

Analisa Pahat Potong
(HSS) Dengan Material
Besi Cor Pada Mesin
Bubut Universal

by

Junaidi

ANALISA PAHAT POTONG (HSS) DENGAN MATERIAL BESI COR PADA MESIN BUBUT UNIVERSAL.

Junaidi

Desen STTH Jurusan Teknik Mesin

Junaidi4130@yahoo.com

Abstrak

Pahat potong (cutting tool), adalah pahat (tool) untuk mesin bubut. Proses pemotongan dipengaruhi oleh beberapa aspek yaitu gaya potong, Kecepatan potong, daya potong, daya Indikasi, Temperatur pada Zone 1 dan Temperatur pada Zone 2. Tujuan penelitian ini adalah untuk mengetahui seberapa besar kecepatan potong, Daya potong, daya electromotor, Temperatur pada zone 1 dan temperature pada zone 2 terhadap pahat potong HSS pada proses pembubutan material besi cor. Gaya potong didapat dari analisa gambar Hubungan antara kecepatan potong yang dianjurkan dengan gerak makan.

Kata-kata Kunci : Gaya Potong, Kecepatan Potong, Daya Potong, Daya Electromotor, Temperatur Pada Zone 1, Temperatur Pada Zone 2.

Abstrac

Cutting tool is the tools lathe. Cutting process tool HSS With Cast Iron Material Universal Lathe which is commonly found at Analysis cutting Process by some aspects namely Cutting force, Cutting Speed, Cutting Power, Cutting Indication Power, Temperature Zone 1 and Temperatur Zone 2. Purpose of this Study was to determine how big the cutting Speed, Cutting Power, Power electromotor, Temperatur Zone 1 and Temperatur Zone 2 that drives the chisel cutting HSS in the Process of turning Cast Iron Material. Cutting force obtained from image analysis relationship between the recommended Component Cutting Force with planof the cut and Cutting Speed obtained from image analysis of relationships between the recommended Cutting Speed Feed rate.

Keywords : Cutting Force, Cutting Speed, Cutting Power, Power Electromotor, Temperatur Zone 1, Temperature Zone 2.

Pendahuluan

Dalam proses pemotongan pahat potong bergerak relatif terhadap benda kerja dan membuang (memisahkan) sebagian dari material benda kerja, yang lazim disebut tatal (*chip*). Bagian dari pahat potong yang masuk kedalam material benda kerja disebut elemen pemotongan (cutting element) dari pahat. Proses bubut adalah proses pemestian untuk menghasilkan bagian-bagian mesin pada umumnya berbentuk silindris. Prinsip dasarnya adalah proses pemestian permukaan luar dandalam silindris seperti poros, lubang bor, ulir, dan tirus. Dalam pemestian poros berfungsi untuk mentransmisikan daya dan putaran sesuai dengan fungsinya poros dirancang agar kuat dan kukuh dalam menerima beban yang ditanggungnya, poros mempunyai kekuatan dan kekerasan sehingga material

yang digunakan poros dibuat dari baja karbon S 45 C. Pada umumnya proses pembuatan poros dikerjakan pada mesin bubut, menggunakan pahat / perkakas potong terhadap benda kerja yang berputar. Perkakas potong (*cutting tool*) adalah bagian yang paling kritis dari suatu proses pemestian. Material, parameter dan geometri dari perkakas potong serta gaya pemotongan akan menentukan suatu proses pemestian dan akan mempengaruhi kekuatan pahat / perkakas potong tersebut. Dalam proses pemestian yang sering mengalami pergantian adalah pahat. Pahat merupakan komponen produksi yang dapat habis dan harganya relatif mahal. Pahat akan mengalami keausan setelah digunakan untuk pemotongan. Semakin besar keausan pahat, maka kondisi pahat akan semakin kritis. Jika pahat terus digunakan maka keausan pahat akan semakin cepat

