

BAB II

KAJIAN TEORI

2.1. Sistem Mekanik.

Sistem adalah kombinasi dari beberapa komponen yang bekerja bersama-sama dan melakukan suatu sasaran tertentu.¹ Sedangkan mekanis adalah otomatis menurut kerja mesin.²

Sistem mekanik ialah kombinasi dari beberapa komponen yang bekerja bersama-sama dalam suatu kerja mesin.

Sistem gerak mekanik pada mesin potong dengan sensor pembaca pola sangat penting karena tanpa adanya sistem gerak mekanik pada mesin potong, maka dapat dipastikan mesin potong tersebut tidak akan bekerja.

Pada mesin potong dengan sensor pembaca pola ini, terdapat beberapa komponen sistem mekanik diantaranya motor *stepper*, roda gigi *rack* dan *pinion rack*, *bracket* dan *bearing*. Benda-benda inilah yang sangat penting dalam terjadinya sistem gerak mekanik tersebut. Komponen sistem gerak mekanik pada mesin potong dengan sensor pembaca pola akan dibahas dalam sub bab berikut.

2.2. Motor Listrik

Motor listrik adalah suatu alat yang dapat mengubah energi listrik menjadi energi gerak/putar.³ Dapat dikatakan juga, motor listrik merupakan sebuah

¹Katsuhiko Ogata, *Teknik Kontrol Otomatik Edisi Ke-2*, (Jakarta: Erlangga, 1997), hlm 4

²Suharto, *Kamus Bahasa Indonesia Terbaru Edisi Baru*, (Surabaya: Indah, 2004), hlm 168

perangkat elektromagnetik yang mengubah energi listrik menjadi energi mekanik. Energi mekanik ini digunakan untuk, memutar *impeller*, *blower*, *fan*, menggerakkan roda gigi dan lain-lain.

Pemilihan penggunaan motor listrik didasarkan pada spesifikasi tenaga dan torsi yang dihasilkan serta daya listrik yang digunakan. Dalam pemilihan sebuah motor listrik, penting untuk mengerti apa yang dimaksud dengan beban, daya dan kecepatan motor. Beban umumnya dapat dikategorikan kedalam tiga kelompok (BEE India, 2004):

1. Beban *torque* konstan adalah beban dimana permintaan keluaran energinya bervariasi dengan kecepatan operasinya namun *torque* nya tidak bervariasi. Contoh beban *torque* konstan adalah *conveyors*, pompa displacement konstan dan *rotary klins*.
2. Beban dengan variabel *torque* adalah beban dengan *torque* yang bervariasi dengan kecepatan operasi. Contoh beban dengan variabel *torque* adalah pompa sentrifugal dan kipas listrik.
3. Beban dengan energi konstan adalah beban dengan permintaan *torque* yang berubah-ubah dan berbanding terbalik dengan kecepatan. Contoh untuk beban dengan daya konstan adalah peralatan-peralatan mesin.

³Joseph E. S, and Larry D. M, *Perencanaan Teknik Mesin*, terj. Ir. Gandhi Harahap M. Eng, (Jakarta: Erlangga, 1994), hlm 511

Sehingga persamaan torsi untuk motor listrik dapat ditulis sebagai berikut :

$$T_M = \frac{60 \cdot P}{2 \cdot \pi \cdot N} \dots\dots\dots(2.1)$$

Keterangan.

T_M = Torsi Motor (Nm)

P = Daya Motor

N = Kecepatan Motor (rpm)

2.2.1. Motor *Stepper*

Motor *stepper* merupakan sebuah perangkat elektromagnetik yang mengubah pulsa listrik menjadi gerakan mekanis diskrit. Motor *stepper* bergerak berdasarkan urutan pulsa yang diberikan kepada motor. Urutan dari pulsa masukan yang diterapkan secara langsung akan mempengaruhi arah putaran poros. Pemberian pulsa masukan ini memiliki hubungan langsung terhadap perputaran motor. Kecepatan rotasi poros motor berhubungan dengan frekuensi pulsa masukan dan panjang rotasi secara langsung berhubungan dengan jumlah pulsa input yang diterapkan. Jumlah besaran sudut perlangkah dapat bervariasi, biasanya 1-30 derajat perlangkah.

Penggunaan motor *stepper* memiliki beberapa keunggulan dibandingkan dengan penggunaan motor DC biasa. Keunggulannya antara lain:

1. Sudut rotasi motor proporsional dengan pulsa masukan sehingga lebih mudah diatur.

2. Motor dapat langsung memberikan torsi maksimal pada saat mulai bergerak.
3. Posisi dan pergerakan repetisinya dapat ditentukan secara presisi.
4. Memiliki respon yang sangat baik terhadap mulai, stop dan berbalik (perputaran).
5. Sangat realibel karena tidak adanya sekat yang bersentuhan dengan rotor seperti pada motor DC.
6. Dapat menghasilkan perputaran yang lambat sehingga beban dapat dikopel langsung ke porosnya.
7. Frekuensi perputaran dapat ditentukan secara bebas dan mudah pada jarak yang luas.

