

# ANALISA PERHITUNGAN GAYA POTONG PADA PROSES PEMBUBUTAN TERHADAP MATERIAL DENGAN PAHAT *CARBIDE* MENGGUNAKAN KARAKTERISTIK

**Junaidi**

Proram Studi Teknik Mesin Universitas Harapan Medan

[junaidi.stth@gmail.com](mailto:junaidi.stth@gmail.com)

## Abstrak

*Penelitian Pahat potong Carbide ini mengambil kesimpulan bahwa setiap adanya waktu perubahan pelaksanaan pengerjaan, secara tidak langsung terjadinya perubahan pada kecepatan potong, Energi panas pada pemotongan logam, panas dikarenakan gesekan pahat chip, panas yang timbul akibat gaya gunting. Selanjutnya berpengaruh terjadinya perubahan pada Temperatur Maximum walaupun dilakukan dengan gaya yang tetap dari hasil ini didapatkan data untuk waktu pengerjaan 2,4 dan 8 jam kecepatan potong ( $V_c$ ) = 2,66 m/s, 3,16 m/s, 3,83 m/s dengan Daya potong ( $P_c$ ) = 14,77 Hp dan Daya Elektro motor ( $P_g$ ) = 18,7 Hp. Untuk gaya-gaya yang terjadi pada proses pembubutan didapat  $F_c = 350$  kg,  $F_t = 180,3$  kg,  $F_s = 280,9$  kg,  $F_{ns} = 350$  kg,  $F_v = 397$  kg,  $F_f = 218$  kg,  $F_n = 332$  kg. Hasil yang didapat untuk  $P_m$  adalah 102 kal/s, 116 kal/s, 169 kal/s untuk  $P_f$  adalah 2172 kal/s, 2580 kal/s, 3127 kal/s untuk  $P_s$  adalah 128 kal/s, 152 kal/s, 184 kal/s. Temperatur Zone 1 dan Temperatur Zone 2 adalah untuk  $\Theta_m$  adalah 76,94°C, 76,93°C, 73,28°C dan  $\Theta_f$  adalah 4,82°C dengan waktu 2,4 dan 8 jam. Selanjutnya untuk  $\Delta t_m = 584$ °C, 583°C, 582°C. Untuk  $\Delta t_s$  adalah: 8,6°C, 8,5°C, 8,4°C. Untuk  $\Delta t_o =$  Temperatur kamar diambil 28°C. Untuk Temperatur Maximum  $\Delta_{max} = 620,6$ °C, 619,5°C, 618,4°C*

**Kata-Kata Kunci :** Gaya Potong, Pahat Carbide, Karakteristik, Temperatur Maximum

## I. PENDAHULUAN

Gaya potong (cutting force) yang dihasilkan pada proses pembubutan ada tiga macam, 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 (Kosaraju, 2011). Besarnya gaya potong dipengaruhi oleh beberapa parameter yaitu, kecepatan pemotongan, gerak pemakanan, kedalaman pemotongan, alat potong atau pahat, material benda kerja, dan cara pendinginan benda kerja (Korkut, 2007). Pengaruh pahat meliputi jenis material pahat, geometri sudut pahat dan posisi pemasangan pahat pada mesin bubut. Pahat bubut ada beberapa macam berdasarkan material pembuatannya. Jenis pahat bubut yang umum digunakan adalah pahat jenis karbida dan HSS. Pahat jenis *CARBIDE* umumnya lebih banyak dipakai pada proses pembubutan, hal ini disebabkan karena harga pahat *CARBIDE* lebih murah daripada pahat karbida. Disamping itu, pahat *CARBIDE* juga lebih mudah dibentuk sudut-sudut pahatnya dengan mesin gerinda. Sudut potong pahat biasanya disesuaikan dengan jenis material benda kerja dan parameter permesinannya. Pengetahuan tentang gaya potong pada proses pembubutan merupakan langkah penting untuk meningkatkan kualitas hasil permesinan. Pengaruh pahat, khususnya geometri sudut pahat terhadap gaya potong menjadi penting. Berdasarkan uraian di atas, maka perlu dilakukan penelitian tentang pengaruh sudut potong pahat terhadap gaya pemotongan proses pembubutan beberapa jenis material dengan menggunakan pahat *CARBIDE*. [1][2][3]

