

BAB II

LANDASAN TEORI

2.1 Perancangan Desain Produk

Menurut Al-Bahra Bin Ladjamudin dalam bukunya yang berjudul Analisis & Desain Sistem Informasi (2005 : 39), menyebutkan bahwa "Perancangan adalah suatu kegiatan yang memiliki tujuan untuk mendesain sistem baru yang dapat menyelesaikan masalah-masalah yang dihadapi perusahaan yang diperoleh dari pemilihan alternatif sistem yang terbaik." Menurut Christopher Alexander "Perancangan merupakan upaya untuk menemukan komponen fisik yang tepat dari sebuah struktur fisik (Christopher Alexander, 1983), Perancangan adalah usulan pokok yang mengubah sesuatu yang sudah ada menjadi sesuatu yang lebih baik, melalui tiga proses: mengidentifikasi masalah-masalah, mengidentifikasi metoda untuk pemecahan masalah, dan pelaksanaan pemecahan masalah". Menurut George M.Scott (Jogiyanto, HM : 1991) "Perancangan adalah suatu jaringan kerja yang saling berhubungan untuk menentukan bagaimana suatu sistem menyelesaikan apa yang mesti diselesaikan". Pendapat lain menyebutkan bahwa Menurut Abdul Kadir (2003), "perancangan adalah proses penerapan berbagai teknik dan prinsip dengan tujuan untuk mentransformasikan hasil analisa kedalam bentuk yang memudahkan mengimplementasikan".

2.2 Definisi alat

Alat adalah benda yang digunakan untuk mempermudah pekerjaan kita sehari-hari. Beberapa contoh alat adalah palu, tang, gergaji, dan cangkul. Beberapa

benda sehari-hari seperti garpu, sendok dan pensil juga termasuk alat. Pisau merupakan salah satu alat yang diciptakan manusia. Alat-alat yang secara khusus digunakan untuk keperluan rumah tangga sering disebut sebagai perkakas.

Fluida kerja dapat dikategorikan menjadi tiga jenis yaitu *dry*, *wet* dan *isentropic fluid*. Perbedaan yang mendasar dari tiga jenis refrigeran tersebut adalah kemiringan dT/ds dari kurva uap fluida pada diagram temperatur-entropi. *Dry fluid* memiliki kemiringan dT/ds yang bernilai positif, *wet fluid* memiliki kemiringan dT/ds yang bernilai negatif, dan dikategorikan *isentropic fluid* apabila dT/ds memiliki nilai nol.

2.3 Air

Pengertian Air merupakan molekul kimia yang sangat penting bagi kehidupan makhluk hidup di bumi ini, terutama fungsinya yang sangat vital adalah untuk diminum (Slamet, 2009). Air terdiri dari atom H dan O. Sebuah molekul air terdiri dari satu atom O yang berikatan kovalen dengan dua atom H. Molekul air yang satu dengan molekul air lainnya bergabung dengan satu ikatan hidrogen antara atom H dengan atom O dari molekul air yang lain. Adanya ikatan hidrogen inilah yang menyebabkan air mempunyai sifat-sifat yang khas (Achmad, 2004).



Gambar 2.1. Air

2.4 Ergonomi

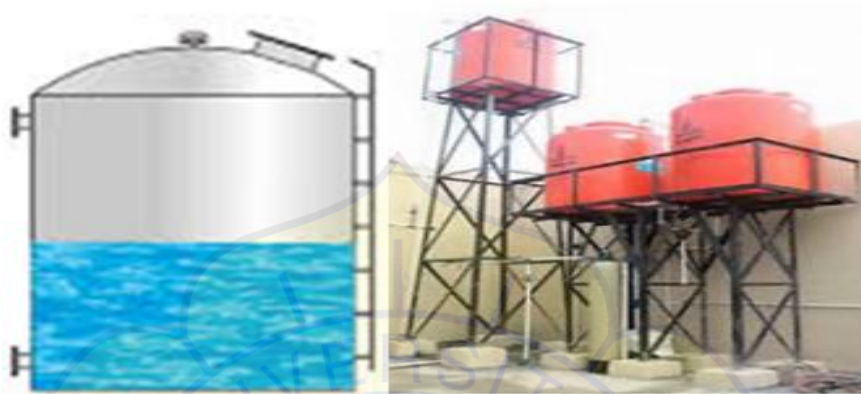
Menurut Gempur (2004) “Apabila ingin meningkatkan kemampuan manusia untuk melakukan tugas, maka beberapa hal di sekitar lingkungan alam manusia seperti peralatan, lingkungan fisik, posisi gerak perlu direvisi atau dimodifikasi atau redesain atau didesain disesuaikan dengan kemampuan dan keterbatasan manusia.

2.5 Tangki Air

Unit Penampung Air (*Storage*) Komponen ini merupakan bagian terpenting dalam system penampungan air. Ukuran dari unit penampungan di tentukan oleh berbagai factor yaitu : Pasokan air, Permintaan Kebutuhan air, lama penampungan dan dana yang tersedia. Reservoir di tempat yang tinggi dapat dipergunakan dengan baik untuk pemantapan tekanan, Tekanan akan cukup rendah di ujung sistem yang jauh, kondisi tekanan akan membaik bila tangki tinggi itu terletak dekat daerah konsumen tinggi (pusat beban).