dan pada saat saat ujung pahat sama sekali akan rusak. Kerusakan fatal harus dihindari terjadi pada pahat, mesin perkakas, benda kerja, dan dapat membahayakan operator, serta mempengaruhi besar pada toleransi geometrik dan kualitas produksi. Pada dasarnya keausan akan menentukan batasan kekuatan pahat. Pemilihan bentuk/jenis pahat, material benda kerja dan kondisi pemotongan yang tidak tepat akan berpengaruh terhadap kekuatan pahat tersebut. Oleh karena itu perlu diketahui pengaruh jenis pahat potong, material benda kerja, dan kondisi pemotongan (kecepatan potong, kedalaman potong dan gerak makan) terhadap keausan pahat bubut. Kecepatan potong (cutting speed) tidak dapat dipilih sembarangan, bila kecepatan potong rendah akan memakan waktu dalam mengerjakannya. Bila kecepatan terlalu tinggi pahat akan kehilangan kekerasan (karena panas), pahat cepat aus, dan umur pahat pendek pahat harus diganti dengan yang baru, oleh sebab itu kecepatan potong, potong dan kedalaman pemakaian harus ditentukan sesuai dengan yang baru, oleh sebab itu kecepatan potong, dan kedalaman pemakaian harus ditentukan sesuai dengan dengan dimensi karakter benda kerja.

Perumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang dan permasalahan di atas, maka perumusan masalah dalam penelitian ini adalah :

1. Bagaimana mengetahui pahat dan material yang digunakan yang berhubungan dengan rumus perhitungan?
2. Bagaimana cara memilih rumus perhitungan pahat potong dan material tersebut?
3. Bagaimana agar perhitungan pahat potong dan material tersebut dapat selesai secara Tepat dan akurat?

Batasan Masalah

Agar penelitian ini fokus dan tidak melebar, maka masalah yang dibatasi adalah :

1. Batu perumusan sebagai pengetahuan.
2. Sebuah mesin bubut dengan nomor mesin 837 N BC 87087
3. Material yang digunakan adalah, besi cor (baja carbon S45 C.)

4. Tol Signature dari Tabel. 3 Hubungan Antara Kecepatan Potong dan Umur Pahat Untuk Beberapa jenis Bahan dan kondisi Pahat.
5. Menggunakan Pahat HSS-18-4-1
6. Gaya yang dicari adalah gaya Potong didapat dari uraian tool signature dan grafik 2.
7. Kecepatan potong didapat dari uraian tool signature dengan grafik 3 Hubungan Antara Kecepatan potong yang dianjurkan dengan gerak makan.
8. Daya potong hasil uraian perumusan Daya dengan gaya potong didapat dari grafik
9. Perhitungan Gaya-gaya yang didapat dari uraian rumus statika.
10. Menghitung Temperatur pada Zone deformasi 1.
11. Menghitung Temperatur pada Zone deformasi 2.

Tujuan penelitian ini adalah untuk mengetahui analisa perhitungan pahat potong yaitu kecepatan potong, gaya - gaya potong, daya potong, daya elektromotor, kenaikan temperatur pada zone 1 dan zone 2, pada pembubutan antara pahat potong HSS (*High Speed Steel*), pada proses pembubutan besi cor (baja karbon S 45C). Manfaat dari penelitian ini dapat diketahui seberapa besar pengaruh variasi kecepatan potong (cutting Speed) terhadap umur pahat HSS dan mengetahui laju keausan serta menentukan variasi gerak pemotongan (Feed) dan kedalaman pemotongan (depth of cut) optimal untuk proses pembubutan besi cor (baja Karbon S45C). Metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah dengan metodologi eksperimental, yaitu dengan melakukan survey pahat potong HSS dengan material besi cor (baja Carbon S 45 C) di penjualan Material medan. Dari penelitian ini penulis dapat menambah pengetahuan akademik tentang mesin bubut yaitu mengetahui analisa perhitungan pahat potong dan materialnya dan optimasi proses mesin bubut. Manfaat lain dari penelitian ini adalah receipta sebuah desain sistem pengetahuan analisa perhitungan pada mesin bubut yang dapat dipertanggungjawabkan secara ilmiah, selanjutnya dapat dilakukan penelitian eksperimental lebih lanjut. Masalahnya

