

BAB II

PENDEKATAN PEMECAHAN MASALAH

A. Kajian Produk

Mesin *Flame Cutting Radius* merupakan sebuah alat yang berfungsi sebagai pemotong plat yang hasilnya berbentuk lingkaran. Mesin ini menggunakan motor listrik sebagai sumber tenaga penggerak di mana penggunaanya hanya cukup menggeser tombol *on/off* untuk menjalankan mesin ini.

Mesin *Flame Cutting Radius* ini menggunakan sistem transmisi berupa *pulley* dan sabuk karet. Pendistribusian tenaga berawal dari motor listrik ditransmisikan ke sabuk 1 yang kemudian dengan menggunakan *pully* 1 akan ditransmisikan lagi ke sabuk 2 dan selanjutnya akan distribusikan ke *pulley* 2. *Pulley* 3 ini berfungsi untuk memutar Brander. Ketika motor listrik hidup secara berurutan akan memutar *pulley* 1 dan *pulley* 2 dengan sabuk sebagai perantara, kemudian akan menggerakkan pula *pulley* 3 sebagai perantara untuk memnggerakkan brender, yang akhirnya akan mengerakkan brender yang berada dibawah secara radius. Ketika brender dengan nyala api berputar secara otomatis akan membentuk lingkaran (radius).

Salah satu keunggulan mesin ini terletak pada kecepatan dengan mudah dapat diatur oleh pemakainya dengan cara memainkan tombol putar pengatur kecepatan yang terdapat pada mesin tanpa mengganggu proses pemotongan dalam bekerja.

B. Tuntutan Mesin *Flame Cutting Radius* dari Sisi Pengguna

Terdapat beberapa jenis mesin *Flame Cutting Radius* yang digunakan oleh Industri. Berbagai macam mesin tersebut sebagian besar masih menggunakan tenaga manual sebagai tenaga utama penggerak putarannya. Penggunaan tenaga manual (tenaga manusia) sangatlah tidak efisien sehingga dibutuhkan tenaga lain dalam hal ini motor listrik sebagai tenaga penggerak putaran penggantinya. Penggunaan tenaga manual akan sangat memakan waktu dan kecepatan yang dihasilkannya tidak tetap karena dipengaruhi stamina. Adapun tuntutan mesin yang diharapkan dan harus terpenuhi antara lain adalah :

1. tidak menggunakan tenaga manusia lagi sebagai tenaga penggerak putarannya,
2. mesin memiliki dimensi yang kecil,
3. mudah dipindahkan dari satu tempat ke tempat lain,
4. mudah dalam pengoperasian dan perawatan,
5. kecepatan putaran mudah diatur sesuai dengan ukuran dimensi benda yang akan dibuat,
6. aman bagi penggunanya.

C. Analisis Morfologi Mesin *Flame Cutting Radius*

Analisis morfologi adalah suatu pendekatan yang sistematis dalam mencari sebuah alternatif penyelesaian dengan menggunakan matriks sederhana. Analisis morfologi suatu mesin dapat terselesaikan dengan memahami karakteristik mesin dan mengerti akan berbagai fungsi komponen

yang akan digunakan dalam mesin. Dengan segala sumber informasi tersebut selanjutnya dapat dikembangkan untuk memilih komponen-komponen mesin yang paling ekonomis, segala perhitungan teknis dan penciptaan bentuk dari mesin yang menarik. Analisis morfologi sangat diperlukan dalam perancangan mesin *Flame cutting Radius* untuk mendapatkan sebuah hasil yang maksimal dan dalam hal ini pengalaman dan pengetahuan dari perancangan akan mesin *Flame Cutting Radius* sangat memberi andil.

Mesin *Flame Cutting Radius* merupakan sebuah alat yang berfungsi sebagai pemotong plat sehingga berbentuk lingkaran. Mesin *Flame Cutting Radius* ini menggunakan sumber tenaga berupa motor listrik sebuah *Power window* dengan daya 12 volt dan memiliki putaran 60 rpm, menggunakan sistem transmisi sabuk dan *pulley*. Transmisi sabuk berfungsi sebagai pereduksi kecepatan putar dan memindah putaran sedangkan *pulley* berfungsi untuk mereduksi kecepatan putar dan meneruskan putaran dari sabuk 2 ke sabuk 3.

