

BAB II LANDASAN TEORI

2.1 Pengertian kopling (*clutch*).

Kopling (*Clutch*) adalah suatu bagian yang mutlak diperlukan pada kendaraan di mana penggerak utamanya diperoleh dari hasil pembakaran di dalam *silinder Engine*. pada tahap pertama *engine* dihidupkan tanpa digunakan tenaganya oleh karena itu *engine* pada tahap pertama harus dapat berputar dahulu dan kemudian memindahkan tenaganya perlahan-lahan pada roda belakang sehingga kendaraan akan bergerak perlahan-lahan dan juga *engine* harus bebas (tidak berhubungan) bila mengganti gigi *transmisi*.

Oleh karena hal tersebut maka diperlukan pemasangan *clutch* yang letaknya di antara *engine* dan *transmisi* yang berfungsi untuk menghubungkan dan membebaskan putaran *engine*. Bila tenaga dari satu *engine* yang sedang berputar di pindahkan pada roda-roda penggerak pada waktu kendaraan sedang berhenti, kendaraan akan melompat apabila tenaga terlalu besar dan mesin akan mati bila tenaga *engine* terlalu kecil, juga kendaraan tidak dapat bergerak dengan lembut. Untuk memungkinkan *engine* dapat hidup diperlukan *kopling* yang memindahkan tenaga dengan perlahan-lahan dan sesudah tenaga sebagian besar pemindah maka pemindahan tenaga akan berlangsung tanpa terjadinya slip (tergelincir), juga kopling harus dapat berkerja dengan sederhana.

Tutup *clutch* yang dipasangkan pada roda penerus akan turut berputar bersama sama, diantaranya roda penerus dan pelat penekan terdapat plat *clutch* yang dipasangkan pada alur-alur poros *input transmisi* sehingga poros dan *disclutch* dapat berputar bersama sama. Plat penekan dipasangkan pada tutup kopling dan diantaranya diberi pegas – pegas sehingga plat penekan dapat tertekan secara tetap (konstant) dan kuat terhadap *disclutch* dengan adanya tekanan pegas-pegas ini , karena itu tenaga mesin yang di pindahkan keporos input *transmisi* dengan daya gesek antara roda penerus, plat penekan dan *disclutch*.

Melalui batang *mekanisme*, penekanan yang berlaku pada pedal *kopling* akan mendesak bantalan pembebas melalui tuas-tuas penekan, tekanan udara tuas-tuas

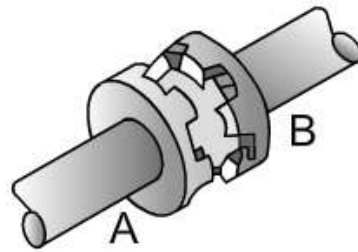
penekan ada lebih besar dari pada tekanan pegas-pegas *kopling* dan akan menarik plat penekan ke belakang, karena itu gesekan yang bekerja di antara plat *kopling* dan plat penekan akan hilang dengan demikian tenaga akan di teruskan lagi ke *transmisi*. (<https://aanfinalti.wordpress.com/tag/pengertian-kopling/> 2/4/16 jam 13.20)

– Jenis Kopling

Jenis kopling dapat dikelompokkan menjadi tiga yaitu :

1. Kopling dengan menggunakan gigi

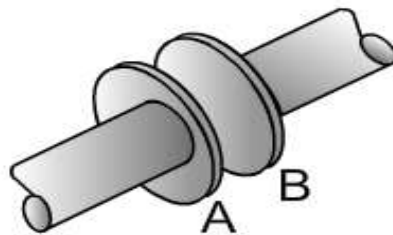
Kopling jenis ini banyak digunakan untuk hubungan gigi transmisi jenis *Synchronmesh*.



Gambar2.1 Kopling menggunakan gigi (kopling dog)

2. Kopling Gesek

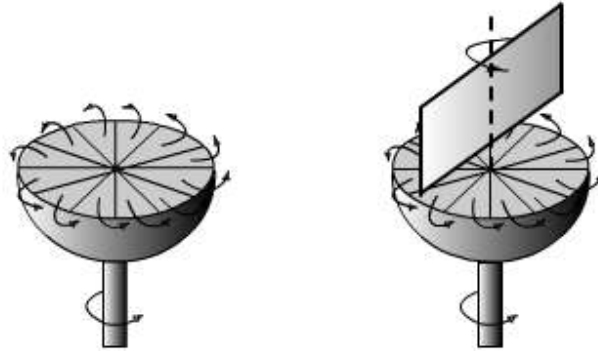
Kopling gesek (*Friction Clutch*) adalah proses pemindahan tenaga melalui gesekan antara bagian penggerak dengan yang akan digerakkan. Konsep kopling ini banyak digunakan pada sistem pemindahan tenaga kendaraan.



Gambar 2.2 Kopling Gesek

3. Kopling Tekanan Hidrolis

Kopling hidrolis banyak digunakan pada kendaraan pada kendaraan dengan transmisi otomatis. Proses kerjanya memanfaatkan tekanan hidrolis, dan pemindahan dari satu kopling ke kopling yang lainnya, dilakukan dengan mengatur aliran hidrolisnya.

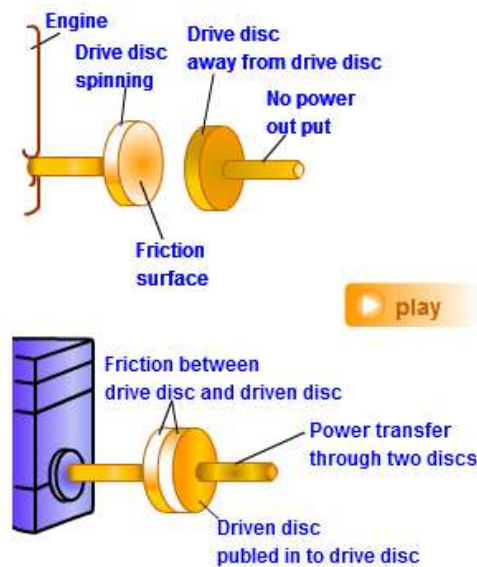


Gambar2.3 Kopling Hidrolik

2.1.1 Fungsi kopling

- Meneruskan / memutuskan (*engaged/disengaged*) putaran dari *engine* ke *transmisi* sehingga memungkinkan kendaraan atau unit untuk bergerak / berjalan ataupun berhenti .
- Untuk mempermudah ketika melakukan perpindahan kecepatan (*Shifting transmisi*) dan juga ketika perlambatan / pengereman.
- Untuk memungkinkan kendaraan atau unit berhenti tanpa harus mematikan *engine*, sementara *gigi transmisi* tetap terpasang / masuk .

Berkaitan dengan fungsinya dalam suatu sistem power train, kopling (*clutch*) harus dapat memenuhi persyaratan tertentu agar kendaraan dapat bergerak / berjalan dengan baik dan pengoperasiannya juga tidak menyusahkan operator.



Gambar 2.4 Prinsip Kerja Kopling

2.1.2 Persyaratan untuk kopling (*clutch*).

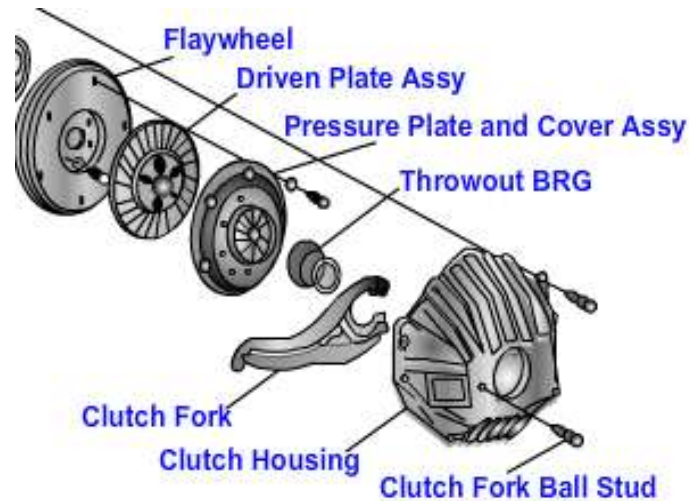
- Harus bisa menghubungkan dan memutuskan (*engaged* / *disengaged*) dengan baik, sehingga memungkinkan untuk meneruskan ataupun memutuskan tenaga dari *engine* ke *transmisi*.
- Harus memiliki *torque transmitting capacity* (kemampuan meneruskan tenaga) yang cukup dan kemampuan tidak boleh menurun akibat naiknya temperature kerja.
- Harus bisa melepaskan / memindahkan panas yang timbul dengan baik dan tidak terpengaruh oleh kenaikan temperatur.