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 makan kedalam material benda kerja disebut elemen pemotongan (cutting element) dari pahat. Proses bubut adalah proses permesinan untuk menghasilkan bagian-bagian mesin pada umumnya berbentuk silindris. Prinsip dasarnya adalah proses permesinan permukaan luar dan dalam silindris seperti poros, lubang/bor, ulir, dan tirus. Dalam permesinan poros berfungsi untuk mentransmisikan daya dan putaran, sesuai dengan fungsinya poros dirancang agar kuat dan kokoh 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 permesinan. Material, parameter dan geometri dari perkakas potong serta gaya pemotongan akan menentukan suatu proses permesinan dan akan mempengaruhi kekuatan pahat/perkakas potong tersebut. Dalam proses permesinan yang sering mengalami penggantian 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 suatu 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 pemakaman harus ditentukan sesuai dengan yang baru,oleh sebab itu kecepatan potong, dan kedalaman pemakaman harus ditentukan sesuai dengan dengan dimensi karakter benda kerja.[4][5][6]

**II. TINJAUAN PUSTAKA**

Marsyahyo ( 2003 ), menyatakan bahwa proses permesinan 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 mempunyaikarakteristik 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 : penyetelan 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 permesinan, antara lain : jenis material benda kerja dan pahat, kondisi pemotongan (kecepatan potong, kedalaman pemotongan, dan gerak makan), cairan pendingin, dan jenis proses permesinan. 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 pemuaiian antara bagian - bagian mesin tidak sama rata, akibatnya akan terjadi deformasi. Kemungkinan sumbu spindle dari mesin bubut menjadi tidak sejajar dengan mejanya ataupun terjadi perubahan tingginya.

Meskipun deformasi ini kecil tapi harus kita perhitungkan jika ingin membuat produk yang ideal. Oleh karena itu untuk mengurangi kesalahan geometris akibat dari deformasi karena temperatur ini, biasanya dilakukan pemanasan mesin terlebih dahulu sebelum mulai produksi [7][8][9].

Gaya Potong dan Kecepatan potong terdapat gaya pemotongan (cutting force) ,yaitu gaya radial ( gaya pada kedalaman potong ) , Gaya tangensial ( gaya pada kecepatan potong ) dan gaya longitudinal ( gaya pemakaman ).Faktor yang mempengaruhi gaya potong diantaranya yaitu kedalaman pemotongan ( dept of cut ) , gerak pemakaman ( feed rate ) , dan kecepatan potong ( cutting speed ) , gaya -gaya yang bekerja dapat pula ditentukan dengan perumusan empirik diantaranya gaya potong spesifik .Gaya potong spesifik (ks) adalah banyaknya gaya atau energi yang dibutuhkan untuk memindahkan satu unit volume dari logam disebut gaya potong spesifik atau energi pemotongan spesifik (Spesifik cutting Energy

**III. ANALISA DATA**

**3.1 Rumus-rumusAnalisa pemotongan Benda Kerja**

$$Pc = \frac{Fc \times Vc}{4500}$$

dimana:Fc = Gaya potong (kg)  
Pc = Daya potong (Hp)  
Vc = Kecepatan potong (m/menit)

$$Pg = \frac{Pc}{\eta mk} + P.idd$$

dimana : Pg = Daya Elektromotor (Hp )  
ηmk =Hasil guna mekanis (%)  
Pidd =Daya Indikasi (Hp )

$$tg\theta = \frac{rc \times \text{Cos } \delta}{1 - \text{Sin } \delta}$$

dimana :  
rc = cutting ratio 0,3  
δ = didapat dari tool signature

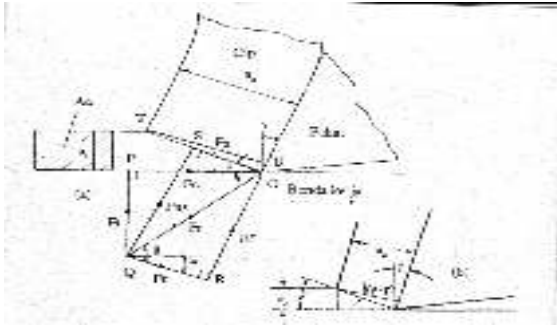
**Gaya normal pada bidang gunting ( Fns)**

$$Fns = Fc \tan ( \beta - \delta + \theta ) = Fc \tan 45^0 \quad Fns = Fc \tan( \beta - \beta + \theta ) = Fc \tan 45 \dots\dots\dots(Kg )$$