Keseimbangan dan Penentuan ukuran Penampungan air, aturan dasar dalam penentuan ukuran bak penampung adalah volume air yang dipasokan dari harus sama atau melebihi permintaan kebutuhan air. Variabel dari pasokan air dan kebutuhan air menggambarkan hubungan antara daerah penampungan yang dibutuhkan dan kapasitas penyimpanan. Beberapa kasus diperlukan perluasan daerah penampungan air seiring dengan penambahan kapasitas penampungan untuk memenuhi permintaan kebutuhan air. Sistem penampungan harus dapat menampung air lebih sebagai antisipasi pemenuhan kebutuhan pada saat terjadi keruhsan pada instalasi pasokan air. Hal ini menunjukkan cara untuk menghitung

jumlah air. Tangki air merupakan metode penampungan air yang sederhana, pada dasarnya tangki memiliki konsep dasar yang sama dengan metode penampungan air pada umumnya yaitu menampung air langsung dari air melalui komponen-komponen system penampungan seperti pipa dan unit penampung.



Gambar 2.2. Tangki air

2.6 V-belt

V-belt adalah elemen transmisi daya yang fleksibel yang dipasang secara ketat pada puli dan cakera. Gambar 2.3 memperlihatkan tata letak dasar. Jika v-belt digunakan untuk menurunkan kecepatan, pully kecil dipasang pada poros yang berkecepatan tinggi, seperti poros motor listrik, sedangkan pully besar dipasang pada mesin yang digerakkan. Sabuk ini dirancang untuk mengitari dua pully.

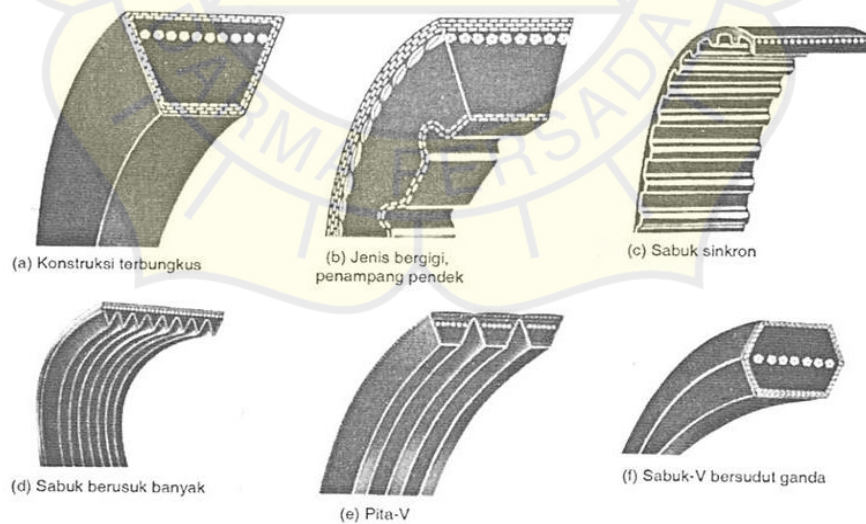


Gambar 2.3. Dasar-dasar geometri V-belt

V-belt dipasang dengan menempatkannya mengitari dua puli setelah jarak pusat antara keduanya dikurangi. Kemudian kedua pully digeser menjauh sampai sabuk memiliki tegangan tarik awal yang cukup tinggi. Ketika v-belt memindahkan daya, gesekan menyebabkan sabuk mencekram pully penggerak, sehingga menaikkan tegangan tarik pada satu sisi, yang disebut "sisi kencang". Gaya tarik pada sabuk menimbulkan gaya tangensial pada poros yang digerakkan, sehingga menghasilkan gaya torsi pada puli yang digerakkan. Sedangkan sisi lainnya masih mengalami tegangan tarik yang bernilai kecil, bagian ini disebut "sisi kendor".

2.7 Klasifikasi Sabuk V-belt

Ada banyak jenis sabuk yang digunakan, yaitu: sabuk rata, sabuk beralur atau bergigi, sabuk standar V, sabuk V sudut ganda, dan lainnya seperti yang ditunjukkan dalam Gambar 2.7.



Gambar 2.4. klasifikasi V-belt

- 1) Sabuk rata (*flat belt*); adalah jenis paling sederhana, sering terbuat dari kulit atau berlapis karet. Permukaan pulinya juga rata dan halus. Dan karena itu penggeraknya dibatasi oleh gesekan murni antara pully dan sabuk.
- 2) Sabuk sinkron (*synchronous belt*); atau sering disebut sabuk gilir (*timing belt*) bergerak bersama pully yang mempunyai alur-alur yang sesuai dengan gigi-gigi pada sisi dalam sabuk. Ini merupakan gerak positif, hanya dibatasi oleh kekuatan tarik sabuk dan kekuatan geser gigi-giginya.
- 3) Sabuk bergerigi; seperti yang diperlihatkan dalam digunakan pada pully standar V. Gigi-gigi ini menyebabkan sabuk mempunyai fleksibilitas dan efisiensi yang lebih tinggi dibandingkan dengan sabuk-sabuk standar. Sabuk ini dapat beroperasi pada diameter puli yang kecil.
- 4) Sabuk V; merupakan jenis sabuk yang banyak digunakan pada kendaraan dan industri. Bentuk V menyebabkan sabuk-V dapat terjepit alur dengan kencang, memperbesar gesekan dan memungkinkan torsi yang tinggi dapat ditransmisikan sebelum terjadi slip.

Sebagian besar sabuk memiliki senar-senar serabut berkekuatan tarik tinggi yang ditempatkan pada diameter jarak bagi dari penampang melintang sabuk, yang berguna untuk meningkatkan kekuatan tarik pada sabuk. Senar serabut ini terbuat dari serat alami, serabut sintetis atau baja yang ditanamkan dalam campuran karet yang kuat untuk menghasilkan fleksibilitas yang dibutuhkan agar sabuk dapat mengitari puli. Sering pula ditambahkan pelapis luar supaya sabuk menjadi lebih tahan lama.

2.8 Mesin Bor

Mesin bor adalah suatu jenis mesin gerakanya 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.

