar *final* disain merupakan gambar pra disain yang telah melalui tahapan perhitungan dan analisa. Gambar ini telah melalui beberapa koreksi rancangan sehingga dianggap optimal dan berfungsi sesuai dengan tuntutan.

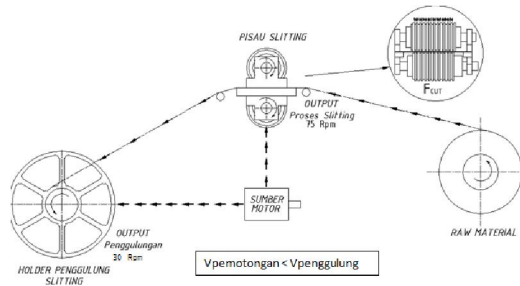
3.10 Gambar Bagian dan Gambar Susunan

Gambar bagian memuat data mengenai *part - part* bukan standar yang akan dibuat. Gambar bagian menunjukkan bentuk, dimensi, serta toleransi untuk masing - masing *part*. Gambar susunan merupakan gabungan (*assembling*) dari seluruh *part* Mesin Slitting, baik yang standar maupun bukan standar. Gambar susunan ini berfungsi untuk menginformasikan posisi dan jumlah dari masing - masing *part* yang digunakan, selain itu menunjukan ukuran terluar dari Mesin yang dirancang.



4. ANALISA HASIL PERANCANGAN

Pada bab ini akan dibahas mengenai perhitungan metode shearing, perhitungan dalam pemilihan komponen yang ada pada mesin slitting. Selain perhitungan yang bersifat teknis pada bab ini dijelaskan pula mengenai perhitungan yang dilakukan untuk mendapatkan estimasi biaya yang dibutuhkan dalam pembuatan mesin slitting yang akan dibandingkan dengan data pengeluaran cost perusahaan dalam jangka waktu tertentu.



Gambar 4.1 Sistem kerja mesin *slitting*

4.1 Perhitungan Gaya Pemotongan (Shearing)

Dalam proses pemotongan strip material maka dicari dulu gaya pemotongan yang terjadi pada pemotongan raw material menjadi plat pita.

Diketahui :
 Bahan : SUS 304
 Rm : 800 N/mm²
 Tebal : 0.2 mm.
 Lebar : 5 mm

4.1.1 Perhitungan Clearance

Dalam perhitungan *clearance*, mengacu pada persamaan $U_s = s \cdot c \% [mm]$, sedangkan factor (c) untuk material SUS dengan Rm 800 N/mm² berdasarkan **Tabel 4.1** Rekomendasi *clearance* adalah 5–9 %.

T
Tabel 4.1 Rekomendasi *Clearance*

JENIS MATERIAL	Rm (N/mm ²)	Working factor (c) %
Mildsteel	< 250	2–3
Mildsteel	250–400	3–5
Steel	400–800	5–9
Al, Brass, Copper		2–4

$$U_s = s \cdot c \% [mm]$$

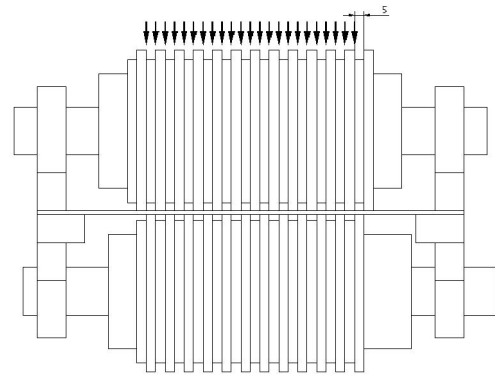
$$= 0.2 \cdot 9 \%$$

$$= 0,02 \text{ mm / sisi}$$

4.1.2 Gaya Potong (Shearing)

$$\begin{aligned}
 F_s &= 0.8 \times U \times s \times R_m \\
 &= 0,8 \times 5 \times 0.2 \text{ mm} \times 800 \text{ N} \\
 &\quad / \text{mm}^2 \\
 &= 640 \text{ N}
 \end{aligned}$$

Dikarenakan Plat pemotong berjumlah 19 side shearing maka jumlah F_s dikalikan $19 \times 640 \text{ N} = 12160 \text{ N}$

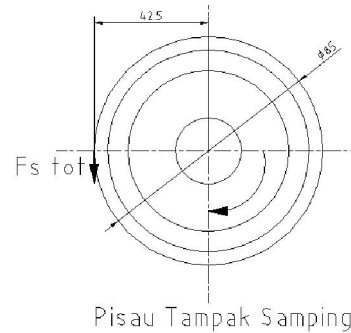


Gambar 4.1 Gaya pemotongan yang terjadi pada proses *slitting*

4.2 Perhitungan Daya Motor

Perhitungan daya motor dihitung pada data F_s Tot yang terjadi pada pemotongan shearing

• Torsi dari Pemotongan Shearing



Gambar 4.2 Gaya Total pada pisau pemotong

Dik : $K_A = 1.6$

$n_{out} = 75 \text{ rpm}$ (Kecepatan yang diinginkan untuk mencapai target produksi)

Dit : Daya motor yang dibutuhkan ?