(2003), menyatakan bahwa proses pemisahan merupakan suatu proses untuk menciptakan produk melalui tahapan – tahapan dari bahan baku untuk diubah atau diproses dengan cara – cara tertentu secara urut dan sistematis untuk menghasilkan suatu produk yang berfungsi. Suatu komponen mesin mempunyai karakteristik geometri yang ideal apabila komponen tersebut sesuai dengan apa yang kita kehendaki, mempunyai ukuran atau dimensi yang tepat, bentuk yang sempurna, dan permukaan yang halus. Dalam praktek tidaklah mungkin kita membuat suatu komponen dengan karakteristik geometri yang ideal. Suatu hal yang tidak dapat kita hindari adalah terjadi penyimpangan – penyimpangan selama proses pembuatan, sehingga akhirnya produk tidak mempunyai geometri yang ideal. Faktor – faktor penyimpangan didalam proses pemotongan logam yaitu : penyetingan mesin perkakas, metode pengukuran, gerakan dari mesin perkakas, keausan dari pahat, temperatur, dan gaya-gaya pemotongan. Rochim (2003), menyatakan bahwa keausan pahat dipengaruhi geometri pahat, selain itu juga dipengaruhi oleh semua faktor yang berkaitan dengan proses pemisahan, antara lain : jenis material benda kerja dan pahat, kondisi pemotongan (kecepatan potong, kedalaman pemotongan, dan gerak makan), cairan pendingin, dan jenis proses pemisahan. Sewaktu pemotongan berlangsung, temperatur yang tinggi akan terjadi pada mata pahat. Panas ini sebagian akan mengalir ke geram, ke benda kerja dan ke pahat. Demikian pula panas yang terjadi akibat gesekan pada sistem transmisi daya dari mesin perkakas (roda gigi) akan merambat ke komponen – komponen sehingga akan terjadi perbedaan temperatur atau pemanasan antara bagian – bagian mesin tidak sama rata, akibatnya akan terjadi deformasi. Ketidurhinaan sertaina spindle dari mesin bahu menjadi tidak sejajar dengan sumbu atau sumbu terjadi perubahan tiganya. Meskipun deformasi ini kecil tapi harus kita pertimbangkan jika ingin membuat produk yang ideal. Oleh karena itu untuk mengurangi kesalahan geometris akibat dari deformasi karena temperatur ini, biasanya dilakukan pemanasan mesin ini, sebelum dibekali sebelum mulai produksi. Keausan dan kekakuan dari mesin

perkakas maupun benda kerja adalah sangat penting untuk mengurangi deformasi yang diakibatkan oleh gaya-gaya yang terjadi sewaktu pemotongan.

Dari Tabel 1 dapat kita perlihatkan hubungan bahan benda kerja dengan kekuatan tarik (σ_b) erat kaitannya dengan gaya potong Spesifik (K_s). Dari kekuatan tarik (σ_b) erat kaitannya dengan baja karbon. Baja karbon yang sebetulnya diberi lambang dari setiap jenisnya yang berhubungan langsung dengan Standar dan macam perlakuan panas dan kekuatan tarik seperti terlihat pada tabel 2. Baja karbon untuk konstruksi mesin dan baja batang yang difinis dingin untuk poros.

Tabel 1. Gaya potong Spesifik

Bahan benda kerja	σ_b (Kg/mm ²)	K_s	Bahan benda kerja	SDIV	K_s
Baja	50-60	132	Besi	140-160	81
	60-90	185	tuang	180-190	90
	90-95	137		180-200	92
	60-70	170		200-220	94
	70-85	191		220-240	104
	80-90	200		240-260	108
	90-100	225			
	100-110	240			
	110-120	260			

Tabel 2. Baja karbon untuk konstruksi mesin dan baja batang yang difinis dingin untuk poros.