Secara garis besar pertimbangan dalam merancang mesin *Flame Cutting Radius* tersebut berdasarkan pada:

1. Secara teknis alat harus dapat dipertanggung jawabkan, dalam hal ini meliputi:
 - a. ukuran mesin tidak terlalu besar sehingga memungkinkan untuk dipindah,
 - b. mesin mudah dioperasikan dan mudah dalam perawatan dan perbaikannya,

- c. kecepatan putaran mudah diatur sesuai dengan dimensi benda yang akan dibuat,
 - d. konstruksi mesin harus mampu bekerja sesuai dengan fungsi utama mesin,
 - e. mesin aman digunakan oleh pengguna.
2. Secara ekonomi menguntungkan (ekonomis), hal ini terakait dengan:
- a. penggunaan listrik tidak terlalu besar karena mesin ini menggunakan motor *power window* dengan daya yang relatif kecil,
 - b. penggunaan mesin ini dapat menyingkat waktu sehingga proses pemotongan plat secara melingkar dapat lebih optimal,
 - c. kualitas pemotongan yang dibuat sama kulaitasnya karena kecepatan putaran yang tetap karena menggunakan sumber tenaga penggerak motor *power window*.
3. Secara sosial dapat diterima oleh masyarakat (pengguna), hal ini berkaitan dengan:
- a. mesin *Flame Cutting Radius* ini merupakan hasil pengembangan dari alat yang mulanya bertenaga manual kini menjadi bertenaga motor listrik, sehingga nantinya mesin ini mampu diterima oleh masyarakat menggantikan mesin yang telah ada tanpa mengubah fungsi utama dari alat yang terdahulu,

- b. mesin ini juga harus memiliki konstruksi yang benar-benar aman digunakan, sehingga tidak membahayakan pengguna dan lingkungan sekitarnya.

Berdasarkan pertimbangan dan penjelasan yang terkait dengan produk yang berupa mesin *Flame Cutting Radius* dapat gambaran mengenai kebutuhan spesifikasinya. Berikut ini adalah daftar spesifikasi yang dimaksud :

Tabel 1. Tuntutan Perancangan Mesin *Flame Cutting Radius*

| No. | Tuntutan Perencanaan | Persyaratan | Tingkat Kebutuhan |
|-----|----------------------|--|-----------------------|
| 1. | Energi | a. Menggunakan tenaga motor | D |
| 2. | Kinematika | a. Mekanismenya mudah beroperasi b. Menggunakan transmisi untuk mendapatkan keuntungan mekanis | D D |
| 3. | Material | a. Mudah didapat dan murah harganya b. Baik mutunya c. Sesuai dengan standar umum d. Memiliki umur pakai yang panjang e. Mempunyai sifat mekanis yang baik | D W D D D |
| 4. | Geometri | a. Panjang area kerja ± 80 cm b. Lebar ± 50 cm c. Tinggi ± 70 cm d. Dimensi dapat diperbesar atau diperkecil | D D D W |
| 5. | Ergonomi | a. Sesuai dengan kebutuhan b. Mudah dipindahkan c. Tidak bising d. Mudah dioperasikan | D D D D |
| 6. | Sinyal | a. Petunjuk pengoperasian mudah dimengerti dalam bahasa Indonesia b. Petunjuk pengoperasian mudah dipahami | D D |
| 7. | Keselamatan | a. Konstruksi harus kokoh b. Bagian yang berbahaya ditutup c. Tidak menimbulkan polusi | D D W |
| 8. | Produksi | a. Dapat diproduksi bengkel kecil b. Suku cadang murah dan mudah didapat | D D |

| | | | |
|-----|--------------|---|-------------|
| | | c. Biaya produksi relatif murah d. Dapat dikembangkan lagi | W W |
| 9. | Perawatan | a. Biaya perawatan murah b. Perawatan mudah dilakukan c. Perawatan secara berkala | D D W |
| 10. | Transportasi | a. Mudah dipindahkan b. Perlu alat khusus untuk memindah | D D |

Keterangan :



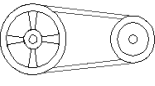
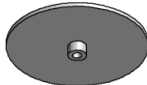
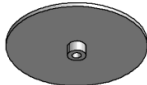
1. Keharusan (*Demands*) disingkat D, yaitu syarat mutlak yang harus dimiliki mesin bila tidak terpenuhi maka mesin tidak diterima.
2. Keinginan (*Wishes*) disingkat W, yaitu syarat yang masih bisa dipertimbangkan keberadaannya agar jika mungkin dapat dimiliki oleh mesin yang dimaksud.

