
BAB II

TEORI DASAR

1.1. Mengetahui Proses Bubut (Turning)

Proses pemesinan adalah salah satu bagian dari proses pengerjaan logam yang dilakukan dengan cara memotong, menyayat atau cara lain yang dilakukan dengan cara melakukan pengikisan pada logam sehingga dapat mencapai bentuk dan ukuran yang dikehendaki dan pada umumnya dapat menghasilkan beram (chip making process). Mesin yang digunakan dalam proses pemesinan adalah Mesin Perkakas (*Machine Tools*).

Mesin perkakas adalah mesin yang memiliki penggerak motor, pada waktu dipakai terpasang pada tempat yang tetap dan digunakan untuk mengerjakan logam, kayu dan sebagainya dengan cara yang dapat menghasilkan beram. Sedangkan ciri lain dalam proses pemesinan adalah pencapaian ketelitian dimensi yang bersifat linier dan geometrik melalui alternatif urutan kerja pada proses pengerjaan.

Untuk memenuhi tuntutan itu dalam proses pemesinan perlu diperhatikan beberapa faktor antara lain sebagai berikut :

1. Penggunaan alternatif mesin perkakas yang paling tepat termasuk perlengkapannya yang tersedia untuk dapat menghasilkan produk dengan bentuk dan ketelitian yang dikehendaki.

2. Penggunaan perkakas potong (Cutting Tools) yang sesuai dengan bentuk permukaan produk yang dibuat.
3. Penggunaan alat bantu (Jigs and Fictures) yang sesuai dengan bentuk benda yang akan dikerjakan.
4. Penerapan urutan pengerjaan yang tepat.
5. Penerapan kondisi pemotongan (Cutting Condition) yang tepat dan sesuai.
6. Jenis cairan pendingin (Cutting Fluid) yang sesuai.

Berdasarkan fungsinya mesin perkakas terdiri dari beberapa jenis, sedangkan tiap jenis terdiri dari beberapa tipe, yaitu mesin bubut standart, mesin bubut Turret, Mesin bubut Vertikal, dan mesin bubut Copy. Pada dasarnya tiap tipe yang ada pada setiap golongan jenis mesin perkakas mempunyai dasar rancangan yang mirip, tetapi antara suatu jenis mesin perkakas dengan jenis lainnya mempunyai rancangan yang sangat berbeda.

Identitas suatu mesin perkakas dinyatakan dalam suatu uraian yang berisi gambaran kapasitas mampu kerja mesin perkakas yang bersangkutan. Kapasitas mampu kerja mesin perkakas dinyatakan dalam angka dan satuan ukuran tertentu.

Pada mesin perkakas terdapat dua gerakan relative yaitu Gerakan Potong (Cutting Motion) dan Gerakan Penyayatan (Feeding Motion). Berdasarkan dua gerakan relatif ini maka mesin perkakas dapat dibedakan dalam 3 (tiga) golongan, yaitu :

1. Mesin Perkakas yang gerak potongnya dilakukan oleh benda kerja (gerak putar), sedangkan gerak penyayatannya dilakukan oleh perkakas potong.
2. Mesin perkakas yang gerak potongnya dilakukan oleh perkakas Potong (gerak linier dan gerak putar), sedangkan penyayatannya dilakukan oleh benda kerja.
3. Mesin perkakas yang gerak potongnya dan gerak penyayatannya dilakukan oleh perkakas potong.

Dari perbedaan gerak potong dan gerak penyayatan tersebut merupakan dasar dari mesin perkakas, sehingga seluruhnya terdapat 6 (enam) macam mesin perkakas dasar, yaitu :

1. Mesin Bubut (Lathe Turning Machines)
2. Mesin Frais (Milling Machines)
3. Mesin Gurdi (Drilling Machines)
4. Mesin Skraff (Shaper Machines)
5. Mesin Gerinda (Grinding Machines)
6. Mesin Gergaji (Sawing Machines)

Berdasarkan prinsip kerjanya mesin perkakas dapat dibagi dalam 2 (dua) golongan, yaitu :

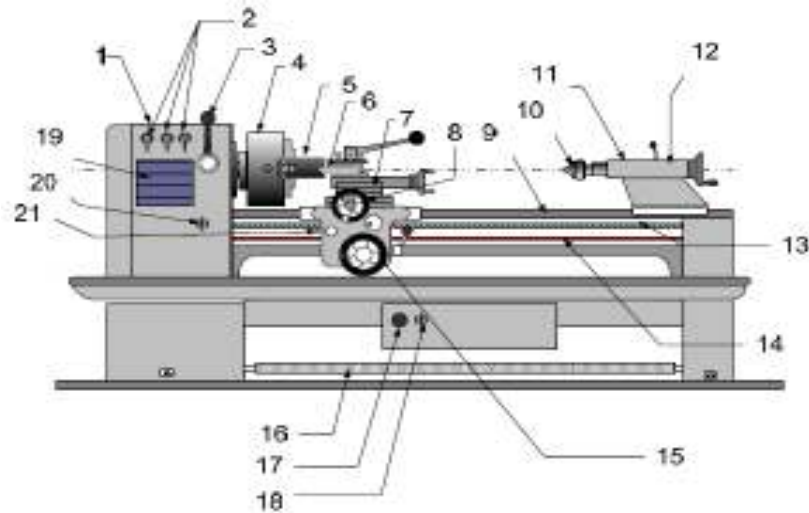
1. Mesin Perkakas Konvensional yang prinsip kerjanya menyayat atau mengikis.

2. Mesin Perkakas Non Konvensional yang prinsip kerjanya dengan bantuan sistem listrik.

Mesin bubut adalah salah satu mesin perkakas yang paling banyak digunakan dibengkel-bengkel karena memiliki fungsi yang bervariasi dalam pengerjaan berbagai bentuk benda kerja, seperti membentuk benda bulat, membentuk bidang datar, mengebor, mengulir, membentuk tirus, memotong mengkartel, serta membentuk benda-benda persegi.

Hampir semua aspek bentuk benda kerja dapat dikerjakan dengan mesin bubut, bahkan dari benda-benda yang tidak beraturan bentuk-bentuk tersebut dapat tercapai melalui berbagai metode pemasangan benda kerja pada mesin bubut. Setiap mesin memiliki prosedur pengoperasian yang berbeda-beda walaupun bagian bagian utama dari mesin di hampir semua merek mesin bubut memiliki bagian yang sama, setiap pabrik pembuat mesin berusaha memberikan kemudahan dalam pengoperasian dari mesin yang dibuatnya, sistem pelayanan dan pengendalian proses kerja mesin ditempatkan sedapat mungkin ditempat yang mudah dijangkau.

Perhatikan salah satu konstruksi dan bagian-bagian utama dari mesin bubut pada gambar 1 berikut :



Gambar 1. Mesin bubut dengan bagian-bagian utamanya

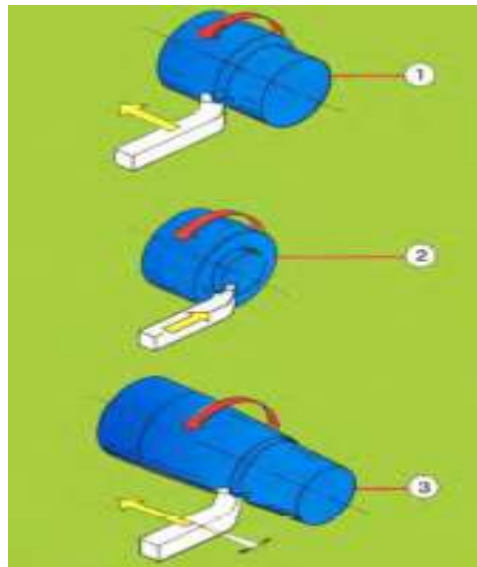
Keterangan Gambar :

No	Nama bagian	No	Nama bagian
1	Head stock	11	Tail stock
2	Knob pengatur kecepatan putaran	12	Pengunci barel
3	Handle pengatur putaran	9	Lead screw
4	Chuck	14	Feeding shaft
5	Benda kerja	15	Roda pemutar/penggerak eretan memanjang
6	Pahat (tool)	16	Rem mesin
7	Tool post dan eretan atas	17	Main switch
8	Eretan lintang	18	Coolant motor switch
9	Bed Mesin	19	Tabel Mesin
10	Senter jalan	20	Pengatur arah feeding shaft
		21	Handle lead screw.

3. Dengan gerakan pahat sejajar terhadap sumbu benda kerja pada jarak tertentu sehingga akan membuang permukaan luar benda kerja (lihat Gambar 2 no. 1). Proses bubut permukaan (*surface turning*, Gambar 2 no. 2) adalah proses bubut yang identik dengan proses bubut rata, tetapi arahgerakan pemakanan tegak lurus terhadap sumbu benda kerja. Proses bubut tirus (*taper turning*, Gambar 2 no. 3) sebenarnya identik dengan proses bubut rata di atas, hanya

jalannya pahat membentuk sudut tertentu terhadap sumbu benda kerja. Demikian juga proses bubut kontur, dilakukan dengan cara memvariasi kedalaman potong, sehingga menghasilkan bentuk yang diinginkan.

Walaupun proses bubut secara khusus menggunakan pahat bermata potong tunggal, tetapi proses bubut bermata potong jamak tetap termasuk proses bubut juga, karena pada dasarnya setiap pahat bekerja sendiri-sendiri. Selain itu proses pengaturan (*setting*) pahatnya tetap dilakukan satu persatu.



Gambar 2. (1) Proses bubut rata, (2) bubut permukaan, dan (3) bubut tirus.

2.2. Parameter yang Dapat Diatur pada Mesin Bubut

Tiga parameter utama pada setiap proses bubut adalah kecepatan putar spindel (*speed*), gerak makan (*feed*) dan kedalaman potong (*depth of cut*). Faktor yang lain seperti bahan benda kerja dan jenis pahat sebenarnya juga memiliki pengaruh yang cukup besar, tetapi tiga parameter di atas

adalah bagian yang bisa diatur oleh operator langsung pada Mesin Bubut.

Kecepatan putar, n (*speed*), selalu dihubungkan dengan sumbu utama (spindel) dan benda kerja. Kecepatan putar dinotasikan sebagai putaran per menit (*rotations per minute, rpm*). Akan tetapi yang diutamakan dalam proses bubut adalah kecepatan potong (*cutting speed* atau v) atau kecepatan benda kerja dilalui oleh pahat/keliling benda kerja (lihat Gambar 3). Secara sederhana kecepatan potong dapat digambarkan sebagai keliling benda kerja dikalikan dengan kecepatan

putar atau :

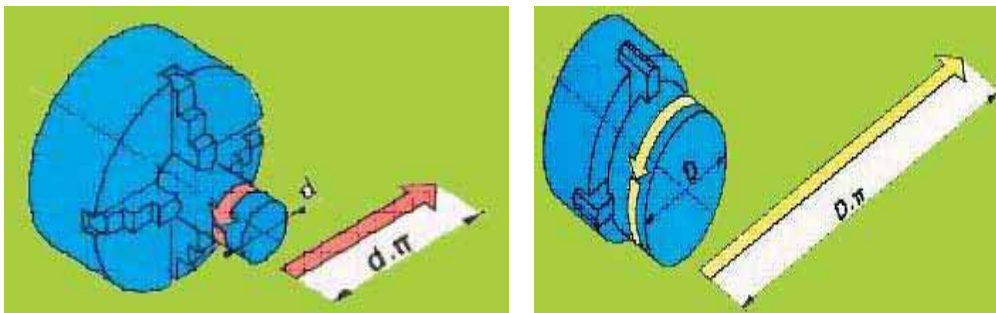
$$v = \frac{d \cdot n}{100} \text{ (m/menit)} \dots\dots \text{Ref.11 hal.149}$$

Di mana :

v = kecepatan potong (m/menit)

d = diameter benda kerja (mm)

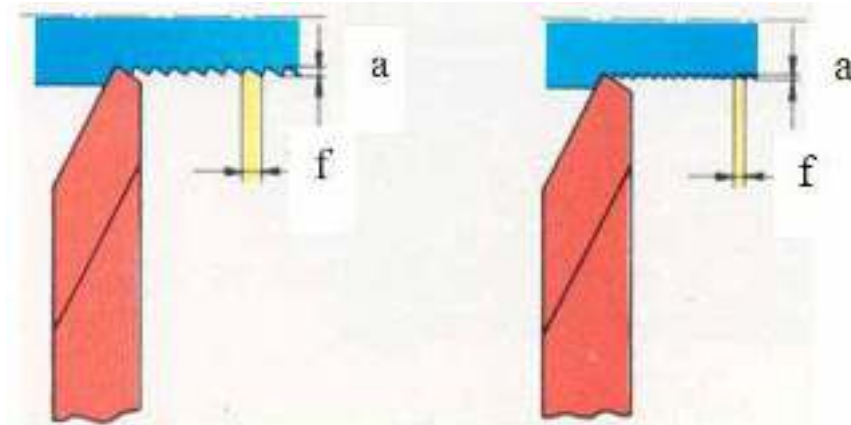
n = putaran benda kerja (putaran/menit)



Gambar 3. Panjang permukaan benda kerja yang dilalui pahat setiap putaran.