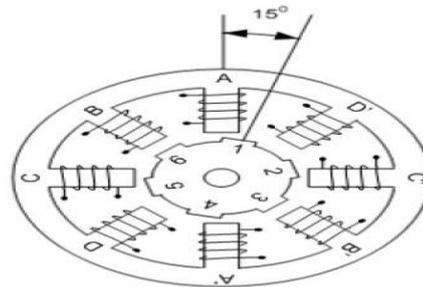
Pada dasarnya terdapat 3 tipe motor stepper yaitu motor stepper tipe *Variable Reluctance* (VR), motor stepper tipe *Permanent Magnet* (PM), motor stepper tipe *Hybrid* (HB).⁴ Setiap tipe motor tersebut menentukan driver dan translator yang harus digunakan. Untuk motor stepper magnet permanen masih dibedakan dalam 3 tipe, yaitu bipolar, unipolar, dan multifasa.

2.2.1.1 Motor Stepper Tipe *Variable Resultance* (VR)

Motor *stepper* jenis ini telah lama ada dan merupakan jenis motor yang secara structural paling mudah untuk dipahami. Motor

⁴Motor *stepper* dari <http://www.himaone.net/dasar-motor-stepper-sepeda-motor>, pada tanggal 20 Maret 2015 pukul 21.30 WIB

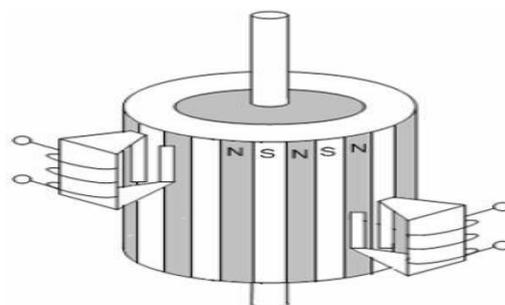
jenis ini terdiri dari rotor besi lunak yang memiliki banyak gigi dan stator yang diberi kumparan.



Gambar 2.1. Motor *stepper* tipe *Variable Reluctance*.⁵

2.2.1.2 Motor *Stepper* Tipe *Permanent Magnet* (PM)

Motor langkah jenis ini merupakan yang murah dengan resolusi yang rendah yaitu $7,5^{\circ}$ sampai 15° (48-24 langkah/putaran). Sesuai dengan namanya, motor *stepper* PM memiliki magnet permanen yang dimasukkan pada struktur motor. Rotor tidak memiliki gigi seperti tipe VR. Rotor di magnetasi dengan kutub utara dan selatan yang berubah-ubah. Kelebihan tipe PM dibandingkan tipe VR adalah tipe PM menghasilkan torsi yang lebih tinggi.



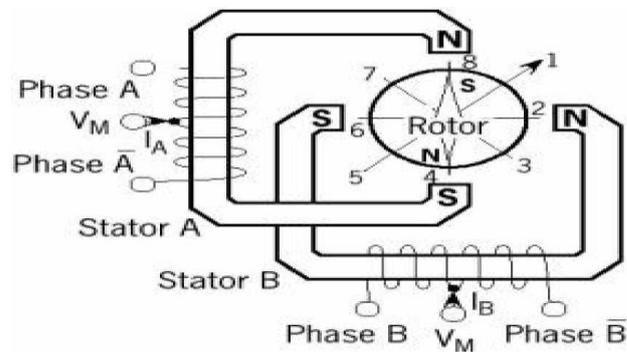
Gambar 2.2. Motor *stepper* *Permanent Magnet* (PM).⁶

⁵<http://www.ilmu.8k.com/pengertian/stepper.html>, pada tanggal 25 Maret 2015 pukul 13.00WIB

Motor *stepper* jenis PM ini dibagi menjadi 3:

a. Motor *stepper unipolar*

Pada motor jenis ini arus mengalir satu arah, dan perubahan arah putar motor tergantung dari lilitan yang dialiri arus. Lilitan terpisah dalam 2 bagian dan masing-masing bagian hanya dilewati arus dalam satu arah saja. Motor *stepper unipolar* relatif mudah pengontrolannya, karena rangkaian *driver* motor *stepper unipolar* hanya memerlukan 1 transistor untuk tiap lilitan. Motor *stepper unipolar* dikarakteristikan dengan lilitan *ceneter tap* dan tegangan motor (positif).



Gambar 2.3. Motor *stepper* dengan lilitan *unipolar*.⁷

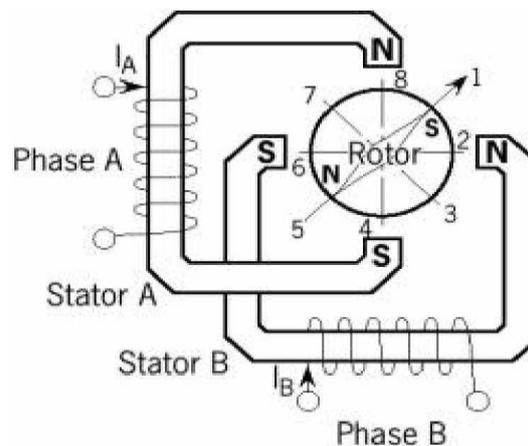
b. Motor *stepper bipolar*

Pada motor jenis ini arus pada koil dapat berbolak balik untuk mengubah arah putar motor. Lilitan motor hanya satu dan dialiri arus dengan arah bolak-bolak. Rangkaian *driver* motor *stepper bipolar* lebih kompleks daripada rangkaian *driver unipolar*, tetapi motor

⁶<http://www.ilmu.8k.com/pengetahuan/stepper.htmr>, pada tanggal 25 Maret 2015 pukul 13.00WIB

⁷<http://www.ilmu.8k.com/pengetahuan/stepper.htmr>, pada tanggal 25 Maret 2015 pukul 13.00WIB

stepper bipolar mempunyai torsi yang lebih baik daripada motor stepper unipolar. Motor bipolar dirancang dengan lilitan terpisah. Agar motor dapat bergerak maka polaritas lilitan yang lain harus diberi tegangan *reverse* selama operasi.