- 1) Mesin bor meja adalah mesin bor yang diletakkan diatas meja. Mesin ini digunakan untuk membuat lobang benda kerja dengan diameter kecil (terbatas sampai dengan diameter 16 mm). Prinsip kerja mesin bor meja adalah putaran motor listrik diteruskan ke poros mesin sehingga poros berputar. Selanjutnya poros berputar yang sekaligus sebagai pemegang mata bor dapat digerakkan naik turun dengan bantuan roda gigi lurus dan gigi rack yang dapat mengatur tekanan pemakanan saat pengeboran.



Gambar 2.5. Mesin Bor Duduk

- 2) Mesin bor tangan adalah mesin bor yang pengoperasiannya dengan menggunakan tangan dan bentuknya mirip pistol. Mesin bor tangan biasanya digunakan untuk melubangi kayu, tembok maupun pelat logam. Khusus Mesin bor ini selain digunakan untuk membuat lubang juga bisa

digunakan untuk mengencangkan baut maupun melepas baut karena dilengkapi 2 putaran yaitu kanan dan kiri. Mesin bor ini tersedia dalam berbagai ukuran, bentuk, kapasitas dan juga fungsinya masing-masing



Gambar 2.6. Mesin Bor Tangan

- 3) Mesin bor Radial khusus dirancang untuk pengeboran benda-benda kerja yang besar dan berat. Mesin ini langsung dipasang pada lantai, sedangkan meja mesin telah terpasang secara permanen pada landasan atau alas mesin. Pada mesin ini benda kerja tidak bergerak. Untuk mencapai proses pengeboran terhadap benda kerja, poros utama yang digeser kekanan dan kekiri serta dapat digerakkan naik turun melalui perputaran batang berulir.



Gambar 2.7. Mesin Bor Radial

- 4) Mesin Bor Tegak (*Vertical Drilling Machine*) Digunakan untuk mengerjakan benda kerja dengan ukuran yang lebih besar, dimana proses pemakanan dari mata bor dapat dikendalikan secara otomatis naik turun.

Pada proses pengeboran, poros utamanya digerakkan naik turun sesuai kebutuhan. Meja dapat diputar 360 derajat , mejanya diikat bersama sumbu berulir pada batang mesin, sehingga mejanya dapat digerakkan naik turun dengan menggerakkan engkol.



Gambar 2.8. Mesin Bor Tegak

- 5) Mesin bor koordinat pada dasarnya sama prinsipnya dengan mesin bor yang lainnya. Perbedaannya terdapat pada sistem pengaturan posisi pengeboran. Mesin bor koordinat digunakan untuk membuat/membesarkan lobang dengan jarak titik pusat dan diameter lobang antara masing-masingnya memiliki ukuran dan ketelitian yang tinggi. Untuk mendapatkan ukuran ketelitian yang tinggi tersebut digunakan meja kombinasi yang dapat diatur dalam arah memanjang dan arah melintang dengan bantuan sistem optik. Ketelitian dan ketepatan ukuran dengan sistem optik dapat diatur sampai mencapai toleransi 0,001 mm.



Gambar 2.9. Mesin Bor Koordinat

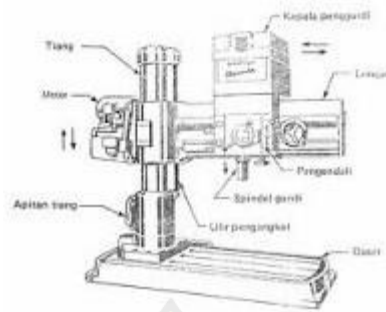
- 6) Mesin bor lantai adalah mesin bor yang dipasang pada lantai. Mesin bor lantai disebut juga mesin bor kolom. Jenis lain mesin bor lantai ini adalah mesin bor yang mejanya disangga dengan batang pendukung. Mesin bor jenis ini biasanya dirancang untuk pengeboran benda-benda kerja yang besar dan berat.



Gambar 2.10. Mesin Bor Lantai

- 7) Mesin bor berporos (mesin bor gang) Mesin bor ini mempunyai lebih dari satu spindel, biasanya sebuah meja dengan empat spindel. Mesin ini digunakan untuk melakukan beberapa operasi sekaligus, sehingga lebih

cepat. untuk produksi massal terdapat 20 atau lebih spindle dengan sebuah kepala penggerak.



Gambar 2.11. Mesin bor berporos

2.9 Mata Bor

Mata bor adalah alat yang paling ideal untuk membuat lubang yang rapih dan presisi. Bisa digunakan pada bahan kayu, plastik ataupun logam. Banyak jenis dan ukuran lubang yang bisa dibuat dengan menggunakan bor, akan tetapi dengan mempertimbangkan ukuran lubang dan jenis bahan kita perlu menggunakan mata bor yang tepat.



Gambar 2.12. Jenis Mata Bor

- 1) Twist Bits Jenis mata bor yang paling banyak digunakan dan cukup universal fungsinya. Bisa digunakan menggunakan mesin bor tangan atau mesin bor duduk baik secara horisontal maupun vertikal. Mata bor ini bisa

untuk membuat lubang pada bahan kayu, plastik atau logam. Biasanya tersedia dalam ukuran \varnothing 4 - 12 mm. Lebih baik buat sebuah titik pusat menggunakan paku atau sekrup untuk arahan mata bor ini ketika anda menggunakan mesin bor tangan.



Gambar 2.13. *Twist Bist*

- 2) *Masonry Bits* Dirancang untuk membuat lubang pada tembok, beton atau batu. Digunakan dengan mesin bor pada setelan martil (gerakan bir bergetar seperti ketukan martil) dan pada ujung mata bor terdapat logam keras sebagai pemotong. Biasanya tersedia dalam \varnothing 4-15mm dan mata bor lebih panjang daripada twist bits (300 - 400mm).



