

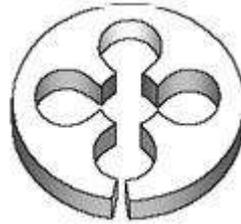
BAB II TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Senai

Senai adalah alat bantu perkakas kerja bangku yang diperuntukkan untuk membuat ulir luar. Senai biasanya terbuat dari bahan *HSS (High Speed Steel)*. Dalam pemakaiannya senai tersebut dijepit dengan bantuan rumah senai yang dilengkapi dengan tangki. Berdasarkan bentuk konstruksinya senai ada 2 macam yaitu sebagai berikut.

1. Senai belah bulat

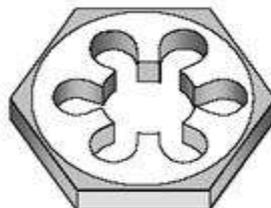
Senai belah bulat biasanya digunakan untuk benda kerja yang ukuran relatif kecil, ciri lain dari senai belah bulat ini memiliki 4 (empat) mata rahang potong.



Gambar 2.1 Senai belah bulat

2. Senai segi enam

Senai belah bulat biasanya digunakan untuk benda kerja yang ukuran relatif besar, ciri lain dari senai belah bulat ini memiliki 6 (enam) mata rahang potong.



Gambar 2.2 Senai segi enam

Pada dasarnya proses senai ini dikerjakan secara manual yang membutuhkan tenaga manusia sepenuhnya, untuk itu dengan adanya alat bantu senai ini dapat meningkatkan efisiensi dalam proses produksi, dengan memanfaatkan sumber putaran dari motor listrik pada alat bantu ini pekerja dapat bekerja praktis meringkas waktu yang relatif lama dan tenaga yang cukup banyak dalam proses senai atau membuat ulir luar dibandingkan dengan proses senai atau membuat ulir luar secara manual. Meningkatnya efisiensi produksi itu akan memberikan keuntungan lebih bagi industri tersebut.

A. Fungsi Ulir

Adapun fungsi dari ulir yaitu sebagai berikut :

1. Sebagai alat pemersatu atau penyambung.
2. Sebagai penerus daya.
3. Sebagai salah satu alat untuk mencegah terjadinya kebocoran, terutama pada sistem ulir yang digunakan pada pipa.

B. Jenis - Jenis Ulir

Secara umum jenis ulir dapat dilihat dari gerakan ulir, jumlah ulir dalam tiap gang (*pitch*), bentuk permukaan ulir dan jenis ulir bisa dilihat dari standar yang digunakan, misalnya ulir *Whitworth*, ulir metrik dan sebagainya.

1. Jenis Ulir Menurut Arahnya

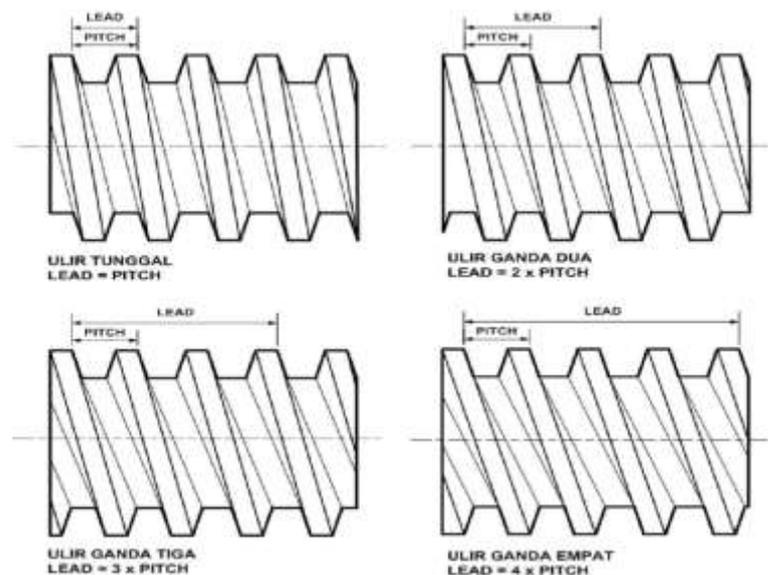
Menurut arah gerakan pengulirannya jenis ulir dapat dibedakan 2 (dua) jenis ulir yaitu ulir kiri dan ulir kanan. Untuk mengetahui apakah suatu ulir termasuk ulir kiri atau ulir kanan dapat dilihat dari arah kemiringan sudut sisi ulir atau bisa juga diperiksa dengan memutar pasangan dari komponen-komponen yang berulir misalnya mur dan baut. Apabila sebuah mur dipasangkan pada baut yang kemudian diputar ke

kanan (searah jarum jam) ternyata murniya bergerak maju maka ulir tersebut termasuk ulir kanan.

