

Studi Kecepatan Spindel Mesin Bubut Terhadap Nilai *Unit Horse Power (UHP)* Pada Proses Pembubutan Baja Karbon Rendah

Fahri Ari Saputra ¹⁾, Samhuddin ²⁾, Aminur ³⁾

¹⁾ Mahasiswa Jurusan Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Halu Oleo

^{2,3)} Dosen Jurusan Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Halu Oleo

Jl. H.E.A Makadompit, Kampus Hijau Bumi Tridarma Andounohu, Kendari 93232

Email: fahriarisaputra@gmail.com

Article Info

Available online March 10, 2021

Abstrak

Proses pemesinan merupakan suatu proses manufaktur dimana proses utamanya adalah melepaskan atau menghilangkan sebagian material dari suatu bahan dasar yang dapat berupa poros sehingga memenuhi bentuk dan kualitas yang diinginkan. Tujuan penelitian ini adalah untuk mengetahui pengaruh kecepatan putar spindel mesin bubut terhadap besarnya nilai Unit Horse Power (UHP) pada proses pembubutan baja karbon rendah. Penelitian menggunakan material baja karbon berbentuk silinder dengan diameter awal 40 mm dan panjang 150 mm. benda kerja berbentuk silinder dibubut dengan kedalaman pemakanan 1 mm pada kecepatan yang bervariasi, yaitu 95 rpm, 130 rpm dan 180 rpm. Hasil penelitian didapatkan bahwa kecepatan putaran spindel mesin bubut berpengaruh terhadap besarnya nilai *unit horse power (UHP)* semakin tinggi putaran spindel mesin bubut maka UHP yang didapatkan semakin besar, dimana UHP tertinggi terjadi pada putaran 180 rpm dengan nilai UHP sebesar 0,00030 dan UHP terendah terdapat pada putaran 130 dengan nilai UHP 0,00016. Putaran yang tinggi menyebabkan gaya yang besar pula sehingga getaran pahat bubut semakin besar.

Kata kunci: Proses bubut, baja karbon, putaran spindel.

Abstract

The machining process is a manufacturing process where the main process is removing or removing some of the material from a basic material which can be in the form of a shaft so that it meets the desired shape and quality. The purpose of this study was to determine the effect of the rotational speed of the lathe spindle on the value of Unit Horse Power (UHP) in the low carbon steel turning process. The study used carbon steel material in the form of a cylinder with an initial diameter of 40 mm and a length of 150 mm. The cylindrical workpiece is turned with a depth of 1 mm at various speeds, namely 95 rpm, 130 rpm and 180 rpm. The results showed that the rotational speed of the lathe spindle affects the value of the unit horse power (UHP). The higher the spindle rotation of the lathe, the greater the UHP obtained, where the highest UHP occurs at 180 rpm with a UHP value of 0.00030 and the lowest UHP. found in round 130 with a UHP value of 0.00016. High rotation causes a large force so that the vibration of the lathe tool is even greater.

Keywords: Lathe process, carbon steel, spindle rotation.

1. Pendahuluan

Proses manufaktur produk yang bermutu tentunya harus didukung oleh pemesinan yang baik. Proses pemesinan merupakan suatu proses

manufaktur dimana proses utamanya adalah melepaskan atau menghilangkan sebagian material dari suatu bahan dasar yang dapat berupa poros sehingga memenuhi bentuk dan kualitas yang diinginkan. Proses pemesinan dalam manufaktur

sangatlah kompleks karena harus mempertimbangkan banyak faktor agar produk yang dihasilkan sesuai dengan spesifikasi kualitas yang ditetapkan. Salah satu proses pemesinan yang banyak digunakan untuk membuat suatu komponen adalah proses bubut (*turning*). Keberadaan mesin perkakas produksi tersebut menjadikan pengerjaan logam akan semakin efisien serta dengan ketelitian yang tinggi. Dalam pengerjaan logam, mesin bubut konvensional telah dikenal fungsi dan perannya untuk membuat suatu komponen atau suku cadang. Proses pengerjaan logam merupakan hal terpenting dalam produksi komponen mesin, khususnya pengerjaan logam dengan mesin bubut. Oleh karena itu, diperlukan inovasi yang terus menerus untuk meningkatkan kualitas hasil produksi. Ada beberapa cara yang dilakukan, diantaranya dengan memilih jenis pahat, kedalaman pemakanan, dan kecepatan spindle yang tepat [1].

Dalam pengoperasian mesin bubut, parameter pemesinan bubut seperti kecepatan putaran spindle, kecepatan potong, ketebalan potong, kecepatan pemakanan, sudut pemotongan, jenis material, dan pahat yang digunakan sangat mempengaruhi kualitas produk yang dihasilkan. Selain itu, faktor yang sering terjadi di lapangan seperti skill operator dan kondisi mesin sangat berpengaruh terhadap proses pembubutan.

Pada penelitian akan difokuskan untuk mengetahui pengaruh kecepatan *spindle* terhadap besarnya nilai *unit horse power (uhp)*. UHP merupakan besarnya volume laju pemotongan logam. Pada proses pemesinan ukuran kualitas produk banyak dilihat dari kekasaran/kehalusan permukaan yang dihasilkan. Kekasaran permukaan merupakan faktor utama untuk evaluasi produk pemesinan dapat diterima di pasaran. Disamping itu, kekasaran permukaan juga berpengaruh terhadap usia komponen, karena komponen yang kasar akan menimbulkan gaya geser yang besar pada aplikasinya komponen mengalami gesekan. Sebagai contoh poros mesin akan menimbulkan gaya gesek yang besar sehingga berdampak pada getaran yang dihasilkan.