D. Morfologi Mesin

Berdasarkan akan analisis di atas maka mesin yang akan dibuat adalah sebuah mesin *Flame Cutting Radius* dengan tidak lagi menggunakan tenaga manual sebagai tenaga penggerak putaran utamanya. Mesin yang akan dibuat memiliki kelebihan dimana kecepatan putarannya dapat diatur sesuai dengan keinginan dan kebutuhan penggunanya dan aman digunakan.

Berdasarkan cara kerja, identifikasi kebutuhan dan keterangan spesifikasi kebutuhan mesin untuk mendapatkan klasifikasi kebutuhan komponen yang memiliki nilai ergonomis dan ekonomis, maka dapat digunakan alternatif penyelesaian tugas desain dengan matriks morfologi.

Tabel 2. Matriks Morfologi Mesin *Flame Cutting Radius*

| No. | Sub komponen | Variasi | | |
|-----|---------------------|--|---|---|
| | | 1 | 2 | 3 |
| 1. | Penggerak |  <i>power window</i> |  Tenaga manusia | Gabungan <i>power window</i> dan tenaga manusia |
| 2. | Sistem Transmisi |  sabuk dan <i>Pulley</i> |  kayu | Gabungan dengan sabuk dan <i>pulley</i> |
| 3. | Pemutar |  kayu | | |
| 4. | Profil rangka mesin | poros | | |

Berdasarkan tabel matriks morfologi *Flame Cutting Radius* yang terpilih adalah sebagai berikut :

1. Sumber tenaga penggerak dipilih varian 1 yaitu *power window* karena tidak menimbulkan polusi dan dayanya relatif kecil.
2. Sistem transmisi dipilih varian 2 yaitu gabungan antara sabuk dan *pulley*. Alasan pemilihan sabuk dan *pulley* karena sabuk dan *pulley* sangat mudah digunakan.

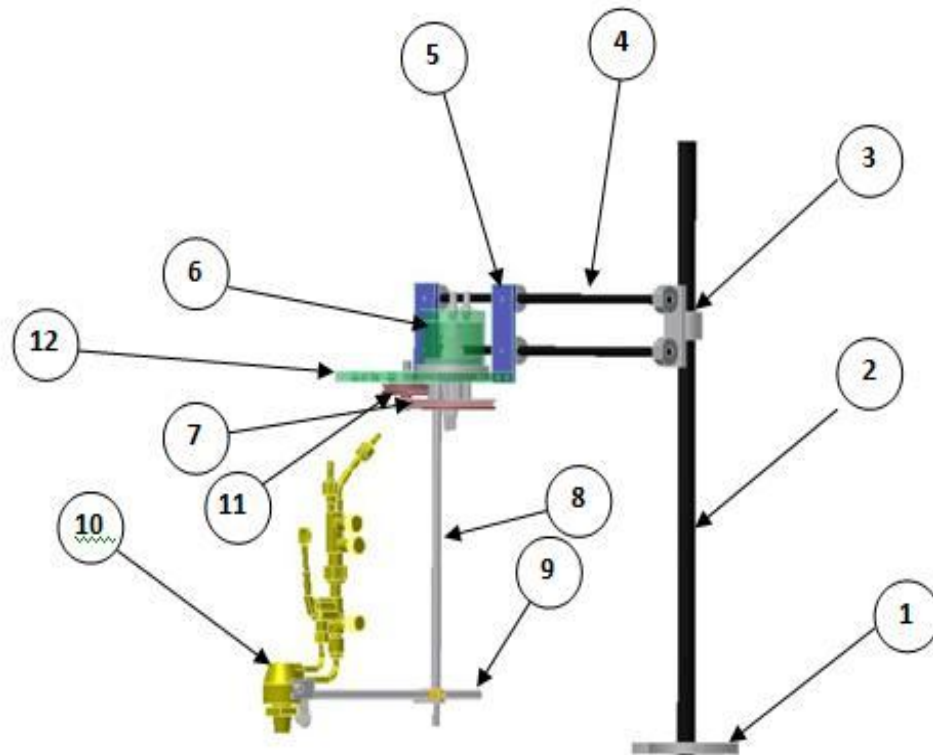
3. Kepala pemutar dipilih varian 3 hal ini dikarenakan penggunaan kayu dirasa akan aman bagi tangan pemakai selain itu kayu juga tahan akan korosi.
4. *Profil rangka* dipilih varian 4 Alasan penggunaan poros ini dikarenakan lebih murah dan umum digunakan sebagai rangka.