(<https://aanfinalti.wordpress.com/tag/fungsi-kopling/> tanggal 2/4/16 jam 13.25)

2.2 Kopling hidrolis

Dinamakan kopling hidrolis karena untuk melakukan pemindahan daya adalah dengan memanfaatkan tenaga hidrolis. Tenaga hidrolis didapat dengan menempatkan cairan atau minyak pada suatu mekanisme yang diputar, sehingga cairan akan bersirkulasi oleh adanya gaya sentrifugal akibat putaran sehingga fluida mempunyai tenaga hidrolis. Fluida yang bertenaga inilah yang digunakan sebagai pemindah tenaga.

2.3 Komponen-komponen utama kopling (*clutch*)



Gambar 2.5 Komponen Utama Kopling

- *pedal kopling*
- *release fork*
- *release bearing*
- *pegas diaphragma*
- *preasure plate*
- *clutch disc*
- *flywheel*
- *master cylinder*
- *release cylinder*
- *flexible hose*

2.3.1 Pelat kopling (*clutch disc*)

Pelat kopling (*clutch disc / friction disc*), sering juga disebut kanvas kopling. Bagian tengah pelat kopling (*clutch hub*) dapat berkaitan dan dapat dilepas dengan poros input transmisi (*input shaft transmission*), sedangkan kedua bagian sisinya dilapisi *facing* (kanvas) yang pemasangannya

dikeliling. *Facing* terbuat dari bahan paduan asbes dan serbuk logam, maksudnya agar dapat memenuhi persyaratan sebagai berikut :

- a. Tahan terhadap panas karena gesekan
- b. Dapat menyerap panas
- c. Tahan terhadap keausan akibat gesekan
- d. Dapat mencengkram dengan baik saat menghubungkan putaran.

Dibagian tengah pelat koplingnya, dipasang peredam kejut berupa pegas atau karet yang berfungsi meredam kejutan pada arah radial pada saat kopling terhubung. Dengan demikian, akan diperoleh proses penyambungan yang halus. Untuk kejutan/getaran pada arah aksial, diredam oleh *cushion plate*. Jadi *cushion plate* ini sebagai pegas aksial.



Gambar 2.6 Pelat Kopling (*clutch dis*)

2.3.2 Plat penekan (*Pressure Plate*)

Pelat penekan dan rumahnya berfungsi menekan atau menjempit pelat kopling, sehingga berhimpitan dengan *flywheel*. Dengan terjepitnya pelat kopling di antara pelat dan *flywheel*, maka terjadilah perpindahan putaran / tenaga dari *Engine* ke poros transmisi.



Gambar 2.7 Plat Penekan (*Pressure Plate*)

2.3.3 Bantalan pembebas (*release bearing*)

Bantalan pembebas atau *release bearing* berfungsi memberikan tekanan yang bersamaan pada garpu pembebas (*release fork*) dan menghindari terjadinya gesekan antara pengungkit dengan garpu pembebas (untuk pegas koil) atau gesekan pengungkit dengan ujung pegas diafragma (untuk pegas diafragma)



Gambar 2.8 Bantalan Pembebas (*release bearing*)

2.3.4 Garpu pembebas (*Release Fork*)

Garpu Pembebas atau *release fork* atau *plate lever* berfungsi untuk menyalurkan tenaga pembebas kopling dari injakan pedal kopling.



Gambar 2.9 Garpu Pembebas (*Release Fork*)

2.3.5 Roda gila (*Fly Wheel*)

Berfungsi sebagai tempat untuk menaruh *cover clutch* atau pegas matahari kopling, diantara *clutch* dan roda gila terdapat plat kopling atau kampas kopling terletak diantara *fly wheel* dan *cover clutch*.



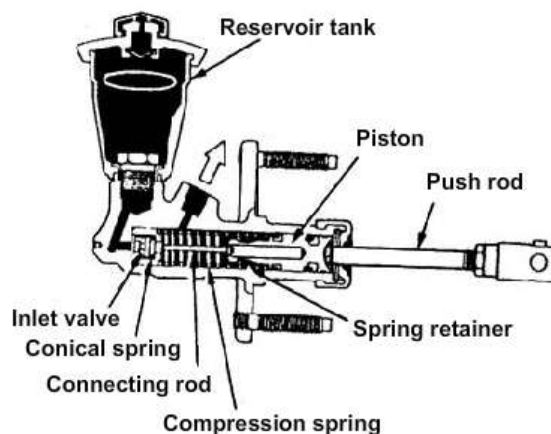
Gambar 2.10 Roda Gila (*Fly Wheel*)

2.3.6 Pedal kopling

Fungsi pedal kopling adalah untuk merubah gaya tekanan dari kaki pengemudi untuk diteruskan kedalam master kopling, pedal kopling biasa terletak di paling kiri dan diinjak menggunakan kaki kiri.

2.3.7 Master kopling atas (*master cylinder*)

Master kopling atas berfungsi sebagai meneruskan tenaga dari pedal kopling ke *release kopling*, dalam master kopling atas ini terdapat seal atau perapat kare yang mencegah minyak kopling tidak bocor, serta reservoir atau penampung minyak kopling, reservoir untuk minyak kopling ada yang menjadi satu dengan master kopling dan ada yang terpisah. Untuk reservoir minyak kopling yang terpisah dengan master kopling, biasanya reservoir menjadi satu dengan reservoir atau penampung minyak rem. Untuk yang bertanya apakah minyak kopling dan minyak rem itu sama ? Jawabannya adalah ya, minyak kopling dan minyak rem adalah sama.



Gambar 2.11 *Master Cylinder*

2.3.8 Master Kopling Bawah (*release cylinder*)

Release kopling menerima tekanan dari master kopling atas dan meneruskan kedalam garbu pembebas (*release fork*) melalui *push rod* untuk mendorong maju dan membebaskan plat kopling dari himpitan antara matahari kopling dengan roda gila. Sama halnya dengan master kopling didalam *release kopling* ini juga terdapat perapat atau seal untuk mencegah kebocoroan minyak kopling.



Gambar 2.12 *Release Cylinder*

2.3.9 *Flexible Hose*

Flexible hose ini sendiri berfungsi sebagai meneruskan jalan cairan fluida dari *master cylinder* menuju *release cylinder*.



Gambar 2.13 *Flexible Hose*

2.4 Pertimbangan dalam pemilihan bahan

Dalam setiap rancangan bangun alat, pertimbangan - pertimbangan dalam pemilihan bahan merupakan salah satu syarat yang penting sebelum melakukan perhitungan terhadap kekuatan dari komponen - komponen peralatan tersebut.

Tujuan dari pemilihan bahan tersebut diharapkan dapat menahan beban yang diterima dengan baik. Hal - hal yang perlu diperhatikan dalam pemilihan bahan antara lain :

a. Sifat mekanis bahan

Dalam perencanaan, kita harus mengetahui sifat mekanis bahan sehingga dapat mengetahui kemampuan bahan dalam menerima beban, tegangan, gaya yang terjadi, dan lain - lain. Sifat mekanis bahan merupakan kekuatan tarik, tegangan geser, modulus elastisitas dan lain - lain. Sifat mekanik didefinisikan sebagai ukuran kemampuan bahan untuk membawa atau menahan gaya atau tegangan. Pada saat menahan beban, atom - atom atau struktur molekul berada dalam kesetimbangan. Gaya ikatan pada struktur menahan setiap usaha untuk mengganggu kesetimbangan ini, misalnya gaya luar atau beban.