Sebaliknya, bila mur diputar arahnya ke kiri (berlawanan dengan arah jarum jam) ternyata murniya bergerak maju maka ulir tersebut termasuk ulir kiri. Jadi, pada ulir kanan, kalau akan melepaskan mur dari bautnya maka mur harus diputar ke kiri. Sedangkan pada ulir kiri, untuk melepaskan murniya adalah dengan memutar mur ke kanan. Tetapi, dipasaran yang paling banyak digunakan adalah ulir kanan.

2. Jenis Ulir Menurut Jumlah Ulir Tiap Gang (*Pitch*)

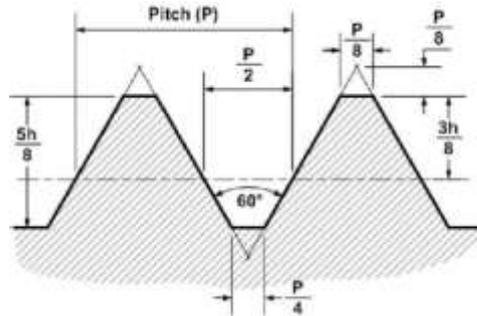
Dilihat dari banyaknya ulir tiap gang (*pitch*) maka ulir dapat di bedakan menjadi 2 (dua) jenis ulir yaitu ulir tunggal dan ulir ganda. Ulir ganda artinya dalam satu putaran (dari puncak ulir yang satu ke puncak ulir yang lain) terdapat lebih dari satu ulir, misalnya dua ulir, tiga ulir dan empat ulir. Untuk ulir ganda ini biasanya disebutkan berdasarkan jumlah ulirnya, misalnya ganda dua, ganda tiga dan ganda empat. Pada gambar dibawah ini menunjukkan bagan dari ulir tunggal dan ulir ganda. Melihat bentuknya, maka satu putaran pada ulir ganda dapat memindahkan jarak yang lebih panjang dari pada satu putaran ulir tunggal.



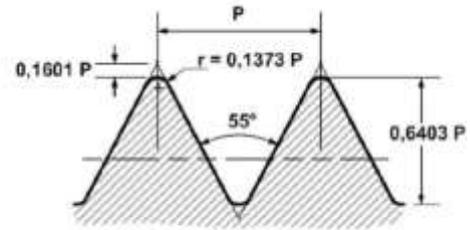
Gambar 2.3 Ulir tunggal dan ulir ganda.

3. Jenis Ulir Menurut Bentuk Sisi Ulir

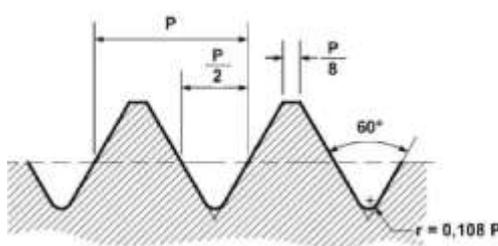
Melihat bentuk dari sisi ulir ini maka ulir dapat dibedakan menjadi ulir segi tiga, segi empat, trapesium, parabol (*knuckle*). Bentuk ulir ini juga ada kaitannya dengan standar yang digunakan. Berikut ini beberapa contoh dari bentuk standar ulir :



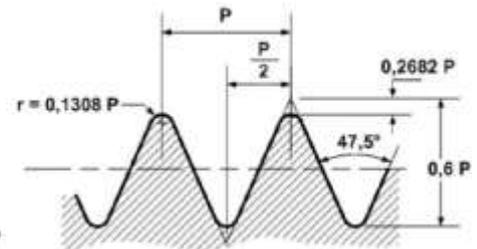
Ulir Metrik (ISO)