Dengan demikian kecepatan potong ditentukan oleh diameter benda kerja. Selain kecepatan potong ditentukan oleh diameter benda kerja faktor bahan benda kerja dan bahan pahat sangat menentukan harga kecepatan potong. Pada dasarnya pada waktu proses bubut kecepatan potong ditentukan berdasarkan bahan benda kerja dan pahat. Harga kecepatan potong sudah tertentu, misalnya untuk benda kerja *MildSteel* dengan pahat dari HSS, kecepatan potongnya antara 20 sampai 30m/menit.

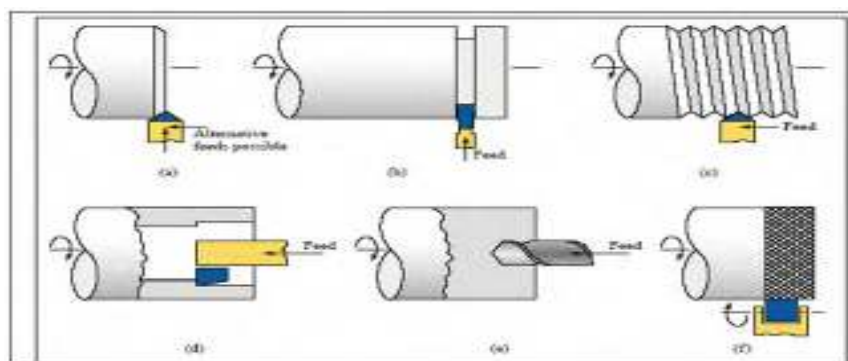
Gerak makan, f (*feed*), adalah jarak yang ditempuh oleh pahat setiap benda kerja berputar satu kali (Gambar 4.), sehingga satuan f adalah mm/putaran. Gerak makan ditentukan berdasarkan kekuatan mesin, material benda kerja, material pahat, bentuk pahat, dan terutama kehalusan permukaan yang diinginkan. Gerak makan biasanya ditentukan dalam hubungannya dengan kedalaman potong a . Gerak makan tersebut berharga sekitar $1/3$ sampai $1/20$ a , atau sesuai dengan kehalusan permukaan yang dikehendaki.



Gambar 4. Gerak makan (f) dan kedalaman potong (a).

Kedalaman potong a (*depth of cut*), adalah tebal bagian benda kerja yang dibuang dari benda kerja, atau jarak antara permukaan yang dipotong terhadap permukaan yang belum terpotong (lihat Gambar 4.). Ketika pahat memotong sedalam a, maka diameter benda kerja akan berkurang $2a$, karena bagian permukaan benda kerja yang dipotong ada di dua sisi, akibat dari benda kerja yang berputar.

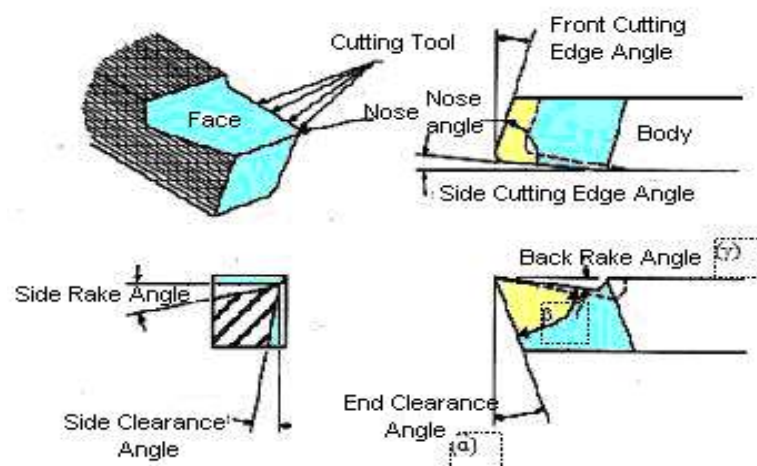
Beberapa proses pemesinan selain proses bubut pada Gambar 1, pada Mesin Bubut dapat juga dilakukan proses pemesinan yang lain, yaitu bubut dalam (*internal turning*), proses pembuatan lubang dengan mata bor (*drilling*), proses memperbesar lubang (*boring*), pembuatan ulir (*thread cutting*), dan pembuatan alur (*grooving/parting-off*). Proses tersebut dilakukan di Mesin Bubut dengan bantuan/tambahan peralatan lain agar proses pemesinan bisa dilakukan (lihat Gambar 5).



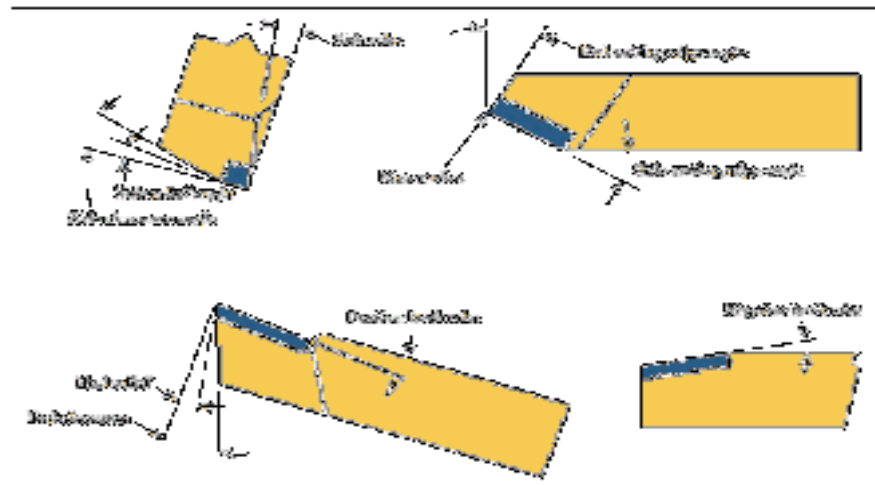
Gambar 5. Proses pemesinan yang dapat dilakukan pada Mesin Bubut : (a) pembubutan pinggul (*chamfering*), (b) pembubutan alur (*parting-off*), (c) pembubutan ulir (*threading*), (d) pembubutan lubang (*boring*), (e) pembuatan lubang (*drilling*), dan (f) pembuatan kartel (*knurling*).

2.3. Geometri Pahat Bubut

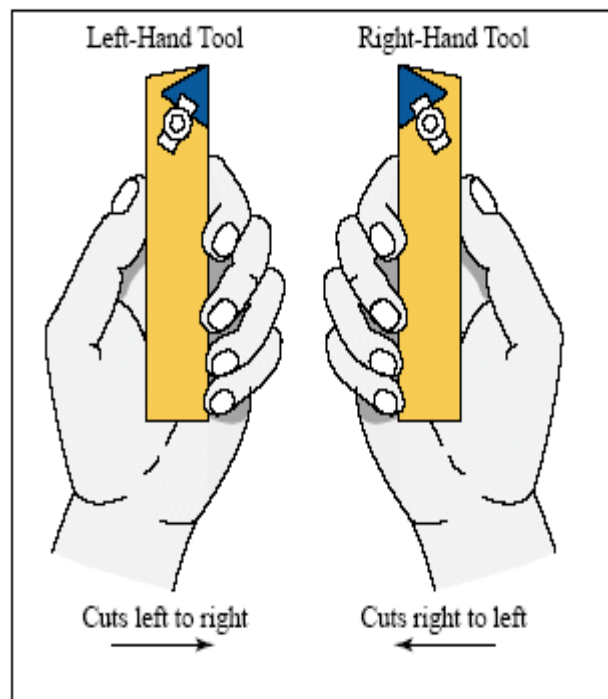
Geometri/bentuk pahat bubut terutama tergantung pada material benda kerja dan material pahat. Terminologi standar ditunjukkan pada Gambar 6. Untuk pahat bubut bermata potong tunggal, sudut pahat yang paling pokok adalah sudut beram (*rake angle*), sudut bebas (*clearance angle*), dan sudut sisi potong (*cutting edge angle*). Sudut sudut pahat HSS dibentuk dengan cara diasah menggunakan mesin gerinda pahat (*Tool Grinder Machine*). Sedangkan bila pahat tersebut adalah pahat sisipan (*insert*) yang dipasang pada tempat pahatnya, geometri pahat dapat dilihat pada Gambar 7. Selain geometri pahat tersebut pahat bubut bisa juga diidentifikasi berdasarkan letak sisi potong (*cutting edge*) yaitu pahat tangan kanan (*Right-hand tools*) dan pahat tangan kiri (*Left-hand tools*), lihat Gambar 8.



Gambar 6. Geometri pahat bubut HSS (Pahat diasah dengan mesin gerinda pahat)

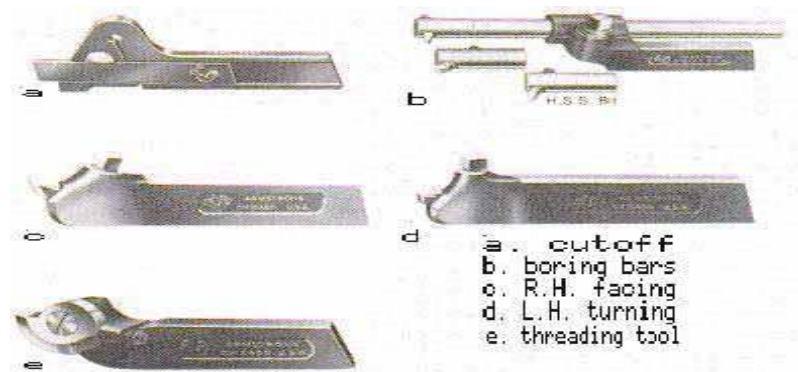


Gambar 7. Geometri pahat bubut sisipan (*insert*)

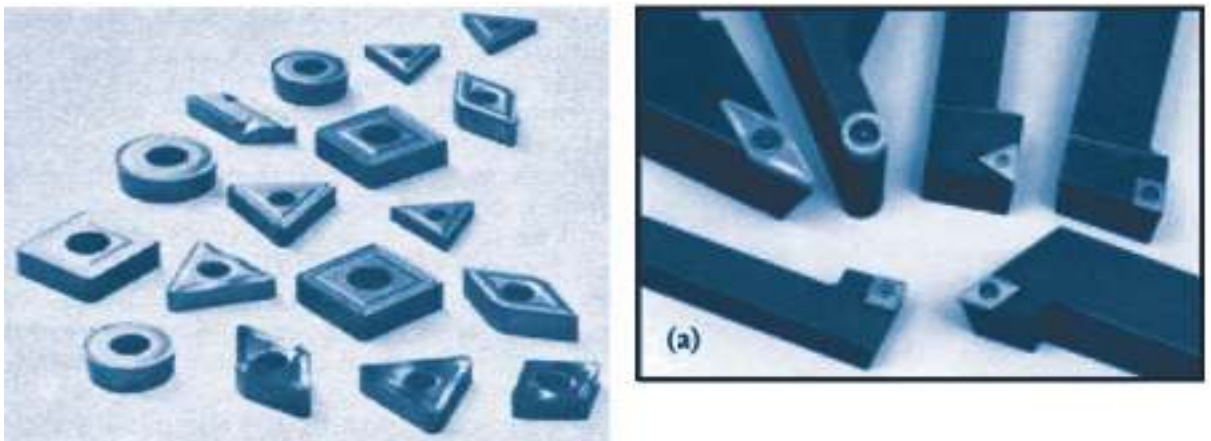


Gambar 8. Pahat tangan kanan dan pahat tangan kiri.