Tabel 3. Spesifikasi Mesin *Flame Cutting Radius*

| No. | Nama Bagian | Ukuran | Bahan | Keterangan |
|-----|--|--------------------|------------------|-------------------|
| 1. | Motor listrik | - | - | 12 volt 60 Rpm |
| 2. | Plendes | Ø 300 mm | Besi cor | 1 buah |
| 3. | Poros rangka 1 | Ø 20 mm | ST 42 | 1 buah |
| 4. | Penghubung poros rangka 1 dan poros rangka 2 | 102x33x40mm | AL | 2 buah |
| 5. | Poros rangka | Ø 12 mm Ø 12 mm | ST 42 | 1 buah 1 buah |
| 6. | Penahan | 102x33x40mm | AL | 2 buah |
| 7. | Tabung jalur gas | Ø 100 mm | <i>Cast Iron</i> | 1 buah |
| 8. | <i>Pulley</i> penghubung | Ø 68 mm | Kayu | 1 buah |
| 9. | Poros penerus putaran | Ø 10 mm | ST 42 | 1 buah |
| 10. | Poros pemegang brender | Ø 10 mm | ST42 | 1 buah |
| 11. | Brender las | - | - | 1 set |
| 12. | <i>Pulley</i> penggerak Brender | Ø 68 mm | kayu | 1 buah |
| 13. | Plat penahan motor dan tabung jalur gas | 195x149x12 mm | - | 1 buah |
| 14. | Selang gas las | - | - | 2 buah |
| 15. | Saluran gas | Ø 16 mm | - | 1 buah |

E. Gambar Mesin

1. Gambar Teknologi.



Gambar 1. Mesin *Flame Cutting Radius*

Keterangan :

- | | |
|---|---|
| 1. Plendes | 7. <i>Pulley</i> Penghubung |
| 2. Poros rangka 1 | 8. Poros penerus putaran |
| 3. Penghubung poros rangka 1 dan poros rangka 2 | 9. Poros pemegang brender |
| 4. Poros rangka 24pcs | 10. Brender 1set |
| 5. Penahan 2pcs | 11. <i>Pulley</i> penggerak brender |
| 6. Tabung jalur gas 1Set | 12. Plat penahan motor dan tabung jalur gas |

2. Cara Kerja Mesin.

Mesin *Flame Cutting Radius* ini bekerja ketika saklar digeser dengan terlebih dahulu menyalakan motor listrik dengan menghidupkan tombol *power supply on/off*. Ketika tombol *on/off* digeser akan menghidupkan motor listrik dan memutar *pulley* yang tersambung dimotor listrik. Dengan bantuan sabuk, putaran tersebut akan diteruskan pada *pulley* yang terpasang pada poros horisontal. Berputarnya *pulley* penghubung akan memutar pula poros penerus putaran yang terpasang disalah satu dari *pulley* penerus tersebut.

3. Langkah Pengoperasian Mesin.

Langkah-langkah yang dilakukan dalam pengoperasian mesin *Flame Cutting Radius* ini adalah sebagai berikut :

- a. siapkan mesin *Flame Cutting Radius*,
- b. siapkan plat yang akan di potong dengan tebal 5-10 mm,
- c. atur ukuran sesuai kebutuhan, diameter yang diinginkan,
- d. atur tekanan *oksigen* dan *asetelline*,
- e. nyalakan brender hingga api menjadi fokus,
- f. panaskan besi hingga warna merah bara,
- g. jika sudah merah bara nyalakan motor pada kecepatan yang telah ditentukan sehingga pemotong berputar dan menghasilkan besi potongan dengan diameter yang dibutuhkan,
- h. jika benda sudah terpotong matikan tuas *oksigen* dan matikan saklar dan matikan pula api fokus ada *oksigen*,

- i. matikan motor listrik dengan mengeser tombol *OFF*,
- j. setelah selesai cabut steker dari sumber listrik.

F. Identifikasi 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). Dalam mendesain atau merancang sebuah produk sangat bergantung pada daya imajinasi sang perancang. Langkah awal yang sering diambil oleh seorang perancang produk adalah membuat sebuah sketsa atau gambar kasar dari produk yang akan dibuat. Sketsa tersebut kemudian dikembangkan dengan memperhatikan beberapa teknik dasar perancangan sehingga didapat sebuah sketsa gambar yang *final*. Berdasarkan sketsa gambar tersebut, perancang kemudian menghitung segala sesuatu terkait dengan produk yang akan dibuat seperti jenis bahan yang akan digunakan, kekuatan dari bahan, komponen-komponen yang akan dibeli, dimensi produk dan lain-lain. Hasil akhir dari desain perancangan ini adalah sebuah gambar kerja yang nantinya dapat digunakan untuk membuat produk oleh pihak produksi. Sebuah gambar kerja yang baik adalah gambar kerja yang telah mengikuti setiap aturan yang berlaku dalam gambar kerja.