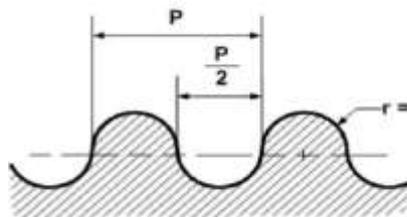
British Standard *Whitwort*



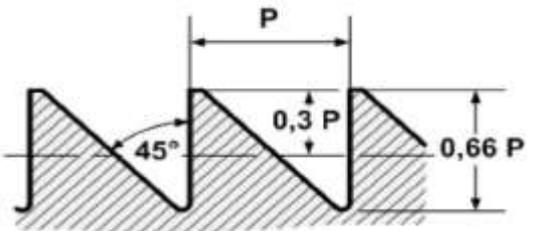
Ulir Unified



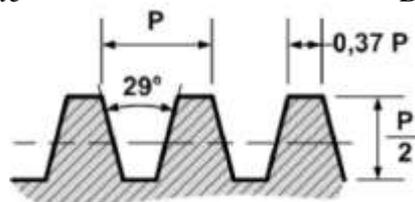
British Association



Knuckle



Buttress 45⁰



ACME

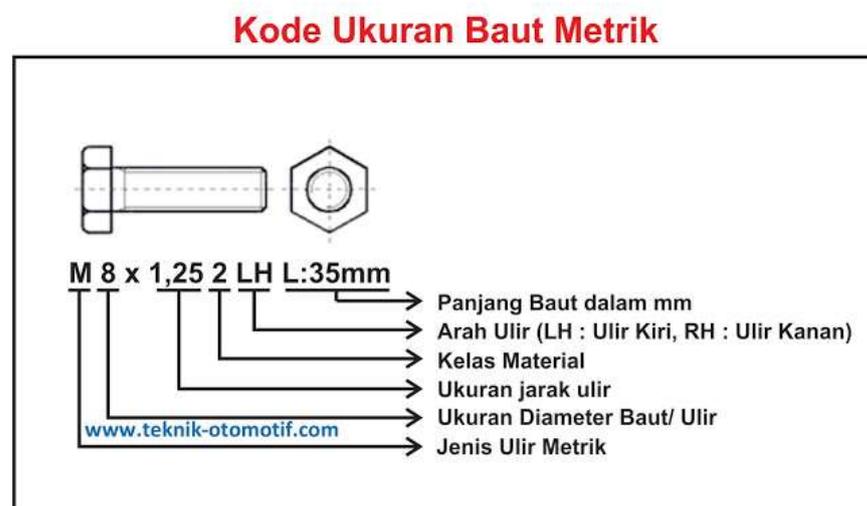
Gambar 2.4 Jenis-jenis ulir menurut bentuk sisi ulir

C. Perbandingan Ukuran Ulir ISO & *Unified*

Ada 2(dua) standar ukuran baut yang digunakan yaitu dengan skala inchi dan dengan skala metrik.

- Standar baut dengan skala inchi memiliki ciri-ciri :
 1. Simbol baut tersebut disimbolkan dengan huruf W (Witworth), misalnya baut dengan kode W ½ maka diameter baut tersebut adalah ½ inchi.
 2. Ukuran baut menggunakan ukuran inchi.
 3. Sudut puncak atau sudut alpha nya adalah 55 derajat.
- Standar baut dengan skala metrik memiliki ciri-ciri :
 1. Simbol baut tersebut disimbolkan dengan huruf M (Metrik), misalnya baut dengan kode M 10 maka diameter baut tersebut adalah 10 mm.
 2. Ukuran baut tersebut menggunakan ukuran mili meter.
 3. Sudut puncak atau sudut alpha nya adalah 60 derajat.

Namun kebanyakan baut yang ada diperdagangkan di Indonesia adalah baut dengan menggunakan standar metrik. Contoh ukuran baut dengan standar ukuran metrik :



Gambar 2.5 Kode ukuran baut metrik

2.2 Dasar – dasar Pemilihan Bahan

Setiap perencanaan alat bantu memerlukan pertimbangan-pertimbangan bahan agar bahan yang digunakan sesuai dengan yang direncanakan. Hal-hal penting dalam pemilihan kriteria bahan adalah sebagai berikut :

a. Sifat Mekanis Bahan

Untuk merencanakan suatu alat bantu terlebih dahulu harus mengetahui sifat mekanis bahan yang akan digunakan dalam menerima beban, tegangan, gaya yang terjadi dan lain-lain. Sifat-sifat mekanis bahan ini berupa kekuatan tarik, tegangan geser, modulus elastisitas dan lain-lain.