Parameter utama pada setiap proses bubut adalah kecepatan putar spindle (*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 [2].

Terdapat tiga gaya potong (*cutting force*) yang bekerja pada proses pembubutan, yaitu gaya tangensial, gaya aksial, dan gaya radial. Gaya tangensial, yaitu gaya yang dihasilkan pada arah kecepatan potong. Gaya aksial, yaitu gaya yang terjadi pada arah gerak makan. Sedangkan gaya radial, yaitu gaya yang arahnya menuju bidang normal pada kecepatan potong [3]. Proses pengerjaan logam merupakan bagian terpenting dalam pembuatan komponen-komponen mesin dengan menggunakan mesin bubut [1]. Ada beberapa hal yang perlu diperhatikan dalam pemilihan bahan benda kerja untuk dijadikan komponen-komponen pada mesin dan industri, seperti pertimbangan fungsi, pembebanan, kemampuan bentuk dan kemudahan pencarian di pasaran.

Penelitian yang dilakukan oleh [4], tentang pengaruh kombinasi variabel terhadap keausan pahat insert karbida. Variabel kecepatan spindel (630 rev/min, 920 rev/min, dan 1250 rev/min), kedalaman penyayat (0.5 mm, 0.7 mm, dan 1 mm). Dari penelitian menunjukkan bahwa semakin besar kecepatan spindel, kedalaman penyayat dan semakin besar perbandingan cairan pendingin, maka semakin besar pula nilai keausan yang dihasilkan.

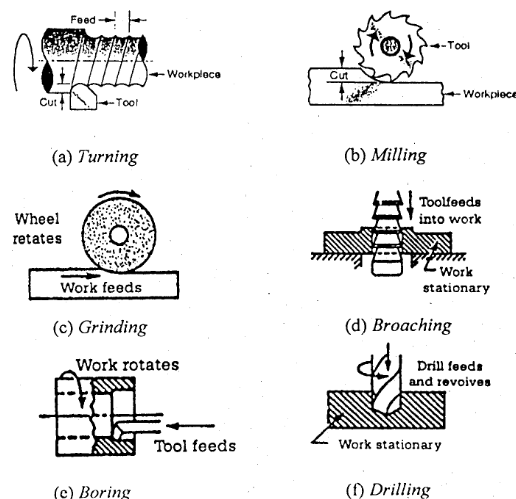
Menurut [5], melakukan penelitian untuk mengukur gaya potong pada pahat mesin bubut dengan material yang digunakan adalah baja ST 37, dengan kedalaman potong sebesar 2 mm, serta gerak pemakanan sebesar 0,08 mm/rev. Angka pada alat ukur dial indikator menunjukkan besarnya defleksi pahat, digunakan untuk mencari besarnya gaya potong. Hasil penelitian menunjukkan bahwa nilai *Unit Horse Power (UHP)* yang diperoleh dari percobaan dengan acuan nilai pembebanan 100 gr ditunjukkan pada dial indikator sebesar 0.53 mm. UHP yang dihasilkan rata-rata 0,58, Maka kita jadikan acuan untuk memastikan dial indikator bisa digunakan untuk menghitung besarnya gaya potong.

Menurut [1], yang dimaksud proses pemesinan adalah proses lanjutan dalam pembentukan benda kerja setelah pembentukan logam menjadi bahan baku berupa besi tempa atau baja paduan atau dibentuk melalui proses pengecoran yang dipersiapkan dengan bentuk yang mendekati kepada bentuk yang sebenarnya. Proses permesinan dapat berupa mesin bubut, mesin frais, bor, sekrup dan lain sebagainya.

Proses bubut adalah proses pemesinan untuk menghasilkan bagian-bagian mesin berbentuk silindris yang dikerjakan dengan menggunakan

mesin bubut [2]. Gerak makan, f (*feed*), merupakan jarak yang ditempuh oleh pahat setiap benda kerja berputar satu kali, 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 h . Gerak makan tersebut berharga sekitar $1/3$ sampai $1/20$ h , atau sesuai dengan kehalusan permukaan yang dikehendaki [6]. *Unit horse power* merupakan gaya potong pada mesin bubut yang menunjukkan besarnya volume laju pemotongan logam pada proses pembubutan. Sedangkan *horse power* (HP) adalah unit pengukuran daya, atau tingkat di mana pekerjaan dilakukan, biasanya mengacu pada *output* mesin atau motor.

Beberapa cara untuk menghasilkan suatu produk yang diinginkan yaitu dengan suatu proses permesinan, antara lain: turning, milling, grinding, broaching, boring, drilling



Gambar 1. Berbagai jenis proses permesinan

Dari beberapa jenis permesinan di atas, dapat dijelaskan masing-masing fungsinya, yaitu sebagai berikut:

a. Mesin turning

Turning adalah suatu mesin perkakas yang digunakan untuk memotong benda yang diputar. Kegunaan mesin bubut adalah untuk menghasilkan benda-benda putar, membuat ulir, pengelasan, pengeboran, meratakan permukaan benda putar, dan pembuatan tirus.

b. Mesin milling

Milling adalah suatu mesin perkakas yang menghasilkan sebuah bidang datar dimana pisau berputar dan benda bergerak melakukan langkah pemakanan. Fungsi mesin milling adalah untuk mengerjakan proses permesinan

dari logam dengan gerakan utama pahat potongnya. adalah dengan cara berputar.

c. Mesin boring

Pengeboran (*boring*) proses kerjanya hampir sama dengan pembubutan. Baik pengeboran maupun pembubutan sama-sama menggunakan perkakas mata tunggal. Pembubutan mengerjakan diameter luar sebuah benda kerja sedangkan pengeboran mengerjakan diameter dalam suatu lobang. Jadi sebenarnya pengeboran merupakan proses pembubutan sisi dalam suatu benda kerja. Perkakas mesin yang digunakan untuk operasi pengeboran disebut mesin pengeboran (*boring machines*) atau (*boring mills*).

d. Mesin drilling

Drilling machine merupakan alat yang dipakai untuk membuat pelubangan, alur, luasan dan penghalusan secara akurat dan tepat. Prinsip kerja dari mesin ini ialah pemutaran pada alat potong yang ditujukan pada pemakanan mata bor.