1. Kekuatan (*strength*), menyatakan kemampuan bahan untuk menerima tegangan tanpa menyebabkan bahan menjadi patah. Kekuatan ini ada beberapa macam, tergantung pada jenis beban yang bekerja atau mengenainya. Contoh tegangan normal, tegangan tarik, tegangan tekan, tegangan geser, tegangan lengkung, tegangan puntir, dan tegangan *buckling*.
- a) Tegangan normal

Tegangan normal terjadi akibat adanya reaksi yang diberikan pada benda. Jika gaya dalam diukur dalam N, sedangkan luas penampang dalam m², maka satuan tegangan adalah N/m² atau dyne/cm².

$$\sigma = \frac{Fn}{A} = \frac{kg.f}{m^2} \dots\dots\dots(2.1)$$



Gambar 2.14 tegangan normal

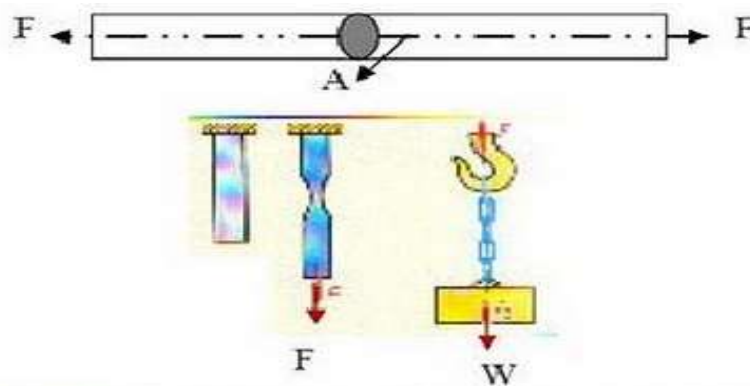
b) Tegangan tarik

Tegangan tarik pada umumnya terjadi pada rantai, tali, paku keling, dan lain lain. Rantai yang diberi beban W akan mengalami tegangan tarik yang besarnya tergantung pada beratnya.

Persamaan tegangan tarik dapat dituliskan :

$$\sigma_t = \frac{\tau t}{v} \dots \dots \dots (2.2)$$

Dimana τt = Kekuatan tarik izin, dan v = Faktor keamanan

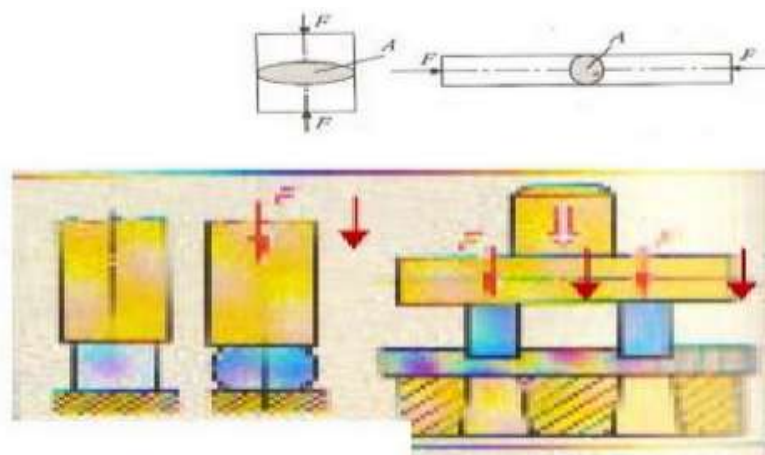


Gambar 2.15 Tegangan Tarik pada Penampang Luas A

c) Gaya tekan

Gaya tekan terjadi bila suatu batang diberi gaya F yang saling berlawanan dan terletak dalam suatu garis gaya. Misalnya, terjadi pada tiang bangunan yang belum mengalami tekukan, porok sepeda, dan batang torak. Tegangan tekan dapat ditulis:

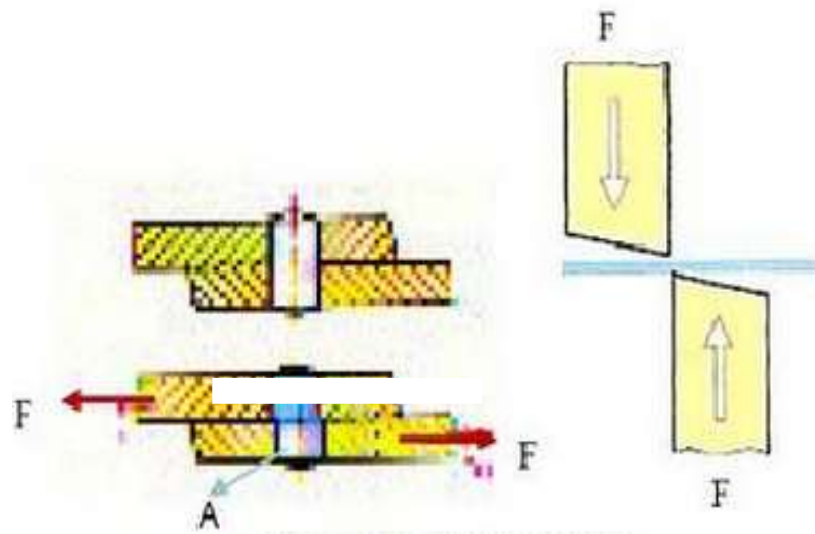
$$\sigma_D = \frac{F_a}{A} \frac{F}{A} \dots \dots \dots (2.3)$$



Gambar 2.16 tegangan tekan

d) Tegangan geser

Tegangan geser terjadi jika suatu benda bekerja dengan dua gaya yang berlawanan arah, tegak lurus sumbu batang, tidak segaris gaya namun pada penampangnya tidak terjadi momen. Tegangan ini banyak terjadi pada konstruksi. Misalnya: sambungan paku keling, gunting, dan sambungan baut.



Gambar 2.17 tegangan geser

Pada gambar diatas dua gaya F sama besar berlawanan arah. Gaya F bekerja merata pada penampang A, pada material akan timbul tegangan gesernya, sebesar:

$$\tau_g = \frac{\text{gaya dalam}}{\text{luas penampang}} \dots \dots \dots (2.4)$$

$$\tau_g = \frac{F}{A} (N/m^2) \dots \dots \dots (2.5)$$

$$\tau_g = \frac{\sigma_t}{Sf_1 \cdot Sf_2} \dots \dots \dots (2.6)$$

Dimana :

σ_t = Kekuatan tarik izin

τ_g = Tegangan geser izin

Sf_1 = Faktor keamanan untuk bahan S-C = 6

Sf_2 = Faktor keamanan karena konsentrasi tegangan = 3

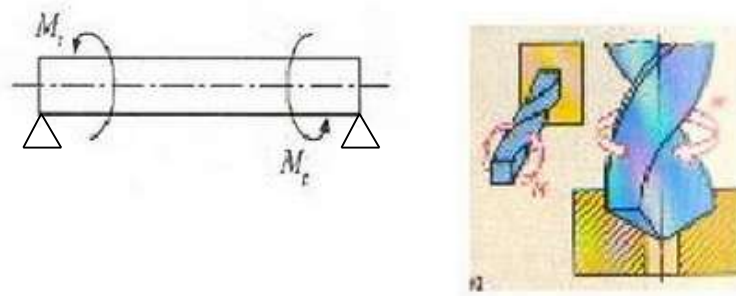
Tegangan geser terjadi karena adanya gaya radial F yang bekerja pada penampang normal dengan jarak yang relatif kecil, maka pelengkungan benda diabaikan. Untuk hal ini tegangan yang terjadi adalah apabila pada

konstruksi mempunyai n buah paku keling, maka sesuai dengan persamaan dibawah ini tegangan gesernya adalah

$$\tau_g = \frac{F}{\frac{\pi \cdot D^2}{4}} \dots \dots \dots (2.7)$$

Dimana D = diameter paku keling

e) Momen puntir



Gambar 2.19 Momen puntir pada mata bor

Benda yang mengalami beban puntir akan menimbulkan tegangan puntir sebesar:

$$\tau_p = \frac{16}{\pi \cdot d^3} T \dots \dots \dots (2.10)$$

τ_p = momen puntir (Kg/mm^2)

T = momen yg terjadi pada poros (Nmm)

1. Kekerasan (*hardness*), dapat didefinisikan sebagai kemampuan suatu bahan untuk tahan terhadap penggoresan, pengikisan (*abrasi*), indentasi atau penetrasi. Sifat ini berkaitan dengan sifat tahan aus (*wear resistance*). Kekerasan juga mempunyai korelasi dengan kekuatan.
2. Kekenyalan (*elasticity*), menyatakan kemampuan bahan untuk menerima tegangan tanpa mengakibatkan terjadinya perubahan bentuk yang permanen setelah tegangan dihilangkan. Bila suatu benda mengalami tegangan maka

akan terjadi perubahan bentuk. Apabila tegangan yang bekerja besarnya tidak melewati batas tertentu maka perubahan bentuk yang terjadi hanya bersifat sementara, perubahan bentuk tersebut akan hilang bersama dengan hilangnya tegangan yang diberikan. Akan tetapi apabila tegangan yang bekerja telah melewati batas kemampuannya, maka sebagian dari perubahan bentuk tersebut akan tetap ada walaupun tegangan yang diberikan telah dihilangkan. Kekenyalan juga menyatakan seberapa banyak perubahan bentuk elastis yang dapat terjadi sebelum perubahan bentuk yang permanen mulai terjadi, atau dapat dikatakan dengan kata lain adalah kekenyalan menyatakan kemampuan bahan untuk kembali ke bentuk dan ukuran semula setelah menerima beban yang menimbulkan deformasi. Bisa disimpulkan bahwa regangan (ϵ) yang terjadi pada suatu benda berbanding lurus dengan tegangannya (σ) dan berbanding terbalik terhadap ke elastisitasannya. Ini dinyatakan dengan rumus:

$$\text{Modulus Elastisitas} = \frac{\text{tegangan}}{\text{regangan}} \text{ atau}$$

$$E = \frac{\sigma}{\epsilon} \dots\dots\dots(2.13)$$

Bila nilai E semakin kecil, maka akan semakin mudah bagi bahan untuk mengalami perpanjangan atau perpendekan.