Gambar 2.4. Motor *stepper* dengan lilitan *bipolar*.⁸

c. Motor *stepper universal*

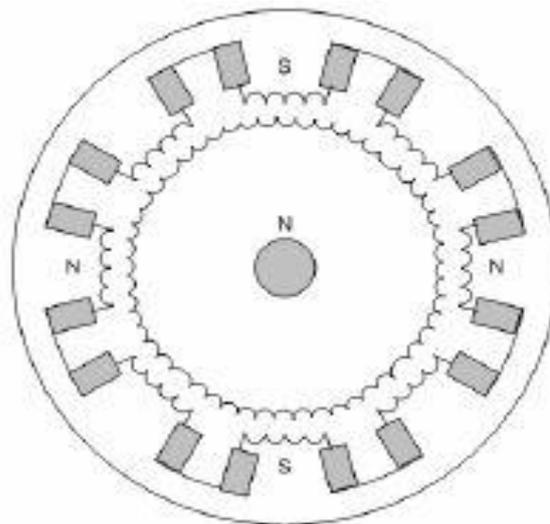
Stepper jenis ini merupakan *hybrid unipolar-bipolar*. Motor jenis ini jarang sekali digunakan, motor ini menghubungkan semua kumparan dalam rangkaian seri yang melingkar, dan satu tap yang terletak diantara satu pasang kumparan pada lingkaran. Sambungan yang paling sering digunakan untuk motor jenis ini adalah 3 fasa dan 5 fasa. Untuk mengontrolnya dibutuhkan setengah dari rangkaian *driver H-Bridge* untuk tiap terminal, tapi kelebihan dari motor ini adalah dapat menghasilkan torsi yang lebih besar. Beberapa dari

⁸<http://elektronika-dasar.web.id.web.id/motor-stepper>, pada tanggal 25 Maret 2015 pukul 13.00WIB

motor 5 fasa bahkan memiliki resolusi tinggi hingga 0,72 derajat tiap step (500 step untuk tiap 1 putaran penuh).

2.2.1.3 Motor *Stepper Tipe Hybrid (HB)*

Motor langkah HB lebih mahal daripada PM tetapi memiliki kinerja yang lebih baik dari resolusi, torsi, dan, kecepatan. Langkah motor HB memiliki resolusi antara $3,6^0$ sampai $0,9^0$ (100 – 400 langkah/putaran). Motor ini disebut hibrid karena menggabungkan kelebihan-kelebihan dari motor langkah jenis VR dan PM. Rotor memiliki banyak gigi dan memiliki magnet konsentrik di sekelilingnya.

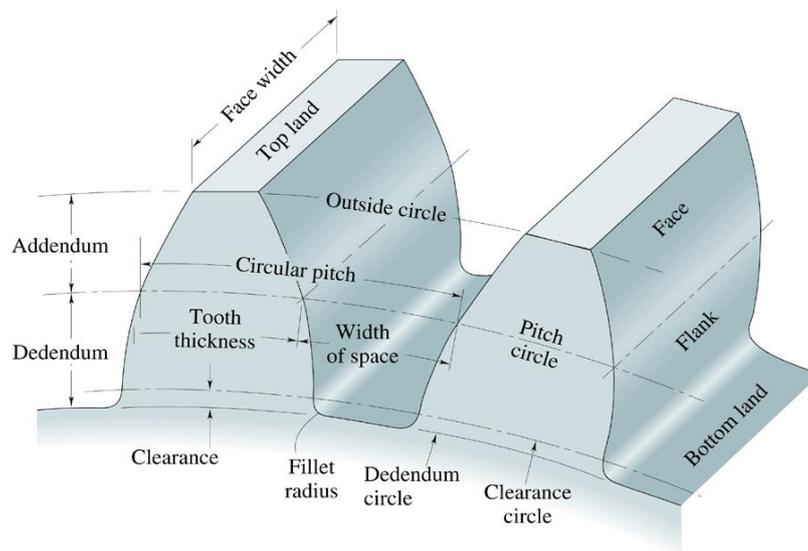


Gambar 2.5. Motor *stepper* jenis *hibrid*.⁹

⁹<http://elektronika-dasar.web.id.web.id/motor-stepper>, pada tanggal 25 Maret 2015 pukul 13.00WIB

2.3. Roda Gigi

Penggunaan roda gigi berarti berhubungan dengan perpindahan putaran suatu mesin. Roda Gigi adalah bagian dari mesin yang berputar yang berguna untuk mentransmisikan daya¹⁰. Roda gigi merupakan salah satu yang terbaik di antara berbagai alat yang ada untuk memindahkan gerakan. Perpindahan putaran adalah memindahkan daya dari sumbu yang berputar ke pada sumbu yang lain, baik secara tegak lurus, bersilangan maupun perubahan jumlah kecepatan yang berputar¹¹. Roda gigi memiliki gigi-gigi yang saling bersinggungan dengan gigi dari roda gigi yang lain dan bisa menghasilkan keuntungan mekanis melalui rasio jumlah gigi. Roda gigi mampu mengubah kecepatan, torsi, dan arah daya terhadap sumber daya.