Pahat bubut di atas apabila digunakan untuk proses membubut biasanya dipasang pada pemegang pahat (*tool holder*). Pemegang pahat tersebut digunakan untuk memegang pahat dari HSS dengan ujung pahat diusahakan sependek mungkin agar tidak terjadi getaran pada waktu digunakan untuk membubut (lihat Gambar 9). Untuk pahat yang berbentuk sisipan (*inserts*), pahat tersebut dipasang pada tempat pahat yang sesuai, (lihat Gambar 10).



Gambar 9. Pemegang pahat HSS : (a) pahat alur, (b) pahat dalam, (c) pahat rata kanan (d) pahat rata kiri, dan (e) pahat ulir.

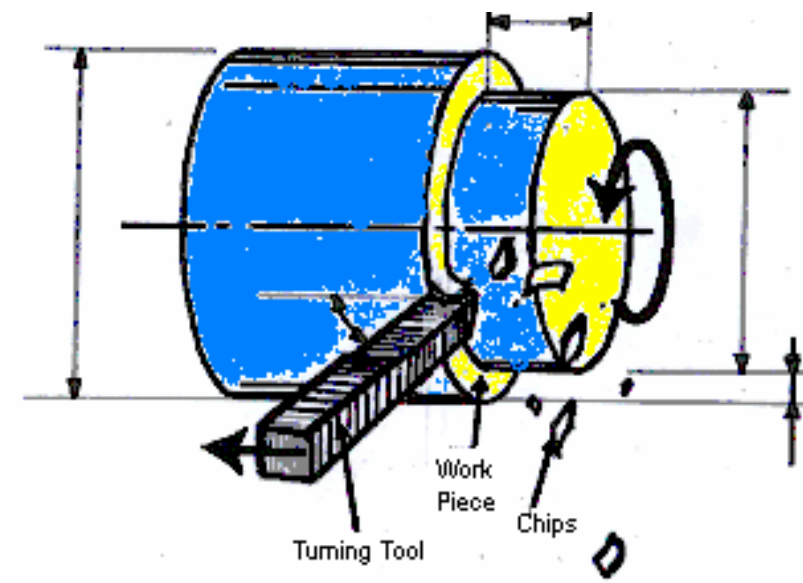


Gambar 10. Pahat bubut sisipan (*inserts*), dan pahat sisipan yang dipasang pada pemegang pahat (*tool holders*).

Bentuk dan pengkodean pahat sisipan serta pemegang pahatnya sudah distandarkan oleh ISO. Standar ISO untuk pahat sisipan dapat dilihat pada Lampiran, dan pengkodean pemegang pahat dapat dilihat juga pada lampiran.

2.4. Perencanaan dan Perhitungan Proses Bubut

Elemen dasar proses bubut dapat dihitung/dianalisa dengan menggunakan rumus-rumus dan Gambar 11. berikut :



Gambar 11. Gambar skematis proses bubut

Keterangan :

Benda Kerja :

d_o = diameter mula (mm)

d_m = diameter akhir (mm)

l_t = panjang pemotongan (mm)

Pahat :

X_r = sudut potong utama/sudut masuk Mesin Bubut :

a = kedalaman potong (mm)

f = gerak makan (mm/putaran)

n = putaran poros utama (putaran/menit)

1) Kecepatan potong :

$$v = \frac{d \cdot n}{100} \text{ (m/menit)} \dots\dots\dots(\text{Ref.11 hal.149})$$

Dimana :

d = diameter rata-rata benda kerja ($(d_o+d_m)/2$) (mm)

n = putaran poros utama (put/menit)

$\pi = 3,14$

2) Kecepatan makan

$$v_f = f \cdot n \text{ (mm/menit) (Ref. 11 hal. 155)}$$

Dimana :

V_f = kecepatan gerak makan (mm/putaran)

f = Pemakanan (mm)

n = putaran put/menit

3) Waktu pemotongan

$$t_e = \frac{l_t}{v_f} \text{ (menit)} \dots\dots\dots(\text{Ref.11 hal.155})$$

Dimana :

t_e = Waktu pemotongan (menit)

l_t = Panjang pemotongan (mm)

v_f = Kecepatan gerak makan (mm/putaran)

4) Kecepatan penghasilan beram

$$z = A \cdot v \text{ (cm}^3 \text{ / menit)}$$

di mana : $A = a \cdot f \text{ (mm}^2 \text{)}$

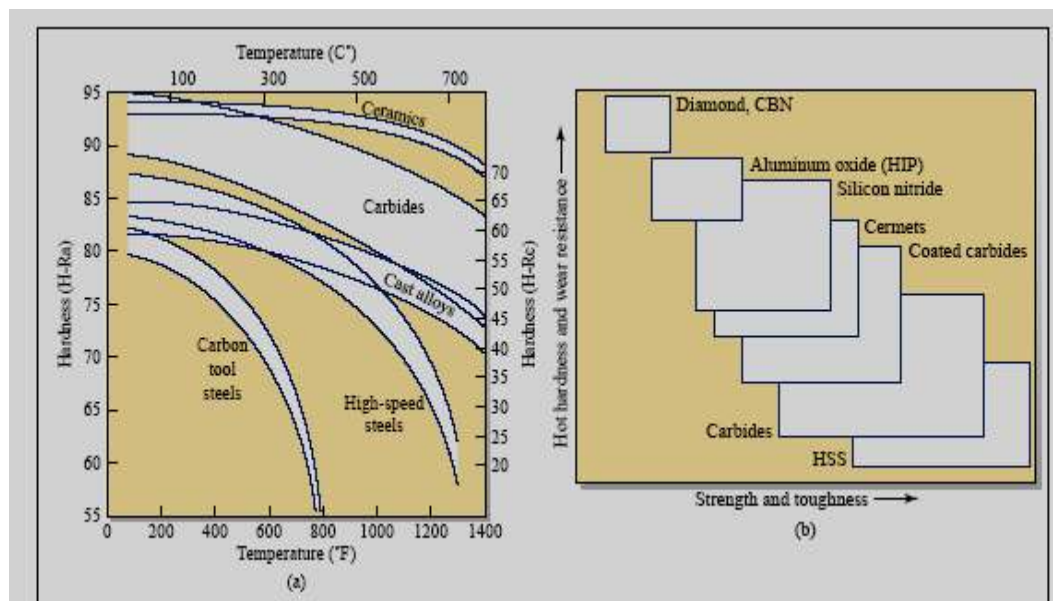
Perencanaan proses bubut tidak hanya menghitung elemen dasar proses bubut, tetapi juga meliputi penentuan/pemilihan material pahat berdasarkan material benda kerja, pemilihan mesin, penentuan cara pencekaman, penentuan langkah kerja/langkah penyayatan dari awal benda kerja sampai terbentuk benda kerja jadi, penentuan cara pengukuran dan alat ukur yang digunakan.

2.4.1. Material Pahat

Pahat yang baik harus memiliki sifat-sifat tertentu, sehingga nantinya dapat menghasilkan produk yang berkualitas baik (ukuran tepat) dan ekonomis (waktu yang diperlukan pendek). Kekerasan dan kekuatan pahat harus tetap bertahan meskipun pada temperatur tinggi, sifat ini

dinamakan *Hot Hardness*. Ketangguhan (*toughness*) dari pahat diperlukan, sehingga pahat tidak akan pecah atau retak terutama pada saat melakukan pemotongan dengan beban kejut. Ketahanan aus sangat dibutuhkan yaitu ketahanan pahat melakukan pemotongan tanpa terjadi keausan yang cepat.

Penentuan material pahat didasarkan pada jenis material benda kerja dan kondisi pemotongan (pengasaran, adanya beban kejut, penghalusan). Material pahat yang ada ialah baja karbon sampai dengan keramik dan intan. Sifat *hot hardness* dari beberapa material pahat ditunjukkan pada Gambar 12.



Gambar 12. (a) Kekerasan dari beberapa macam material pahat

sebagai fungsi dari temperatur, (b) jangkauan sifat material pahat

Material pahat dari baja karbon (baja dengan kandungan karbon 1,05%) pada saat ini sudah jarang digunakan untuk proses pemesinan, karena bahan ini tidak tahan panas (melunak pada suhu 300°-500° F).

Baja karbon ini sekarang hanya digunakan untuk kikir, bilah gergaji, dan pahat tangan. Material pahat dari HSS (*High Speed Steel*) dapat dipilih jenis M atau T. Jenis M berarti pahat HSS yang mengandung unsur *Molibdenum*, dan jenis T berarti pahat HSS yang mengandung unsur *Tungsten*. Beberapa jenis HSS dapat dilihat pada Tabel 1 dibawah ini :

Tabel 1. Jenis-Jenis Pahat HSS

Jenis HSS	Standar AISI
- 03 Karbon/Pahat	
+ Stenektan HSS	M1, M2, M7, M10
+ Tungsten HSS	T1, T2
- 03 Special	
+ Cobalt special HSS	M35, M42, T1, T2, T3
+ High Speed/Blue HSS	M2-1, M2-2, M4, T15
+ High Hardness Co HSS	M41, M42, M43, M44, M45, M46
+ Cast HSS	
+ Precipitate HSS	
+ Coated HSS	

Pahat dari HSS biasanya dipilih jika pada proses pemesinan sering terjadi beban kejut, atau proses pemesinan yang sering dilakukan interupsi (terputus-putus). Hal tersebut misalnya membubut benda segi empat menjadi silinder, membubut bahan benda kerja hasil proses penuangan, membubut eksentris (proses pengasarannya). Pahat dari karbida dibagi dalam dua kelompok

tergantung penggunaannya. Bila digunakan untuk benda kerja besi tuang yang tidak liat dinamakan *cast iron cutting grade*.

Pahat jenis ini diberi kode huruf K (atau C1 sampai C4) dan kode warna merah. Apabila digunakan untuk menyayat baja yang liat dinamakan *steel cutting grade*. Pahat jenis ini diberi kode huruf P (atau C5 sampai C8) dan kode warna biru.

Selain kedua jenis tersebut ada pahat karbida yang diberi kode huruf M, dan kode warna kuning. Pahat karbida ini digunakan untuk menyayat berbagai jenis baja, besi tuang dan non ferro yang mempunyai sifat mampu mesin yang baik. Contoh pahat karbida untuk menyayat berbagai bahan dapat dilihat pada Tabel 2.