Gambar 2.14. *Masonry Bits*

- 3) *Spur Bits* Dikenal sebagai mata bor kayu dengan ujung mata bor runcing pada bagian tengahnya dan pisau pengiris pada bagian kelilingnya. Ujung runcing di tengah berfungsi untuk menjaga agar mata bor tetap lurus

sehingga lubang yang dihasilkan presisi dan dengan \emptyset yang sama. Ukuran \emptyset yang tersedia sekitar 6-15mm.



Gambar 2.15. Spur Bits

- 4) *Countersink Bits* Mata bor ini bersudut 90° pada ujungnya dan berfungsi untuk membuat lubang 45° terhadap permukaan kayu. Biasanya dipakai pada saat membuat lubang untuk kepala sekrup agar permukaan sama rata dengan kayu. Mata bor ini bisa berdiri sendiri dan ada juga yang terpasang langsung dengan mata bor utama untuk membuat lubang sekrup.



Gambar 2.16. Twist Bist

- 5) *Masonry Bits* Dirancang untuk membuat lubang pada tembok, beton atau batu. Digunakan dengan mesin bor pada setelan martil (gerakan bit bergetar seperti ketukan martil) dan pada ujung mata bor terdapat logam keras sebagai pemotong. Biasanya tersedia dalam \emptyset 4-15mm dan mata bor lebih panjang daripada twist bits (300 - 400mm).



Gambar 2.17. Countersink Bits

- 6) *Hole Saw Bits* Lebih tepat mungkin kita sebut gergaji lubang karena bentuk mata bornya yang seperti gergaji dengan diameter yang bisa disesuaikan dengan kebutuhan. Berdiameter antara 25 - 60mm. Mata Pemotong terdiri dari dua bagian, yaitu bibir pemotong dan sisi pemotong. Bibir pemotong mata bor terdapat dua buah yang terletak antara dua sisi pemotong yang saling berhadapan. Kedua sisi pemotongan ini diasah hingga membentuk sudut yang bervariasi sesuai dengan bahan yang di bor.

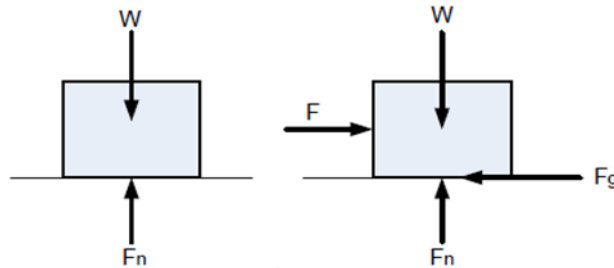


Gambar 2.18. Hole saw Bits

2.10 Gaya Gesek dan Koefisien Gesek

Tidak ada permukaan benda yang benar-benar sempurna tanpa gesekan. Jika dua buah permukaan saling kontak akan timbul gaya gesekan antara permukaan tersebut. , Gaya gesek (F_g) merupakan gaya yang sejajar permukaan yang

melawan pergeseran benda. Ada 2 jenis gesekan : •Gesekan kering (gesekan coulomb) Gesekan basah (fluida). Fokus pembahasan pada gesekan kering.



Gambar 2.19. Diagram benda bebas gaya gesek

W = Gaya akibat berat balok

F = Gaya penggerak balok

F_n = Gaya normal

F_g = Gaya gesek

Gaya normal merupakan gaya tegak lurus terhadap permukaan benda atau gaya yang segaris dengan gaya berat, W . Dari gambar di atas :

Gaya F kecil, maka balok tetap diam. Balok diam karena gaya horizontal yang mengimbangi gaya F , lebih besar gaya ini adalah gaya gesek statis (F_g). Jika gaya F diperbesar, maka gaya gesek (F_g) juga bertambah besar, yang berusaha menekan gaya F , sampai besarnya mencapai F_{gm} (gaya gesek maksimum). Jika F diperbesar lebih lanjut, gaya gesek (F_g) tidak mampu lagi menekan gaya F , sehingga balok mulai bergerak. Jika balok mulai bergerak, maka besar F akan menurun dan F_{gm} juga mengecil sampai dibawah F_{gk} . (gaya gesek kinetik).

2.11 Definisi dan Klasifikasi Poros

Poros adalah suatu bagian stasioner yang berputar yang memindahkan daya dan gerak berputar, biasanya berpenampang bulat dimana terpasang elemen-elemen seperti roda gigi (*gear*), *pully*, *flywheel*, engkol, *sprocket* dan elemen pemindah lainnya. Poros ini merupakan satu kesatuan dari sebarang sistem mekanis dimana

daya ditransmisikan dari penggerak utama, misalnya motor listrik atau motor bakar, ke bagian lain yang berputar dari sistem. Poros bisa menerima beban lenturan, beban tarikan, beban tekan atau beban puntiran yang bekerja sendiri atau berupa gabungan satu dengan lainnya (Josep Edward Shigley, 1983).

Klasifikasi poros dapat dikelompokkan berdasarkan berikut ini:

- 1) Poros transmisi (transmission shafts). Poros transmisi lebih dikenal dengan sebutan shaft. Shaft akan mengalami beban putar berulang, beban lentur berganti ataupun kedua-duanya. Pada *shaft*, daya dapat ditransmisikan melalui *gear*, *belt pully*, *sprocket* rantai dan lain lain.
- 2) Gandar. Poros gandar merupakan poros yang dipasang diantara roda-roda kereta barang. Poros gandar tidak menerima beban puntir dan hanya mendapat beban lentur.
- 3) Poros spindel. Poros spindel merupakan poros transmisi yang relatif pendek, misalnya pada poros utama mesin perkakas dimana beban utamanya berupa beban puntiran. Selain beban puntiran, poros spindle juga menerima beban lentur (axial load). Poros spindle dapat digunakan secara efektif apabila deformasi yang terjadi pada poros tersebut.

ada beberapa faktor yang harus diperhatikan, yaitu:

- 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, dll. 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. Material 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 khrom nikel, baja khrom nikel molebdenum, baja khrom, baja khrom molibden, dll. 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.