Gambar 2.6. Tata Nama Roda Gigi.¹²

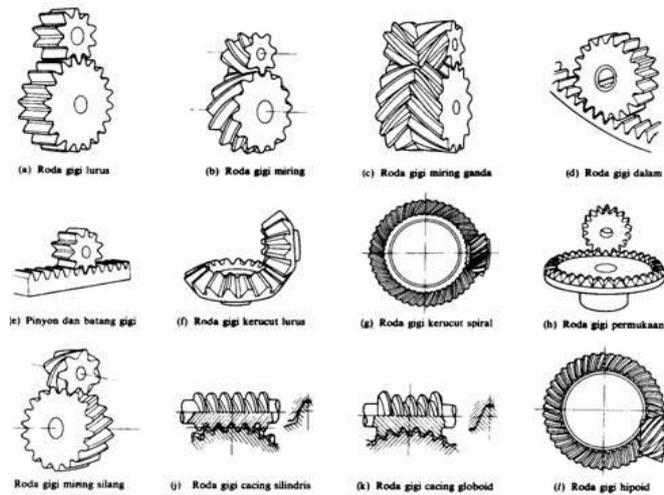
¹⁰*Ibid.*, hlm 211.

¹¹Daryanto, *Pengetahuan Dasar Teknik*, (Jakarta: Bina Aksara, 2007), hlm 77

¹²<http://wahidmulia.blogspot.co.id/2013/05/tata-nama-roda-gigi.html>, pada tanggal 25 Maret 2015 pukul 13.00 WIB

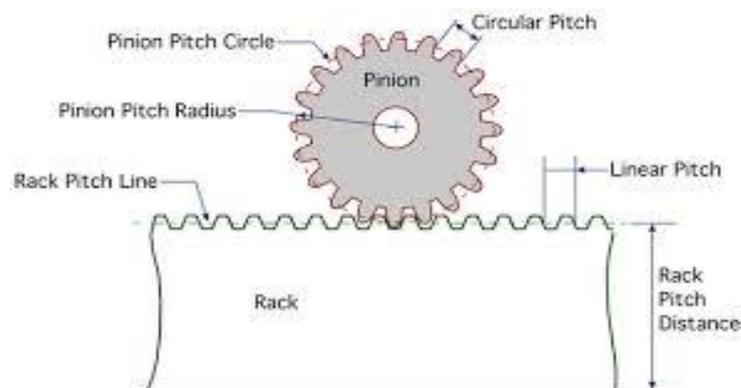
Tabel 2.1 Klasifikasi roda gigi

Letak poros	Roda gigi	Keterangan
Roda gigi dengan poros sejajar	Roda gigi lurus, (a) Roda gigi miring, (b) Roda gigi miring ganda, (c)	(Klasifikasi atas dasar bentuk alur gigi)
	Roda gigi luar Roda gigi dalam dan pinyon Batang gigi dan pinyon	
Roda gigi dengan poros berpotongan	Roda gigi kerucut lurus Roda gigi kerucut spiral Roda gigi kerucut ZEROL Roda gigi kerucut miring Roda gigi kerucut miring ganda	(Klasifikasi atas dasar bentuk jalur gigi)
	Roda gigi permukaan dengan poros berpotongan	(Roda gigi dengan poros berpotongan berbentuk istimewa)
Roda gigi dengan poros silang	Roda gigi silang Batang gigi miring silang	Kontak titik Gerakan lurus dan berputar
	Roda gigi hiperboloid Roda gigi hipoid Roda gigi permukaan silang	



Gambar 2.7. Macam-macam roda gigi.¹³

Dalam perancangan sistem gerak mekanik ini dipilih sistem roda gigi *rack* dan *pinion*, karena sistem ini dapat menghasilkan gerak translasi yang lembut dengan kecepatan rendah selain itu sistem ini juga sudah banyak tersedia dan harganya relatif murah.



Gambar 2.8. Roda Gigi *Rack* dan *Pinion*.¹⁴

¹³<http://mylifemechanical.blogspot.co.id>, pada tanggal 27 Maret 2015 pukul 13.00 WIB

¹⁴<http://mylifemechanical.blogspot.co.id>, pada tanggal 27 Maret 2015 pukul 13.00 WIB

Dalam perancangan pembuatan roda gigi *rack* terdapat beberapa perhitungan yang diterapkan diantaranya:

1. Menentukan jumlah gigi (Z)

$$Z = S : \text{Pitch} \dots\dots\dots(2.2)$$

2. Menentukan Modul gigi (M)

$$m = \frac{d}{N} \dots\dots\dots(2.3)$$

Keterangan.