Tabel 2. Contoh penggolongan pahat jenis karbida dan penggunaannya

Classification Number	Materials to be Machined	Machining Operation	Type of Carbide	Characteristics Of		Typical Properties	
				Cut	Carbide	Hardness H-Ra	Transverse Rupture Strength (MPa)
C-1	Cast iron, nonferrous metals, and nonmetallic materials requiring abrasion resistance	Roughing cuts	Wear-resistant grades; generally straight WC-Co with varying grain sizes	Increasing cutting speed	Increasing hardness and wear resistance	89.0	2,400
C-2		General purpose		↓ ↑	↓ ↑	92.0	1,725
C-3		Finishing		↓ ↑	↓ ↑	92.5	1,400
C-4		Precision boring and fine finishing		Increasing feed rate	Increasing strength and binder content	93.5	1,200
C-5	Steels and steel-alloys requiring crater and deformation resistance	Roughing cuts	Crater-resistant grades; various WWC-Co compositions with TiC and/or TaC alloys	Increasing cutting speed	Increasing hardness and wear resistance	91.0	2,070
C-6		General purpose		↓ ↑	↓ ↑	92.0	1,725
C-7		Finishing		↓ ↑	↓ ↑	93.0	1,380
C-8		Precision boring and fine finishing		Increasing feed rate	Increasing strength and binder content	94.0	1,035

2.5. Motor Listrik Arus Bolak-Balik (AC)

2.5.1. Mengukur Kecepatan Putaran.

Kecepatan putaran motor sama dengan jumlah putaran motor dalam periode tertentu, misalnya putaran per menit (Rpm) atau kecepatan per detik (Rps).

Alat ukur yang digunakan adalah *indikator kecepatan* sering disebut *tachometer* (Gambar 13). Tachometer ditempelkan langsung pada poros sebuah motor dan dibaca putarannya pada skala yang ada. *Tachometer* yang modern menggunakan prinsip sinar laser, bekerjanya lebih sederhana, yaitu berkas sinar laser ditembakkan pada poros dan display digital akan menunjukkan putaran poros motor.

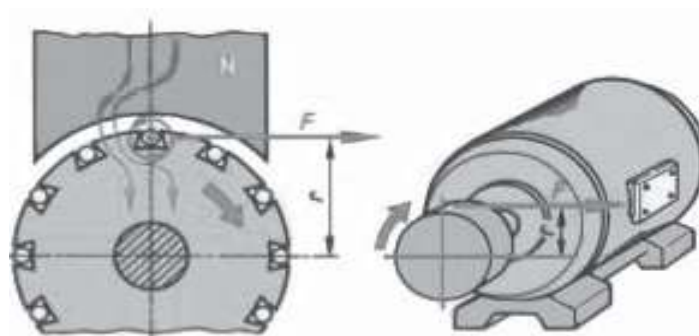


Gambar 13. Pengukuran Poros dengan Tachometer

2.5.2. Mengukur Torsi

Torsi sering disebut momen (M) merupakan perkalian gaya F (Newton) dengan panjang lengan L (meter), seperti ditunjukkan pada Gambar 14. Maka :

$$M = F \cdot L \text{ (Nm)}$$



Gambar 14. Torsi Motor

Gaya F yang dihasilkan dari motor listrik dihasilkan dari interaksi antara medan magnet putar pada stator dengan medan induksi dari rotor. Sehingga :

$$F = B \cdot I \cdot L$$

Jumlah belitan dalam rotor Z dan jari-jari fully rotor besarnya r (meter), maka torsi yang dihasilkan motor adalah :

$$M = B \cdot I \cdot L \cdot Z \cdot r \text{ (Nm)}$$

2.5.3. Hubungan Kecepatan, Torsi, dan Daya Motor

Pengukuran hubungan kecepatan, torsi dan daya motor dilakukan di laboratorium Mesin Listrik (Gambar 15).

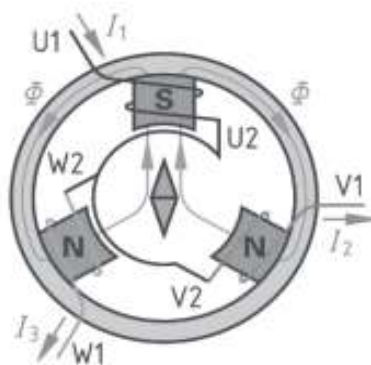


Gambar 15. Pengujian Motor Listrik Di Laboratorium

Torsi yang dihasilkan oleh motor disalurkan lewat poros untuk menjalankan peralatan industri.

2.5.4. Prinsip Kerja Motor Induksi

Motor induksi adalah alat listrik yang mengubah *energi listrik* menjadi *energi mekanik*. Listrik yang diubah adalah listrik 3 phasa. Motor induksi sering juga disebut motor tidak serempak atau motor asinkron. Prinsip kerja motor induksi lihat Gambar 16 berikut ini :



Gambar 16. Prinsip kerja Motor Induksi

Ketika tegangan *phasa U* masuk ke belitan stator menjadikan kutub S (*south* = selatan), garis-garis gaya magnet mengalir melalui stator, sedangkan dua kutub lainnya adalah N (*north* = utara) untuk *phasa V* dan *phasa W*. Kompas akan saling tarik-menarik dengan kutub S. Berikutnya kutub S pindah ke *phasa V*,

kompas berputar 120° , dilanjutkan kutub Spindah ke *phasa W*, sehingga pada belitan stator timbul *medan magnet putar*. Buktinya kompas akan memutar lagi menjadi 240° . Kejadian berlangsung silih berganti membentuk medan magnet putar sehingga kompas berputar dalam satu putaran penuh, proses ini berlangsung terus menerus. Dalam motor induksi kompas digantikan oleh rotor sangkar yang akan berputar pada porosnya. Karena ada perbedaan putaran antara medan putar stator dengan putaran rotor, maka disebut motor induksi tidak serempak atau motor asinkron.

BAB III

METODOLOGI PENELITIAN

Metode penelitian adalah suatu cara yang digunakan dalam penelitian, sehingga pelaksanaan dan hasil penelitian bisa untuk dipertanggung jawabkan secara ilmiah. Penelitian ini menggunakan metode eksperimen, yaitu suatu cara untuk mencari hubungan sebab akibat antara dua faktor yang berpengaruh. Pengujian dilaksanakan dilaboratorium dengan kondisi dan peralatan yang diselesaikan guna memperoleh data tentang pengaruh putaran poros utama terhadap hasil pembubutan benda kerja pada mesin bubut Celtic.

Dalam analisa putaran poros mesin bubut Celtic ini data-data yang diperlukan antara lain adalah :

1.1. Data Kapasitas Motor Listrik

1. Daya Motor (N) = 3 HP
2. Putaran Motor (n) = 1500 RPM (Putaran Cepat)
3. Putaran Motor (n) = 750 RPM (Putaran Lambat)

1.2. Data Hasil Pengukuran Motor Listrik

1. Daya Motor (N) = 3 HP
2. Putaran Motor (n) = 1440 RPM (Putaran Cepat)
3. Putaran Motor (n) = 720 RPM (Putaran Lambat)

1.3. Data kecepatan Putaran Poros Utama

Data kecepatan Putaran Poros Utama berdasarkan data pada bed mesin dan hasil pengukuran dengan menggunakan Tachometer adalah sebagai berikut :

No	Data Putaran Pada Bed Mesin	Data Putaran Hasil Pengukuran
1.	40 Putaran/Menit	30 Putaran/Menit
2.	63 Putaran/Menit	57 Putaran/Menit
3.	180 Putaran/Menit	172 Putaran/Menit
4.	280 Putaran/Menit	280 Putaran/Menit
5.	800 Putaran/Menit	800 Putaran/Menit
6.	1250 Putaran/Menit	1250 Putaran/Menit

1.4. Data Pully

1. Diameter pully pada motor = 70 mm
2. Diameter pully pada poros I = 170 mm

1.5. Jumlah gigi pada poros II

1. Roda gigi lurus 1 (Z_1) = 40 buah
2. Roda gigi lurus 2 (Z_2) = 80 buah
3. Roda gigi lurus 3 (Z_3) = 29 buah
4. Roda gigi lurus 4 (Z_4) = 91 buah

1.6. Jumlah gigi pada poros III

1. Roda gigi lurus 5 (Z_5) = 41 buah
2. Roda gigi lurus 6 (Z_6) = 43 buah
3. Roda gigi lurus 7 (Z_7) = 89 buah

1.7. Jumlah gigi pada poros IV

1. Roda gigi lurus 8 (Z_8) = 88 buah
2. Roda gigi lurus 9 (Z_9) = 44 buah

3. Roda gigi lurus 10 (Z_{10}) = 41 buah

4. Roda gigi lurus 11 (Z_{11}) = 91 buah

1.8. Jumlah gigi pada poros Transportir

1. Roda gigi lurus 1 (Z_1) = 24 buah

2. Roda gigi lurus 2 (Z_2) = 60 buah

3. Roda gigi lurus 9 (Z_9) = 19 buah

4. Roda gigi lurus 10 (Z_{10}) = 43 buah

5. Roda gigi lurus 11 (Z_{11}) = 44 buah

6. Roda gigi lurus 12 (Z_{12}) = 32 buah

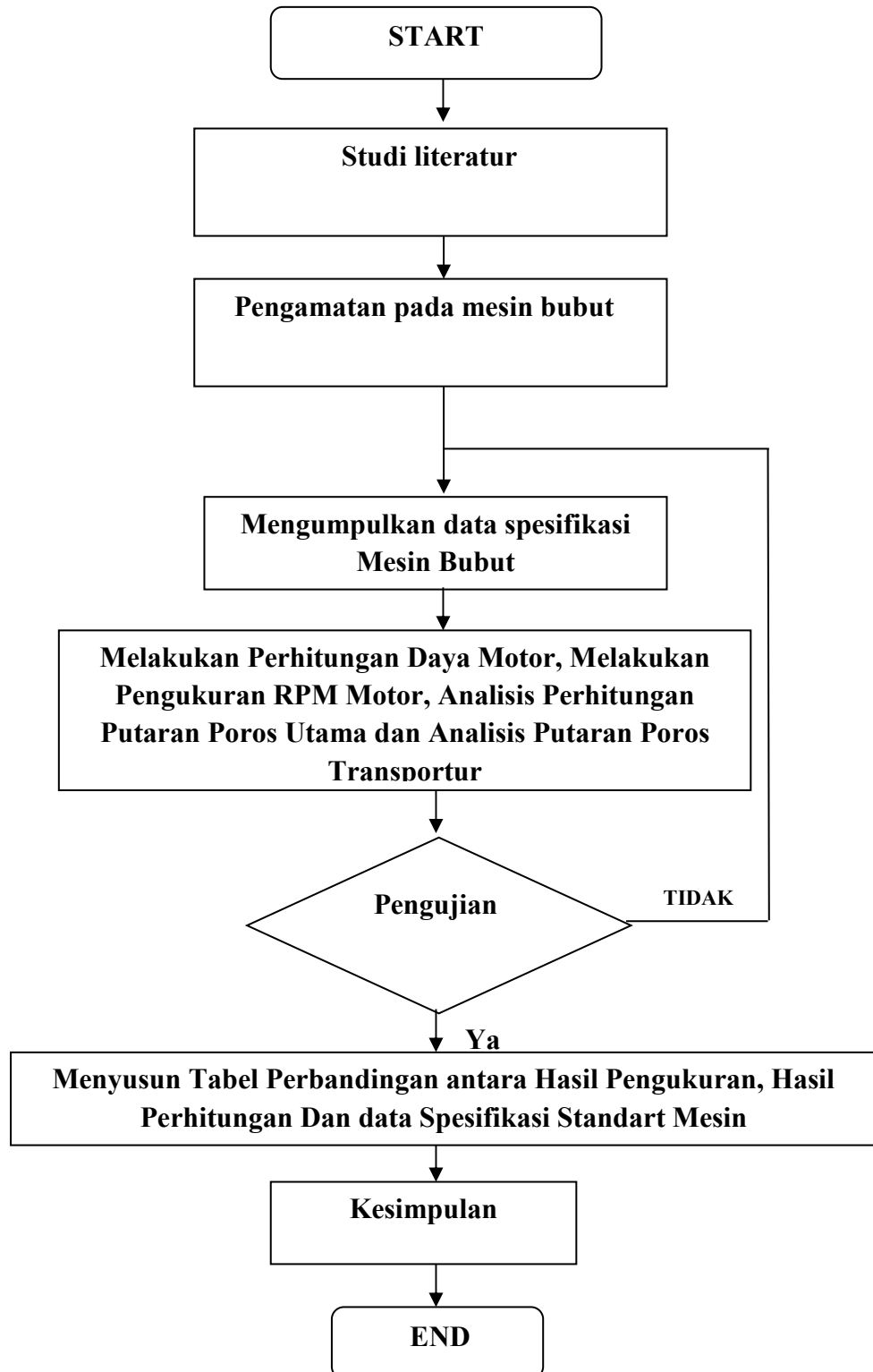
7. Roda gigi lurus 15 (Z_{15}) = 22 buah