Jawab :

$$T = 9550 \times K_A \frac{P}{n}$$

$$516.8 \text{ Nm} = 9550 \times 1.6 \times \frac{P}{75}$$

$$P = \frac{516.8 \times 75}{9550 \times 1.6}$$

$$P = 2.5 \text{ kW}$$

Maka didapatkan Motor dengan

$P = 2.5 \text{ kW} \sim \text{Standard } 3 \text{ kW}$ terdapat pada (Lampiran 3)

$n_{\text{motor}} = 1500 \text{ Rpm}$

Karena Rpm yang dibutuhkan oleh rancangan 75 Rpm tetapi pada motor standard 1500 Rpm Sehingga sehingga harus direduksi menggunakan transducer standard dimana penulis menggunakan standard chenta worm gear box dengan perbandingan standard yaitu 1:10 (Lampiran 4)

Perhitungan daya motor dihitung pada data berat material yang terjadi pada system penggulung

- **Torsi sistem penggulung**

$$T = 9550 \times K_A \frac{P}{n}$$

$$375 \text{ N/m} = 9550 \times 1.6 \times \frac{P}{30}$$

$$P = \frac{375 \times 30}{9550 \times 1.6}$$

$$P = 0.67 \text{ kW} \sim 0.75 \text{ kW}$$

4.5 Analisa Ekonomis Rancangan

Untuk Mengetahui kelayakan rancangan yang dibuta perlu dikaji ulang untuk memastikan ekonomis atau tidaknya apabila perusahaan menginvestasi Mesin yang dirancang tersebut , baik dari segi biaya produksi, waktu pembuatan maupun sumber daya tenaga kerja yang digunakan. (Lampiran 12 – 15)

4.5.1 Estimasi Harga Mesin Slitting

No	Jenis Biaya	Biaya
1	Perancangan	Rp. 8.260.000
2	Bahan/Material	Rp 1,843,946
3	Komponen Standard	Rp. 12.365.000
3	Pemesinan	Rp 10.129.000
4	Perakitan	Rp. 1.575.000
Total Pembuatan Mesin Slitting		Rp. 34.172.946

4.5.2 Biaya Tenaga Kerja Langsung

- Tarif Tenaga kerja (data dari perusahaan)

$$Mh = \text{Rp. } 20.231 / \text{jam dibulatkan}$$

4.5.3 Biaya Listrik

Biaya Penggunaan Listrik di pakai motor dengan $P = 3 \text{ kW}$ sehingga ada pengeluaran untuk memproduksi dengan jangka waktu tertentu.

Dik : Jumlah jam Kerja 160 Jam
 Harga 1Kwh = Rp. 1200/Kwh

(data dari perusahaan)

Dit : Biaya Pembayaran Listrik dalam 1 bulan

Jawab : Biaya Listrik dalam 1 jam = $3 \text{ kW} \times \text{Rp. } 1200 = \text{Rp. } 3.600/\text{Jam}$

Total biaya dalam 1 bulan = $\text{Rp. } 3.600 \times 160 = \text{Rp. } 576.000$

4.5.4 Perhitungan BEP

Perusahaan Membutuhkan Material slitting dalam 1 bulan adalah 2315 Kg

- Dik : 1 \$ USD = Rp. 11.400 (08 Agustus 2014) Mandiri
 Depresiasi Mesin untuk 5 tahun (Empirik) = $\frac{\text{HargaMesin}}{\text{life time}} = \frac{34172946}{60} = \text{Rp. } 461.430,66 / \text{bulan}$

Berikut informasi biaya produk spiral wound gasket dengan mata uang USD :

Komponen kalkulasi	Dia 1"	Dia 30"
Harga pokok produksi	0.55	22.963
Biaya bahan baku	0.301	9.515
Biaya tenaga kerja langsung	0.061	5.614
Biaya overhead variable	0.077	3.192
Biaya overhead tetap	0.111	4.641
Margin	0.09	5.216
Harga jual	0.643	34.77

Total Biaya Tetap / bulan

No	Nama Pengeluaran	Jumlah
1	Material Raw Material (2.3ton)	Rp. 102.000.000
2	Biaya Tenaga Kerja	Rp. 3.236.960
3	Biaya Listrik	Rp. 576.000
4	Depresiasi Mesin	Rp. 461.430
5	Maintenance	Rp. 13.845
Jumlah		Rp. 106.288.233