Elemen-Elemen Dasar Pemotongan Pada Proses Bubut

Elemen-elemen pada dasar pemotongan pada proses bubut dapat diketahui dengan rumus yang dapat diturunkan dengan memperhatikan gambar teknik, di mana di dalam gambar teknik dinyatakan spesifikasi geometrik suatu produk komponen mesin yang di gambar. Setelah itu harus dipilih suatu proses atau urutan proses yang digunakan untuk membuatnya. Salah satu cara atau prosesnya adalah dengan bubut, pengerjaan produk, komponen mesin, dan alat-alat menggunakan mesin bubut akan ditemui dalam setiap perencanaan proses permesinan. Untuk itu perlu kita pahami lima elemen dasar permesinan bubu antara lain:

1. Kecepatan potong (*cutting speed*): v (m/min)
2. Gerak makan (*feed rate*): f (mm/rev)
3. Kedalaman pemakanan (*depth of cut*): a (mm)
4. waktu pemotongan (*cutting time*): t_c (min)
5. Kecepatan penghasilan geram (*rate of metal removal*): z (cm/min)

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 di bawah). Secara sederhana kecepatan potong dapat digambarkan sebagai keliling benda kerja dikalikan dengan kecepatan putar [7].

1. Kecepatan potong:

$$v = \frac{\pi d n}{1000} \left(\frac{m}{menit} \right) \quad [1]$$

Dimana:

- v = kecepatan potong (m/menit)
- d = diameter benda kerja (mm)
- n = putaran benda kerja (putaran/menit)

2. Kecepatan makan

Kecepatan gerak pemakanan adalah kecepatan yang dibutuhkan pahat untuk bergeser menyayat benda kerja tiap radian per menit. Kecepatan tersebut dihitung tiap menit. Untuk menghitung kecepatan gerak pemakanan didasarkan pada gerak makan (f).

$$V_f = f \cdot n \left(\frac{m}{menit} \right) \quad [2]$$

Dimana:

- f = gerak makan (mm/rev)
- n = putaran benda kerja (rad/min)

3. Waktu pemotongan

Waktu pemotongan bisa diartikan dengan panjang permesinan tiap kecepatan gerak pemakanan. Satuan waktu permesinan adalah milimeter. Panjang permesinan sendiri adalah panjang pemotongan pada benda kerja ditambah langkah pengawalan ditambah dengan langkah pengakhiran, waktu pemotongan dirumuskan:

$$t_c = \frac{l_t}{v_f} \text{ (menit)} \quad [3]$$

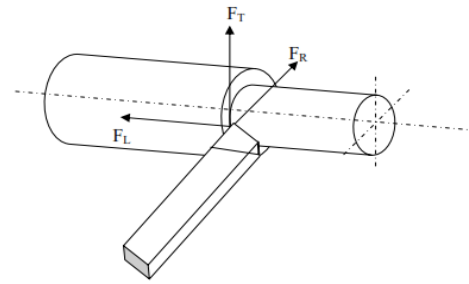
4. Kecepatan penghasilan beram

$$Z = A \cdot v \left(\frac{Cm^3}{menit} \right) \quad [4]$$

Dimana:

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

Pada pahat potong, diketahui bahwa resultan gaya terdiri atas tiga komponen dasar, yaitu F_T adalah gaya tangensial/gaya pada kecepatan potong), F_R adalah gaya pada kedalaman pemotongan, dan F_L adalah gaya radial/gaya longitudinal/gaya pada pemakanan atau gerak makan). Gaya tangensial ini adalah gaya yang paling tinggi dari ketiga gaya tersebut. Daya kuda pada pahat sama dengan gaya tangensial dikalikan kecepatan tangensial per menit dibagi oleh konstanta 33.000, dapat dirumuskan di bawah ini:



Gambar 2. Gaya-gaya pemotongan

$$DK = \frac{F_T \cdot V_T}{33.000} \text{ (Hp)} \quad [5]$$

Dimana:

- Hp = daya kuda (Hp)
- F_T = gaya tangensial (lb)
- V_T = kecepatan tangensial (Ft/min)

Gaya longitudinal adalah gaya pada arah axis /arah sumbu X pahat pada saat melakukan pemakanan dan kadang-kadang dikenal sebagai gaya pemberian makan. Gaya ini rata-rata sekitar 40 persen lebih kecil dibanding gaya tangensial. Daya yang diperlukan pahat saat pemakanan sama dengan gaya longitudinal dikalikan kecepatan pemakanan per menit dibagi oleh konstan 33.000. Karena percepatan saat pemakan sangat rendah, daya diperlukan biasanya kira-kira 1 persen dari total. Gaya radial adalah gaya pada arah radial/arah sumbu Z. Gaya ini adalah yang paling kecil dari ke tiga gaya pahat, hanya 50 persen dari gaya longitudinal. Gaya ini biasa dikenal dengan Gaya Pada kedalaman Pemotongan.