Z = Jumlah Gigi

m = Modul

d = Diameter (mm)

N = Banyak gigi

3. Menentukan Puncak Diametral

$$P = \frac{N}{d} \dots\dots\dots(2.4)$$

Keterangan.

P = Puncak Diametral (mm)

4. Menentukan Tebal Gigi

$$t = \frac{p}{2} \dots\dots\dots(2.5)$$

Keterangan.

t = Tebal Gigi (mm)

p = Pitch Gigi (mm)

5. Menentukan *Pitch Pinion Rack*

$$p = \frac{\pi \cdot d}{N} \dots\dots\dots(2.6)$$

Keterangan.

p = Pitch Gigi (mm)

d = Diameter Gigi (mm)

N = Jumlah Gigi

Perancangan pembuatan pinion rack terdapat beberapa perhitungan untuk mendapatkan ukuran-ukuran yang diperlukan diantaranya:

1. Menentukan Jarak bagi lingkaran

Jarak bagi lingkaran adalah jarak dari suatu titik pada sebuah gigi sampai ke titik yang sesuai pada gigi berikutnya, dan diukur pada lingkaran jarak bagi. Dinyatakan dalam sebuah persamaan.

$$p = \frac{\pi \cdot d}{N} \dots\dots\dots(2.7)$$

2. Menentukan jumlah gigi *pinion rack*

$$Z = 360 : \text{Besar Sudut} \dots\dots\dots(2.8)$$

3. Menentukan besar diameter luar *pinion rack*

$$D \text{ Luar} = \text{Modul} \times Z + 2 \text{ (Modul)} \dots\dots\dots(2.9)$$

Keterangan.

p = Panjang sisi yang diinginkan (mm)

$D = \text{Panjang radius (mm)}$

$N = \text{Panjang radius (mm)}$

Dalam pembuatan roda gigi maupun pinionnya biasanya sudah terstandarisasi menurut nilai modul, dan modul ini dapat dinyatakan sebagai bentuk bulat atau pecahan. Nilai modul sebuah roda gigi bisa didapat dari perhitungan rumus yang ada maupun nilai modul yang terdapat pada mata pisau mesin frais pembuat roda gigi.

2.4. Poros

Poros merupakan bagian terpenting dari setiap mesin. Hampir semua mesin meneruskan tenaga bersama-sama dengan putaran. Peranan utama dalam transmisi seperti itu dipengaruhi oleh poros.¹⁵ Umumnya poros digunakan pada mesin-mesin maupun peralatan yang melibatkan putaran, beban dan gaya. Oleh karena itu, poros dianggap mampu dan memenuhi semua persyaratan yang biasanya muncul pada perancangan suatu alat khususnya pada perencanaan gerak dari mesin tersebut.

¹⁵Sularso dan K. Suga, Dasar Perencanaan dan Pemilihan Elemen Mesin, (Jakarta: PT. Pradya Paramita, 1994), 1

Berdasarkan pembebanannya, poros dapat diklasifikasikan menjadi 3 macam,¹⁶ yaitu :

1. Poros Transmisi

Poros transmisi mendapat beban puntir murni atau puntir dan lentur. Daya ditransmisikan pada poros ini melalui kopling, pili, sabuk dan roda gigi.

2. Spindle

Poros transmisi yang relatif pendek, dimana beban utamanya berupa puntiran. Syarat yang harus dipenuhi adalah deformasinya harus kecil, bentuk serta ukurannya harus teliti.

3. Gandar

Gandar dipasang diantaranya kereta barang, dimana tidak mendapat beban puntir, bahkan kadang-kadang tidak boleh berputar. Gandar ini hanya mendapat beban lentur, kecuali jika digerakkan oleh penggerak mula dimana akan mengalami beban puntir juga.

Untuk merencanakan sebuah poros, hal-hal berikut ini harus diperhatikan.¹⁷

1. Kekuatan Poros

Poros dapat mengalami beban puntir dan lentur atau gabungan antara puntir dan lentur. Kemungkinan besar juga mengalami beban tarik atau tekan seperti pada poros baling-baling

¹⁶Ibid

¹⁷Ibid

kapal atau turbin. Oleh karena itu poros harus dibuat dari material yang mempunyai kekuatan lebih besar dari pada beban yang diterimanya.

2. Kekakuan Poros

Meskipun sebuah poros mempunyai kekuatan yang cukup, tetapi jika lenturan atas defleksi puntirannya terlalu besar akan mengakibatkan ketidaktepatan (pada mesin perkakas). Getaran dan suara (pada turbin atau kontak gigi) sehingga mesin tidak bekerja dengan optimal. Oleh karena itu poros harus dibuat dari material yang mempunyai kekakuan tertentu sesuai dengan beban yang diterimanya.

3. Putaran Kritis

Putaran kritis terjadi apabila putaran mesin dinaikkan, pada saat harga tertentu dapat mengakibatkan getaran luar biasa, maka poros harus direncanakan hingga putaran kerja lebih rendah daripada putaran kritisnya.

4. Korosi

Bahan-bahan tahan korosi (termasuk plastik harus dipilih untuk poros propeler dan pompa bila terjadi kontak dengan fluida yang korosif.