**Gaya Resultan ( Fv )**

$$FV = \frac{Fs}{\text{Cos } ( \beta - \delta + \theta )} = \frac{Fs}{\text{Cos } 45} \dots\dots\dots(Kg)$$

**3.2.Rumus Gaya-gaya potong**



(Dasar-dasar Perancangan Perkakas:Syamsir A.Muin,hal.60)

**Gambar 1. Diagram gaya Pada Pemotongan Lurus**

$$\theta + \beta - \delta = 45^{\circ}$$

**Gaya Tangensial ( Ft )**

$$F_t = F_c \tan(\beta - \delta) \dots \dots \dots (Kg)$$

**Gaya Gunting ( Fs )**

$$F_s = F_c \cos \theta - F_t \sin \theta \dots \dots \dots (Kg)$$

**Gaya gesek (Ff)**

$$F_f = F_v \cdot \sin \beta \dots \dots \dots (Kg)$$

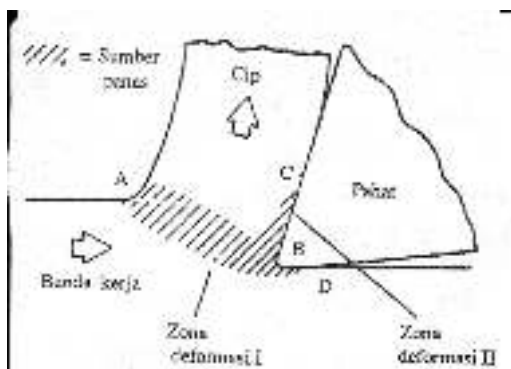
**Gaya normal ( Fn )**

$$F_n = \frac{F_f}{\tan \beta} \dots \dots \dots (Kg)$$

**Faktor gesek ( η )**

$$\eta = \tan \beta$$

**3.3. Temperatur Pada Zone Deformasi Pertama**



**Gambar 2. Sumber panas pada pemotongan lur**

Jumlah panas yang timbul pada Zona deformasi pertama adalah Qs dan sebagian dari panas ini yaitu Γ ( baca gamma ) dikonduksikan pada benda kerja . Jumlah ( 1 - Γ )Qs ditransformasikan bersama chip ,jadi kenaikan temperature rata-rata dari material melalui zona deformasi pertama adalah :

$$\Delta ts = \frac{(1 - \Gamma)Q_s}{\partial \cdot Cp \cdot V \cdot ac \cdot B}$$

Dimana :

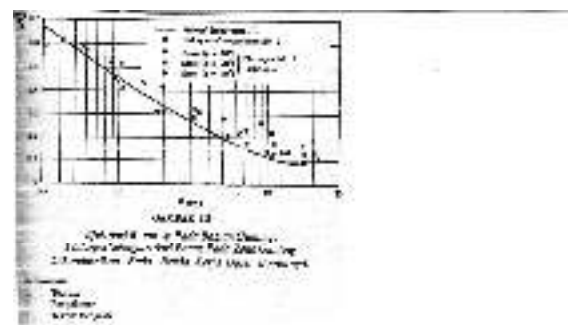
- B = Lebar Pemotongan. ( ft )
- ac = dept of cut ( mm )
- Cp = Specifik Heat ( Joule/kg °C )
- Γ = Bagian dari panas
- Γ = Dari Grafik dengan terlebih dahulu dicari harga R tan Ø

$$R = \frac{\rho \cdot Cp \cdot V \cdot ac}{K}$$

- R = Thermal Number
- K = Konduktivitas panas ( Joule/m C )
- ρ = Berat jenis bahan ( kg/m<sup>3</sup> )

Wemer sanggup menyelesaikan persamaan ini termasuk menentukan syarat-syarat batas untuk benda kerja ,dia menghasilkan sebuah persamaan yang menyatakan ( bagian dari Qs dikonduksikan pada benda kerja ) sebagai waktu fungsi yang unik dari R tan Ø.