Gaya-gaya potong ini biasanya diukur dengan suatu alat yang bernama dinamometer. Alat ini adalah salah satu dari metoda-metoda paling terandalkan mengukur gaya potong karena efisiensi mekanis dari motor dan mesin dihapuskan. Alat ini diletakkan antara pahat dan mesin sebagai suatu dinamometer magnetik toolholder atau antara pekerjaan dan mesin sebagai suatu dinamometer *work-holding-type*. Dinamometer-dinamometer bisa mengukur dua atau tiga komponen gaya dari waktu yang sama, tergantung atas kompleksitas *dynamometer*. Daya neto di pemotong dan faktor yang lain dapat ditentukan dari komponen gaya ini.

Pengukuran daya pahat dapat menggunakan pendekatan rumus berikut ini:

$$hp = Uhp \cdot C \cdot Cu \quad [6]$$

Dimana:

$$Cu = f \cdot a \cdot v \cdot 12 \quad [7]$$

Dimana:

Hp = Horse Power Pahat, hp

Uhp = Unit Horse Power

cu = Formula for Volume, in³/min

C = Faktor koreksi pemakanan
 f = Pemakanan, *in per stroke*
 a = Kedalaman, in
 v = Kecepatan Pemotongan, ft per min

Daya adalah usaha untuk melakukan pekerjaan. Istilah daya digambarkan sebagai melakukan pekerjaan, sepanjang jarak yang ditempuh dibagi waktu pada saat pekerjaan itu selesai, atau.

$$P = \frac{F_s}{t} \quad [8]$$

Dimana:

F_s = usaha

F = gaya (N)

s = jarak tempuh (mm)

t = waktu (detik)

Sedangkan hubungan jarak dengan waktu akan menjadi kecepatan maka:

$$v = \frac{s}{t} \quad [9]$$

Sehingga,

$$P = F \cdot v \quad [10]$$

Jadi:

$$F = \frac{m \cdot v^2}{r} \quad [11]$$

Dimana:

F = gaya (N)

v = kecepatan (m/min)

r = jari-jari material (mm)

F (gaya) adalah total dari gaya tangensial, gaya radial, dan gaya longitudinal, sedangkan v (kecepatan) adalah total dari kecepatan benda kerja yang diperlukan untuk proses bubut pada arah yang longitudinal.

Pada pekerjaan permesinan khususnya mesin bubut kebanyakan menggunakan baja lunak atau baja karbon. Baja adalah merupakan suatu campuran dari Besi (Fe) dan Karbon (C), dimana unsur Karbon (C) menjadi dasar. Disamping unsur Fe Dan C, baja juga mengandung unsur campuran lain seperti Sulfur (S), Fosfor (P), Silikon (Si), dan Mangan (Mn) yang jumlahnya dibatasi [8].

Berdasarkan tingkatan banyaknya kadar karbon, baja digolongkan menjadi tiga tingkatan:

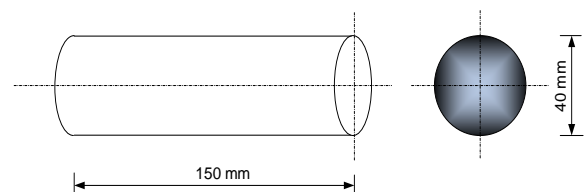
a. Baja karbon rendah yaitu baja yang mengandung karbon kurang dari 0,3%. Baja karbon rendah dalam perdagangan dibuat dalam bentuk pelat, profil, batangan untuk keperluan tempa, pekerjaan mesin, dan lain-lain. Baja karbon rendah (low carbon steel) mengandung karbon antara 0,04 – 0,30 C. baja karbon ini dalam perdagangan di buat dalam plat baja, baja strip dan baja batang atau profil. Berdasarkan jumlah karbon yang terkandung

dalam baja, maka baja karbon rendah dapat di gunakan sebagai berikut:

1. Baja karbon rendah yang mengandung 0,04-0,3 % C. untuk dijadikan baja- baja plat atau strip.
 2. Baja karbon rendah yang mengandung 0,3-0,6 % C, digunakan untuk keperluan badan – badan kendaraan.
 3. Baja karbon rendah yang mengandung 0,6 – 1,5 % C, di gunakan untuk konstruksi jembatan, bangunan membuat baut atau dijadikan baja konstruksi.
- b. Baja karbon sedang Baja ini mengandung karbon antara 0,3% – 0,6 %. Didalam perdagangan biasanya dipakai sebagai alat-alat perkakas, baut, poros engkol, roda gigi, ragum, pegas dan lain-lain.
- c. Baja karbon tinggi Baja karbon tinggi ialah baja yang mengandung kerbon antara 0,6% – 1,5%. Baja ini biasanya digunakan untuk keperluan alat-alat konstruksi yang berhubungan dengan panas yang tinggi atau dalam penggunaannya akan menerima atau mengalami panas, misalnya landasan, palu, gergaji, pahat, kikir, bor, bantalan peluru, dan sebagainya.

2. Metode Penelitian

Beberapa peralatan yang digunakan dalam penelitian ini, yaitu: *Engine Lathe type Magnum Cut chuck* rahang tiga buatan China ketelitian 0.02 mm. *Teclock Made in Japan* dengan ketelitian 0.01 mm. Dial ini digunakan untuk mengukur defleksi yang terjadi pada saat proses pembubutan. Mistar sorong digunakan untuk mengukur diameter benda kerja yang akan dibubut. Adapun bahan penelitian yang digunakan dalam penelitian ini adalah baja karbon rendah dengan diameter 40 mm.