Didalam proses perancangan poros perlu kita mengetahui prosedur-prosedur berikut:

- Menentukan kecepatan putar poros
- Menentukan daya atau torsi yang ditransmisikan oleh poros
- Menentukan perancangan komponen-komponen transmisi daya yang akan dipasang pada poros
- Menentukan posisi bantalan yang menumpu poros
- Mengusulkan bentuk umum geometri poros dengan memperhatikan setiap elemen poros berada pada posisi aksial dan pemindahan daya dari setiap elemen.

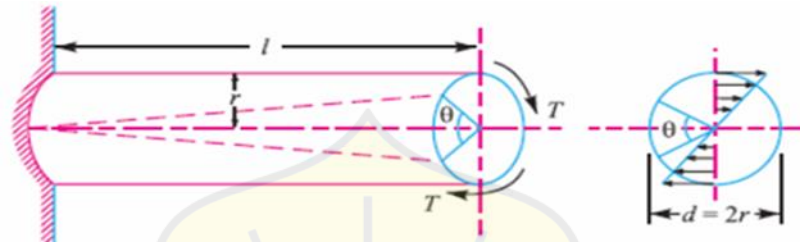
- Menentukan besarnya torsi di semua titik yang ditunjukkan pada poros
- Menentukan gaya-gaya yang bekerja pada poros baik radial maupun aksial
- Menguraikan gaya radial ke dalam komponen dalam arah tegak lurus, biasanya vertical dan horizontal
- Menentukan reaksi pada semua bantalan penumpu pada setiap bidang
- Memilih bahan poros dan menentukan kondisinya: tarik dingin, perlakuan panas dan sebagainya
- Menentukan tegangan rancangan dengan cara mempertimbangkan model pembebanan
- Menganalisa setiap titik kritis pada poros untuk menentukan diameter minimum poros
- Menentukan dimensi akhir pada setiap pada poros

2.12 Torsi

Tegangan Geser Torsi. Ketika bagian mesin menerima aksi dua kopel yang sama dan berlawanan dalam bidang yang sejajar (atau momen torsi), kemudian bagian mesin ini dikatakan menerima torsi. Tegangan yang diakibatkan oleh torsi dinamakan tegangan geser torsi. Tegangan geser torsi adalah nol pada pusat poros dan maksimum pada permukaan luar. Perhatikan sebuah poros yang dijepit pada salah satu ujungnya dan menerima torsi pada ujung yang lain seperti pada Gambar 2.22. Akibat torsi, setiap bagian yang terpotong menerima tegangan geser torsi. Kita

akan membahas tegangan geser torsi adalah nol pada pusat poros dan maksimum pada permukaan luar. Tegangan geser torsi maksimum pada permukaan luar poros dengan rumus sebagai berikut:

$$\frac{\tau}{r} = \frac{T}{J} = \frac{C \cdot \theta}{l}$$



Gambar 2.20. Tegangan geser torsi

Dengan τ = Tegangan geser torsi pada permukaan luar poros atau Tegangan geser maksimum.

r = Radius poros,

T = Momen puntir atau torsi,

J = Momen inersia polar,

C = Modulus kekakuan untuk material poros,

l = Panjang poros,

θ = Sudut puntir dalam radian sepanjang l .

Catatan:

1. Tegangan geser torsi pada jarak x dari pusat poros adalah:

$$\frac{\tau_x}{x} = \frac{\tau}{r}$$

$$\frac{T}{J} = \frac{\tau}{r} \text{ atau } T = \tau \frac{J}{r}$$

Untuk poros pejal diameter d , momen inersia polar J adalah :

$$J = I_{xx} + I_{yy} = \frac{\pi}{64} \cdot d^4 + \frac{\pi}{64} \cdot d^4 = \frac{\pi}{32} \cdot d^4$$

$$T = \tau \cdot \frac{\pi}{32} \cdot d^4 \cdot \frac{2}{d} = \frac{\pi}{16} \cdot \tau \cdot d^3$$

Untuk poros berlubang dengan diameter d_0 dan diameter dalam d_i momen inersia polar J adalah

$$J = \frac{\pi}{32} [(d_0)^4 - (d_i)^4] \text{ dan } r = \frac{d_0}{2}$$

$$T = \tau \cdot \frac{\pi}{32} [(d_0)^4 - (d_i)^4] \cdot \frac{2}{d_0} = \frac{\pi}{16} \cdot \tau \left[\frac{(d_0)^4 - (d_i)^4}{d_0} \right]$$

$$= \frac{\pi}{16} \cdot \tau (d_0)^3 (1 - k^4) \text{ dimana } k = \frac{d_i}{d_0}$$

Istilah (C.J) dinamakan kekakuan torsi (torsional rigidity) dari poros. Kekuatan poros berarti torsi maksimum yang ditransmisikan oleh poros. Jadi desain sebuah poros untuk kekuatan, persamaan diatas bisa digunakan. Daya yang ditransmisikan oleh poros (dalam watt) adalah:

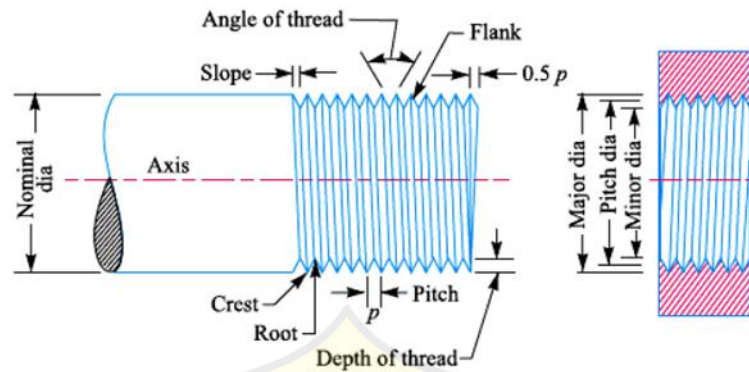
$$P = \frac{2\pi N T}{60} = T \cdot \omega$$

dengan T = Torsi yang ditransmisikan dalam N-m & ω kecepatan sudut dalam rad/s

2.13 Ulir

Sebuah ulir (*screwed*) dibuat dengan melakukan pemotongan secara kontinyu alur melingkar pada permukaan silinder. Sambungan ulir sebagian besar terdiri dari dua elemen yaitu baut (*bolt*) dan mur (*nut*). Sambungan ulir banyak digunakan dimana bagian mesin dibutuhkan dengan mudah disambung dan dilepas kembali tanpa merusak mesin. Ini dilakukan dengan maksud untuk menyesuaikan/menyetel pada saat perakitan (*assembly*) atau perbaikan, atau perawatan.

Istilah penting pada ulir. Istilah berikut digunakan pada ulir seperti pada Gambar 2.23. adalah penting untuk diperhatikan.



Gambar 2.21. Istilah pada ulir

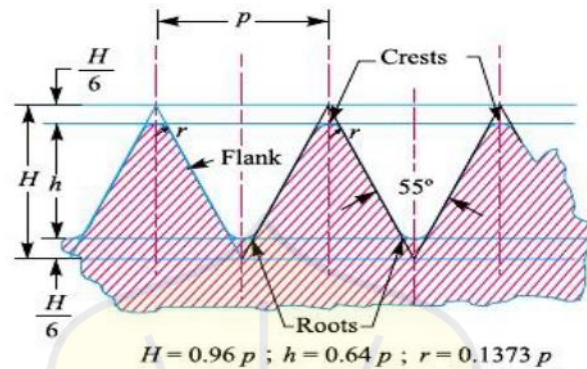
Keterangan Gambar 2.23.

- 1) *Major* diameter adalah diameter terbesar pada ulir eksternal atau internal. Dinamakan juga *outside* atau *nominal diameter*.
- 2) *Minor* diameter adalah diameter terkecil pada ulir eksternal atau internal. Dinamakan juga *core* atau *root diameter*.
- 3) *Pitch diameter* adalah diameter rata-rata silinder. Dinamakan juga *effective diameter*.
- 4) *Pitch* adalah jarak antara puncak ulir. Secara matematika dapat dihitung:

$$\text{Pitch} = \frac{1}{\text{Jumlah puncak ulir per unit panjang ulir}}$$
- 5) *Crest* adalah permukaan atas pada ulir.
- 6) *Root* adalah permukaan bawah yang dibentuk oleh dua sisi berdekatan dari ulir.
- 7) *Depth of thread* adalah jarak tegak lurus antara *crest* dan *root*.
- 8) *Flank* adalah permukaan antara *crest* dan *root*.
- 9) *Angle of thread* adalah sudut antara *flank* ulir.
- 10) *Slope* adalah setengah *pitch* ulir.

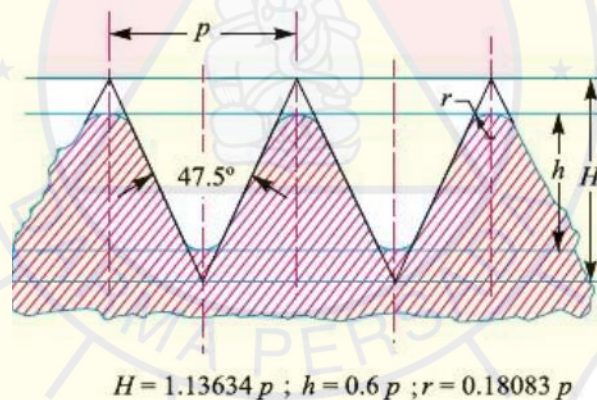
2.14 Jenis Ulir

- 1) *British standard whitworth (B.S.W) thread*. Ulir jenis ini banyak digunakan dimana kekuatan yang tinggi pada root yang dibutuhkan, seperti pada Gambar 2.24



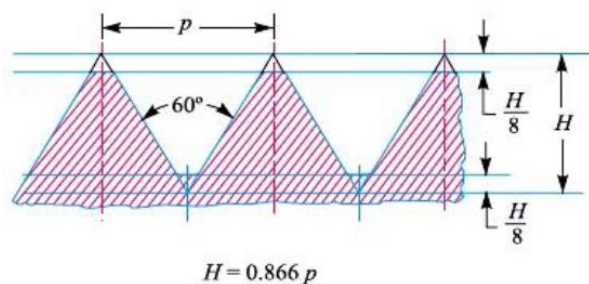
Gambar 2.22. B.S.W. thread

- 2) *British association (B.A) thread*. Merupakan ulir jenis B.S.W. dengan pitch yang baik dan banyak digunakan untuk instrumentasi (alat ukur) dan pekerjaan lain yang presisi, seperti pada Gambar 2.25



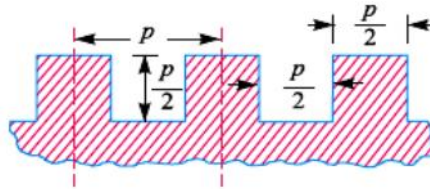
Gambar 2.23. B.A. thread

- 3) *American national standard thread*. Ulir ini digunakan untuk tujuan umum seperti baut, mur, lubang ulir dan tap, seperti pada Gambar 2.26



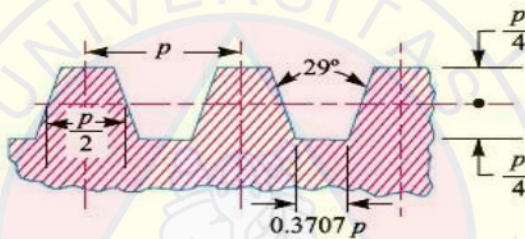
Gambar 2.24. American national standard thread

- 4) *Square thread*. Ulir ini banyak digunakan untuk transmisi daya, biasanya dijumpai pada mekanisme mesin perkakas, katup, spindle, ulir jack dan lain-lain seperti pada Gambar 2.27.