b. Sifat Fisis Bahan

Untuk menentukan bahan yang akan digunakan sifat-sifat fisis bahan juga perlu dipertimbangkan. Sifat-sifat fisis bahan ini berupa kekerasan, ketahanan terhadap korosi, titik leleh dan lain-lain.

c. Sifat Teknis Bahan

Untuk merencanakan suatu alat bantu perlu dipertimbangkan sifat teknis dari bahan tersebut, agar dapat mengetahui bahan yang akan digunakan dapat dikerjakan menggunakan proses permesinan atau tidak.

d. Mudah Didapat di Pasar

Pertimbangan bahan yang akan digunakan harus mudah didapatkan dipasaran agar dalam proses pembuatan alat bantu berjalan tepat waktu dan sesuai dengan yang direncanakan.

e. Harga Bahan

Harga juga menjadi pertimbangan untuk menentukan bahan yang akan digunakan agar biaya produksi pembuatan alat bantu memenuhi efisiensi biaya (*cost*).

f. Sesuai Fungsi

Selain itu bahan yang akan digunakan untuk pembuatan alat bantu harus tepat berdasarkan fungsinya agar tercapai sistem kerja alat yang benar tepat sesuai dengan perencanaan.

2.3 Kriteria Pemilihan Komponen

Seorang perencana harus terlebih dahulu memilih dan menentukan jenis material yang akan digunakan sebelum memulai perhitungan, dengan tidak terlepas dari faktor-faktor yang mendukungnya. Selanjutnya untuk pemilihan bahan nantinya akan dihadapkan pada perhitungan, yaitu apakah komponen tersebut dapat menahan gaya yang besar, gaya terhadap beban puntir, beban gesek, beban gesek, beban bengkok atau terhadap faktor tahanan tekanan, juga terhadap faktor koreksi yang cepat atau lambat akan sesuai dengan kondisi dan situasi tempat, komponen tersebut digunakan.

Adapun kriteria-kriteria pemilihan bahan atau material dalam pembuatan alat bantu senai otomatis untuk M10 x 1.5, M16 x 2.0, M20 x 2.5 dengan panjang maksimal 50 mm adalah sebagai berikut :

2.3.1 Motor Penggerak

Tenaga penggerak yang biasa digunakan ada 2 (dua) jenis yaitu motor listrik dan motor bakar, yang mana motor tersebut mempunyai kelebihan dan kekurangannya masing-masing. Kelebihan dan kekurangannya adalah sebagai berikut :

a. Motor Listrik

Kelebihannya :

- Getaran yang ditimbulkan halus.
- Tidak menimbulkan suara bising.

Kekurangannya :

- Tidak dapat dibawa kemana-mana.
- Tergantung keadaan listrik.

b. Motor Bakar

Kelebihannya :

- Dapat dibawa kemana-mana.
- Tidak tergantung listrik.

Kerugiannya :

- Getaran yang ditimbulkan besar.
- Suara yang ditimbulkan bising.

Karena dalam perencanaan pembuatan alat bantu ini ditempatkan dalam suatu ruangan serta tidak perlu dibawa kemana-mana dan untuk menghindari getaran yang berlebih juga suara bising maka pada perencanaan pembuatan alat bantu ini menggunakan motor penggerak listrik.

2.3.2 Sistem Transmisi

Beragam jenis sistem transmisi yang biasa digunakan diantaranya roda gigi, spoket dan rantai, *pulley* dan sabuk. Adapun kelebihan dan kekurangannya masing-masing ialah sebagai berikut :

a. Roda Gigi

Kelebihannya :

- Putaran lebih tinggi.
- Daya yang ditransmisikan besar.

Kekurangannya :

- Hanya dapat dipakai untuk transmisi jarak dekat.
- Pembuatan pemasangan dan pemeliharaannya sulit.
- Harga lebih mahal.

b. Spoket dan Rantai

Kelebihannya :

- Dapat dipakai untuk beban yang besar.
- Kemungkinan slip lebih kecil.

Kekurangannya :

- Harganya lebih mahal.

- Kontruksinya lebih rumit.

c. *Pulley* dan Sabuk

Kelebihannya :

- Harga lebih murah.
- Konstruksinya sederhana.
- Mudah didapat.
- Pemasangan dan perawatannya lebih mudah.
- Bekerja lebih halus dan suaranya tidak terlalu bising.