5. Bahan Poros

Poros yang digunakan untuk putaran tinggi dan beban berat umumnya terbuat dari baja paduan dengan pengerasan permukaan

sehingga tahan terhadap keausan, misalnya baja *khrom*, baja *khrom molibden*. Dengan demikian pemakaian baja paduan khusus tidak dianjurkan jika alasannya karena putaran tinggi dan beban berat. Sesuai dengan standar yang dianjurkan ASME, batas kelelahan puntir adalah 18 % dengan faktor keamanan diambil sebesar 6.0 untuk bahan S-C.

Poros dengan beban lentur murni, digunakan untuk menopang bagian mesin yang diam dan berayun. Poros ini tidak mendapat beban puntiran hanya mendapat pembebanan lentur saja.

Jika sebuah poros tidak mendapatkan beban lain kecuali torsi, maka diameter poros tersebut dapat lebih kecil dari pada yang dibayangkan. Poros dengan beban torsi mendapatkan pembebanan berupa lenturan, tarikan, atau tekanan, misalnya jika sebuah roda gigi dipasangkan pada poros motor, maka kemungkinan adanya pembebanan tambahan tersebut perlu diperhitungkan dalam faktor keamanan yang diambil.¹⁸

Perhitungan faktor keamanan poros berdasarkan nilai daya motor penggerak dapat dihitung dengan persamaan:

$$Pd = \frac{\left(\frac{T}{1000}\right)\left(\frac{2\pi n}{60}\right)}{102} \dots\dots\dots(2.10)$$

sehingga:

$$T = 9,74 \times 10^5 \frac{Pd}{n} \dots\dots\dots(2.11)$$

¹⁸Ibid, hlm 7

Bila momen T (kg.mm) dibebankan pada suatu diameter poros d (mm), maka tegangan geser τ (kg/mm²) yang terjadi adalah:

$$\tau = \frac{T}{\left(\frac{\pi d}{16}\right)} = \frac{5,1 T}{d^3} \dots\dots\dots(2.12)$$

Keterangan.

Pd = Daya motor (kW)

T = Momen puntir (kg.mm)

N = Tegangan geser (kg/mm²)

2.5. Bantalan (Bearing)

Bantalan adalah elemen mesin yang menumpu poros berbeban, sehingga putaran atau gerakan bolak-baliknya dapat berlangsung secara halus, aman dan panjang umur. Bantalan harus cukup kokoh untuk memungkinkan poros serta elemen mesin lainnya bekerja dengan baik. Jika bantalan tidak bekerja dengan baik maka prestasi seluruh sistem akan menurun atau tidak dapat bekerja secara semestinya.

Bantalan dapat diklasifikasikan sebagai berikut¹⁹ :

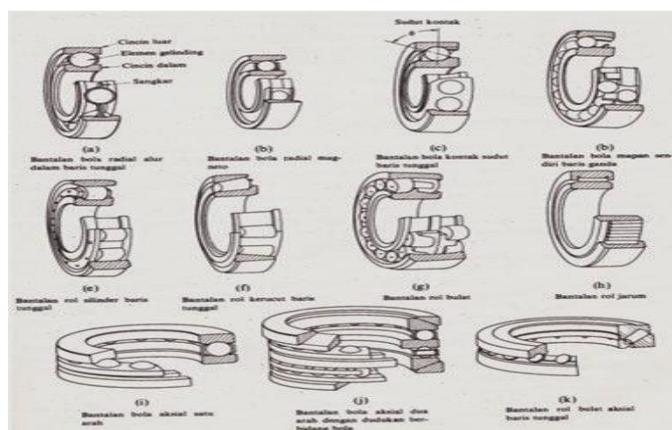
1. Atas dasar gerakan bantalan terhadap poros
 - a. Bantalan luncur. Pada bantalan ini terjadi gesekan luncur antara poros dan bantalan karena permukaan poros ditumpu oleh permukaan bantalan dengan perantara pelumas.

¹⁹Ibid, hlm 103

b. Bantalan gelinding. Pada bantalan ini terjadi gesekan gelinding antara bagian yang berputar dengan yang diam melalui elemen gelinding seperti bola (peluru), rol atau ril jarum, dan rol bulat.

2. Atas dasar arah beban terhadap poros

- a. Bantalan radial. Arah beban yang ditumpu bantalan ini adalah tegak lurus sumbu poros.
- b. Bantalan aksial. Arah beban ini sejajar dengan sumbu poros.
- c. Bantalan gelinding khusus. Bantalan ini dapat menumpu beban yang arahnya sejajar dan tegak lurus sumbu poros.



Gambar 2.9 Macam-macam bantalan glinding.²⁰

Pemilihan suatu bantalan terdapat sangatlah penting, parameter pemilahan suatu bantalan adalah beban, putaran, tipe dan aliran pelumas, dimensi, jenis aplikasi, getaran, temperatur, dan kondisi lingkungan. Pemilihan bantalan yang tepat dapat memperpanjang umur pemakaian

²⁰http://www.slideshare.net/khairul_fadli/bantalan-bearing, pada tanggal 25 Maret 2015 pukul 13.00 WIB

bantalan itu sendiri serta menghindari ketidak sesuaian terhadap komponen lainnya yang kontak langsung dengan bantalan.