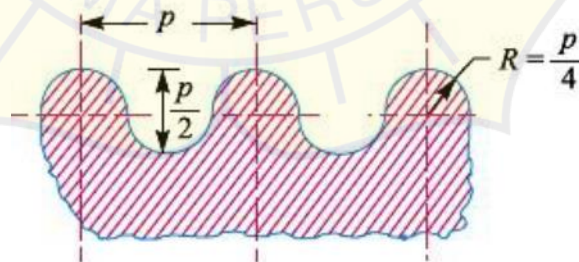
Gambar 2.25. *Square thread*

- 5) *Acme thread*. Ulir ini banyak digunakan pada ulir mesin bubut, katup kuningan, ulir kerja bangku, seperti pada Gambar 2.28.



Gambar 2.26. *Acme thread*

- 6) *Knuckle thread*. Ulir ini banyak digunakan untuk pekerjaan kasar seperti railway kopleng, hydrant dan lain-lain seperti pada Gambar 2.29



Gambar 2.27. *Knuckle thread* 96 Perancangan Mesin-Mesin Industri

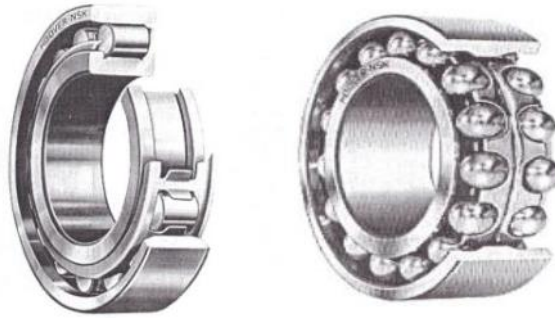
Dimensi desain ISO untuk ulir, baut dan mur dapat dilihat pada Tabel 2.1. berikut:

Tabel 2.1. Dimensi standar ISO untuk Ulir

Designation	Pitch mm	Major or nominal diameter Nut and Bolt ($d = D$) mm	Effective or pitch diameter Nut and Bolt (d_p) mm	Minor or core diameter (d_c) mm		Depth of thread (bolt) mm	Stress area mm ²
				Bolt	Nut		
(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)
Coarse series							
M 0.4	0.1	0.400	0.335	0.277	0.292	0.061	0.074
M 0.6	0.15	0.600	0.503	0.416	0.438	0.092	0.166
M 0.8	0.2	0.800	0.670	0.555	0.584	0.123	0.295
M 1	0.25	1.000	0.838	0.693	0.729	0.153	0.460
M 1.2	0.25	1.200	1.038	0.893	0.929	0.158	0.732
M 1.4	0.3	1.400	1.205	1.032	1.075	0.184	0.983
M 1.6	0.35	1.600	1.373	1.171	1.221	0.215	1.27
M 1.8	0.35	1.800	1.573	1.371	1.421	0.215	1.70
M 2	0.4	2.000	1.740	1.509	1.567	0.245	2.07
M 2.2	0.45	2.200	1.908	1.648	1.713	0.276	2.48
M 2.5	0.45	2.500	2.208	1.948	2.013	0.276	3.39
M 3	0.5	3.000	2.675	2.387	2.459	0.307	5.03
M 3.5	0.6	3.500	3.110	2.764	2.850	0.368	6.78
M 4	0.7	4.000	3.545	3.141	3.242	0.429	8.78
M 4.5	0.75	4.500	4.013	3.580	3.688	0.460	11.3
M 5	0.8	5.000	4.480	4.019	4.134	0.491	14.2
M 6	1	6.000	5.350	4.773	4.918	0.613	20.1
M 7	1	7.000	6.350	5.773	5.918	0.613	28.9
M 8	1.25	8.000	7.188	6.466	6.647	0.767	36.6
M 10	1.5	10.000	9.026	8.160	8.876	0.920	58.3
M 12	1.75	12.000	10.863	9.858	10.106	1.074	84.0
M 14	2	14.000	12.701	11.546	11.835	1.227	115
M 16	2	16.000	14.701	13.546	13.835	1.227	157
M 18	2.5	18.000	16.376	14.933	15.294	1.534	192
M 20	2.5	20.000	18.376	16.933	17.294	1.534	245
M 22	2.5	22.000	20.376	18.933	19.294	1.534	303
M 24	3	24.000	22.051	20.320	20.752	1.840	353
M 27	3	27.000	25.051	23.320	23.752	1.840	459
M 30	3.5	30.000	27.727	25.706	26.211	2.147	561
M 33	3.5	33.000	30.727	28.706	29.211	2.147	694
M 36	4	36.000	33.402	31.093	31.670	2.454	817
M 39	4	39.000	36.402	34.093	34.670	2.454	976
M 42	4.5	42.000	39.077	36.416	37.129	2.760	1104
M 45	4.5	45.000	42.077	39.416	40.129	2.760	1300
M 48	5	48.000	44.752	41.795	42.587	3.067	1465
M 52	5	52.000	48.752	45.795	46.587	3.067	1755
M 56	5.5	56.000	52.428	49.177	50.046	3.067	2022
M 60	5.5	60.000	56.428	53.177	54.046	3.374	2360