Standar dan macam	Lambang	Perlakuan Panas	Kekuatan tarik (Kg/mm ²)	Ket.
Baja karbon	S30C	Pemurnahan	49	
konstruksi	S35C	-	52	
mesin	S40C	-	55	
(JIS C)	S45C	-	58	
4501)	S50C	-	62	
	S55C	-	66	
Batang baja	S 35 C-D	-	55	Dipilih
yang difinis dingin	S 45 C-D	-	60	dipilih
	S 55 C-D	-	72	dipilih

utama F_z . Gaya potong Spesifik akan turun dengan adanya keratikan permukaan potong (lihat gambar grafik 1). Harga K_s juga akan dipengaruhi sedikit oleh adanya keratikan permukaan kedalaman potong, terhadap gerak makan. Gaya potong F_z akan dipengaruhi sedikit dengan perlakuan antara keratikan permukaan potong dengan

besarnya pemakanan (S) seperti terlihat pada grafik 2. Komponen gaya potong F_z vs Penampang potong axz . Kecepatan potong hanya sedikit mempengaruhi gaya pemotongan. Pada kecepatan potong dibawah 75 m/menit maka gaya pemotongan akan turun dengan makin naiknya kecepatan potong dan kemudian konstan apabila kecepatan telah berada diatas 75 m/menit. Inilah sebabnya mengapa pada perkakas dari karbida gaya pemotongannya konstan, tidak dipengaruhi oleh kecepatan potong. Hubungan antara kecepatan potong dengan gerak makan S untuk umur pahat 60 menit, 240 menit dan 480 menit ditunjukkan pada Gambar 1.



Gambar 1. Tahanan Potong Spesifik k , v s. Makan S



Gambar 2. Tahanan Potong Spesifik k , v s. Makan S



Gambar 3. Hubungan Antara Kecepatan Potong yang dianjurkan dengan gerak makan V_{m1} , V_{m2} - V_{m3}

Bentuk pahat yang bervariasi menentukan tool life dan hasil akhir permukaan benda kerja. Sudut - sudut yang terdapat pada pahat disebut sudut utama pahat dan komposisinya disebut juga sebagai geometri pahat. Susunan sudut sudut utama dan jari-jari mata potong disebut *tool signature*. Tool Signature dari single point tool biasanya terdiri dari 7 elemen yaitu :

1. Back rake angle (sudut rek belakang)
2. Side rake angle (sudut potong sisi)
3. End relief angle (sudut bebas ujung)
4. Side relief angle (sudut bebas sisi)
5. End cutting edge angle (sudut mata potong ujung)
6. Side cutting edge angle (sudut mata potong sisi)
7. Nose radius (jari-jari hidung)

Pada Tabel 3, akan diperlihatkan Hubungan Antara kecepatan potong dan umur pahat untuk beberapa jenis bahan dan kondisi Pahat. Pada tabel ini akan diperlihatkan jenis pahat yang digunakan untuk pemotongan, apakah yang digunakan jenis pahat HSS ataupun Carbida. Kemudian pemilihan jenis dari tool signature menggunakan jenis nomor yang telah ditetapkan. Kemudian Pemilihan Bahan benda kerja yang digunakan sesuai dengan urutan nomor jenisnya yang sesuai dengan kondisi potong. Depth of cut ataupun Feednya. Selanjutnya dapat diketahui patahannya.