3. Kekakuan (*stiffness*), menyatakan kemampuan bahan untuk menerima tegangan/beban tanpa mengakibatkan terjadinya perubahan bentuk (*deformasi*) atau *defleksi*. Dalam beberapa hal kekakuan ini lebih penting daripada kekuatan.
4. Plastisitas (*plasticity*) menyatakan kemampuan bahan untuk mengalami sejumlah *deformasi* plastik (permanen) tanpa mengakibatkan terjadinya kerusakan. Sifat ini sangat diperlukan bagi bahan yang akan diproses dengan berbagai macam pembentukan seperti *forging*, *rolling*, *extruding* dan lain sebagainya. Sifat ini juga sering disebut sebagai keuletan

(*ductility*). Bahan yang mampu mengalami *deformasi* plastik cukup besar dikatakan sebagai bahan yang memiliki keuletan tinggi, bahan yang ulet (*ductile*). Sebaliknya bahan yang tidak menunjukkan terjadinya deformasi plastik dikatakan sebagai bahan yang mempunyai keuletan rendah atau getas (*brittle*).

5. Ketangguhan (*toughness*), menyatakan kemampuan bahan untuk menyerap sejumlah energi tanpa mengakibatkan terjadinya kerusakan. Juga dapat dikatakan sebagai ukuran banyaknya energi yang diperlukan untuk mematahkan suatu benda kerja, pada suatu kondisi tertentu. Sifat ini dipengaruhi oleh banyak faktor, sehingga sifat ini sulit diukur.
6. Kelelahan (*fatigue*), merupakan kecenderungan dari logam untuk patah bila menerima tegangan berulang – ulang (*cyclic stress*) yang besarnya masih jauh dibawah batas kekuatan elastiknya. Sebagian besar dari kerusakan yang terjadi pada komponen mesin disebabkan oleh kelelahan ini. Karenanya kelelahan merupakan sifat yang sangat penting, tetapi sifat ini juga sulit diukur karena sangat banyak faktor yang mempengaruhinya.
7. *Creep*, atau bahasa lainnya merambat atau merangkak, merupakan kecenderungan suatu logam untuk mengalami deformasi plastik yang besarnya berubah sesuai dengan fungsi waktu, pada saat bahan atau komponen tersebut tadi menerima beban yang besarnya relatif tetap.
(<https://mustazamaa.wordpress.com/2010/04/15/sifat-sifat-mekanik-bahan/>)

b. Sifat fisis bahan

Sifat penting yang kedua dalam pemilihan material adalah sifat fisik. Sifat fisik adalah kelakuan atau sifat-sifat material yang bukan disebabkan oleh pembebanan seperti pengaruh pemanasan, pendinginan dan pengaruh arus listrik yang lebih mengarah pada struktur material. Sifat fisik material antara lain : temperatur cair, konduktivitas panas dan panas spesifik. Struktur material sangat erat hubungannya dengan sifat mekanik. Sifat mekanik dapat diatur dengan serangkaian proses perlakuan fisik. Dengan adanya perlakuan fisik akan

membawa penyempurnaan dan pengembangan material bahkan penemuan material baru. (<https://yefrichan.wordpress.com/2010/05/21/sifat-%E2%80%93-sifat-material/>)

c. Sifat teknis bahan

Kita harus juga mengetahui sifat - sifat teknis bahan agar kita dapat mengetahui apakah bahan yang dipilih dapat dikerjakan dengan permesinan atau tidak. Sifat material teknik dikelompokkan menjadi 6 golongan yaitu

Logam : baja, besi cor, titanium, logam paduan, dll.

Polimer : *polietilan, polipropilen, polikarbonat*, dll.

Karet : *isopren, neopren*, karet alam, dll.

Gelas : gelas soda, gelas silika dan gelas *borosilikat*.

Keramik : *alumina, karbida silikon, nitrida silikon*, dll.

Hibrida : komposit, *sandwich*, dan *foam*.

d. Fungsi komponen

Dalam membuat suatu rancang bangun, harus diperhatikan fungsi dari komponen - komponen yang digunakan. Karena bahan yang digunakan harus sesuai dengan fungsi komponen-komponen tersebut.

e. Bahan mudah didapat

Untuk mempermudah pembuatan bahan-bahan yang diperlukan harus mudah didapat dipasaran agar bila terjadi kerusakan pada komponen - komponennya dapat langsung diperbaiki atau diganti.

f. Harga relatif murah

Bahan-bahan yang digunakan diusahakan semurah mungkin dengan tidak mengurangi kualitas dari bahan tersebut, agar dapat menekan biaya produksi yang direncanakan.

g. Daya guna seefisien mungkin

Dalam rancang bangun ini harus diperhatikan bahan yang seefisien mungkin. Dimana hal ini tidak mengurangi fungsi dari komponen-komponen sehingga material yang digunakan tidak terbuang dengan percuma.

Dikutip dari: Ashby, Michael; Shercliff, Hugh; Cebon, David (2007), “Materials – Engineering, Science, Processing and Design”, Elsevier ISBN 0-7506-8391-0

2.5 Komponen

Dalam membuat suatu perancangan alat tentunya alat tersebut terbagi atas beberapa komponen utama yang kemudian dirakit menjadi satu bagian. Komponen adalah bagian dari keseluruhan. Maksudnya ialah komponen sebagai bagian – bagian atau part – part dari suatu rangkaian mesin keseluruhannya.

Sebagai contoh, misalnya salah satu komponen dari mobil yaitu terdapat pintu yang artinya pintu itu adalah salah satu bagian dari rangkaian mobil tersebut. Tentunya dalam setiap benda atau alat pasti memiliki komponen atau part - part atau bagian – bagiannya masing masing.

2.5.1 Motor Penggerak

Tenaga penggerak biasanya menggunakan motor listrik atau pun motor bakar. Dimana kedua motor tersebut mempunyai keuntungan dan kerugiannya masing - masing. Dimana keuntungan dan kerugiannya adalah :

a. Motor Listrik

Keuntungan :

- Getaran yang ditimbulkan halus
- Tidak menimbulkan suara yang bising

Kerugian :

- Tidak dapat dibawah kemana mana- mana
- Tergantung keadaan listrik



Gambar 2.19 Motor listrik

Motor listrik ini berfungsi sebagai sumber energi (daya) mesin yang ditranmisikan melalui pulley dan sabuk. Dimana untuk menggerakkan motor penggerak tersebut diperlukan sumber arus listrik.

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 :

$$P = T \times \frac{2\pi.n}{60} \dots\dots\dots(2.15)$$

Dimana :

P = Daya yang dibutuhkan (Watt)

T = Torsi (Nmm)

n = Kecepatan (rpm)

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

$$P_d = f_c \cdot P (w) \dots\dots\dots(2.16)$$

Dimana :

P = Daya (kw)

Fc = Faktor koreksi

Tabel 2.1 Faktor – faktor koreksi daya yang akan ditranmisikan :

Daya yang ditranmisikan	Fc
Daya rata- rata yang diperlukan	1,2 – 2,0
Daya maksimum yang diperlukan	0,8 – 1,2
Daya normal	1,0 – 1,5

2.5.2 Pulley

Pulley adalah suatu peralatan mesin yang berfungsi untuk meneruskan putaran motor penggerak kebagian yang lain yang akan digerakan, mengatur kecepatan atau dapat mempercepat dan memperlambat putaran yang di perlukan dengan cara mengatur diameternya. *Pulley* digunakan untuk mentransmisikan daya dari suatu poros ke poros yang lain dengan perantara sabuk dan bisa juga untuk menurunkan putaran dari motor listrik dengan menggunakan perbandingan diameter *pulley* yang digunakan, perbandingan kecepatan merupakan kebalikan dari perbandingan diameter *pulley* secara vertikal. Untuk kontruksi ringan digunakan bahan dari panduan alumunium dan baja untuk kontruksi kecepatan sabuk tinggi.