Gambar 3. Benda kerja

Prosedur Penelitian

Adapun tahapan pelaksanaan penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Benda kerja dipasang pada spindel mesin bubut dan mencekam dengan baik;
2. Benda kerja diatur pada posisi *center*;
3. Memasang dan mengatur posisi pahat pada posisi *center* dengan pahat bubut mendekati center pada kepala lepas;

Pemasangan dan Penyetelan Dial Indikator

Dial indikator dipasang diatas pahat yang telah terpasang pada *tool post*. Kemudian dial indikator diatur sedemikian rupa sehingga ujung dial indikator benar-benar menyentuh pahat dan usahakan sedekat mungkin dengan mata pahat. Untuk menentukan titik referensi nol maka ketika ujung dial indikator menyentuh pahat bubut maka *outer ring* diputar pada posisi angka nol dengan cara memutar berlawanan arah jarum jam.

Proses Pembubutan Benda Kerja

Setelah benda kerja dan dial indikator dipasang serta *set up* maka proses pengaturan kecepatan putar pada spindel ditentukan dengan cara:

1. Posisi tuas spindel diatur pada angka 95 rpm, pengaturan tuas kecepatan berdasarkan variabel penelitian untuk masing-masing percobaan. Untuk penelitian ini digunakan variasi putaran 95, 130, dan 180 rpm.
2. Setelah tuas diatur pada kecepatan tertentu (95 rpm) maka penyetelan pahat bubut dilakukan pada posisi nol.
3. Proses pembubutan dilakukan pada gerak pemakanan otomatis dengan tebal penyatan 1 mm dalam sekali proses.

3. Hasil dan Pembahasan

3.1. Putaran Spindel 95 rpm

Dari penelitian yang telah dilaksanakan didapatkan data-data bahan sebagai berikut:

Kedalaman pemakanan (a) = 1 mm

$$a = \frac{d_o - d_m}{2} = \frac{40 \text{ mm} - 38 \text{ mm}}{2} = 1$$

Kecepatan pemakanan (f) = 0,04 mm/menit

Defleksi = 0,014 mm

Diameter bahan (D) = 40 mm (0,04 m)

Putaran spindel (n) = 95 rpm

Untuk menentukan besar nilai *Unit Horse Power* maka dilakukan perhitungan-perhitungan dengan menggunakan persamaan sebagai berikut:

1. Perhitungan kecepatan potong

$$v = \frac{\pi \times d \times n}{1000}$$

Dimana:

π = konstanta dengan nilai 3,14

d = diameter benda kerja dari bahan baja karbon rendah (40 mm/0,04 inch)

n = putaran spindel mesin bubut pada saat proses pemakanan (95 rpm)

Sehingga dengan menggunakan persamaan di atas maka dapat ditentukan kecepatan potong:

$$v = \frac{3,14 \times 0,04 \text{ mm} \times 95 \text{ rpm}}{1000} \\ = 11,932 \text{ mm/menit}$$

2. Perhitungan *volume of metal removed per minute* (material yang terbuang)

$$cu = a \times f \times v \times 12$$

Dimana:

a = kedalaman pemakanan pada proses pembubutan setiap sekali proses (1 mm)

f = pemakanan pahat bubut setiap proses (0,04 mm/menit)

v = kecepatan potong (11,932 mm/menit)

12 = konstanta

Sehingga dengan menggunakan persamaan di atas maka dapat ditentukan *volume of metal removed per minute* (material yang terbuang)

$$Cu = 1 \text{ mm} \times 0,04 \frac{\text{mm}}{\text{menit}} \times 11,932 \frac{\text{mm}}{\text{menit}} \\ \times 12 \\ = 5,727 \frac{\text{mm}}{\text{menit}}$$

3. Mencari kecepatan pemakanan (F) adalah:

$$F = f \times n$$

Dimana:

f = kecepatan pemakanan pahat bubut setiap proses (0,04 mm/menit)

n = putaran spindel mesin bubut pada saat proses pemakanan (95 rpm)

Sehingga dengan menggunakan persamaan di atas maka dapat ditentukan kecepatan pemakanan

$$F = 0,04 \frac{\text{mm}}{\text{putaran}} \times 95 \frac{\text{Putaran}}{\text{menit}} \\ = 3,8 \frac{\text{mm}}{\text{menit}}$$

4. Menghitung *horse power*

$$HP = F \times \frac{v}{33000}$$

Dimana:

v = kecepatan potong (11,932 mm/menit)

F = kecepatan pemakanan (3,8 mm/menit)

Sehingga dengan menggunakan persamaan di atas maka dapat ditentukan *horse power* mesin bubut setiap proses sekali pembubutan.

$$HP = 3,8 \frac{\text{mm}}{\text{menit}} \times \frac{11,932 \frac{\text{mm}}{\text{menit}}}{33000} \\ = 1,496$$

5. Menghitung *unit horse power*

$$UHP = \frac{HP}{C \times cu}, \text{ dimana } C = 1,5 \text{ mm/menit}$$

Dimana:

HP = horse power (1,496)

C = konstanta yang telah ditentukan (1,5 mm/menit untuk pahat *carbide*)

Cu = *volume of metal removed per minute* (5,727 mm/menit)

Sehingga dengan menggunakan persamaan di atas maka dapat ditentukan unit *horse power* mesin bubut setiap proses sekali pembubutan.

$$\begin{aligned} \text{UHP} &= \frac{1,496}{1,5 \frac{\text{mm}}{\text{menit}} \times 5,727 \frac{\text{mm}}{\text{menit}}} \\ &= 0,174 \end{aligned}$$

3.2. Putaran Spindel 130 rpm

Dari penelitian yang dilaksanakan didapatkan data-data bahan sebagai berikut:

Kedalaman pemakanan (a)	= 1 mm
Kecepatan pemakanan (f)	= 0,04 mm/menit
Defleksi	= 0,014 mm
Diameter bahan (D)	= 40 mm (0,04 m)
Putaran spindel (n)	= 130 rpm