2. Poros

Poros merupakan salah satu bagian dari mesin yang sangat penting karena hampir semua mesin meneruskan tenaga bersama-sama dengan putaran, oleh karenanya poros memegang peranan utama dalam transmisi dalam sebuah mesin. Poros dibedakan menjadi tiga macam berdasarkan penerusan dayanya (Sularso, 1991:1) yaitu

a. Poros transmisi

Poros macam ini mendapatkan beban puntir murni atau puntir dan lentur. Daya ditransmisikan kepada poros ini melalui *kopling*, roda gigi, *pully* sabuk, atau *sprocket* rantai dan lain-lain.

b. Spindel

Poros transmisi yang relatif pendek, seperti poros utama mesin perkakas, dimana beban utamanya berupa puntiran yang disebut *spindel*. Syarat utama yang harus dipenuhi poros ini adalah deformasi harus kecil dan bentuk serta ukurannya harus teliti.

c. Gandar

Poros seperti yang dipasang diantara roda-roda kereta barang, dimana tidak mendapat beban puntir, bahkan kadang-kadang tidak boleh berputar, disebut gandar. Gandar hanya memperoleh beban lentur kecuali jika digerakkan oleh penggerak dia akan mengalami beban puntir juga.

Hal-hal yang sangat penting yang perlu diperhatikan dalam merancang sebuah poros adalah :

a. Kekuatan Poros

Poros transmisi akan menerima beban puntir (*twisting moment*), beban lentur (*bending moment*) ataupun gabungan antara beban puntir dan lentur. Dalam perancangan poros perlu memperhatikan beberapa faktor, misalnya : kelelahan, tumbukan dan pengaruh konsentrasi tegangan bila menggunakan poros bertangga ataupun penggunaan alur pasak pada poros tersebut. Poros yang dirancang tersebut harus cukup aman untuk menahan beban-beban tersebut.

b. Kekakuan poros

Meskipun sebuah poros mempunyai kekuatan yang cukup aman dalam menahan pembebanan tetapi adanya lenturan atau defleksi yang terlalu besar akan mengakibatkan ketidaktepatan (pada mesin perkakas), getaran mesin (*vibration*) dan suara (*noise*). Oleh karena itu disamping memperhatikan kekuatan poros, kekakuan poros juga harus diperhatikan dan disesuaikan dengan jenis mesin yang akan ditransmisikan dayanya dengan poros tersebut.

c. Putaran Kritis

Bila putaran mesin dinaikan maka akan menimbulkan getaran (*vibration*) pada mesin tersebut. Batas antara putaran mesin yang mempunyai jumlah putaran normal dengan putaran mesin yang menimbulkan getaran yang tinggi disebut putaran kritis. Hal ini

dapat terjadi pada turbin, motor bakar, motor listrik, dan lain-lain. Selain itu, timbulnya getaran yang tinggi dapat mengakibatkan kerusakan pada poros dan bagian-bagian lainnya. Jadi dalam perancangan poros perlu mempertimbangkan putaran kerja dari poros tersebut agar lebih rendah dari putaran kritisnya,

d. Korosi

Apabila terjadi kontak langsung antara poros dengan *fluida korosif* maka dapat mengakibatkan korosi pada poros tersebut, misalnya *propeller shaft* pada pompa air. Oleh karena itu, pemilihan bahan-bahan poros (plastik) dari bahan yang tahan korosi perlu mendapat prioritas utama.

e. Bahan Poros

Poros yang biasa digunakan untuk putaran tinggi dan beban yang berat pada umumnya dibuat dari baja paduan (*alloy steel*) dengan proses pengerasan kulit (*case hardening*) sehingga tahan terhadap keausan. Beberapa diantaranya adalah baja *chrom nikel*, baja *chrom nikel molebdenum*, baja *chrom*, baja *chrom molibden*, dan lain-lain.

Tabel 4. Pengolongan Baja Secara Umum

| 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 |
|-------------------|---------|

(Sularso, 1991:4)

Sekalipun demikian, baja paduan khusus tidak selalu dianjurkan jika alasannya hanya karena putaran tinggi dan pembebanan yang berat saja. Dengan demikian perlu dipertimbangkan dalam pemilihan jenis proses heat treatment yang tepat sehingga akan diperoleh kekuatan yang sesuai.