pas, selanjutnya benda kerja dipasang pada kedukannya dengan menggunakan alat penyeter atau pun dial indikator. Kemudian mesin bubut dihidupkan dengan cara memotong benda kerja asahakan digerakan secara otomatis dan dihidupkan selama 1 jam kita ganti kembali dengan pahat yang baru diarah. Kemudian kita analisa berapa kali untuk penggantian pahat potong selama 1 jam tersebut dan bagaimana keadaan poros tersebut apakah halus atau pun kasar, selanjutnya dilaksanakan dilakukan pekerjaan bahan uji yang kedua seperti pengerjaan yang pertama dengan putaran dan kecepatan yang sama seperti pekerjaan yang pertama tetapi hanya waktu yang berbeda yaitu dengan waktu 4 jam atau 240 menit. Selanjutnya pekerjaan yang ketiga sama seperti pekerjaan yang pertama dan yang kedua hanya waktunya 8 jam atau 480 menit.

Analisa Data

Rumus-rumus Analisa pemotongan Benda Kerja

$$P_c = \frac{F_c \cdot V_c}{4500}$$

dimana:

F_c = Gaya potong (kg)

P_c = Daya potong (Hp)

V_c = Kecepatan potong (m/menit)

$$P_g = \frac{P_c + P_{in}}{\eta_{me}}$$

dimana:

P_g = Daya Elektromotor (Hp)

η_{me} = Hasil guna mekanis (%)

P_{in} = Daya Injeksi (Hp)

$$\tan \theta = \frac{\eta_1 + \sin \delta}{1 - \eta_2 \sin \delta}$$

dimana:

η_1 = cutting ratio 0.3

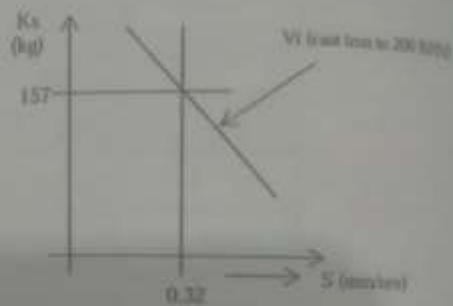
δ = didapat dari tool signature.

Result

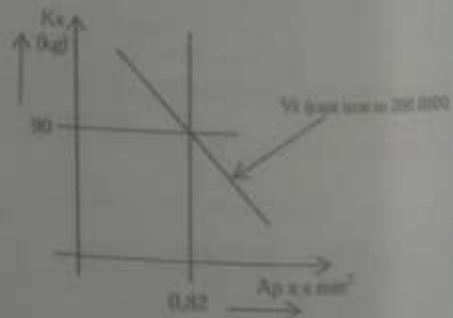
1. Known : Carbon Steel S 45 C in JIS Standard Jepang) AISI 1045 or Steel SAE 1045 CD

ataupun 60 detik. Pada waktu pembubutan secara otomatis kita amati bagaimana keadaan benda kerja dalam proses pembubutan, apakah pahat potong masih berfungsi atau pun tidak, jika tidak

(Standar Amerika). Cutting Tool HSS 18-4-1 (Standar Amerika) T = 1 Hour



Looking for cutting Force (F_c) can known in chart.2 Cutting Force Componen F_c vs depth of cut $a \times s$



Looking for cutting speed (V_c) can known in chart 3. The correlation between cutting speed and feeding S for tool life of V60, V240 V480. And material take in table 3.1. cutting coefficient k where in $nb = 50-60$ with $K = 157$ kg/mm². In Chart 3 from II Carbon Steel up to 300g/mm². With Cutting Tool HSS 18-4-1 can lives on 8 HSS tools.