8. Roda gigi lurus 18 (Z_{18}) = 38 buah

9. Roda gigi lurus 23 (Z_{23}) = 40 buah

10. Roda gigi lurus 24 (Z_{24}) = 40 buah

FLOW CHART

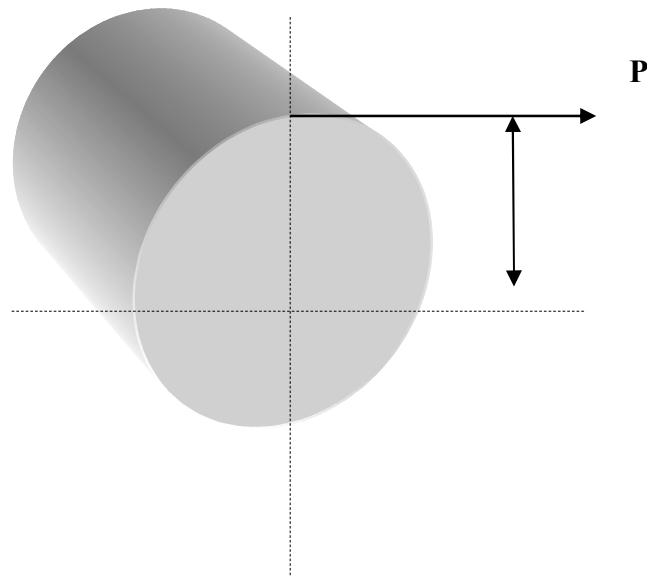


BAB IV

HASIL DAN PEMBAHASAN

1.1. Analisa Daya Motor

Untuk mendapatkan hubungan antara daya dan jumlah putaran tiap-tiap menit, penulis umpamakan bahwa keliling poros bekerja suatu gaya P yang mengelilingi garis tengah poros yang tegak lurus pada jarak R .



Gambar 17. Hubungan antara Gaya (P) dengan garis tengah Poros (R)

Gaya yang bekerja pada poros akan mengakibatkan Momen Puntir (M_p) = $P \times R$. Sedangkan usaha yang dikerjakan oleh gaya pada satu perputaran poros adalah :

$$U = P \times 2 \cdot R$$

Jika jumlah putaran permenit sama dengan n tiap-tiap menit, maka usaha yang dilakukan oleh gaya setiap menit adalah :

$$U = P \times 2 \cdot R \cdot n$$

Sehingga daya (N) yang dilakukan pada setiap detik adalah :

$$N = \frac{P \cdot 2 \cdot R \cdot n}{60}$$

Jika satuan untuk P dalam Kg dan R dalam cm, maka :

$$N = \frac{P \cdot 2 \cdot R \cdot n}{60} \text{ (Kg.cm/dtk)}$$

Bila daya N dinyatakan dengan PK, dimana 1 PK = 75 kg.m/dtk, maka :

$$N = \frac{P \cdot 2 \cdot R \cdot n}{60 \cdot 75 \cdot 100} \text{ (PK)}$$

Jika P. R = Mp , maka

$$N = \frac{MP \cdot 2 \cdot R \cdot n}{60 \cdot 75 \cdot 100} \text{ (PK)}$$

$$MP = 71619,72 \frac{N}{n} \text{ (Kg.cm)}$$

$$MP = 71620 \frac{N}{n} \text{ (Kg.cm)}$$

Dimana :

Mp = Momen puntir (Kg.cm)

N = Daya (PK)

N = Putaran Motor (RPM)

Sedangkan besar gaya keliling P menjadi :

$$MP = 71620 \frac{N}{n} \text{ (Kg.cm)}$$

Dimana R = jari-jari poros (cm)

Selanjutnya untuk analisa daya motor listrik pada mesin bubut Celtic berdasarkan data yang ada, yaitu Daya (N) = 3 PK dengan putaran 1500 RPM, dimana bahan poros adalah baja paduan (ST 34) yang mempunyai tegangan tarik bahan (σ_t) = 3400 kg/cm² atau mempunyai tegangan tarik yang diizinkan sebesar tegangan taik bahan dibagi dengan factor keamanan (v).

Harga faktor keamanan (v) yang mendapat beban dinamis menurut Ir. Suarpradja Tedja dan Drs. Mohd. Raffei dalam buku Bagian-Bagian Mesin I, halaman 31 adalah terletak antara 6-8 (Ref 4 hal 31). Dalam analisa ini penulis mengambil harga factor keamanan (v) = 8, sehingga tegangan tarik bahan yang diizinkan adalah :

$$\sigma_t = \frac{\sigma_t}{v} = \frac{3400}{8} = 425 \text{ Kg/cm}^2$$

dimana :

$\bar{\sigma}_t$ = Tegangan tarik bahan yang diizinkan (Kg/cm²)

σ_t = Tegangan tarik bahan (Kg/cm²)

v = faktor keamanan

Berdasarkan perkiraan umum berdasarkan pengalaman terdapat korelasi antara tegangan puntir dengan tegangan tarik, yaitu :

$$\sigma_t = (0,6 - 0,7) \sigma_p \dots \dots \dots \text{(Ref 4 hal. 31)}$$

dimana σ_p = tegangan puntir (Kg/cm²). Dalam analisa ini penulis mengambil tegangan puntir yang diizinkan = 0, 6. Maka tegangan puntir yang izinkan untuk

—

bahan poros motor adalah : $\sigma_p = 425 \times 0,6 = 255 \text{ kg/cm}^2$. Dengan menghitung momen puntir (M_p) atau tahanan puntir (W_p), dimana :

$$M_p = \sigma_p \cdot W_p \dots\dots\dots (\text{Ref 7 hal 168})$$

$$W_p = \frac{\pi}{16} d^3 \dots\dots\dots (\text{Ref.7 hal. 168})$$

Dengan menggunakan rumus puntiran tersebut maka ;

$$M_p = \sigma_p \cdot W_p, \text{ dimana } W_p = \frac{\pi}{16} d^3$$

$$\text{Jadi } W_p = \frac{M_p}{\sigma_p}$$

$$\frac{\pi}{16} d^3 = \frac{71620 \text{ N/m}}{\sigma_p} = \frac{71620 \cdot 3/1500}{255}$$

$$d = \sqrt[3]{\frac{71620 \cdot 3 \cdot 16}{\pi \cdot 255 \cdot 1500}}$$

$$d = \sqrt[3]{2,86}$$

$$d = 1,41 \text{ cm atau } 14 \text{ mm}$$

Dengan demikian hasil analisa didapatkan bahwa diameter poros (d) = 14 mm.

Jadi dalam hal ini cukup aman karena poros motor yang dipakai mempunyai diameter $d = 28 \text{ mm}$.

Dalam melakukan analisa daya motor penulis menggunakan rumus :

$$N = \frac{MP \cdot n}{71620} \dots \dots \dots (Ref. 13 hal. 27)$$

Dimana : $M_p = P \cdot \frac{1}{2} \cdot d$

P = gaya keliling (kg)

$$P = \frac{255}{6,28 \cdot 0,014 \cdot 25}$$

$$M_p = P \cdot R = 116,01 \text{ Kg} \cdot 1,4 \text{ cm}$$

$$M_p = 162,42 \text{ Kg.cm}$$

Dengan menggunakan rumus puntiran, maka akan diperoleh harga N sebesar :

$$MP = 71620 \frac{N}{n} \text{ (Kg.cm)}$$

$$N = \frac{MP \cdot n}{71620} = \frac{162,42 \cdot 1500}{71620}$$

$$N = 3,40 \text{ hp}$$

Daya (N) sebesar 3,40 HP tersebut adalah daya yang diberikan motor pada poros atau disebut dengan Daya Efektif (N_c), sedangkan harga N_c dapat dihitung dengan rumus sebagai berikut :

$$\eta_m = \frac{N_i}{N_e} \quad \text{atau} \quad N_i = N_e \cdot \eta_m$$

Dimana :

N_e = daya efektif

N_i = daya indikator

η_m = randemen mekanis

maka :

$$N_i = N_e \cdot \eta_m$$

$$N_i = 3,40 \cdot 0,8$$

$$N_i = \mathbf{2,72 \text{ HP}}$$

Hasil analisa didapatkan daya indikator (N_i) = 2,72 HP, hal ini berarti hampir mendekati nilai daya motor berdasarkan standar spesifikasi mesin yaitu 3 HP.

1.2. Analisa Putaran pada Poros Utama

1.2.1. Data Poros

Putaran pada Poros Utama adalah Putaran yang memutar benda kerja sewaktu melakukan pembubutan. Sedangkan tujuan dilakukan analisa adalah untuk memeriksa apakah putaran pada poros utama tersebut dapat dipergunakan dengan baik untuk mengerjakan benda keras yang berdiameter maksimum 12 Inchi dari bahan yang tergolong keras dengan perkakas potong tertentu.

Sebagaimana penulis telah uraikan pada bab sebelumnya, bahwa putaran mesin bubut yang akan diperiksa adalah putaran pada

mesin bubut celtic yang mempunyai kapasitas kerja untuk membubut benda kerja yang mempunyai diameter maksimum. Hasil analisa nantinya dapat diketahui apakah putaran pada poros utama memenuhi syarat atau tidak apabila digunakan untuk membubut benda kerja berdiameter maksimum seperti yang telah disebutkan diatas.

Jika putaran poros utama dapat bekerja dengan baik, berarti putaran pada poros utama tersebut memenuhi syarat dan jika tidak berarti sebaliknya bahwa putaran pada poros utama tersebut tidak memenuhi syarat.

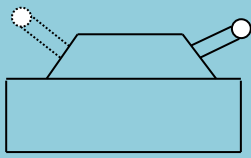
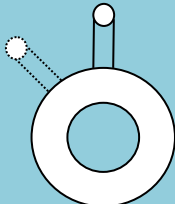
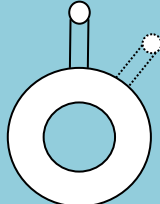
Selanjutnya sebelum penulis mengadakan analisa terhadap putaran poros utama, terlebih dahulu penulis akan mengemukakan data-data tingkatan putaran yang terdapat pada poros utama, sesuai dengan yang tercantum pada tabel kecepatan putaran pada mesin bubut tersebut.

Perlu penulis jelaskan bahwa poros utama tersebut tidak langsung menerima putaran dari putaran poros motor, melainkan menerima putaran dari poros I dan poros II yang masing-masing ditansmisikan melalui beberapa susunan roda gigi yang terdapat didalam lemari gigi (Gear Box) pada kepala tetap mesin bubut sehingga terdapat 6 tingkatan kecepatan putaran pada poros utama.