2.6. Baut dan Mur

Proses penyatuan tiap-tiap komponen agar menjadi sebuah alat yang dapat berfungsi maka dibutuhkan sambungan. Cara menyambung bagian-bagian komponen ada yang disambung mati, dengan las atau di keling, ada pula yang dapat dilepas, dan ada pula yang harus dapat bergerak/berputar yaitu dengan menggunakan baut dan mur. Penyambungan menggunakan berdasarkan pembebanannya dibagi menjadi 2 yaitu :

1. Pembebanan Memanjang

Pembebanan memanjang disebabkan oleh pemasangan beban pada baut terjadi gaya memanjang. Gaya terbesar terjadi pada penampang inti baut, untuk menentukan diameter baut yang akan digunakan pada komponen yang akan disambung.

2. Pembebanan Melintang

Pembebanan Melintang terjadi bila kita menyambung dua belah plat dengan menggunakan baut, sedangkan pada plat-plat tadi bekerja gaya tarik kesamping. Bagian baut yang menerima tarikan paling besar adalah ditempat dimana kedua plat tadi berimpit.



Gambar 2.10 Baut dan mur heksagonal.²¹

Dalam menentukan ukuran baut yang akan dipakai dapat menggunakan persamaan berikut:

1. Untuk Pembebanan Memanjang

$$D_1 = \sqrt{\frac{4 \cdot F}{\pi \cdot \tau_t}} \dots \dots \dots (2.13)$$

2. Untuk Pembebanan Melintang

$$D = \sqrt{\frac{4 \cdot F}{\pi \cdot n \cdot \tau_d}} \dots \dots \dots (2.14)$$

Keterangan

D_1 = Diameter inti Baut (cm)

D = Diameter Baut (mm)

F = Beban (kg)

τ_t = Tegangan Tarik (kg/cm²)

τ_d = Tegangan Geser ($\tau_d = 0,8 \tau_t$)

²¹<http://inihradzhkhan.blogspot.co.id/2014/01/materi-dasar-kejuruan-mur-dan-baut.html>, pada tanggal 25 Maret 2015 pukul 13.00 WIB

2.7. Pengelasan Logam

Pengelasan adalah proses penyambungan dua sisi material dengan cara dipanaskan sampai titik cair, kemudian ditambahkan material isi sehingga material tersebut dapat menyatu setelah dingin. Proses pengelasan terbagi menjadi beberapa jenis diantaranya:

2.7.1. EXW (*explosion weld*)

Adalah pengelasan dengan memanfaatkan ledakan sebagai sumber panas. Material yang akan di las di pasang disuatu cetakan yang di isi bahan peledak, kemudian cetakan tersebut di sulut api. Saat meledak suhu di dalam cetakan naik hingga dapat melelehkan material yang di las. Pengelasan jenis ini biasanya digunakan untuk menyambung rel kereta api, kawat baja, *wire rope*.

2.7.2. Las Titik

Las titik adalah pengelasan dengan metode resistensi listrik dimana lembaran pelat dijepit dengan dua elektroda. Ketika arus dialirkan maka terjadi kenaikan suhu pada bagian yang dijepit. Panas membuat pelat mendekati titik cair sehingga terbentuk sambungan las, saat mendingin kedua pelat menyatu.

2.7.3. TIG (*tungsten inert gas*)

Pengelasan jenis ini menggunakan elektroda tetap terbuat dari *tungsten* yang dialiri listrik untuk mencairkan logam. Material penambah terbuat dari material yang sama dengan material yang akan dilas.

Las TIG menggunakan gas argon sebagai pencegah oksidasi, las jenis ini tidak dapat digunakan untuk menyambung pelat tebal karena panas yang dihasilkan kecil.

2.7.4. Las SMAW (*shielded metal arc welding*)

Pengelasan SMAW atau las busur adalah teknik penyambungan logam dengan memanfaatkan elektroda yang dialiri listrik sehingga menimbulkan panas yang dapat melelehkan baja. Jika dua metal yang konduktif dialiri arus listrik dalam jumlah besar, dan tegangan yang rendah maka akan menghasilkan loncatan elektron yang menimbulkan panas yang tinggi sehingga panas tersebut dapat melelehkan kedua metal tersebut.

Pada proses pengelasan terdapat bidang yang dilas atau sambungan las. Sambungan las tersebut disebut kampuh las. Kampuh las merupakan sambungan yang tidak perlu dibuka lagi. Keuntungan dari kampuh las adalah bendanya menjadi lebih ringan dibandingkan kampuh kelingan dan kerugian dari kampuh las adalah dapat menyebabkan tegangan-tegangan penyusutan sehingga dapat mengubah bentuk bendanya.²²

Untuk mengetahui kemampuan sebuah kampuh las dapat menggunakan persamaan berikut:

$$A = a \times l \dots\dots\dots(2.15)$$

Keterangan

a = tebal plat

l = panjang kampuh

²²Sukrisno, Umar, *Bagian-Bagian Mesin dan Merencana*, (Jakarta : Erlangga, 1987), 157

$$F = A \times \tau_1 \dots\dots\dots(2.16)$$

Keterangan

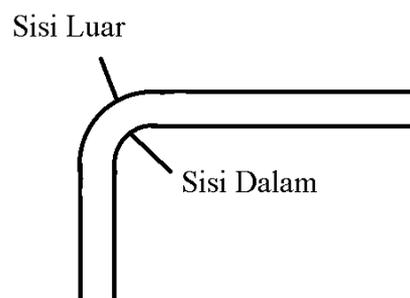
F = Beban yang dapat diterima kampuh (Kg)