Kekurangannya :

- Tidak bisa dipakai untuk beban yang terlalu besar.
- Dapat terjadi slip antara *pulley* dan sabuk.

Karena dalam perencanaan pembuatan alat bantu ini tidak memakai beban yang terlalu besar serta dengan pertimbangan kelebihan dan kekurangan diatas, maka dalam perencanaan pembuatan alat bantu ini menggunakan sistem transmisi *pulley* dan sabuk.

2.3.3 Poros

Perencanaan poros adalah suatu persoalan perencanaan dasar. Poros merupakan bagian yang penting dari suatu mesin yang berfungsi untuk memindahkan/meneruskan putaran dari suatu bagian ke bagian lain dalam suatu mesin.

Berdasarkan bebannya poros dibedakan menjadi 3 (tiga) yaitu sebagai berikut :

a. *Shaft* (Poros Transmisi)

Shaft adalah poros yang menerima beban bengkok dan puntir sekaligus (beban gabungan). Poros ini biasanya digunakan untuk memindahkan putaran, tetapi sekaligus juga untuk mendukung suatu beban.

b. *Axle* (Gandar)

Axle adalah poros yang hanya menerima beban bengkok saja. Poros ini hanya digunakan untuk mendukung beban, misalnya poros pada roda kendaraan bermotor dan lainnya.

c. *Spindle*

Spindle adalah poros yang menerima beban puntir saja. Poros ini hanya digunakan untuk memindahkan putaran saja. Misalnya poros pada mesin-mesin perkakas (mesin bubut, mesin frais dan lainnya).

Hal-hal penting yang harus diperhatikan dalam perencanaan poros :

1. Kekuatan poros

Sebuah poros harus direncanakan hingga cukup kuat untuk menahan beban-beban seperti beban tarik atau tekan, beban gesek atau geser, beban puntir atau lentur dan pengaruh tegangan lainnya.

2. Kekakuan poros

Meskipun kekuatan sebuah poros cukup tinggi namun jika lenturan atau defleksi puntirnya terlalu besar akan mengakibatkan ketidaktelitian atau getaran dan suara. Oleh karena itu kekakuan poros haruslah diperhatikan.

3. Putaran kritis

Bila putaran suatu mesin lebih tinggi dari putaran kritisnya maka dapat menimbulkan terjadinya getaran yang sangat besar.

4. Korosi

Bahan-bahan tahan korosi (termasuk plastik) harus dipilih untuk poros propeler dan pompa bila terjadi kontak dengan fluida yang korosif. Demikian juga untuk poros-poros pada mesin yang sering berhenti lama.

5. Bahan poros

Oleh karena poros digunakan untuk mendukung beban dan atau memindahkan putaran, biasanya poros ditumpu/didukung bantalan yang berfungsi untuk membatasi gerakan dari poros tersebut. Sehingga bahan poros harus mempunyai kekuatan dan kekerasan yang memadai untuk itu, yaitu lebih kuat atau lebih keras dari bahan bantalannya.

Bermacam-macam baja khusus yang digunakan sebagai komponen permesinan, misalnya baja AISI (*American Iron and Steel Institute*), baja SAE (*Society of Automotive Engineers*), baja JIS (*Japan*

Industrial Standard), baja ASSAB (*Associated Swedish Steel AB*), dan standar lainnya.

2.3.4 Pasak (Pin)

Pasak ialah suatu elemen mesin yang dipakai untuk menetapkan bagian-bagian mesin seperti roda gigi, sprocket, *pulley* dan lainnya. Momen diteruskan dari poros ke naf atau sebaliknya. Pasak adalah komponen yang berfungsi sebagai perapat kedudukan selain itu juga dapat berfungsi sebagai penerus beban dimana pada perhitungannya ditinjau terhadap tegangan geser. Pasak biasanya dipakai untuk mengamankan elemen-elemen seperti *pulley*, sehingga daya putar dapat dipindahkan antar mereka. Suatu pasak juga digunakan ganda seperti memindahkan daya putar dan menjaga gerakan aksial relatif diantara bagian-bagian yang dipasangkan, bahan pasak harus lebih lunak dari bahan komponen utamanya, jadi jika suatu saat komponen tersebut perlu diganti, maka pasaknya saja yang digantikan.

2.4 Rumus Perhitungan

Dalam perencanaan alat bantu senai otomatis ini diperlukan teori-teori yang mendukung dalam perhitungan, dan rumus-rumus yang digunakan dalam pembuatan Alat bantu pembuat ulir otomatis tersebut.