**Ø = Sudut Gunting ( Shear angle )**



**Gambar 3. Effect dari R tan Ø**

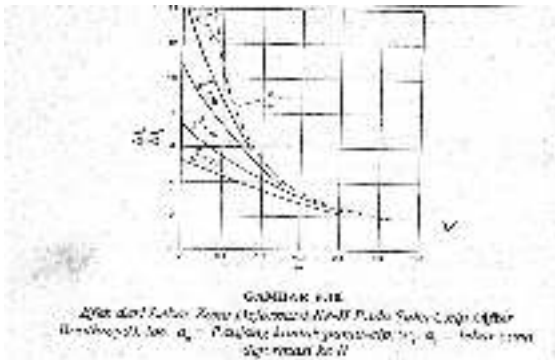
**3.4. Temperatur Pada Zone Deformasi Kedua**

$$\Delta f = \frac{Q_f}{\rho \cdot Cp \cdot V \cdot ac \cdot B} \quad ( ^{\circ}C )$$

**3.5. Temperatur Maximum ( Ø max )**

$\Delta \theta_{max} = \Delta \theta_m + \Delta \theta_s + \Delta \theta_0$   
 $\Delta \theta_m =$  Kenaikan Temperatur ( °c )  
 $\Delta \theta_m =$  Didapat dengan mengetahui  $l_f/l_0$  dan  $W_0$   
 $L_0 =$  Panjang sumber panas  
 $L_0 = l_f / l_0 = \frac{l_f \times r_c}{ac}$       $a_0 = ac/r_c$

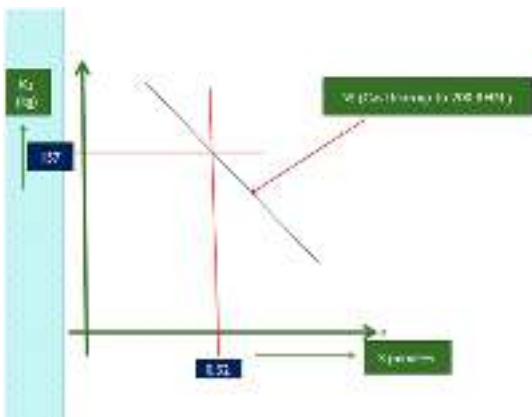
Hubungan teoritis antara  $\Gamma$  dan  $R \tan \theta$  pada dibandingkan dengan data percobaan seperti terlihat pada grafik 4. dapat dilihat bahwa teori sedikit mengabaikan  $\Gamma$  pada harga  $R \tan \theta$  yang tinggi yaitu pada Speed dan feed yang tinggi. 2.panas ( plane heat source ) ,panas hanya dapat mengalir dalam benda kerja secara konduksi; dalam kenyataannya panas dihasilkan meliputi zona yang luas ,sebagian dari padanya berlanjut kedalam benda kerja .Efek dari perambatan panas yang luas ini menjadi sangat penting pada kecepatan-kecepatan dan feed yang tinggi.



Gambar 4. Mencari Hubungan R dari  $\Delta T_m / \Delta T_f$

Untuk mencari gaya potong (  $F_c$  ) dapat diketahui dari grafik.2 Komponen gaya potong  $F_c$  vs penampang potong  $a \times s$

**IV. HASIL DAN PEMBAHASAN**



Gambar 5. Mencari bahan yang digunakan dengan hubungan  $K_s$  Speed ( S )

**Daya Potong ( Pc )**

$P_c = \frac{F_c \times V_c}{4500} = \frac{350 \times 190}{4500} \rightarrow 14,77 \text{ HP}$

**Daya Elektromotor ( Pg )**

$P_g = \frac{P_c}{\eta_{mk}} + P_{idd} = \frac{14,7}{0,8} + 0,25 \rightarrow 18,7 \text{ HP}$

**Komponen Gaya ( Ft ,Fn ,Ff,Fv,Fs,Fns , η )**

$tg \theta = \frac{rc \times \cos \delta}{1 - 0,3 \sin \delta} = \frac{0,3 \times \cos 6}{1 - 0,3 \sin 6} \rightarrow \theta = 17,22^\circ$

$\theta + \beta - \delta = 45 \rightarrow 17,22 + \beta - 6^\circ = 45^\circ$

$\beta = 33,38^\circ$

**Gaya Tangensial ( Ft )**

$F_t = F_c \tan(\beta - \delta) = 350 \times \tan(33,38 - 6)$

$F_t = 180,3 \text{ Kg}$

**Gaya Gunting ( Fs )**

$F_s = F_c \cos \theta - F_t \sin \theta =$

$350 \cos 17,22 - 180,3 \sin 17,22 =$

$334,3 - 53,37 = 280,93 \text{ Kg}$

**Gaya Normal Pada Bidang Gunting ( Fns )**

$F_{ns} = F_c \tan(\beta - \delta + \theta)$   
 $= 350 \times \tan 45 = 350 \text{ Kg} \times 1$   
 $= 350 \text{ Kg}$