Untuk menentukan besar nilai *Unit Horse Power* maka dilakukan perhitungan-perhitungan dengan menggunakan persamaan sebagai berikut:

1. Perhitungan kecepatan potong

$$v = \frac{\pi \times d \times n}{1000}$$

Dimana:

π = konstanta dengan nilai 3,14

d = diameter benda kerja dari bahan baja karbon rendah (40 mm/0,04 inch)

n = putaran spindel mesin bubut pada saat proses pemakanan (130 rpm)

Sehingga dengan menggunakan persamaan di atas maka dapat ditentukan kecepatan potong:

$$\begin{aligned} v &= \frac{3,14 \times 0,04 \text{ mm} \times 130 \text{ rpm}}{1000} \\ &= 16,328 \text{ mm/menit} \end{aligned}$$

2. Perhitungan *volume of metal removed per minute*

$$cu = a \times f \times v \times 12$$

Dimana:

a = kedalaman pemakanan pada proses pembubutan setiap sekali proses (1 mm)

f = kecepatan pemakanan pahat bubut setiap proses (0,04 mm/menit)

v = kecepatan potong (16,328 mm/menit)

Sehingga dengan menggunakan persamaan di atas maka dapat ditentukan *volume of metal removed per minute*

$$\begin{aligned} a &= 1 \text{ mm} \times 0,04 \frac{\text{mm}}{\text{menit}} \times 16,328 \frac{\text{mm}}{\text{menit}} \times 12 \\ &= 7,837 \frac{\text{mm}}{\text{menit}} \end{aligned}$$

3. Mencari kecepatan pemakanan (F) adalah:

$$F = f \times n$$

Dimana:

f = kecepatan pemakanan pahat bubut setiap proses (0,04 mm/menit)

n = putaran spindel mesin bubut pada saat proses pemakanan (130 rpm)

Sehingga dengan menggunakan persamaan di atas maka dapat ditentukan kecepatan pemakanan

$$\begin{aligned} F &= 0,04 \frac{\text{mm}}{\text{putaran}} \times 130 \frac{\text{Putaran}}{\text{menit}} \\ &= 5,2 \frac{\text{mm}}{\text{menit}} \end{aligned}$$

4. Menghitung *horse power*

$$\text{HP} = F \times \frac{v}{33000}$$

Dimana:

v = kecepatan potong (16.328 mm/menit)

F = kecepatan pemakanan (5,2 mm/menit)

Sehingga dengan menggunakan persamaan di atas maka dapat ditentukan *horse power* mesin bubut setiap proses sekali pembubutan.

$$\begin{aligned} \text{HP} &= 5,2 \frac{\text{mm}}{\text{menit}} \times \frac{16,328 \frac{\text{mm}}{\text{menit}}}{33000} \\ &= 0,00257 \end{aligned}$$

5. Menghitung *unit horse power*

$$\text{UHP} = \frac{\text{HP}}{C \times cu}, \text{ dimana } C = 1,5 \text{ mm/menit}$$

Dimana:

HP = *horse power* (0,00257)

C = konstanta yang telah ditentukan (1,5 mm/menit untuk pahat *carbide*)

Cu = *volume of metal removed per minute* (7,837mm/menit)

Sehingga dengan menggunakan persamaan di atas maka dapat ditentukan *unit horse power* mesin bubut setiap proses sekali pembubutan.

$$\begin{aligned} \text{UHP} &= \frac{0,00257}{1,5 \frac{\text{mm}}{\text{menit}} \times 7,837 \frac{\text{mm}}{\text{menit}}} \\ &= 0,00022 \end{aligned}$$

3.3. Putaran Spindel 180 rpm

Dari penelitian yang dilaksanakan didapatkan data-data bahan sebagai berikut:

Kedalaman pemakanan (a)	= 1 mm
Kecepatan pemakanan (f)	= 0,04 mm/menit
Defleksi	= 0,014 mm
Diameter bahan (D)	= 40 mm (0,04 m)
Putaran spindel (n)	= 180 rpm

Untuk menentukan besar nilai *Unit Horse Power* maka dilakukan perhitungan-perhitungan dengan menggunakan persamaan sebagai berikut:

1. Perhitungan kecepatan potong

$$v = \frac{\pi \times d \times n}{1000}$$

Dimana:

π = konstanta dengan nilai 3,14

d = diameter benda kerja dari bahan baja karbon rendah (40 mm/0,04 inch)
 n = putaran spindel mesin bubut pada saat proses pemakanan (180 rpm)

Sehingga dengan menggunakan persamaan di atas maka dapat ditentukan kecepatan potong:

$$v = \frac{3,14 \times 0,04 \text{ mm} \times 180 \text{ rpm}}{1000}$$

$$= 22,608 \text{ mm/menit}$$

2. Perhitungan *volume of metal removed per minute*

$$cu = a \times f \times v \times 12$$

Dimana:

a = kedalaman pemakanan pada proses pembubutan setiap sekali proses (1 mm)

f = kecepatan pemakanan pahat bubut setiap proses (0,04 mm/menit)

v = kecepatan potong (22,608 mm/menit)

Sehingga dengan menggunakan persamaan di atas maka dapat ditentukan *volume of metal removed per minute*

$$a = 1 \text{ mm} \times 0,04 \frac{\text{mm}}{\text{menit}} \times 22,608 \frac{\text{mm}}{\text{menit}} \times 12$$

$$= 10,852 \frac{\text{mm}}{\text{menit}}$$

3. Mencari kecepatan pemakanan (F) adalah:

$$F = f \times n$$

Dimana:

f = kecepatan pemakanan pahat bubut setiap proses (0,04 mm/menit)

n = putaran spindel mesin bubut pada saat proses pemakanan (180 rpm)