Adapun hal-hal yang perlu diperhatikan dalam perhitungan :

2.4.1 Motor Listrik



Gambar 2.6 Motor Listrik

Penggerak utama yang direncanakan dalam rancang bangun ini adalah motor listrik. Motor listrik yang akan digunakan sebesar 0,5 HP. Motor ini berfungsi sebagai sumber energi (daya) mesin yang diteruskan ke *speed reducer*, yang ditransmisikan melalui *pulley* dan sabuk. Lalu poros *output* menerima daya yang akan menggerakkan rumah mata senai untuk pembuatan ulir, dimana untuk menggerakkan motor penggerak tersebut diperlukan sumber arus listrik. Penentuan daya motor dipengaruhi oleh daya yang terjadi pada poros *pulley*, torsi dan kecepatan putaran pada poros penggerak rumah mata senai.

Jika P adalah daya yang dibutuhkan untuk menggerakkan poros, maka berbagai macam faktor keamanan biasanya dapat diambil dalam suatu perencanaan.

Untuk mencari daya motor listrik agar dapat menggerakkan poros maka digunakan persamaan :

$$P = \frac{2 \cdot \pi \cdot N \cdot T}{60} \dots\dots\dots (\text{Lit 2 hal 8})$$

Dimana :

P = Daya yang dibutuhkan (Watt)

T = Torsi (Nm)

N = Kecepatan (rpm)

Jika faktor koreksi adalah f_c , maka daya yang direncanakan adalah :

$$Pd = f_c \cdot P \text{ (kW)} \dots\dots\dots (\text{Lit 1 hal 7})$$

Dimana :

P = Daya (kW)

f_c = Faktor Koreksi

Tabel 2.1 Faktor-faktor koreksi daya yang akan ditransmisikan

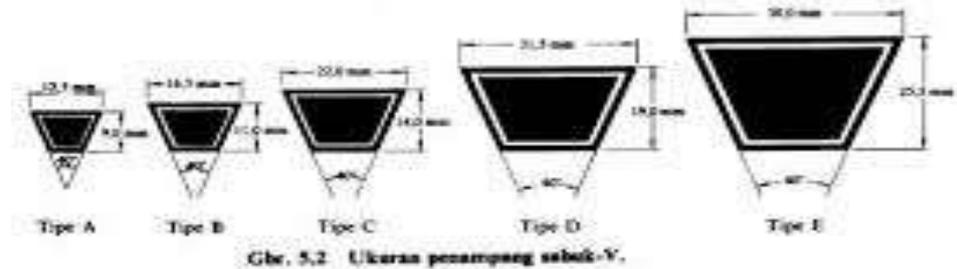
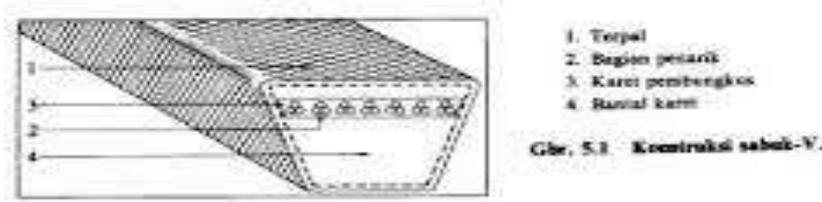
Daya Transmisi	f_c
Daya rata-rata yang diperlukan	1,2 – 2,0
Daya maksimum yang diperlukan	0.8 – 1,2

Daya normal	1,0 – 1,5
-------------	-----------

Sumber : (Lit 1 hal 7)