Gambar 2.20 *Pulley*

Pulley biasanya di pasang pada sebuah poros, *pulley* tidak dapat bekerja sendiri. Maka dari itu dibutuhkan pula sebuah sabuk sebagai penerus putaran dari motor. Dalam penggunaan *pulley* kita harus mengetahui beberapa besar putaran yang akan kita gunakan serta menetapkan diameter dari salah satu *pulley* yang kita gunakan, *pulley* biasanya dibuat dari besi, baja dan alumunium.

a. *Cast iron pulley*

Pulley ini terbuat dari besi tuang kelabu sehingga harganya lebih murah *pulley* ini biasanya dibuat dengan alur sabuk di sekelilingnya. *Pulley* biasa juga dibuat dalam bentuk padat atau dengan bentuk yang memakai lengan atau jeruji.

b. *Stell pulleys*

Pulley ini terbuat dari baja yang diberi tekanan dan mempunyai kekuatan serta daya tahan yang besar. *Pulley* ini lebih ringan massanya dari *cast iron pulleys* dengan kapasitas dan bentuk yang sama apabila di gunakan dengan kecepatan tinggi.

c. *Wonder pulleys*

Pulley ini biasanya lebih ringan dan mempunyai koefisien gesek yang lebih tinggi dari *cast iron* dan *steel pulleys*. *Pulley* ini mempunyai berat 2/3 dari *cast iron pulleys* dengan ukuran yang sama.

Berikut adalah perhitungan rumus yang digunakan dalam perancangan pulley diantaranya yaitu:

a) Diameter lingkaran jarak bagi puli (d_p, D_p)

$$\frac{n_1}{n_2} = i = \frac{D_p}{d_p} = \frac{1}{u} ; u = \frac{1}{i} \dots\dots\dots(2.17)$$

Maka $D_p = d_p \times i$

Dimana:

d_p = diameter jarak puli kecil (mm)

D_p = diameter jarak puli besar (mm)

I = perbandingan

2.5.3 Belt

Jarak yang jauh antara dua buah poros sering tidak memungkinkan transmisi langsung dengan roda gigi. Dalam hal demikian, cara transmisi putaran atau daya yang lain dapat diterapkan, di mana sebuah sabuk luwes atau rantai dibelitkan sekeliling *pulley* atau *sprocket* pada poros.

Transmisi dengan elemen mesin yang luwes dapat digolongkan atas transmisi sabuk, transmisi rantai, dan transmisi kabel atau tali. Dari macam – macam

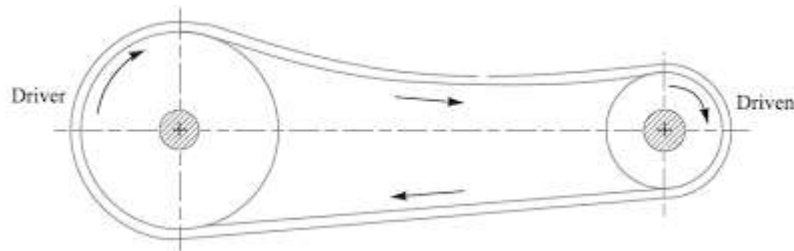
transmisi tersebut, kabel atau tali hanya dipakai untuk maksud khusus. Transmisi sabuk dapat dibagi atas tiga kelompok. Dalam kelompok pertama, sabuk rata dipasang pada puli silinder dan meneruskan momen antara dua poros yang jaraknya dapat sampai 10 meter dengan perbandingan putaran antara 1/1 sampai 6/1. Dalam kelompok kedua, sabuk dengan penampang trapezium dipasang pada puli dengan alur dan meneruskan momen antara dua poros yang jaraknya dapat sampai 5 meter dengan perbandingan putaran antara 1/1 sampai 7/1. Kelompok terakhir terdiri atas sabuk dengan gigi yang digerakkan dengan *sprocket* pada jarak pusat hingga mencapai 2 meter, dan meneruskan putaran secara tepat dengan perbandingan antara 1/1 sampai 6/1. Sabuk rata yang banyak ditulis dalam buku – buku lama belakangan ini pemakaiannya tidak seberapa luas lagi. Namun akhir – akhir ini dikembangkan sabuk rata untuk beberapa pemakaian khusus. Sebagian besar transmisi menggunakan sabuk V (*V belt*) karena mudah penanganannya dan harganya yang relative murah. Kecepatan sabuk direncanakan untuk 10 hingga 10 m/s pada umumnya, dan maksimal 25m/s. Daya maksimum yang dapat ditransmisikan kurang lebih sampai 500kW.

Karena terjadi slip antara puli dan sabuk, sabuk V tidak dapat meneruskan putaran dengan perbandingan yang tepat. Dengan sabuk gilir transmisi dapat dilakukan dengan perbandingan putaran yang tepat seperti pada roda gigi. Karena itu sabuk gilir telah digunakan secara luas dalam *industry* mesin jahit, *computer*, mesin fotokopi, mesin listrik, dan sebagainya.

Dalam hal ini alat yang akan dibuat dirancang menggunakan *belt*. Alasannya adalah karena rangkaian dengan menggunakan *belt* tidak bising dan juga mesin ini tidak terlalu memiliki daya yang besar dalam artian *belt* masih mampu menopang beban yang ada. *Belt* adalah sebuah lingkaran bahan fleksibel yang digunakan untuk menghubungkan dua atau lebih *shaft* secara mekanis, paling sering paralel. Sabuk dapat digunakan sebagai sumber gerak, untuk mengirimkan daya secara efisien, atau untuk melacak gerakan relatif.

Sifat penting dari sabuk yang perlu diperhatikan adalah perubahan bentuknya karena tekanan samping, dan ketahanannya terhadap panas. Bahan yang biasa dipakai adalah karet alam atau sintesis. Pada masa sekarang, telah banyak dipakai

karet *neopron*. Sebagai inti untuk pemakaian inti *tetoron* semakin populer untuk memperbaiki sifat perubahan panjang sabuk karena kelembaban dan karena pembebanan. Secara logikanya *belt* adalah tali penghubung yang menghubungkan dua katrol antara benda penggerak dan yang digerakkan.



Gambar 2.21 *Belt*

b) Kecepatan sabuk (v)

$$v = \frac{d_p n_1}{60 \times 1000} \dots\dots\dots(2.18)$$

Dimana:

V = kecepatan puli (m/s)

D_p = Diameter puli kecil (mm)

n_1 = putaran poros penggerak (rpm)

c) Panjang Keliling (L)

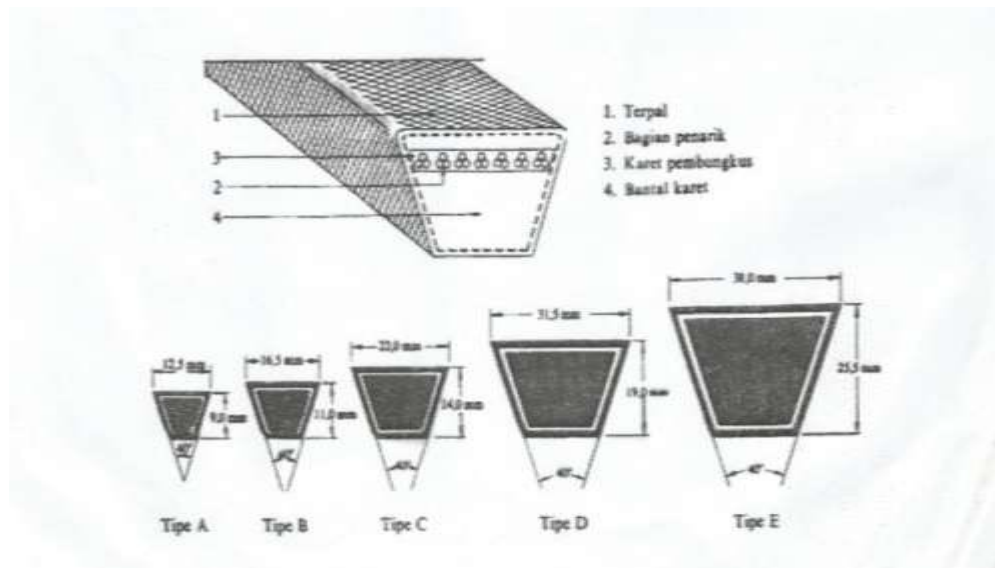
$$L = \pi (r_1 + r_2) + 2C + \left(\frac{r_2 - r_1}{c}\right)^2 \dots\dots\dots(2.19)$$

d) Jarak sumbu poros (C)

$$C = \frac{b + \sqrt{b^2 - 8(D_p - d_p)^2}}{8} \text{ (mm)} \dots\dots\dots(2.20)$$