Sehingga dengan menggunakan persamaan di atas maka dapat ditentukan kecepatan pemakanan

$$F = 0,04 \frac{\text{mm}}{\text{putaran}} \times 180 \frac{\text{Putaran}}{\text{menit}}$$

$$= 7,2 \frac{\text{mm}}{\text{menit}}$$

4. Menghitung *horse power*

$$HP = F \times \frac{v}{33000}$$

Dimana:

v = kecepatan potong (22.608 mm/menit)

F = kecepatan pemakanan (7,2 mm/menit)

Sehingga dengan menggunakan persamaan di atas maka dapat ditentukan *horse power* mesin bubut setiap proses sekali pembubutan.

$$HP = 5,2 \frac{\text{mm}}{\text{menit}} \times \frac{22,608 \frac{\text{mm}}{\text{menit}}}{33000}$$

$$= 0,00493$$

5. Menghitung *unit horse power*

$$UHP = \frac{HP}{C \times cu}, \text{ dimana } C = 1,5 \text{ mm/menit}$$

Dimana:

$$HP = \text{horse power (0,00493)}$$

C = konstanta yang telah ditentukan (1,5 mm/menit untuk pahat *carbide*)

Cu = *volume of metal removed per minute* (10,852 mm/menit)

Sehingga dengan menggunakan persamaan di atas maka dapat ditentukan unit *horse power* mesin bubut setiap proses sekali pembubutan.

$$UHP = \frac{0,00493}{1,5 \frac{\text{mm}}{\text{menit}} \times 10,852 \frac{\text{mm}}{\text{menit}}}$$

$$= 0,00030$$

Berdasarkan perhitungan yang telah dilakukan maka diperoleh data-data sebagai berikut:

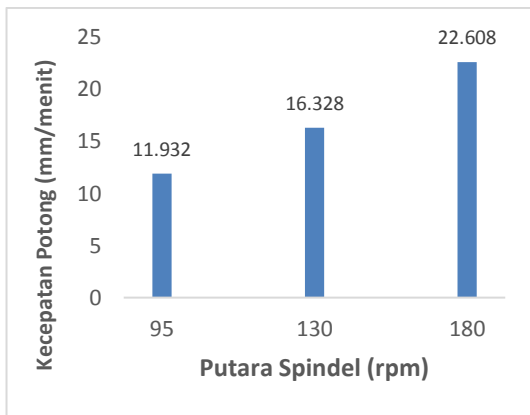
Tabel 1. Data hasil putaran terhadap *UHP*

Putaran	Kecepatan Potong	<i>Volume of Metal Removed per Minute</i>	Kecepatan Pemakanan
n (rpm)	v (mm)	cu (mm/menit)	F (mm)
95	11.932	5.727	3.8
130	16.328	7.837	5.2
180	22.608	10.852	7.2

Berdasarkan tabel 1, diperoleh data-data putaran terhadap kecepatan potong, *volume of metal removed per minute*, kecepatan pemakanan, daya dan *unit horse power*, dimana diperoleh setiap putaran kecepatan putaran spindel mesin mesin bubut sebesar 95 rpm menghasilkan kecepatan pemotongan 11,932 mm, *volume of metal removed per minute* (cu) = 5,727 mm/menit, kecepatan pemakanan = 3,8 mm, daya = 0,00137 dan unit horse power 0 0,00016. Kecepatan putaran spindel mesin mesin bubut sebesar 130 rpm menghasilkan kecepatan pemotongan 16,328 mm, *volume of metal removed per minute* (cu) = 7,837 mm/menit, kecepatan pemakanan = 5,2 mm, daya = 0,00257 dan unit horse power 0 0,00022. Kecepatan putaran spindel mesin mesin bubut sebesar 180 rpm menghasilkan kecepatan pemotongan 22,608 mm, *volume of metal removed per minute* (cu) = 10,852 mm/menit, kecepatan pemakanan = 7,2 mm, daya = 0,00493 dan unit horse power 0 0,00030.

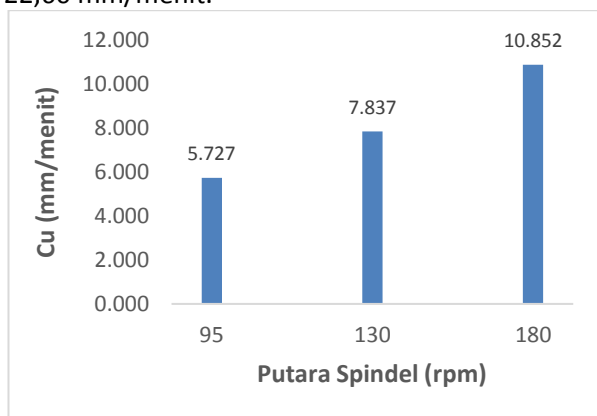
3.4. Pembahasan

Berdasarkan input data pembubutan dan perhitungan yang telah dilakukan maka didapatkanlah data-data hasil seperti yang disajikan dalam grafik di bawah ini.



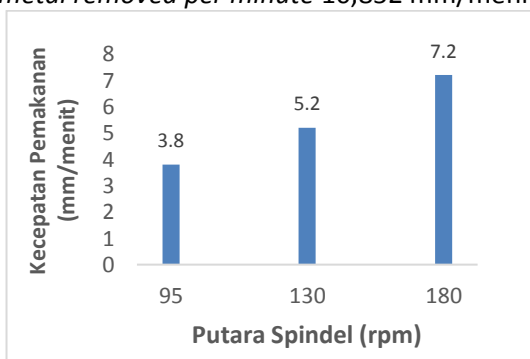
Gambar 4. Grafik perhitungan kecepatan potong terhadap putaran spindel

Berdasarkan di atas, menunjukkan bahwa semakin tinggi putaran spindel mesin bubut maka kecepatan pemotongan pahat bubut semakin tinggi, dimana kecepatan potong pahat bubut terendah berada pada nilai 11,932 mm/menit dan kecepatan potong pahat bubut tertinggi sebesar 22,60 mm/menit.