2.4.2 Pulley dan Sabuk

Pulley berfungsi untuk meneruskan daya dari motor listrik ke poros *speed reducer* melalui sabuk, lalu *speed reducer* menggerakkan poros. Sabuk (*belt*) mempunyai keuntungan yaitu dapat digunakan untuk memindahkan daya putaran diantara 2 (dua) poros yang mempunyai jarak yang relatif jauh, selain itu sabuk juga dapat bersifat kopling. Dalam pembuatan alat bantu ini, sabuk yang direncanakan adalah sabuk standar jenis V yang terbuat dari karet dan mempunyai penampang trapesium, tenunan tetoron atau semacamnya dipergunakan sebagai inti sabuk untuk membawa tarikan yang besar dan sabuk ini juga tidak menimbulkan suara berisik seperti sabuk datar. Nantinya saat pemasangan sabuk-V dibelitkan di keliling alur puli yang berbentuk V pula, bagian sabuk yang membelit pada puli ini akan mengalami lengkungan sehingga lebar bagian dalamnya akan bertambah besar dan gaya gesekan yang terjadi antara puli dan sabuk juga akan bertambah besar karena pengaruh bentuk taji, semakin besar gaya gesekan akan menghasilkan transmisi daya yang besar puls pada tegangan yang relatif rendah. Digunakannya transmisi jenis sabuk-V karena dari segi harganya murah dan penanganannya tidak rumit. Pada umumnya kecepatan sabuk direncanakan untuk 10 – 20 (m/s) dan maksimum sampai 25 (m/s). Daya maksimum yang dapat ditransmisikan kurang lebih sampai 500 (kW). (Lit 1 hal 163)



Gambar 2.7 Sabuk Tipe V (Sumber : Lit 1 hal 164)

Rumus yang dipakai untuk perhitungan sabuk :

$$L = 2C + \pi 2 (dp + Dp) + \frac{1}{4} C (dp - Dp)^2 \dots(\text{Lit 1 hal 170})$$

Dimana :

- L = Panjang keliling sabuk (mm)
- C = Jarak sumbu poros 9 (mm)
- Dp = Diameter pulley yang digerakkan (mm)
- dp = Diameter pulley penggerak (mm)

2.4.3 Poros

Poros ini terbuat dari bahan *steel*, yang terpenting adalah bahan dari poeos tersebut kuat terhadap tekanan dan tidak mudah bengkok. Poros ini terdiri dari poros pengarah dan penggerak. Pada poros terjadi momen, mak dapat dihitung dengan rumus :

$$T = 9,54 \times 10^5 \cdot \frac{Pd}{n_1} \dots\dots\dots (\text{Lit 1 hal 7})$$

Dimana :

- T = Momen rencana (kg.mm)
- n₁ = Putaran poros (rpm)

2.4.4 Pasak

Pasak digunakan sebagai pengunci agar poros dapat berputar dengan baik. Bahan pasak dipilih berbeda dengan bahan poros, diharapkan agar pasak mengalami keausan lebih dulu dari pada poros. Alasan ini dipilih karena lebih mudah mengganti pasak dari pada memperbaiki poros.

Adapun rumus yang akan digunakan untuk menghitung tegangan adalah sebagai berikut :

- Tegangan geser ijin pasak (σg)

$$\sigma g = \frac{\sigma t}{sf1 \cdot sf2} \dots\dots\dots (\text{Lit 1 hal 25})$$

Dimana :

σt = Tegangan tarik bahan

σg = Tegangan geser ijin

$Sf1$ = Faktor keamanan diambil = 6

$Sf2$ = Faktor keamanan diambil = 1,5

- Tegangan yang terjadi pada pasak (σg)

$$\sigma g = \frac{F}{h \cdot l}$$

- Tekanan bidang yang terjadi pada pasak (P)

$$P = \frac{F}{l \cdot t}$$

2.4.5 Perhitungan Kekuatan Sambungan Las

Adapun rumus untuk menghitung kekuatan sambungan las adalah sebagai berikut :

$$\sigma_t = \frac{F}{L \cdot t} \dots\dots\dots (\text{Lit 4 hal 7})$$

Dimana :

σ_t = Tegangan tarik sambungan las

F = Gaya yang bekerja

t = Tebal sambungan las

2.4.6 Perhitungan Mesin Bubut

Adapun rumus-rumus yang dipakai pada mesin bubut adalah sebagai berikut :

- Rumus perhitungan putaran mesin

$$N = \frac{1000 \cdot Vc}{\pi \cdot d} \dots\dots\dots (Lit 2 hal 79)$$

Dimana :

Vc = Kecepatan potong (m/menit)

D = Diameter benda kerja (mm)

N = Banyak putaran (rpm)

- Rumus pemakanan memanjang

$$Tm = \frac{L}{Sr \times n}$$

- Rumus pemakanan melintang

$$Tm = \frac{r}{Sr \times n}$$

Dimana :

Tm = Waktu pengerjaan (menit)

L = Panjang benda kerja yang dibubut (mm)