Maka $b = 2L - 3,14 (D_p + d_p)$

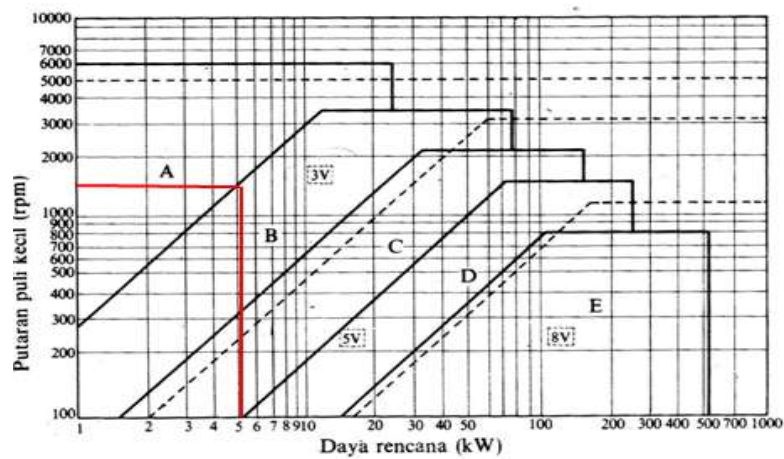
Ukuran dari tiap – tiap tipe sabuk – V dapat dilihat pada gambar di bawah ini :



Gambar 2.22 Ukuran penampang sabuk

(Sumber : IR Sularso dan Prof Kiyokatsu suga. *Dasar Perencanaan dan Pemilihan Elemen Mesin*. 2013)

Diagram Pemilihan sabuk :



Gambar 2.23 Diagram pemilihan sabuk

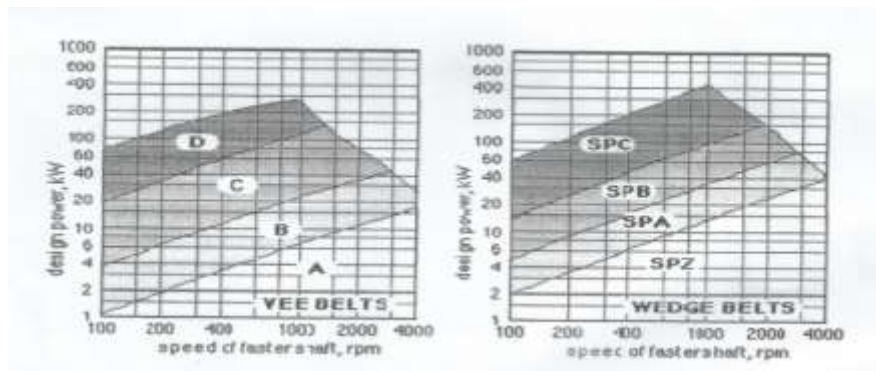
(Sumber : IR Sularso dan Prof Kiyokatsu suga. *Dasar Perencanaan dan Pemilihan Elemen Mesin*. 2013)

Tabel 2.2 Faktor Koreksi Transmisi Sabuk - V

Mesin yang di gerakan		Penggerak					
		Momen puntir puncak 200%			Momen puntir puncak > 200%		
		Momen arus bolak-balik (momen normal sangkar bajing sinkron) motor searah (lilitan shunt).			Motor arus bolak-balik (momen tinggi, fasa tunggal lilitan seri), motor searah (lilitan komponen, lilitan seri) mesin torak, kopling tak tetap.		
		Jumlah jam kerja tiap hari			Jumlah Jam Kerja tiap hari		
		3 - 5 jam	8 - 10 jam	16 - 24 jam	3 - 5 jam	8 - 10 jam	16 - 24 jam
Variasi beban sangat kecil	Pengaduk zat cair, kipas angin, blower (sdampai 7,5 Kw) pompa sentrifugal, konveyor tugas ringan.	1,0	1,1	1,2	1,2	1,3	1,4
Variasi beban kecil	Konveyor sabuk, (pasir, batu bara), pengaduk kipas angin (lebih dari 7,5 Kw) Mesin torak peluncur, mesin perkakas, mesin pencetak.	1,2	1,3	1,4	1,4	1,5	1,6
Variasi beban sedang	Konveyor (ember sekrup), pompa torak, kompresor, gilingan palu, pengocok, roots blower, mesin tekstil, mesin kayu.	1,3	1,4	1,5	1,6	1,7	1,8
Variasi beban besar	Penghancur gilingan bola atau batang, pengangkat, mesin pabrik karet, (rol kalender).	1,5	1,6	1,7	1,8	1,9	2,0

(Sumber : IR Sularso dan Prof Kiyokatsu suga. *Dasar Perencanaan dan Pemilihan Elemen Mesin*. 2013)

Untuk menentukan ukuran/tipe sabuk-V maka dapat menggunakan bantuan diagram karpet :



Gambar 2.24 Diagram Karpet

(Sumber : IR Sularso dan Prof Kiyokatsu suga. *Dasar Perencanaan dan Pemilihan Elemen Mesin*. 2013)

Ukuran minimal puli driver dapat dilihat pada tabel dibawah ini :

Tabel 2.3 Ukuran minimal puli *driver*

Jenis/tipe sabuk	Diameter pitch minimal (inc)
A	3,0
B	5,4
C	9,0
D	13,0
E	21,0

(Sumber : IR Sularso dan Prof Kiyokatsu suga. *Dasar Perencanaan dan Pemilihan Elemen Mesin*. 2013)

Tidak seperti sabuk datar (*flat belt*) yang mempunyai panjang tertentu, panjang sabuk-V yang beredar di pasaran mempunyai panjang yang sudah tertentu. Panjang keliling sabuk-V pada tipe A, B, C, D, dan E dapat dilihat tabel di bawah.

2.5.4 Poros

Perencanaan poros adalah suatu persoalan perencanaan dasar. Poros merupakan bagian yang terpenting dari suatu mesin yang berputar. Setiap bagian komponen mesin yang berputar, pasti terdapat poros yang berfungsi untuk memutar komponen tersebut. Jadi poros adalah komponen mesin yang berfungsi untuk memindahkan dan meneruskan putaran dari suatu bagian ke bagian lain dalam suatu mesin.

Berdasarkan bebanya poros dibedakan menjadi 3 yaitu: *shaft* (poros transmisi), *axle* (gandar), dan *spindle*. *Shaft* adalah poros yang biasanya menerima beban bengkok dan puntir sekaligus beban gabungan. Poros ini biasanya digunakan untuk memindahkan putaran, tetapi sekaligus juga untuk mendukung suatu beban. Sedangkan *axle* (gandar) adalah poros yang biasanya hanya menerima beban bengkok saja. Poros ini hanya mendukung beban. Misalnya poros pada roda kendaraan bermotor, atau poros roda becak / gerobak, dan lainnya. *Spindle* adalah poros yang hanya menerima beban puntir saja berarti poros ini hanya digunakan untuk memindahkan putaran saja. Poros seperti ini misalnya pada mesin- mesin perkakas (mesin bubut, mesin frais dan sebagainya).

Hal- hal penting dalam perencanaan poros :

a. Kekuatan Poros

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

b. Kekakuan poros

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

c. Bahan poros

Alat ini di karenakan dalam penggunaannya untuk mendukung beban dan 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 bantalan.

Terdapat 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 sebagainya.

Meskipun demikian, bahan ini kelurusannya agak kurang tetap dan dapat mengalami deformasi karena tegangan yang kurang seimbang. Misalnya bila diberi alur pasak, kerana ada alur pasak didalam terasnya. Tetapi penarikan dingin membuat permukaan poros menjadi keras permukaanya dan kekuatannya bertambah besar.