Untuk lebih jelasnya mengenai tingkatan kecepatan putaran dan susunan roda gigi yang terdapat pada kepala tetap mesin bubut,

penulis jelaskan melalui tabel 3 tingkatan kecepatan putaran poros utama sebagai berikut :

Tabel 3. Tingkatan Kecepatan Putaran Poros Utama

A	B	C	I (RPM)
			
1	3	5	40
2	3	5	63
1	4	5	180
2	4	5	280
1	4	6	800
2	4	6	1250

Sumber : Tabel data kecepatan putaran pada bed mesin bubut

Keterangan :

A = Tuas pengatur poros II

B = Tuas pengatur poros III

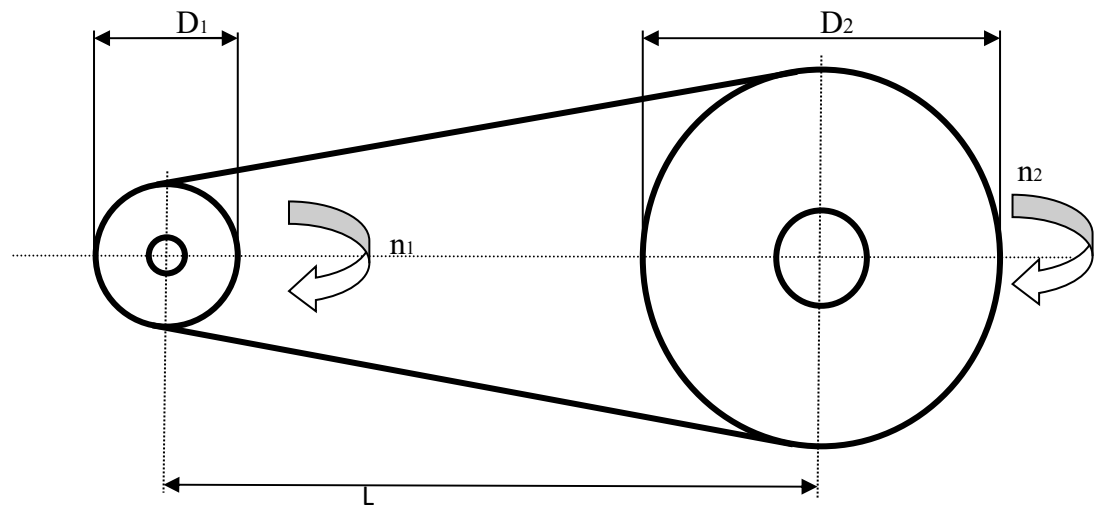
C = Tuas pengatur putaran poros IV atau Poros Utama

I = Tingkat kecepatan putaran yang terdapat pada poros IV atau Poros Utama

1.2.2. Pelaksanaan Analisa Putaran pada Poros Utama

1.2.2.1. Putaran Pada Poros I

Sebagaimana yang telah dijelaskan bahwa poros utama digerakkan oleh poros I dan III, dimana poros I digerakkan oleh poros motor listrik dengan perantara transmisi sabuk V. Perhatikan gambar dibawah ini :



Gambar 18. Pemasangan sabuk pada Pully V

Dengan mengabaikan slip, kecepatan putaran poros I (n_2) dapat dihitung dengan rumus sebagai berikut : $n_1 \cdot D_2 = n_2 \cdot D_1$

Dimana :

n_1 = jumlah putaran tiap menit poros motor

n_2 = jumlah putaran tiap menit poros I

D_1 = diameter pully pada motor

D_2 = diameter p pada poros I

Dalam hal ini, $D_1 = 70$ mm, $n_1 = 1500$ RPM, dan $D_2 = 170$ mm, maka :

$$n_2 = n_1 \frac{D_1}{D_2}$$

$$n_2 = 1500 \frac{70}{170}$$

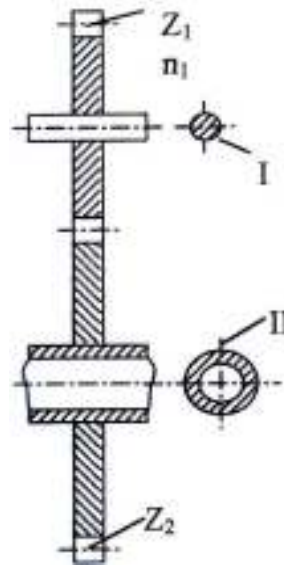
$$n_2 = 617,64 \text{ RPM}$$

Jumlah putaran $n_2 = 617,64$ RPM ini adalah jumlah putaran pada poros I yang terdapat dalam lemari gigi pada kepala tetap mesin bubut celtic.

1.2.2.2. Putaran pada poros II

Putaran poros n_2 ditransmisikan ke poros II dengan perantara roda gigi. Pada poros II ini akan terdapat 2 tingkat kecepatan putaran, yaitu :

- a. Bila tuas A disetel pada posisi angka 2, maka roda gigi ke 1 (Z_1) akan berpasangan dengan roda gigi ke 2 (Z_2) yang dipasang pada poros II.



Gambar 19. Pasangan roda gigi ke 1 dengan roda gigi ke 2

Jumlah putaran pada poros II (n_3) dapat dihitung dengan rumus sebagai berikut :

$$n_2 \cdot Z_2 = n_3 \cdot Z_3$$

dimana ;

n_2 = jumlah putaran tiap menit roda gigi ke 1 (Z_1)

n_3 = jumlah putaran tiap menit roda gigi ke 2 (Z_2)

Z_1 = jumlah gigi roda gigi ke 1

Z_2 = jumlah gigi roda gigi ke 2

Sehingga :

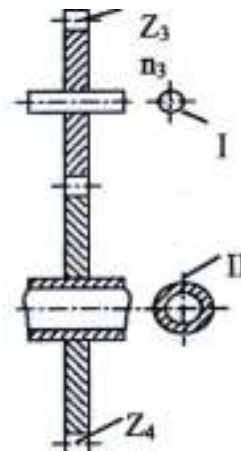
$$n_1 = n_2 \frac{Z_1}{Z_2}$$

$$n_2 = 617,64 \frac{40}{80}$$

$$n_2 = 308,82 \text{ RPM}$$

Jadi jumlah putaran $n_2 = 308,82$ RPM adalah putaran poros II yang terdapat dalam lemari gigi pada kepala tetap mesin bubut Celtic.

- b. Dengan menyetel tuas A pada posisi angka A pada posisi angka 1, maka roda gigi ke 3 (Z_3) akan berpasangan dengan roda gigi ke 4 (Z_4). Perhatikan gambar dibawah ini:



Gambar 20. Pasangan roda gigi ke 3 dengan roda gigi ke 4

dimana :

$$n_3 = n_2 = 617,64 \text{ RPM}$$

Maka :

$$n_3 \cdot Z_3 = n_4 \cdot Z_4$$

$$n_4 = n_3 \frac{Z_3}{Z_4}$$

$$n_4 = 617,64 \frac{29}{91}$$

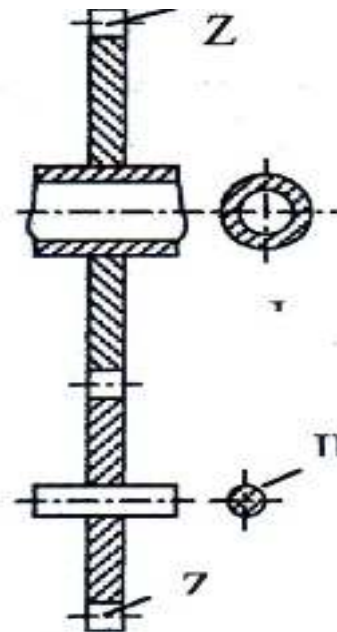
$$n_2 = 196,83 \text{ RPM}$$

Jumlah putaran $n_4 = 196,83$ RPM adalah putaran poros II pada posisi tuas A diangka 1.

1.2.2.3. Perputaran pada poros III

Putaran pada poros II ditransmisikan ke poros III dengan perantara roda gigi. Dimana pada poros III ini terdapat 2 pasang roda gigi, yaitu roda gigi ke 5 dan roda gigi ke 7 yang masing-masing digerakkan oleh roda gigi ke 4 dan roda gigi ke 6 yang terdapat pada poros II. Dengan demikian poros III ini akan mempunyai 2 tingkatan kecepatan putaran sebagai berikut :

- a. Bila tuas B disetel pada posisi angka 6, maka roda gigi ke 4 (Z_4) akan berpasangan dengan roda gigi ke 5 (Z_5) dimana perputaran roda gigi ke 4 (Z_4) sama dengan n_4 atau n_2 . Perhatikan gambar dibawah ini :



Gambar 21. Pasangan roda gigi ke 4 dan roda gigi ke 5

Maka perputaran pada poros III ialah :

- $n_4 \cdot Z_4 = n_5 \cdot Z_5$

$$n_5 = n_4 \frac{Z_4}{Z_5}$$

$$n_5 = 196,83 \frac{91}{41}$$

$$n_5 = 436,86 \text{ RPM}$$

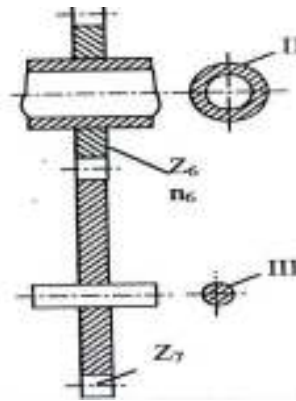
-

$$n_5 = n_2 \frac{Z_4}{Z_5}$$

$$n_5 = 308,82 \frac{91}{41}$$

$$n_5 = 685,42 \text{ RPM}$$

- b. Bila tuas B disetel pada posisi angka 5, maka roda gigi ke 6 (Z_6) akan berpasangan dengan roda gigi ke 7 (Z_7). Perhatikan gambar dibawah ini :



Gambar 22. Pasangan roda gigi ke 6 dengan roda gigi ke 7

Sehingga perputaran pada poros III adalah :

1. $n_6 \cdot Z_6 = n_7 \cdot Z_7$ dimana n_6 sama dengan n_4 atau n_2

$$n_7 = n_6 \frac{Z_6}{Z_7}$$

$$n_7 = 196,83 \frac{43}{89}$$

$$n_7 = 95,09 \text{ RPM}$$

2. Sedangkan n_7 dapat dihitung sebagai berikut :

$$n_7 = n_6 \frac{Z_6}{Z_7}$$

$$n_7 = 308,82 \frac{43}{89}$$

$$n_7 = 149,20 \text{ RPM}$$

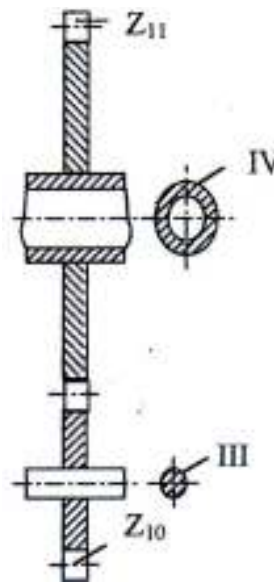
1.2.2.4. Perputaran pada poros IV

Perputaran pada poros IV adalah perputaran yang memutar benda kerja, maka dalam hal ini poros IV disebut **Poros Utama**. Poros Utama ini digerakkan oleh poros III dengan

perantaraan roda gigi. Sehingga jika susunan roda gigi distel sedemikian rupa sesuai dengan susunan roda gigi yang dikehendaki untuk mendapatkan kecepatan putaran yang diinginkan, dimana poros IV atau poros utama ini mempunyai 6 tingkat kecepatan putar yang berbeda sesuai dengan putaran yang diperlukan untuk memutar benda kerja.

Pada poros III terdapat 2 (dua) tuas pengatur kecepatan putaran, yaitu tuas B dan tuas C, dimana tuas B adalah untuk mengatur kecepatan putaran poros III yang digerakkan oleh poros II, dengan perantaraan roda gigi ke 4, roda gigi ke 5. Dan roda gigi ke 6 dan 7.

Sedangkan tuas C adalah tuas untuk mengatur kecepatan putaran poros IV atau poros utama, dimana poros utama ini adalah poros yang digerakkan poros III dengan perantaraan roda gigi ke 8 dengan roda gigi ke 9 dan pasangan roda gigi ke 10 dan 11. Perhatikan gambar dibawah ini :



Gambar 23. Pasangan Roda gigi ke 10 dengan roda gigi ke 11

Jumlah putaran pada masing-masing tingkatan sesuai dengan tingkat kecepatan putaran poros utama yang tercantum pada tabel kecepatan putar.