Perhitungan yang digunakan dalam merancang sebuah poros yang mengalami beban lentur maupun puntir antara lain :

a. Menghitung daya rencana

$$P_d = f_c \cdot P \quad (kW) \quad (\text{Sularso, 1991:7}) \dots\dots\dots (1)$$

Keterangan:

P_d = daya rencana (kW).

f_c = faktor koreksi.

P = daya nominal (kW).

b. Menghitung momen yang terjadi pada poros

$$T = 9,74 \times 10^5 \frac{P_d}{n_1} \quad (\text{Sularso, 1991:7}) \dots\dots\dots (2)$$

Keterangan:

T = momen rencana (kg.mm).

n_1 = putaran poros (rpm).

c. Mencari tegangan geser yang diizinkan

$$\tau_a = \sigma_B / (Sf_1 \times Sf_2) \quad (\text{Sularso, 1991:8}) \quad \dots\dots\dots (3)$$

Keterangan:

τ_a = tegangan geser yang diizinkan (kg/mm²).

σ_B = kekuatan tarik (kg/mm²).

Sf_1, Sf_2 = faktor keamanan.

d. Mencari tegangan yang terjadi pada poros

$$\tau_{\max} = \left(5,1/d_s^3\right) \sqrt{(K_m M)^2 + (K_t T)^2} \quad (\text{Sularso, 1991:7}) \quad \dots\dots (4)$$

Keterangan:

τ_{\max} = tegangan geser maksimal (kg/mm²).

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 1991: 17).

e. Menentukan diameter poros

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

Keterangan:

K_m = faktor koreksi momen lentur.

M = momen lentur (kg.mm).

K_t = faktor koreksi momen puntir.

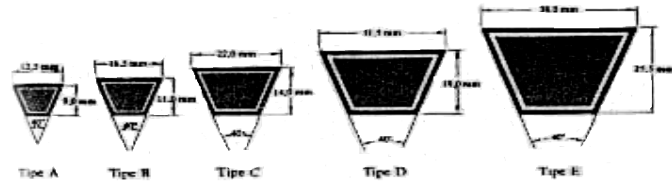
T = momen puntir (kg.mm).

3. Sabuk-V

Jarak yang cukup jauh yang memisahkan antara dua buah poros mengakibatkan tidak memungkinkannya menggunakan transmisi langsung dengan roda gigi. Sabuk-V merupakan sebuah solusi yang dapat digunakan. Sabuk-V adalah salah satu transmisi penghubung yang terbuat dari karet dan mempunyai penampang trapesium. Dalam penggunaannya sabuk-V dibelitkan mengelilingi alur puli yang berbentuk V pula. Bagian sabuk yang membelit pada puli akan mengalami lengkungan sehingga lebar bagian dalamnya akan bertambah besar (Sularso, 1991:163).

Sabuk-V banyak digunakan karena sabuk-V sangat mudah dalam penanganannya dan murah harganya. Selain itu sabuk-V juga memiliki keunggulan lain dimana sabuk-V akan menghasilkan transmisi daya yang besar pada tegangan yang relatif rendah serta jika dibandingkan dengan

transmisi roda gigi dan rantai, sabuk-V bekerja lebih halus dan tak bersuara.



Gambar 2. Penampang Sabuk-V

Penampang sabuk-V dapat diperoleh atas dasar daya rencana dan putaran poros penggerak. Daya rencana dihitung dengan mengalikan daya yang diteruskan dengan faktor koreksi. Transmisi sabuk-V hanya dapat menghubungkan poros-poros yang sejajar dengan arah putaran yang sama.

Sabuk-V selain juga memiliki keunggulan dibandingkan dengan transmisi-transmisi yang lain, sabuk-V juga memiliki kelemahan dimana sabuk-V dapat memungkinkan untuk terjadinya slip. Oleh karena itu, maka perencanaan sabuk-V perlu dilakukan untuk memperhitungkan jenis sabuk yang digunakan dan panjang sabuk yang akan digunakan. Perhitungan yang digunakan dalam perancangan sabuk-V antara lain:

Perhitungan yang digunakan dalam perancangan sabuk-V antara lain:

a. Daya rencana (P_d)

$$P_d = f_c \times P \quad (\text{Sularso, 1991:7}) \dots\dots\dots (8)$$

Keterangan:

P = daya (kW).