Poros yang dipakai untuk meneruskan putaran tinggi dan berat beban umumnya dibuat dari baja paduan dengan pengerasan kulit yang sangat tahan terhadap keausan. Beberapa diantaranya adalah baja *khrom* nikel, baja *khrom nikel molibden*, baja *khrom*, baja *khrom molibden* sekalipun demikian pemakaian baja paduan khusus tidak selalu dianjurkan jika alasanya hanya putaran tinggi dan berat. Pada umumnya baja diklafikasikan atas baja lunak, baja liat, baja agak keras, dan baja keras. Diantaranya, baja liat dan baja agak keras banyak dipilih untuk poros. Kandungan karbonnya adalah seperti yang tertera dalam tabel 2.4.

Tabel 2.4 penggolongan 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 – 0,12 %

(Sumber : IR Sularso dan Prof Kiyokatsu suga. *Dasar Perencanaan dan Pemilihan Elemen Mesin*. 2013)

Didalam perencanaan ini, poros yang digunakan yaitu poros eksentrik, yang mana salah satu bagian stasioner yang berputar, biasanya berbentuk bulat dimana terpasang elemen- elemen seperti *pulley*, bantalan, pasak dan lain- lain. Poros biasanya akan mengalami beban puntir dan lentur. Beban puntir terjadi dikarenakan adanya torsi dari putaran motor. Sedangkan beban lentur terjadi akibat tegangan sabuk dan *pulley*.

d. Putaran kritis

Bila putaran suatu mesin lebih tinggi dari putaran kritisnya maka dapat terjadi getaran yang luar biasa besarnya.

e. Korosi

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

Untuk menentukan poros ada beberapa tahap perhitungan dengan rumus – rumus sebagai berikut:

a) Menghitung daya rencana

$$P_d = f_c \times P \text{ (Kw)} \dots\dots\dots(2.21)$$

Dimana:

f_c = faktor koreksi

P = Daya nominal (Kw)

- b) Menghitung momen yang terjadi pada poros

$$T = 9,74 \times 10^5 \frac{P_d}{n_1} \dots \dots \dots (2.22)$$

Dimana:

T = momen poros (kg.mm)

n_1 = putaran poros (rpm)

- c) Gaya Tarik *belt* pada pembebanan poros

$$(T_1 - T_2) = \frac{T}{R} \dots \dots \dots (2.23)$$

Dimana:

T = torsi motor listrik (kg.mm)

R = jari-jari *pulley* pada poros (mm)

- d) Mencari tegangan geser yang diizinkan

$$\tau_{\partial} = \sigma_B / (sf_1 \times sf_2) \dots \dots \dots (2.24)$$

Dimana:

τ_{∂} = Tegangan geser yang diizinkan (kg/mm^2)

σ_B = Kekuatan tarik (kg/mm^2)

$sf_1 \times sf_2$ = Faktor keamanan

2.5.5 Bantalan

Bantalan adalah elemen mesin yang berfungsi untuk menumpu poros berbeban, sehingga putaran atau gerak bolak baliknya dapat berlangsung secara halus, aman, dan panjang umur. Bantalan dibuat untuk menerima beban radial murni, beban aksial murni, atau gabungan dari keduanya. Bantalan harus cukup kokoh untuk memungkinkan poros serta elemen mesin lainnya bekerja dengan baik. Jika bantalan tidak berfungsi dengan baik maka prestasi seluruh sistem akan menurun atau tidak dapat bekerja sebagaimana mestinya. Bantalan dapat diklasifikasikan sebagai berikut :

- a. Atas dasar gerakan bantalan terhadap poros.

1. Bantalan luncur (*journal/sliding bearing*).

Bantalan luncur adalah bantalan dimana bagian yang bergerak (berputar) dan yang diam melakukan persinggungan secara langsung. Bagian yang bergerak biasanya ujung poros yang juga disebut tap (*journal*). Pada bantalan ini terjadi gesekan luncur antara poros dan bantalan karena permukaan poros ditumpu oleh permukaan bantalan dengan perantara lapisan pelumas. Bantalan luncur mampu menumpu poros berputaran tinggi dengan beban yang besar. Bantalan ini memiliki konstruksi yang sederhana dan dapat dibuat dan dipasang dengan mudah

2. Bantalan Gelinding (*Anti-friction bearing*).

Bantalan gelinding adalah bantalan dimana bagian yang bergerak dan yang diam tidak bersinggungan langsung, tapi terdapat perantara (media). Bila perantara berbentuk bola (*ball*) maka disebut *ball bearing*, tapi bila perantaranya berbentuk *roll*, maka disebut *roller bearing*. Keunggulan dari bantalan gelinding yaitu, gesekan yang terjadi pada saat berputar sangat rendah. Pelumasannya pun sangat sederhana, yaitu cukup dengan gemuk, bahkan pada jenis bantalan gelinding yang memakai seal sendiri tidak perlu pelumasan lagi.

3. Atas dasar arah beban terhadap poros.

a. Bantalan radial.

Pada bantalan ini arah beban yang ditumpu adalah tegak lurus sumbu poros

b. Bantalan aksial.

Arah beban bantalan ini sejajar dengan sumbu poros

c. Bantalan gelinding khusus.

Bantalan ini dapat menumpu beban yang arahnya sejajar dan tegak lurus sumbu poros

4. Rumus dasar perhitungan.

Rumus perhitungan bantalan gelinding antara lain :

1) Beban ekuivalen dinamis (P_e).

$$P_e = ((V \times X \times F_r) + (Y \times F_a)) \times K_s \dots\dots\dots(2.25)$$

Dimana :

P_e = beban ekuivalen dinamis (kg)

X = faktor untuk beban radial

Y = faktor untuk beban aksial

F_a = beban aksial (kg)

F_r = beban radial (kg)

K_s = faktor koreksi

Untuk tekanan stabil dan merata = 1

Untuk tekanan beban ringan = 1,5

Untuk tekanan beban sedang = 2

Untuk tekanan beban berat = 2,5

V = faktor pembebanan

Jika cincin dalam yang berputar = 1,2

Jika cincin luar yang berputar = 1

2) Faktor kecepatan (F_n).

Untuk elemen gelinding bola (*ball bearing*)

$$F_n = \left(\frac{33,3}{n} \right)^{\frac{1}{3}} \dots\dots\dots(2.26)$$

Dimana :

F_n = faktor kecepatan

n = putaran (*Rpm*)

Untuk elemen gelinding roll (*Roller bearing*)

$$F_n = \left(\frac{33,3}{n} \right)^{\frac{3}{10}} \dots\dots\dots(2.27)$$

Dimana :

F_n = faktor kecepatan

n = putaran (*Rpm*)

3) Faktor umur bantalan (F_h).

$$Fh = Fn \left(\frac{C}{P_e} \right) \dots\dots\dots(2.28)$$

Dimana :

Fh = faktor umur bantalan

Fn = faktor kecepatan

P_e = beban ekuivalen dinamis (K_g)

C = beban nominal dinamis spesifik (K_g)

4) Umur nominal bantalan (Lh)

$$Lh = 500(Fh)^3 \dots\dots\dots(2.29)$$

Dimana :

Lh = umur nominal bantalan

Fh = faktor umur bantalan

2.5.6 Baut dan Mur

Baut dan mur berfungsi untuk mengikat antar rangka. Adapun jenis baut dan mur yang digunakan dalam kontruksi ini menggunakan bahan Fc35 .Untuk menentukan jenis dan ukuran baut dan mur harus memperhatikan berbagai faktor seperti sifat gaya yang bekerja pada baut, cara kerja mesin, kekuatan bahan, dan lain sebagainya. Adapun gaya – gaya yang bekerja pada baut dapat berupa :

1. Beban statis aksial murni
2. Beban aksial bersama beban puntir
3. Beban geser

Tegangan geser yang terjadi pada baut pengikat :

$$\sigma_g = 4 \frac{F}{A} \dots\dots\dots(2.30)$$

Dimana :

σ_g = tegangan geser (N/mm^2)

F = beban (N)

A = luas penampang baut (mm)

2.6 Rangka

Rangka mesin ini sendiri sangat penting untuk menunjang kinerja dari mesin tersebut. Dimana kerangka ini harus dapat menopang mesin dengan kuat.

Dengan alternatif bahan yang ada, alternatif model Square pipe merupakan alternatif yang terbaik untuk membuat kerangka mesin ini. Karena untuk pembuatannya lebih mudah dan dapat menopang mesin dengan baik.