Komponen gaya-gaya (F_c , F_{cn} , F_{ct} , F_{cn} , F_{ct} , F_{cn} , η)

$$\begin{aligned}\tan \theta &= \frac{r_c \times \cos \delta}{1 - r_c \times \sin \delta} \\ &= \frac{0,3 \times \cos 45^\circ}{1 - 0,3 \times \sin 45^\circ} \\ &= 0,31 \\ \theta &= 17,22^\circ \\ \theta + \beta - \delta &= 45^\circ \\ 17,22^\circ - \beta - 8^\circ &= 45^\circ \\ \beta &= 45^\circ - 17,22^\circ \\ &= 35,78^\circ\end{aligned}$$

Known example data no.1, known

$r_c = 0,3$, $Ff = 674 \text{ N}$, $\rho = 7800 \text{ kg/m}^3$, $K = 43 \text{ J/m}^3\text{C}$, $C_p = 0,473 \text{ kJ/kg}^\circ\text{C}$, $B = 2,5 \text{ mm}$, $Lf = 7,5 \text{ mm}$, $\dot{a}_0 = 0,24$, $\theta_0 = 28^\circ\text{C}$

Result Energi (P_m)

From no 1 V_c can = $29 \text{ m/menit} = 0,483 \text{ m/detik}$. $F_c = 90 \text{ kg} = 882,6 \text{ Newton}$

$$\begin{aligned}P_m &= F_c \times V_c \\ &= 882,6 \times 0,483 \text{ m/detik} \\ &= 426,59 \text{ Nm/detik} \\ &= 426,59 \text{ j/detik}\end{aligned}$$

$$P_m = 102,38 \text{ kal/detik} = 0,102 \text{ kkal/detik.}$$

Heat in friction force (Pf)

$$\begin{aligned}P_f &= F_f \times V_c \\ &= Ff \times V_c \times r_c \\ &= 674 \text{ N} \times 0,483 \text{ m/detik} \times 0,3 \\ &= 97,66 \text{ Nm/detik}\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}P_f &= 97,66 \text{ j/detik} \\ &= 23,44 \text{ kal/detik} \\ &= 0,023 \text{ kkal/detik.}\end{aligned}$$

H_{sc} in Schorse force (P_s)

$$\begin{aligned}P_s &= P_m - P_f \\ &= 0,102 - 0,023\end{aligned}$$

$$= 0,079 \text{ kkal/detik}$$

Temperature up in zone I (θ_s)

$$\begin{aligned}R &= \frac{P_s \times C_p \times \rho \times d}{K \times B \times L \times 2,54 \times 10^3 \times 473} \\ &= \frac{0,079 \times 473}{43}\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\tan \theta &= \tan 17,22 \\ &= 0,3 \cdot R \tan \theta \\ &= 105,26 \times 0,3 \\ &= 31,57\end{aligned}$$

In chart.4, with $R \tan 31,57$ didapat $\Gamma = 0$

Gaya normal pada bidang gunting (F_{cn})

$$\begin{aligned}F_{cn} &= F_c \tan (\beta - \delta + \theta) \\ &= F_c \tan 45^\circ \\ &= 90 \text{ kg} \cdot 1 \\ &= 90 \text{ kg}\end{aligned}$$

Gaya Resultan (F_r)

$$\begin{aligned}F &= \frac{F_c}{\cos (\beta - \delta + \theta)} \\ &= \frac{90}{\cos 45^\circ} \\ &= \frac{90}{0,7071} \\ &= 101,6 \text{ kg}\end{aligned}$$

Daya Potong (P_c)

$$\begin{aligned}P &= \frac{F_c \cdot V_c}{4500} \\ &= \frac{90 \cdot 33}{4500} \\ &= 0,66 \text{ HP}\end{aligned}$$

Daya Elektromotor (P_e)

$$\begin{aligned}P_s &= \frac{P_c \cdot P_{sulf}}{\eta_{me}} \\ &= \frac{0,66 \cdot 0,25}{0,8} \\ &= 1,075 \text{ HP}\end{aligned}$$

Gaya tangensial (F_t)

$$\begin{aligned}F_t &= F_c \cos \theta - F_c \sin \theta \\ &= 90 \cos 17,22^\circ - 47,71 \sin 17,22^\circ \\ &= 85,96 - 14,12 \\ &= 71,84 \text{ kg}\end{aligned}$$