P_d = daya rencana (kW).

b. Momen rencana (T_1, T_2)

$$T_1 = 9,74 \times 10^5 \times \left(\frac{P_d}{n_1} \right) \text{ (kg.mm)} \quad \text{(Sularso, 1991:7) (9)}$$

Keterangan:

P_d = daya rencana (kW).

n_1 = putaran poros penggerak (rpm).

c. Kecepatan sabuk (v)

$$v = \frac{d_p n_1}{60 \times 1000} \text{ (Sularso, 1991:166) (10)}$$

Keterangan:

V = kecepatan puli (m/s).

d_p = diameter puli kecil (mm).

n_1 = putaran puli kecil (rpm).

d. Putaran sabuk < putaran poros, baik.

e. Panjang keliling (L)

$$L = 2C + \frac{\pi}{2}(D_p + d_p) + \frac{1}{4C}(D_p - d_p)^2 \text{ (Sularso, 1991:170) (11)}$$

f. Sudut kontak (θ)

$$\theta = 180 - \frac{57(D_p - d_p)}{C} \quad (\text{Sularso, 1991:173}) \dots t \dots \dots \dots (12)$$

faktor koreksi ($k\theta$) = 0,99°

Keterangan :

L = Panjang keliling

θ = sudut kontak

C = jarak sumbu poros (mm)

D_p = diameter puli besar (mm)

d_p = diameter puli kecil (mm)

G. 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.

a. Biaya

Biaya dalam arti luas adalah pengorbanan sumber ekonomi yang diukur dalam satuan uang yang telah terjadi atau yang kemungkinan akan terjadi untuk tujuan tertentu. Sedangkan biaya dalam arti sempit adalah pengorbanan sumber ekonomi untuk memperoleh aktiva (Mulyadi, 1993).

Biaya digolongkan dengan berbagai macam cara. Penggolongan biaya ditentukan atas dasar tujuan yang hendak dicapai. Biaya dapat digolongkan menurut :

1) Objek pengeluaran.

Objek pengeluaran merupakan dasar penggolongan biaya. Misalnya biaya gaji dan biaya asuransi.

2) Fungsi pokok dalam perusahaan.

Biaya menurut fungsi pokok dalam perusahaan terbagi menjadi tiga, yaitu: biaya produksi, biaya pemasaran dan biaya administrasi. Biaya produksi adalah biaya-biaya yang terjadi untuk mengolah bahan baku menjadi produk jadi yang siap untuk dijual. Contoh: biaya bahan baku, biaya karyawan, biaya bahan penolong. Biaya pemasaran adalah biaya-biaya yang terjadi untuk melaksanakan kegiatan pemasaran produk. Contoh: biaya iklan, biaya promosi, biaya angkutan. Sedangkan biaya administrasi adalah biaya-biaya untuk mengkoordinasi kegiatan produksi dan pemasaran produk. Contoh biaya personalia, biaya akuntan dan biaya foto kopi.

3) Hubungan biaya dengan sesuatu yang dibiayai.

Berdasarkan hubungannya, biaya dibagi menjadi dua golongan, yakni: biaya langsung dan biaya tidak langsung.

a) Biaya langsung adalah biaya yang terjadi yang penyebab satu-satunya karena ada sesuatu yang dibiayai.

- b) Biaya tidak langsung adalah biaya yang terjadi tidak hanya disebabkan oleh sesuatu yang dibiayai.
- 4) Perilaku dalam hubungannya dengan perubahan volume kegiatan.
Berdasarkan perilaku dalam hubungannya dengan volume kegiatan, biaya digolongkan menjadi tiga, yaitu: biaya variabel, biaya semivariabel, biaya *semifixed*, dan biaya tetap.
- a) Biaya variabel adalah biaya yang jumlah totalnya berubah sebanding dengan perubahan volume kegiatan.
- b) Biaya semivariabel adalah biaya yang berubah tidak sebanding dengan perubahan volume kegiatan.
- c) Biaya *semifixed* adalah biaya yang tetap untuk tingkat volume kegiatan tertentu dan berubah dengan jumlah yang konstan pada volume produksi tertentu.
- d) Biaya tetap atau *fixed cost* adalah biaya yang jumlah totalnya tetap dalam kisar volume kegiatan tertentu.
- 5) Jangka waktu manfaatnya
Berdasarkan jangka waktu manfaatnya biaya dapat dibagi menjadi dua, yaitu: pengeluaran modal dan pengeluaran pendapatan. Pengeluaran modal adalah biaya yang mempunyai manfaat lebih dari satu periode akuntansi. Pada saat terjadi dibebankan sebagai harga pokok aktiva. Sedangkan pengeluaran pendapatan adalah biaya yang hanya mempunyai manfaat dalam periode akuntansi terjadinya pengeluaran.