2.15 Klasifikasi Bantalan (Bearing)

Bantalan gelinding (bearing) dipergunakan untuk menumpu sesuatu beban dengan tetap memberikan keleluasaan gerak relatif antara dua elemen dalam sebuah mesin. Jenis bantalan yang umum digunakan untuk menahan sebuah poros yang berputar, menahan beban radial murni atau gabungan beban radial dan aksial. Beberapa bantalan dirancang hanya untuk menahan beban aksial. Kebanyakan bantalan digunakan dalam banyak aplikasi yang berkaitan dengan gerakan berputar, tapi beberapa lainnya digunakan dalam aplikasi gerakan lurus.



Gambar 2.28. bantalan Gelinding (Bearing)

Komponen-komponen sebuah bantalan gelinding yang umum adalah cincin dalam, cincin luar, dan elemen-elemen gelinding. Gambar 2.15 memperlihatkan bantalan bola alur dalam, baris tunggal dan biasanya cincin luar tidak bergerak dan ditahan oleh rumah mesin. Cincin dalam dipasang ketat ke poros yang berputar sehingga berputar bersama poros. Kemudian bola-bola berputar di antara cincin luar dan cincin dalam. Beban diteruskan dari poros ke cincin dalam, ke bola-bola, kemudian ke cincin luar, dan akhirnya sampai ke rumah mesin.

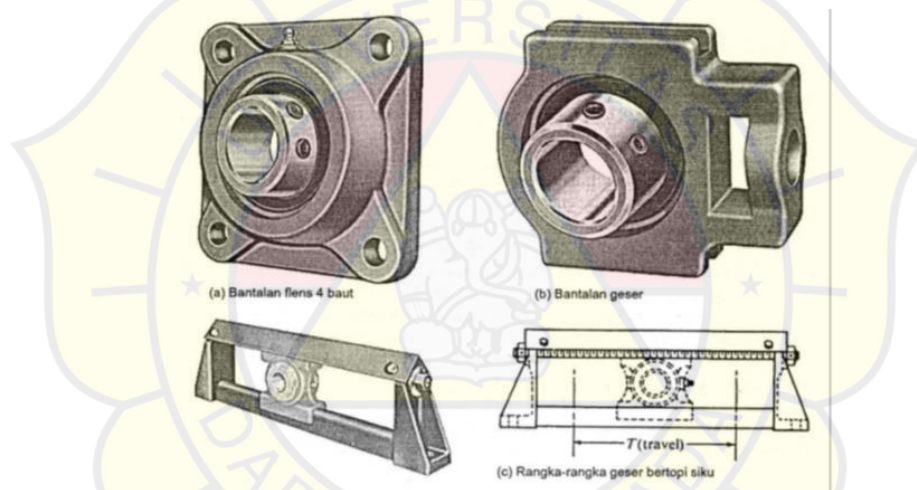
Terdapat dua jenis bantalan gelinding yang berbeda dan aplikasinya digunakan secara khusus, serta tersedia banyak variasi rancangan dan perbandingan daya guna relatif dengan bantalan lain seperti yang ditunjukkan dalam Tabel 2.2

Tabel 2.2. Perbandingan Jenis-Jenis Bantalan

Jenis bantalan	Kapasitas beban radial	Kapasitas beban aksial	Kemampuan ketidaklurusan
Bola alur dalam, baris tunggal	Baik Sangat baik	Cukup Baik	Cukup Cukup
Bola alur dalam, baris ganda	Baik Sangat baik	Sangat baik Buruk	Buruk Cukup
Kontak sudut	Sangat baik	Buruk	Buruk
Rol silindris	Sangat baik	Cukup baik	Sangat baik
Jarum	Sangat baik	Sangat baik	Buruk
Rol bundar			
Rol kerucut			

2.15.1 Bantalan Bercangkang

Bantalan bercangkang lebih dipilih dibanding jenis bantalan lain untuk penggunaan mesin berat dan mesin khusus yang diproduksi dalam jumlah kecil. Bantalan bercangkang memberikan sarana pengikatan bantalan secara langsung ke rangka mesin dengan menggunakan baut. Gambar 2.31. menunjukkan konfigurasi yang umum untuk bantalan bercangkang: blok bantalan (pillow block). Rumah bantalan ini terbuat dari baja bentukan, besi cor atau baja cor dengan lubang melingkar atau lubang memanjang yang tersedia untuk pemasangan selama perakitan mesin, yaitu pada saat penyetelan bantalan dilakukan.



Gambar 2.29. Bentuk-bentuk bantalan bercangkang

unit bantalan dengan flens dirancang untuk dipasang secara vertikal pada rangka mesin yang menahan poros horizontal. Unit bantalan geser adalah bantalan dipasang dalam sebuah rumah, yang selanjutnya dimasukkan dalam sebuah rangka yang memungkinkan bantalan bersama porosnya bergeser pada tempatnya. Seperti yang dipergunakan pada conveyor, transmisi rantai, transmisi sabuk, dan sebagainya.

Tabel 2.3. Perbandingan Bahan-Bahan Bantalan

	Bahan			
	Silikon Nitrida	Baja 52100	Stainless steel 440C	Baja M50
Kekerasan pada suhu ruang, HRC	78	62	60	64
Modulus elastis pada suhu ruang	310 GPa	207 GPa	200 GPa	193 GPa
Suhu operasi maksimal	1200°C	180°C	260°C	320°C
Rapat massa, kg/m ³	3200	7800	7800	7600