1. Bila tuas A pada posisi angka 1 dan tuas B pada angka 3 dan tuas C pada posisi angka 5. Maka poros utama akan mempunyai perputaran sebagai berikut : Pada perhitungan sebelumnya, perputaran poros II jika tuas A pada posisi angka 1 dimana poros II mempunyai putaran $n_4 = 196,83$ RPM dan bila tuas B pada posisi angka 3 dimana perputaran poros III $n_7 = 95,09$ RPM. Maka perputaran pada poros utama, jika posisi tuas C pada angka 5, adalah :

$$n_{10} \cdot Z_{10} = n_{11} \cdot Z_{11}$$

$$n_{11} = n_{10} \frac{Z_{10}}{Z_{11}}$$

$$n_{11} = 95,09 \frac{41}{91}$$

$$n_{11} = 42,84 \text{ RPM}$$

Putaran $n_{11} = 42,84$ RPM hasil perhitungan ini adalah putaran benda kerja yang akan dibubut, dimana posisi tuas A-B-C berturut-turut pada angka 1-3-5. Dalam hal ini perputaran tersebut sesuai dengan putaran yang tercantum pada table kecepatan putaran pada kolom pertama. Yaitu A-B-C pada posisi 1-3-5 = 40 RPM.

2. Jumlah perputaran pada poros utama, jika posisi tuas A-B-C pada angka 2-3-5.

Dari hasil perhitungan sebelumnya jika posisi tuas A pada angka 2, maka poros II mempunyai perputaran $n_2 = 308,82$ RPM. Dimana poros III mempunyai putaran $n_7 = 149,20$ RPM. Maka putaran poros utama adalah :

$n_{10} \cdot Z_{10} = n_{11} \cdot Z_{11}$ akan tetapi disini putaran $n_{10} = n_7 = 149,20$ RPM, sehingga :

$$n_{11} = n_{10} \frac{Z_{10}}{Z_{11}}$$

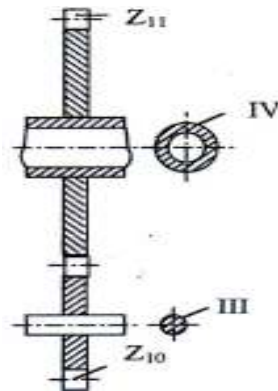
$$n_{11} = 149,20 \frac{41}{91}$$

$$n_{11} = 67,22 \text{ RPM}$$

Hasil perhitungan $n_{11} = 67,22$ RPM adalah putaran pada poros utama, dimana tuas A-B-C pada posisi angka 2-3-5. Dengan demikian hasil perhitungan tersebut bahwa $n_{11} = 67,22$ RPM, ini kurang lebih sama dengan

kecepatan putaran yang terdapat pada tabel kecepatan dalam kolom ke 2, yaitu 2-3-5 = 63 RPM.

3. Putaran poros utama bila posisi tuas A-B-C pada angka 1-4-5. Perhatikan gambar dibawah ini :



Gambar 24. Pasangan roda gigi ke 10 dengan roda gigi ke 11

Dari hasil perhitungan putaran poros II bila posisi tuas A pada angka 1 adalah $n_4 = 196,83$ RPM. Sedangkan putaran poros III bila posisi tuas B pada angka 4, mempunyai putaran $n_5 = 436,86$ RPM. Sehingga putaran pada poros utama, bila tuas C pada posisi angka 5, adalah :

$$n_{10} \cdot Z_{10} = n_{11} \cdot Z_{11} \text{ dimana putaran } n_{10} = n_5 = 436,86 \text{ RPM}$$

$$n_{11} = n_{10} \frac{Z_{10}}{Z_{11}}$$

$$n_{11} = 436,86 \frac{41}{91}$$

$$n_{11} = 196,82 \text{ RPM}$$

Jumlah putaran tersebut kurang lebih sama dengan putaran yang terdapat pada table kecepatan putaran, yaitu A-B-C pada posisi angka 1-4-5 dalam kolom 3 yaitu = 180 RPM.

4. Putaran poros utama dengan posisi tuas A-B-C pada posisi angka 2-4-5.

Putaran poros II $n_2 = 308,82$ RPM dalam posisi tuas A pada angka 2, sedangkan putaran poros III $n_6 = 685,42$ RPM. Jadi putaran pada poros utama, bila posisi tuas A-B-C pada angka 2-3-5 adalah :

$$n_{10} \cdot Z_{10} = n_{11} \cdot Z_{11} , \text{ disini putaran } n_{10} = n_6 = 685,42 \text{ RPM}$$

Sehingga :

$$n_{11} = n_{10} \frac{Z_{10}}{Z_{11}}$$

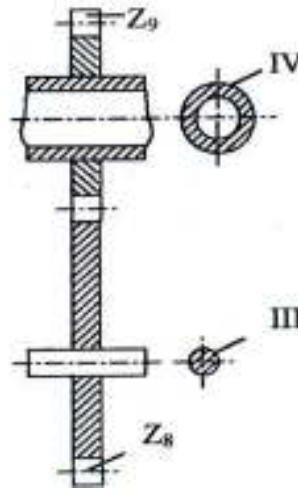
$$n_{11} = 685,82 \frac{41}{91}$$

$$n_{11} = 308,81 \text{ RPM}$$

Dari hasil perhitungan $n_{11} = 308,81$ RPM ini kurang lebih sama dengan putaran yang terdapat pada table kecepatan putaran mesin yaitu posisi tuas A-B-C pada posisi angka 2-3-5 dalam kolom 4, yaitu 280 RPM.

5. Putaran poros utama pada posisi tuas A-B-C pada angka 1-4-6.

Perhatikan gambar dibawah ini :



Gambar 25. Pasangan roda gigi ke 8 dengan roda gigi ke 9

Hasil perhitungan putaran poros III, jika posisi tuas A-B-C pada angka 1-4-6 adalah $n_5 = 435,86$ RPM, maka jumlah putaran pada poros utama adalah :

$n_8 \cdot Z_8 = n_9 \cdot Z_9$, dimana putaran $n_8 = n_5 = 436,86$ RPM, maka :

$$n_9 = n_8 \frac{Z_8}{Z_9}$$

$$n_9 = 436,86 \frac{88}{44}$$

$$n_9 = 873,72 \text{ RPM}$$

Putaran $n_9 = 873,72$ RPM hasil perhitungan ini adalah putaran pada poros utama, dimana hasil perhitungan tersebut kurang lebih sama dengan putaran yang ada pada table kecepatan putaran, yaitu bila posisi tuas A-B-C pada angka 1-4-6 kolom 4 yaitu 800 RPM.

6. Putaran poros utama bila posisi tuas A-B-C pada angka 2-4-6.

Putaran tersebut dapat dihitung dengan rumus $n_8 \cdot Z_8 = n_9 \cdot Z_9$, disini putaran $n_8 = n_6 = 685,42$ RPM, karena posisi tuas A-B-C pada angka 2-4-6, sehingga :

$$n_9 = n_8 \frac{Z_8}{Z_9}$$

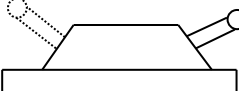
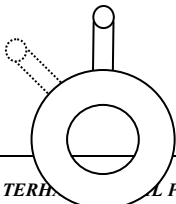
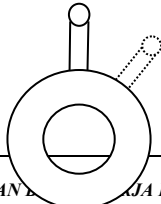
$$n_9 = 685,42 \frac{88}{44}$$

$$n_9 = 1370,84 \text{ RPM}$$

Hasil perhitungan putaran $n_9 = 1370,84$ RPM, hasil ini kurang lebih sama dengan putaran yang ada pada tabel kecepatan putaran, yaitu bila posisi tuas A-B-C pada angka 2-4-6 klom 4, yaitu 1250 RPM. Kecepatan putaran ini merupakan kecepatan putaran maksimal.

Hasil perhitungan putaran pada poros utama akan penulis tunjukkan pada tabel kecepatan putaran poros utama hasil perhitungan sebagai berikut :

Tabel 4. Tingkat Kecepatan putaran Poros Utama Hasil Perhitungan

A	B	C	I (RPM) ANALISA
			

1	3	5	42,84
2	3	5	67,22
1	4	5	196,82
2	4	5	308,82
1	4	6	873,72
2	4	6	1370,84

Sumber : Hasil perhitungan

Berdasarkan tabel diatas, dapatlah penulis menyatakan bahwa hasil perhitungan putaran poros utama tersebut hampir mendekati nilai kecepatan putaran poros utama standar yang terdapat pada bed mesin. Akan tetapi kalau melihat kondisi mesin yang sesungguhnya, dapat penulis nyatakan bahwa nilai kecepatan putaran poros utama kurang dari nilai putaran mesin yang sesungguhnya.

1.3. Analisa Putaran pada Poros Transportur.

Poros transportur adalah poros pembawa yang menggerakkan eretan dan gerakan memanjang pada bubut. Sedangkan tujuan melakukan analisa pada poros transportur ini adalah untuk mengetahui apakah putaran tersebut dapat dipergunakan untuk mengerjakan benda kerja dengan diameter maksimal sesuai dengan kapasitas mesin.

Sebelum melakukan analisa terhadap putaran poros transportur, terlebih dahulu penulis akan menjelaskan tentang beberapa macam gerakan yang diperlukan dalam melakukan pembubutan, diantaranya adalah :

a. Gerakan berputar.

Yaitu kecepatan putar benda kerja digerakkan pahat yang disebut kecepatan potong (Cutting speed).

b. Gerakan memanjang.

Bila pemotongan arahnya sejajar dengan sumbu benda kerja, gerakan tersebut dinamakan gerakan memanjang atau pemakanan/penyayatan (Feeding).

c. Gerakan melintang.

Bila pemotongan arahnya tegak lurus terhadap benda kerja dinamakan gerakan melintang atau pemotongan permukaan (Face Cutting).

Berdasarkan urutan gerakan yang diperlukan dalam melakukan pembubutan untuk benda kerja bahan benda tuang yang berdiameter 12 inchi dengan perkakas potong HSS, maka gerakan perputaran benda kerja dapat ditentukan dengan menggunakan rumus sebagai berikut :

$$n = \frac{C_s \cdot 4}{D} \text{ (RPM) } \dots \dots \dots \text{(Ref. 3 hal.33)}$$

Dimana :

n = jumlah putaran benda kerja (RPM)

C_s = kecepatan potong (m/menit)

D = diameter benda kerja (inchi)

Harga C_s untuk bahan baja tuang pada pembubutan awal adalah 30-50 m/menit dan pada pembubutan akhir 80-120 menit(Ref. 2 hal. 302) dalam pembubutan disini penulis ambil harga C_s pada pembubutan akhir yaitu :

$$C_s = 80 \text{ m/menit, sehingga } n = \frac{100 \cdot d}{12} \text{ (RPM)}$$

$$n = 33,33 \text{ (RPM)}$$

Harga $n = 33,33$ RPM tersebut tidak tersedia pada mesin, maka dalam hal ini harga n diambil yang paling mendekati, yaitu $n = 40$ RPM. Sedangkan gerakan memanjang (feeding) untuk bahan baja tuang adalah 0,15 – 3 mm/putaran (Ref. 2 hal. 302). Dan dalamnya penusukan perkakas potong terhadap benda kerja dilakukan dengan kedalaman 5 mm, dimana kedalaman tersebut disesuaikan dengan besarnya daya motor. Besarnya tekanan yang dilakukan oleh perkakas potong terhadap benda kerja, dapat dihitung dengan menggunakan rumus sebagai berikut :

$$K_s = \frac{K_{s1}}{6,7\sqrt{q}} \text{ (Kg/mm}^2\text{)} \dots \dots \dots \text{(Ref.2 hal.339)}$$

Dimana :

K_s = Tekanan Potong (Kg/mm²)

K_{s1} = Tekanan Potong gerakan (Kg)

q = Penampang potong atau beram (mm²)

Sehingga jumlah tekanan potong (W_s) yang dilakukan perkakas terhadap benda kerja adalah sebesar :

$$W_s = 5 \times 99,1$$

$$W_s = 495,5 \text{ Kg}$$

Hal ini jika dihubungkan dengan Daya (N) motor yang memutar poros utama dan benda kerja adalah :

$$N = \frac{W_s \cdot C_s}{60.75 \cdot \xi} \text{ (HP)}$$

Dimana :

N = Daya motor (HP)

Cs = Kecepatan potong (m/menit)

ξ = Effisiesi gesekan (%)

Harga Cs = 20 m/menit dan $\xi = 0,7 \%$

$$N = \frac{495,5 \cdot 20}{60.75 \cdot 0,7} \text{ (HP)}$$

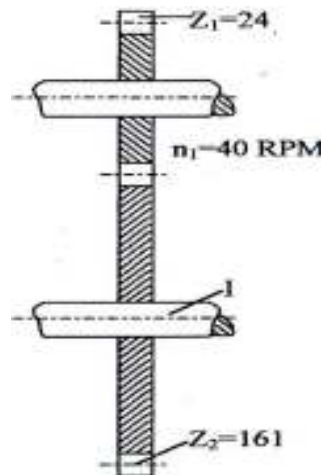
$$N = 3,1 \text{ (HP)}$$

Maka kedalaman penusukan perkakas potong terhadap benda kerja sedalam 5 mm, ternyata sesuai dengan kemampuan dari daya motor mesin bubut Celtic.