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.

b. Metode Penentuan Harga Pokok Produk Berdasarkan Pesanan

Penentuan harga pokok produk berdasarkan pesanan (*full costing*) dilakukan dengan mengumpulkan biaya-biaya produksi pesanan tertentu dan harga pokok produksi persatuan dihitung dengan cara membagi total biaya produksi pesanan dengan jumlah satuan produk pesanan yang bersangkutan. Sebuah perusahaan dengan proses produksi berdasarkan pesanan memulai proses produksi suatu produk

berdasarkan spesifikasi yang ditentukan oleh pemesan. Biaya produksi pesanan yang satu dengan pesanan yang yang lain akan berbeda sesuai keinginan dari pemesan. Harga jual yang dibebankan pada pemesan sangat ditentukan oleh besarnya biaya produksi yang akan dikeluarkan untuk memproduksi pesanan tertentu.

Harga jual produk yang dipesan oleh pemesan, terkadang sudah terbentuk di pasar. Hal tersebut menjadikan manajemen untuk mengambil keputusan menerima atau menolak pesanan. Manajemen

memerlukan informasi total harga pokok pesanan. Informasi total harga pokok pesanan memberikan perlindungan bagi manajemen agar dalam menerima pesanan tidak mengalami kerugian. Tanpa memiliki informasi yang lengkap, manajemen tidak dapat mengetahui laba.

c. *Neraca Ekonomi*

Selain biaya-biaya yang akan dikeluarkan selama proses pembuatan menjadi produk, dalam analisis ekonomi juga diperhitungkan mengenai neraca ekonomi. Neraca ekonomi adalah suatu laporan yang berisi kegiatan perusahaan yang dibuat dengan jangka waktu tertentu (Machfoedz, 1987). Hal-hal yang terdapat dalam neraca perusahaan antara lain BCR (*Benefit Cost Ratio*), BEP (*Break Event Point*).

1) BCR (*Benefit Cost Ratio*)

BCR atau *Benefit Cost Ratio* merupakan perbandingan antara hasil yang dipresentasikan dengan biaya modal sebagai indikator diterima atau tidaknya investasi yang dijalankan dalam suatu usaha. BCR lebih dari satu maka investasi yang ditanamkan menguntungkan (Saputro, 1993).

Menurut Budiono (1993), perhitungan BCR dapat dihitung dengan rumus :

$$BCR = \frac{\text{Penerimaan}}{\text{Biayaproduksi}} \dots\dots\dots (23)$$

2) BEP (*Break Event Point*)

BEP atau *Break Event Point* adalah suatu keadaan dimana penghasilan dari penjualan hanya cukup untuk menutup biaya baik yang bersifat variabel maupun yang bersifat tetap atau hanya mampu menutup biaya produksi dan biaya usaha yang diperlukan dalam menjalankan kegiatannya. BEP menunjukkan jumlah laba sama dengan nol atau jumlah penghasilan total sama dengan biaya total (Partadiredja, 1996).

BEP bermanfaat untuk menetapkan penjualan minimal yang harus dipertahankan agar tidak rugi dalam menjalankan kegiatan produksi dalam biaya tetap maupun biaya variabel tertentu (Saputra, 2000). Perhitungan BEP dapat dilakukan dengan rumus :

$$BEP = \frac{TFC}{1 - \frac{TVC}{TR}} \dots\dots\dots (24)$$

Dimana: TFC = *Total Fixed Cost*

TVC = *Total Variable Cost*

TR = *Total Revenue* (Pendapatan)

d. Pendapatan

Berdasarkan produk yang terjual, diperoleh pendapatan. Pendapatan merupakan selisih antara output (penerimaan) yang diperoleh dari penjualan hasil produksi dengan input (biaya) yang dikeluarkan untuk menghasilkan suatu produk (Adisaputro, 1993).

Menurut Budiono (1993), jumlah pendapatan yang diterima oleh perusahaan dapat dirumuskan sebagai berikut :

Pendapatan = Total output – total input..... (25)

Pendapatan merupakan selisih antara output (penerimaan) yang diperoleh dari penjualan hasil produksi dengan input (biaya) yang dikeluarkan untuk menghasilkan suatu produk (Saputra, 2000).

Pendapatan sangat dipengaruhi oleh input dan output. Input merupakan faktor yang dapat digunakan untuk menghasilkan sebuah produk yang dapat memuaskan kebutuhan atau keinginan manusia. Sedangkan output adalah hasil produksi total sumber daya yang digunakan dalam usaha ekonomi.