A = Luas penampang memanjang kampuh (Cm^2)

τ_1 = Tegangan dalam kawat las (Kg/Cm^2)

2.8. Bending

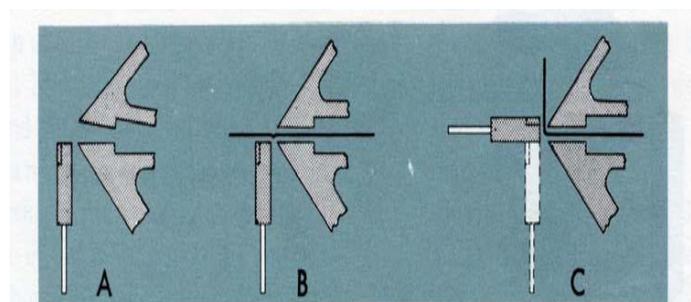
Bending adalah proses penekukan plat atau pemberian deformasi plastis pada material dengan sudut tertentu sehingga material tersebut terbentuk sesuai dengan bentuk sudut yang diinginkan. Permukaan pada sisi luar material akan mengalami penarikan akibat proses bending, dan pada sisi dalam akan mengalami penekanan ilustrasi material yang telah dibending. Material yang sering dilakukan proses bending adalah besi pelat. Pelat merupakan struktur bidang (permukaan) yang lurus (datar atau tidak melengkung) yang tebalnya lebih kecil dibanding dengan dimensinya yang lain,²³ diperhatikan pada gambar di bawah ini.



Gambar 2.11 Ilustrasi Material Setelah Dibending.

²³Szilard, Rudolph., *Teori dan Analisis Pelat*, Jakarta: Erlangga, 1997

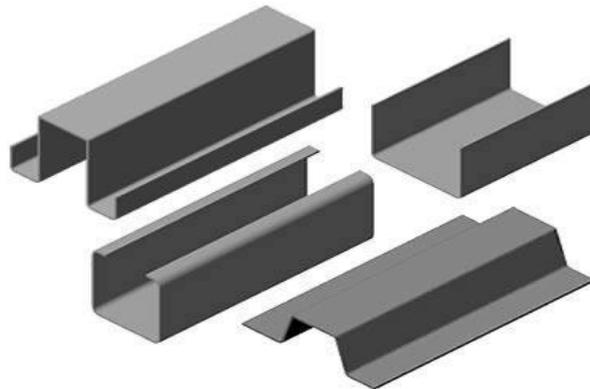
Secara mekanika proses penekukan ini terdiri dari dua komponen gaya yakni : tarik dan tekan (lihat gambar 2.11). Pada gambar 2.11 memperlihatkan pelat yang mengalami proses pembengkokan ini terjadi peregangan, netral dan pengkerutan. Daerah peregangan terlihat pada sisi luar pembengkokan, dimana daerah ini terjadi deformasi plastis atau perubahan bentuk. Peregangan ini menyebabkan pelat mengalami pertambahan panjang. Daerah netral merupakan daerah yang tidak mengalami perubahan. Artinya pada daerah netral ini pelat tidak mengalami perubahan panjang atau diperpendekkan. Daerah sisi bagian dalam pembengkokan merupakan daerah yang mengalami penekanan, dimana daerah ini mengalami pengkerutan dan penambahan ketebalan, hal ini disebabkan karena daerah ini mengalami perubahan panjang yakni diperpendekkan atau menjadi pendek akibat gaya tekan yang dialami oleh pelat. Proses ini dilakukan dengan menjepit pelat diantara landasan penjepit selanjutnya bilah penekuk diputar ke arah atas menekan bagian pelat yang akan mengalami penekukan.



Gambar 2.12. Langkah Proses Tekuk.²⁴

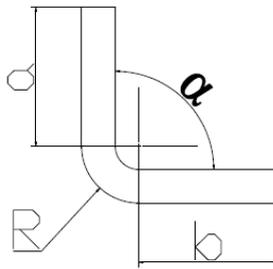
Penerapan proses bending ini banyak digunakan untuk pembuatan body mesin, cover mesin dan bracket komponen peletak mesin.

²⁴<http://www.teknikmesin.org/proses-tekuk-atau-lipat>, pada tanggal 25 Maret 2015 pukul 13.00 WIB



Gambar 2.13. Aplikasi Proses Bending

Untuk mengetahui berapa bentang material sebelum di bending digunakan rumus berikut ini.



Gambar 2.14. Menghitung Bentang Material Bending.

$$\text{PanjangRadius} = \frac{1}{4} : (\pi \times D) \dots \dots \dots (2.17)$$

Keterangan.

D = Diameter Tekuk (mm)

$$\text{Panjang Total} = A + B + C \dots \dots \dots (2.18)$$

Keterangan.

A, B = Panjang sisi yang diinginkan (mm)

C = Panjang radius (mm)