Sebagai bahan pedoman untuk analisa tersebut penulis jelaskan melalui gambar susunan roda gigi dalam kotak gigi bawah. Poros bawah diputar oleh poros utama melalui susunan roda gigi tersebut, dengan demikian poros pembawa ini akan mempunyai beberapa tingkatan kecepatan putaran.

Seperti yang telah dinyatakan sebelumnya bahwa benda kerja yang dibubut adalah baja tuang yang berdiameter 12 inci. Jumlah putaran poros utama untuk membubut benda kerja tersebut adalah 40 RPM.

- Putaran poros utama ini ditransmisikan ke poros I yang terdapat dalam lemari gigi bawah melalui roda gigi ke 1 dan ke 2. Perhatikan gambar dibawah ini :



Gambar 26. Pasangan roda gigi ke 1 dengan roda gigi ke 2

Sehingga putaran pada poros I (n_2) adalah :

$$n_2 = n_1 \frac{Z_1}{Z_2}$$

Dimana :

$$N_1 = 40 \text{ RPM}$$

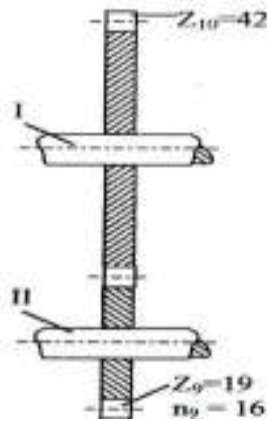
$$Z_1 = 24 \text{ dan } Z_2 = 60$$

Sehingga :

$$n_2 = 40 \frac{24}{60}$$

$$n_2 = 16 \text{ RPM}$$

- Dengan memperhatikan tabel tingkat kecepatan untuk mendapatkan gerakan memanjang (feeding) 0,2 mm/putaran, maka handel 5 harus disetel pada posisi huruf C, handel 6 pada posisi huruf E, handel 7 pada posisi huruf H dan handel pada posisi angka 3. Perhatikan gambar dibawah ini :



Gambar 27. Pasangan roda gigi ke 10 dengan roda gigi ke 9

Dengan posisi handel 5 pada huruf C, maka putaran pada poros I ditransmisikan ke poros II dengan perputaran roda gigi ke 9 dan ke 10 dimana :

$$n_9 = 16 \text{ RPM}$$

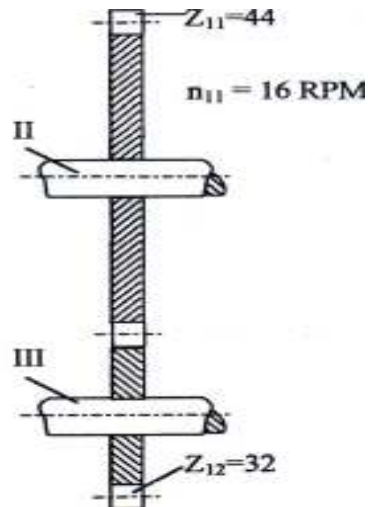
$$Z_9 = 19 \text{ dan } Z_{10} = 43$$

Sehingga :

$$n_{10} = n_9 \frac{19}{43}$$

$$n_{10} = 7,06 \text{ RPM}$$

- Putaran pada poros II ditransmisikan ke poros III dengan perantaraan roda gigi ke 11 dan roda gigi ke 12 pada posisi handel F. Perhatikan gambar dibawah ini :



Gambar 28. Pasangan roda gigi ke 11 dengan roda gigi ke 12

Dimana :

$$n_{11} = n_{10} = 7,06 \text{ RPM}$$

$$Z_{11} = 44 \text{ dan } Z_{12} = 32$$

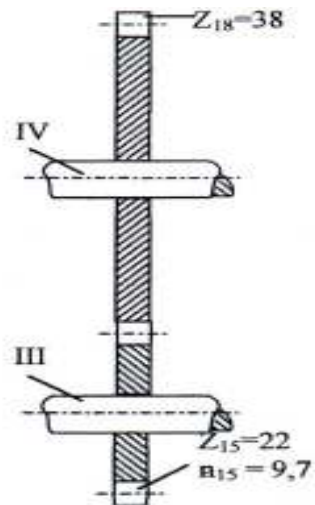
Maka :

$$n_{12} = n_{11} \frac{Z_{11}}{Z_{12}}$$

$$n_{12} = 7,06 \frac{44}{32}$$

$$n_{12} = 9,7 \text{ RPM}$$

- Putaran poros III ditransmisikan ke poros IV dengan perantara roda gigi ke 15 dan roda gigi ke 18. Perhatikan gambar dibawah ini :



Gambar 29. Pasangan roda gigi ke 18 dengan roda gigi ke 15

Dimana :

$$n_{15} = n_{12} = 9,7 \text{ RPM}$$

$$Z_{15} = 22 \text{ dan } Z_{18} = 38$$

Maka :

$$n_{18} = n_{15} \frac{Z_{15}}{Z_{18}}$$

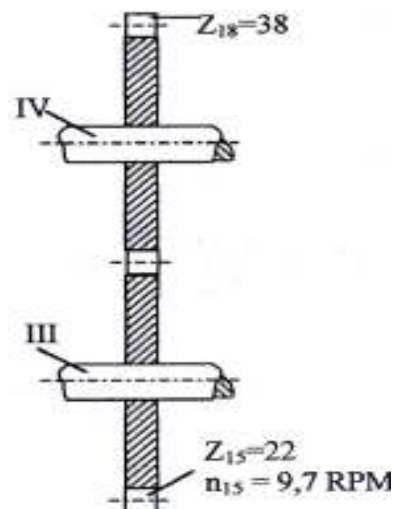
$$n_{18} = 9,7 \frac{22}{38}$$

$$n_2 = 5,61 \text{ RPM}$$

- Putaran poros IV adalah putaran pada poros transportur, sedangkan untuk memutar poros yang membawa eretan dan pahat bubut,

putaran poros IV ditransmisikan lagi ke poros V atau poros pembawa eretan dan pahat bubut melalui roda gigi ke 23 dan roda gigi ke 24.

Perhatikan gambar dibawah ini :



Gambar 30. Pasangan roda gigi ke 23 dengan roda gigi ke 24

Dimana :

$$n_{23} = n_{18} = 5,61 \text{ RPM}$$

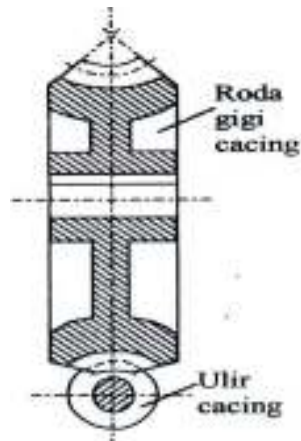
$$Z_{23} = 40 \text{ dan } Z_{24} = 40$$

Maka :

Putaran poros pembawa sama dengan putaran poros IV, yaitu 5,61 RPM.

- Selanjutnya putaran poros pembawa ditranslasi pada eretan dan pahat bubut, melalui ulir cacing dan roda gigi cacing. Dimana ulir cacing dalam ulir cacing tunggal, sedangkan jumlah roda gigi cacing = 40 dan jarak antara poros (a) = 55 mm.

Perhatikan gambar dibawah ini :



Gambar 31. Pasangan roda gigi cacing dengan ulir cacing

Berdasarkan data tersebut, maka untuk mencari harga tafsiran modul

(m) dapat ditentukan dengan menggunakan rumus sebagai berikut :

$$m \approx \frac{2(a) - 12,7}{Z_2 + 6,28} \dots\dots (Ref. 6 hal. 277)$$

Dimana :

m = modul gigi (mm)

a = jarak antara sumbu poros (mm)

Z_2 = roda gigi cacing

Maka :

$$m \approx \frac{2(55) - 12,7}{40 + 6,28}$$

$$m \approx 2,1 \text{ mm}$$

Selanjutnya dapat ditentukan kisar (p), yaitu :

$$P = m \cdot \pi = 2,1 \cdot 3,14 = 6,594 \text{ mm}$$

Mengingat bahwa satu putaran ulir cacing hanya dapat menggerakkan 1 roda gigi cacing, maka satu putaran ulir cacing hanya dapat mentranslasi gerakan eretan dan pahat bubut sejauh $\frac{1}{2}$ kisar roda gigi cacing, yaitu sejauh $\frac{1}{2} \cdot 6,594 = 3,29$ mm.

Pada halaman sebelumnya diperoleh putaran poros pembawa $n_{24} = 5,61$ RPM dan putaran benda kerja = 40 RPM, maka akan didapat perbandingan putaran antara putaran benda kerja dengan putaran poros pembawa sebesar 40 : 5,61 atau 7 : 1.

Dengan adanya perbandingan putaran tersebut maka 1 putaran poros utama atau benda kerja, poros pembawa akan berputar 0,14 putaran. Sehingga gerakan memanjang eretan dan pahat bubut (feeding) dalam 1 kali putaran poros utama adalah $1/7: 3,29 = 0,47$ mm/putaran.

Menurut Ir. Djoko Soejoto pada buku Teknologi Mekanik B hal 302, bahwa gerakan memanjang (feeding) dalam melakukan pembubutan untuk bahan baja tuang berkisar antara 0,3 – 3 mm.

Dari hasil perhitungan gerakan memanjang (feeding) pahat sama dengan 0,47 mm/putaran, hal ini berarti sesuai dengan ketentuan yang berlaku yaitu 0,3 – 4 mm/putaran.

1.4. Tabel Perbandingan.

Berdasarkan hasil perhitungan yang diperoleh dalam analisa putaran poros utama mesin bubut Celtic yang penulis lakukan, diperoleh nilai yang kurang lebih sama dan mendekati

nilai standart mesin yang sesungguhnya, hal ini berarti bahwa mesin bubut tersebut masih dapat digunakan/dioperasikan untuk membubut benda kerja keras yang terbuat dari bahan tertentu dan berdiameter maksimal.

Untuk lebih jelasnya dapat disusun suatu tabel perbandingan antara hasil analisa perhitungan dengan standart mesin yang sesungguhnya, berdasarkan tabel dibawah ini :

Tabel 5. Perbandingan Antara Hasil Perhitungan, Hasil Pengukuran dan Standart Mesin

No.	Bagian Yang Dianalisa	Nilai Standart	Nilai Hasil Pengukuran	Nilai Hasil Analisa
1.	Daya Motor (N)	3 HP	3 HP	2,72 HP
2.	Putaran (n)	1500 RPM	1440 RPM	1370,84 RPM
3.	Putaran Terendah	40 RPM	30 RPM	42,84 RPM
4.	Putaran Tertinggi	1250 RPM	1250 RPM	1370,84 RPM

Sumber : Data hasil Analisis