Gaya normal pada bidang gunting (F_{cn})

$$\begin{aligned}F_{cn} &= F_c \tan (\beta - \delta + \theta) \\ &= 90 \cdot 1 \\ &= 90 \text{ kg}\end{aligned}$$

Gaya resultan (F_r)

$$F_r = \frac{F_c}{\cos (\beta - \delta + \theta)}$$

$$F_c = \frac{F_t}{0.2071}$$

$$= \frac{208,45}{0.2071}$$

$$= 101,6 \text{ kg}$$

Gaya gesek (F_f)

$$F_f = F_c \cdot \sin \beta$$

$$= 101,6 \text{ kg} \cdot \sin 35,78^\circ$$

$$= 59,4 \text{ kg}$$

Gaya normal (F_n)

$$F_n = \frac{F_t}{\tan \beta}$$

$$= \frac{208,45}{\tan 35,78^\circ}$$

$$= \frac{208,45}{0,72}$$

$$= 82,5$$

Faktor gesek (η)

$$\eta = \tan \beta$$

$$= \tan 35,78^\circ$$

$$= 0,72$$

$$\theta = \frac{(1 - \eta) \cdot \rho_s}{\rho \cdot C_p \cdot \alpha \cdot F \cdot H}$$

$$= \frac{(1 - 0,72) \cdot 0,079}{7000 \cdot 473 \cdot 2,54 \cdot 10^{-3} \cdot 0,40 \cdot 2,5 \cdot 10^{-3}}$$

$$= \frac{0,2172}{11,24}$$

$$= 29,42$$

Kenaikan temperature pada zone II (θ)

$$\theta = \frac{F_f}{\rho \cdot C_p \cdot \alpha \cdot F \cdot H}$$

$$= \frac{59,4}{7000 \cdot 473 \cdot 2,54 \cdot 10^{-3} \cdot 0,40 \cdot 2,5 \cdot 10^{-3}}$$

$$= \frac{59,4}{11,24}$$

$$= 8,56 \text{ } ^\circ\text{C}$$

Result From Matematie in finished with time work T= 1 Hour =60 minute and Cutting Force(F_c) = 90 Kg can be make in this down :

V. Arsinov, G. Alekseev, 1970, *Metal Cutting Theory and Cutting Tool Design* -- perancangan dan Perbaikan Elemen Mesin, PT. Pradnya Paramitha, Jakarta

Result From Matematie in finished with time work T= 1 hour =60 minute with V= 29 m/minute, 4-hour = 240 minute with V= 33 m/minute, 1-hour =480 minute with V = 44 m/minute. Cutting Force (F_c) = 90 Kg can make in this down

Daftar Pustaka

- Dhathatsu Training Centre, 1987, *Alat ukur*.
- Geoffrey Boothroyd, 1975, *School of Engineering Department Of Mechanical and Aerospace Engineering University of Massachusetts*, "Fundamentals Of Metal Machining and Machine Tools"
- Junaidi, 2013, *Hasil Perhitungan Dan Elektro Motor Pada Pahat Pemasangan Dan Benda Uji Baja Karbon 50, Dengan Waktu 4 Jam Yang Digunakan Pada Mesin Bubut Universal Junaidi, Uhm Seri Sainstek, Volume 1 Nomor 1*.
- Junaidi, 2010, *Diktat Pratiikum Proses Produksi*, di Laboratorium Proses Produksi STT Harapan Medan.
- M. Palay, 1968, *Metal Cutting Tool Production*.
- P. Rodin, 1968, *Design and Production of Metal-Cutting Tool Design*
- Proses Bubut (Turning) <http://staf.uny.ac.id/sttece/akur/0101>
- Syamir A. Muin, 1989, *Dasar-Dasar Perancangan dan Mesin-mesin Perkakas* -- CV. Rajawali, Jakarta-Selamat dan Kiyokatsu Suga, 1983, *Dasar*.