Gambar 2.25 Square pipe

Untuk mencari bahan yang sesuai dengan tentu kita harus mengetahui terlebih dahulu berapa beban yang akan diterima oleh kerangka tersebut dan dapat mengetahui berapa beban yang diterima di setiap kaki, sehingga nantinya dapat menopang benda dengan aman.

a). Menghitung berat kerangka

Rangka berfungsi sebagai tempat dudukan dari rangkaian alat yang akan digunakan. Berat rangka dalam keadaan normal tanpa beban adalah :

$$W = V \cdot \rho$$

$$V = p \cdot l \cdot t \dots \dots \dots (2.31)$$

Dimana : W = Berat kerangka (kg)

V = volume kerangka (cm³)

p = panjang kerangka (cm)

l = lebar kerangka (cm)

t = tinggi kerangka (cm)

2.6.1 Titik Berat Benda

Titik berat benda merupakan pusat massa benda dimana benda akan berada dalam keseimbangan rotasi

Rumus titik berat benda dengan f_i = gaya yang terjadi dititik i , x_i = jarak sumbu x dititik i , dan y_i = jarak sumbu y dititik i :

- Untuk sumbu x:

$$x = \frac{\sum f_i \cdot x_i}{\sum f_i}$$

- Untuk sumbu y:

$$y = \frac{\sum f_i \cdot y_i}{\sum f_i}$$

- Resultan sumbu x dan sumbu y:

$$R = \sqrt{\sum x^2 + \sum y^2}$$

- Arah R terhadap $f_i \cdot y_i$:

$$\alpha = \sin^{-1} \frac{\sum f_i \cdot x_i}{R}$$

2.7 Proses permesinan

Pada proses perancangan alat ini dibutuhkan proses pembuatan beberapa komponen alat yaitu :

2.7.1 Perhitungan Mesin Bubut

Mesin bubut merupakan salah satu jenis mesin perkakas. Prinsip kerja pada proses *turning* atau lebih dikenal dengan proses bubut adalah proses penghilangan bagian dari benda kerja untuk memperoleh bentuk tertentu. Disini benda kerja akan diputar / rotasi dengan kecepatan tertentu bersamaan dengan dilakukannya proses pemakanan oleh pahat yang digerakkan secara translasi sejajar dengan sumbu putar dari benda kerja. Gerakan putar dari benda kerja disebut gerak potong relative dan gerakan translasi dari pahat disebut gerak umpan (*feeding*).

- a. Rumus perhitungan mesin.

$$n = \frac{1000.Vc}{\pi .d} \dots\dots\dots(2.31)$$

Dimana :

Vc = kecepatan potong (m / menit)

d = diameter benda kerja (mm)

n = banyak putaran (rpm)

b. Rumus pemakanan memanjang

$$T_m = \frac{L}{S_r \times n} \dots\dots\dots(2.32)$$

c. Rumus pemakanan melintang

$$T_m = \frac{r}{S_r \times n} \dots\dots\dots(2.33)$$

Dimana :

T_m = waktu pengerjaan (menit)

L = panjang benda kerja yang dibubut (mm)

S_r = kedalaman pemakanan (mm / putaran)

n = kecepatan putaran mesin (rpm)

r = jari – jari benda kerja

2.7.2 Perhitungan Mesin bor

Mesin bor adalah suatu jenis mesin gerakan yang memutar alat pemotong yang arah pemakanan mata bor hanya pada sumbu mesin tersebut (pengerjaan pelubangan).Sedangkan pengeboran adalah operasi menghasilkan lubang berbentuk bulat dalam lembaran kerja dengan menggunakan pemotong berputar yang disebut bor dan memiliki fungsi untuk membuat lubang,membuat lubang bertingkat, membesarkan lubang, *chamfer*.

a. Rumus perhitungan putaran mesin

$$n = \frac{1000 \times Vc}{\pi \times d} \dots\dots\dots (2.34)$$

Dimana :

Vc = kecepatan potong (m / menit)

d = diameter benda kerja (mm)

n = banyak putaran (rpm)

b. Rumus perhitungan waktu pengerjaan

$$T_m = \frac{L}{S_r \cdot n} \dots\dots\dots(2.35)$$

Dimana :

T_m = waktu pengerjaan (menit)

L = kedalaman pengeboran (mm)

S_r = ketebalan pemakanan (mm / putaran)

Kemudian hitung total waktu pengerjaan yang dibutuhkan untuk dapat menyelesaikan alat ini dengan rumus :

$$T_{total} = \sum T_{m_{bubut}} + \sum T_{m_{bor}} + \text{Waktu assembly}$$

2.8 Maintenance and repair

1. Maintenance (Perawatan)

Maintenance adalah kegiatan menjaga mesin/peralatan agar kinerjanya seperti sediakala dan jangan sampai terjadi kerusakan tiba-tiba.

Adapun kegiatan maintenance yang dilakukan antara lain membersihkan, menutup, melumasi, memeriksa, menyetel, mengencangkan, memperbaiki, mengganti komponen, menguji, dan sebagainya.

Tujuan dari pemeliharaan yang dilakukan adalah:

- Daya kerja alat lebih optimal
- Umur peralatan lebih lama
- Breakdown lebih sedikit
- Biaya lebih minimal
- Mencegah terjadinya kerusakan yang tiba-tiba
- Mempertahankan kinerja mendekati semula
- Mendeteksi gejala kerusakan dini

Adapun teknik pemeliharaan yang dapat dilakukan terbagi atas tiga hal yang planed maintenance, unplaned maintenance dan schedule maintenance yaitu:

- a. *Planed maintenance* (Perawatan Terencana)
- b. *Unplande maintenance* (Perawatan Tak Terencana)
- c. *Schedulled maintenance* (Perawatan Terjadwal)
 - i. Harian, mingguan, bulanan, tiga bulanan, enam bulanan, tahunan.
 - ii. 1000 km, 5000 km, 250 jam, 500 jam, 750 jam, 1000 jam, 30000 km
 - iii. 100 jam, 250 jam, 500 jam, 750 jam, 1000 jam

Klasifikasi pemeliharaan ini dibagi atas beberapa bagian antara lain:

- 1) *Preventive maintenance* adalah suatu kegiatan perawatan terencana yang bertujuan untuk mencegah terjadinya kerusakan pada suatu fasilitas.
- 2) *Pedictive maintenance* adalah suatu kegiatan perawatan yang bertujuan untuk meramal umur peralatan atas dasar kecenderungan kondisi peralatan (conditioning monitoring)
- 3) *Inprovement maintenance* adalah suatu kegiatan pemeliharaan yang dilakukan dengan cara memodifikasi/inovasi dari peralatan yang sudah ada dan atau menambah peralatan baru
- 4) *Corrective maintenance* adalah suatu kegiatan yang bertujuan untuk memperbaiki suatu fasilitas agar dapat dapat dicapai standar yang dipersyaratkan.
- 5) *Running maintenance* suatu kegiatan preventive maintenance yang dilakukan ketika mesin dalam keadaan beroperasi
- 6) *Shutdown maintenance* suatu kegiatan terencana yang dilakukan pada saat mesin dalam keadaan berhenti beroperasi
- 7) *Breakdown maintenance* suatu kegiatan yang dilakukan pada saat peralatan sudah tidak beroperasi/tidak layak operasi
- 8) *Emergency maintenance* suatu kegiatan yang dilakukan yang dilakukan untuk mengatasi kerusakan pada suatu mesin yang

tidak diduga sebelumnya yang sidatnya sementara sehingga operasi tidak terhenti

- 9) *Overhaul maintenance* adalah pemeriksaan dan perbaikan secara menyeluruh terhadap mesin dengan maksud untuk mengembalikan mesin pada kondisi awal

Keuntungan perawatan berkala adalah:

- Perbaikan dapat direncanakan
- Kondisi mesin terjaga
- Keselamatan kerja terjamin
- Mengurangi berhentinya mesin

Kerugian perawatan berkala:

- Jika interval waktu terlalu pendek dapat menimbulkan malpraktek
- Rugi jika komponen yang masih baik harus diganti
- Kondisi mesin belum dapat diketahui secara pasti
- Jika interval waktu terlalu lama mungkin timbul kerusakan sebelum tiba

2. Repair (Perbaikan)

Perbaikan adalah tindakan yang dilakukan terhadap komponen yang mengalami kerusakan agar dapat berfungsi dan dapat digunakan kembali secara produktif.