Kp = Kelebihan pemakanan

Sr = Kedalaman pemakanan (mm/putaran)

n = Kecepatan putaran mesin (rpm)

r = Jari-jari benda kerja

2.4.7 Perhitungan Mesin Bor

Adapun rumus-rumus untuk yang dipakai pada mesin bor adalah sebagai berikut :

- Rumus perhitungan putaran mesin

$$N = \frac{1000 \cdot Vc}{\pi \cdot d} \dots\dots\dots (Lit 2 hal 79)$$

Dimana :

Vc = Kecepatan potong (m/menit)

D = Diameter benda kerja (mm)

N = Banyak putaran (rpm)

- Rumus perhitungan waktu pengerjaan

$$T_m = \frac{L}{S_r \times n}$$

Dimana :

T_m = Waktu pengerjaan (menit)

L = Panjang pengeboran (mm)

S_r = Kedalaman pemakanan (mm/putaran)

n = Kecepatan putaran mesin (rpm)

2.4.8 Perhitungan Beban Konstruksi Meja Mesin

Pada pembenan statis meja mesin dipengaruhi oleh beban dari *speed reducer*, pencekam dan dapat di jadikan persamaan sebagai berikut:

- Persamaan gaya statis

$$\sum F_a = 0$$

$$F - R_a - R_b = 0$$

$$F = R_a + R_b \dots \dots \dots \text{(Lit 8 hal 11)}$$

Dimana :

$\sum F_a$ = Jumlah gaya terhadap titik a (N)

F = Gaya beban (N)

R_a = Gaya reaksi terhadap beban di titik a (N)

R_b = Gaya reaksi terhadap beban di titik b (N)

2.4.9 Perhitungan Ukuran Diameter Ulir Luar

Adapun rumus yang akan digunakan untuk menghitung tegangan adalah sebagai berikut :

$$D = D' + K \dots \dots \dots \text{(Lit 3 hal 2)}$$

Dimana :

D = Diameter poros berulir (mm)

D' = Diameter poros sebelum berulir (mm)

K = Kisar ulir (mm)

2.4.10 Perhitungan Momen Bengkok Rumahan Senai

- Persamaan momen bengkok (canti lever)

$$\sum M = Ra \cdot r$$

$$P1 \cdot r1 + P2 \cdot r2 - Ra \cdot ra = 0$$

$$P1 \cdot r1 + P2 \cdot r2 = Ra \cdot ra \dots\dots\dots(\text{Lit 8 hal 11})$$

Dimana :

$\sum M$ = Jumlah gaya momen bengkok (Nmm)

P1 = Gaya beban 1 (N)

P2 = Gaya beban 2 (N)

r1 = Jarak gaya 1 terhadap titik tumpuan (mm)

r2 = Jarak gaya 2 terhadap titik tumpuan (mm)

Ra = Gaya reaksi terhadap beban di titik a (N)

ra = Jarak gaya reaksi (mm)

2.4.11 Perhitungan Gaya Potong Material

Persamaan gaya potong untuk material yaitu sebagai berikut :

$$T = F \times r \dots\dots\dots(\text{Lit 7 hal 33})$$

$$9.54 \frac{P}{N} = F \times r$$

$$F = \frac{9.54 \times P}{N \times r}$$

Dimana :

T = Momen puntir (Nm)

F = Gaya potong material (N)

r = Jarak potong material (m)

P = Daya motor listrik (watt)

N = Jumlah putaran

2.4.12 Perhitungan Tegangan Ijin Material

Persamaan tegangan ijin material yaitu sebagai berikut :

$$\sigma_{ijin} \geq \sigma_{maks} \dots\dots\dots(\text{Lit 6 hal 5})$$

$$\sigma_{ijin} = \frac{(0.8) \times st}{\nu}$$

Dimana :

St = Kekuatan tarik material (kg/mm²)

ν = Angka poisson

2.4.13 Perhitungan Tegangan Puntir

persamaan tegangan puntir yaitu sebagai berikut :

$$\sigma_{maks} = \frac{Mb}{Wb} \dots\dots\dots(\text{Lit 6 hal 5})$$

$$\sigma_{maks} = \frac{16 \times F \times l}{\pi \times d^3}$$

Dimana :

σ_{maks} = Tegangan puntir maksimum (Nm)

F = Gaya potong material (N)

l = Panjang ulir (m)

d = Diameter poros (m)

Mb = Momen puntir (Nm)

Wb = Momen tahanan puntir (m³)