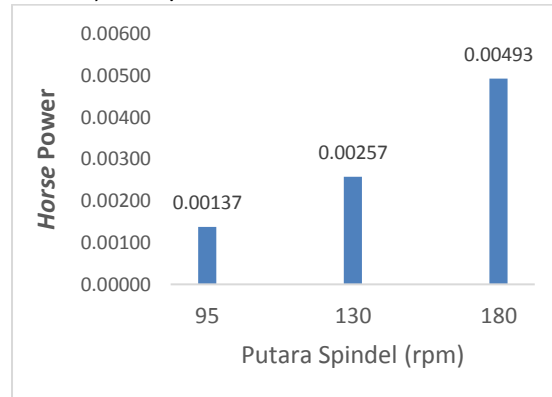
Gambar 5. Grafik perhitungan volume of metal removed per minute (cu) terhadap putaran spindel

Dari grafik 5, menunjukkan bahwa semakin tinggi putaran spindel mesin bubut maka volume of metal removed per minute (cu) semakin tinggi, dimana volume of metal removed per minute terendah dengan nilai 5,727 mm/menit dan volume of metal removed per minute 10,852 mm/menit.



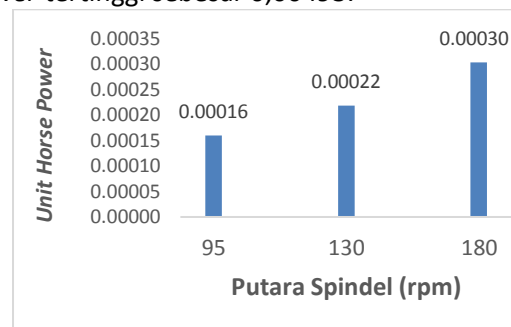
Gambar 6. Grafik perhitungan kecepatan pemakanan pahat terhadap putaran spindel

Berdasarkan grafik 6, menunjukkan bahwa semakin tinggi putaran spindel mesin bubut maka kecepatan pemakanan pahat bubut semakin tinggi, dimana kecepatan pemakanan pahat bubut terendah berada pada nilai 3,8 mm/menit dan kecepatan pemakanan pahat bubut tertinggi sebesar 7,2 mm/menit.



Gambar 7. Grafik perhitungan horse power terhadap putaran spindel

Menurut grafik 7, menunjukkan bahwa semakin tinggi putaran spindel mesin bubut maka horse power semakin tinggi, dimana horse power terendah berada pada nilai 0,00132 dan horse power tertinggi sebesar 0,00493.



Gambar 8. Grafik perhitungan unit horse power terhadap putaran spindel

Berdasarkan grafik 8, di atas menunjukkan bahwa semakin tinggi putaran spindel mesin bubut maka unit horse power semakin tinggi, dimana unit horse power terendah berada pada nilai 0,00016 dan unit horse power tertinggi sebesar 0,00030.

4. Kesimpulan

Adapun kesimpulan setelah melaksanakan penelitian bahwa kecepatan putaran spindel mesin bubut berpengaruh terhadap semakin tinggi putaran spindel mesin bubut maka unit horse power yang didapatkan semakin besar, dimana unit horse power tertinggi terjadi pada putaran 180 rpm dengan nilai UHP sebesar 0,00030 dan unit horse power terendah terdapat pada putaran 130

dengan nilai UHP 0,00016. Putaran yang tinggi menyebabkan gaya yang besar pula sehingga getaran pahat bubut semakin besar.

Daftar Pustaka

- [1] I. Lesmono, "Pengaruh Jenis Pahat, Kecepatan Spindel, Dan Kedalaman Pemakanan Terhadap Tingkat Kekasaran dan Kekerasan Permukaan Baja ST. 42 Pada Proses Bubut Konvensional," *JTM*, vol. 1, no. 3, pp. 48-55, 2013.
- [2] W. B. S. Wijanarka, S. and P. , Teknik Permesinan, B. santoso, Ed., Jakarta: Direktorat Jenderal Manajemen Pendidikan Dasar dan Menengah, 2008.
- [3] Junaidi, "Analisa Perhitungan Gaya Potong Pada Proses pembubutan Terhadap Material Dengan Pahat Carbide Menggunakan Karakteristik," in *SEMNASTEK UISU*, Medan, 2019.
- [4] A. Suhendi, Y. and M. , "Pengaruh Kecepatan Spindle, Kedalaman Penyayatan, dan Variasi Campuran Cairan Pendingin Terhadap Keausan Pahat Insert Karbida pada Proses Pembubutan," *Jurnal Teknik Mesin dan Pembelajaran*, vol. 2, no. 2, pp. 134-140, Desember 2019.
- [5] M. "Pengukuran Gaya Potong Pahat Pada Mesin Bubut," Universitas Yudharta, Pasuruan, 2011.
- [6] N. and A. Arifin, "Handout Permesinan Bubut. Teknik Mesin:," Teknik Mesin Universitas Negeri Yogyakarta, Yogyakarta, 2015.
- [7] R. Taufiq, Teori dan Teknologi Proses Permesinan, Jakarta: Higher Education Development Support Project, 1993.
- [8] W. D. Callister, Material Science & Engineering – An Introduction, New York: John Wiley & Sons, 2007.