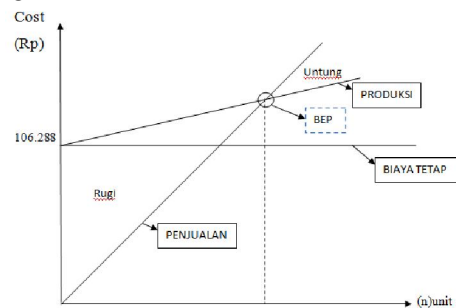
Data dari perusahaan

$$BEP \text{ (Unit brg)} = \frac{FC(Rp)}{P(Rp) - HPP(Rp)}$$

$$BEP \text{ (Unit brg)} = \frac{106.288.233}{396378 - 261778.2}$$

$$BEP \text{ (Unit brg)} = 789.66 \text{ pcs}$$

Diagram Of Break Event Point



Gambar 4.3 Diagram Break Event Point

4.5.5 Perhitungan Selisih Harga

Dik : Harga 1 bonbin = Rp. 987.500/20kg (Data Dari Perusahaan)

Dit : Berapa rupiah yang akan dikeluarkan perusahaan?

Jawab :

$$2315 / 20 = 115.75 \sim 116 \text{ Bonbin}$$

$$116 \text{ Bonbin} \times \text{Rp. } 987.500 = \text{Rp. } 114.550.000$$

Selisih Biaya = Biaya Pembelian - Biaya Tetap

$$\text{Rp. } 114.550.000 - \text{Rp. } 106.288.233 = \text{Rp. } 8.261.767$$

4.5.6 Perhitungan Waktu *Slitting*

Jika dik : rpm yang ditentukan adalah 75 rpm dengan panjang material yang bisa terpotong adalah 267 mm untuk radius pisau maka :

1 Gulung Raw Material = 45.6 kg atau terdiri dari \pm 300 meter

Dit : Berapa Lama Waktu (Jam) Proses untuk 2315 kg Raw Material ?

$$\text{Jawab : } 267 \times 75 \text{ rpm} = 20025 \text{ mm/menit}$$

Kebutuhan Raw Material dalam 1 bulan 2315 kg sehingga \pm 15230 meter \sim 15230000 mm

$$15230000 \text{ mm} : 20025 = 760.5 \text{ menit} \sim 12.6 \text{ Jam}$$

5. Kesimpulan

Dari hasil perancangan Mesin *slitting* untuk Spiral Winding Gasket di PT. Jeil Fajar Indonesia dapat disimpulkan beberapa hal yaitu :

- Rancangan dapat menghasilkan *hoop* material dalam jangka waktu waktu 12.6 jam untuk menghasilkan hasil proses *slitting* sebesar 2315 kg sehingga memenuhi kebutuhan produksi SWG.
- Perusahaan dapat menurunkan cost pengadaan *hoop* material dari hasil *slitting* sendiri mencapai Rp. 8.264.767/bulan.
- Untuk biaya pembuatan mesin *slitting* adalah Rp. 34.172.946
- Dimensi mesin yang dirancang adalah 2272x 628 x 725 ini disesuaikan dengan area yang tersedia di PT Jeil Fajar Indonesia
- Untuk Sistem penggerak menggunakan mekanisme sprocket dan rantai yang dihubungkan dengan roda gigi yang saling

berhubungan untuk proses pemotongan dan proses penggulangan hasil *slitting* mesin

- Break Event Point dengan pemakaian produk dengan dimensi 30" yaitu diangka 790 pcs

5.2 SARAN

- Dalam upaya pemenuhan persyaratan teknis, kesesuaian fungsi, dalam perancangan mesin *slitting* untuk proses *shearing* diperlukan studi kelayakan yang memadai, sehingga hasil perancangannya betul-betul bisa direalisasikan sesuai dengan tuntutan yang ada.

Daftar Pustaka

Muhs. Dieter.:Wittel.Herbert.:Jannasch.Dieter.:Voßiek.Joachim:Rolloff/Matek Machinelemente. Braunschweig, Reutlingen, Augsburg im Fru" hjahr 2007

Goeritno,Wahjoe. *Standar Polman Seri 0*. Bandung: Politeknik Manufaktur Negeri Bandung. 2000

Rochim, Taufiq.1993. *Teori dan Teknologi Proses Permesinan*. Bandung : Fakultas Teknik Industri, ITB.

Herman Jütz .1966. *Westerman Tables*. New Delhi : Wiley Eastern Limited.

Apriyono, Andri: *Manajemen Keuangan*. Perencanaan. BEP. February 2009

Machine Tools Handbook, Chapter 2, P.H.Joshi, McGraw Hill, 2007