**Gaya Resultan ( FV )**

$F_v = \frac{F_s}{\cos(\beta - \delta + \theta)} = \frac{280,93}{\cos 45} =$

$280,93/0,7071 = 397,3 \text{ Kg.}$

**Gaya Gesek ( Ff )**

$F_f = F_v \cdot \sin \beta = 397,3 \sin 33,38^\circ = 218,6 \text{ Kg}$

**Gaya Normal ( Fn )**

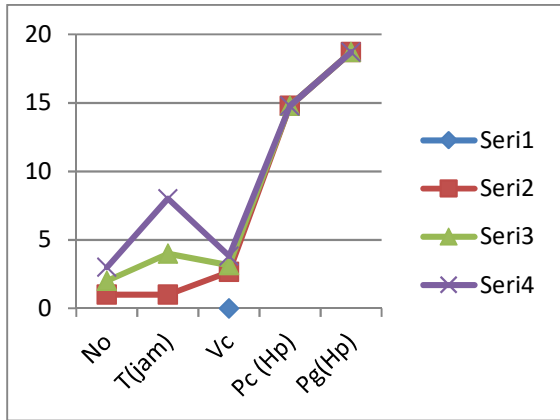
$F_n = \frac{F_f}{\tan \beta} = \frac{218,6}{\tan 33,38} = \frac{218,6}{0,658} = 332,2 \text{ Kg}$

**Faktor Gesek ( η )**

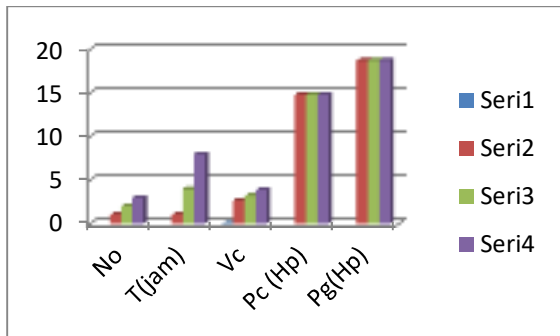
$\eta = \tan \beta = \tan 33,38 = 0,658$

**Tabel 1. Daya Dan Kecepatan Potong Untuk 2 jam, 4 jam dan 8 jam**

No	T(jam)	Vc (m/detik)	Pc (Hp)	Pg(Hp)
1	2	2,66	14,77	18,7
2	4	3,16	14,77	18,7
3	8	3,83	14,77	18,7



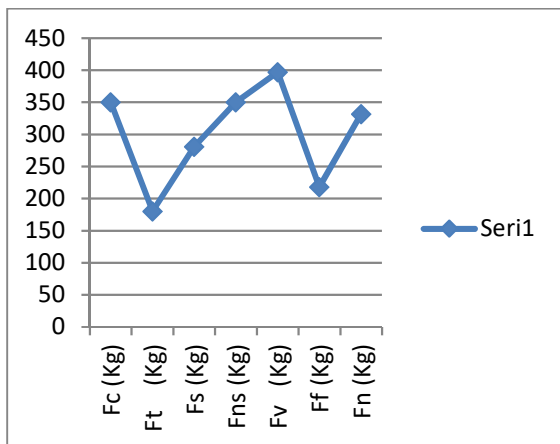
**Gambar 6. Karakteristik Daya Vs Kecepatan dan waktu**



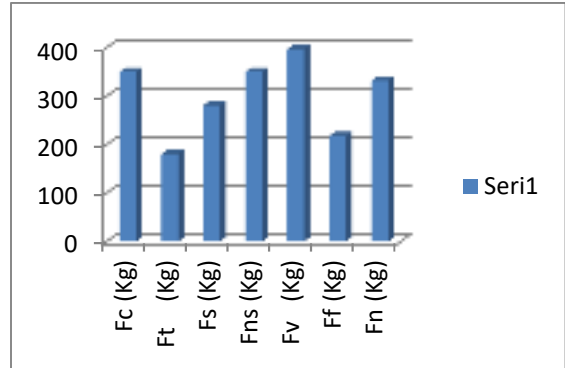
**Gambar 7. Karakteristik Batang Daya vs Kecepatan dan Kecepatan dan Waktu**

**Tabel 2. Komponen-komponen gaya-gaya.**

Fc (Kg)	Ft (Kg)	Fs (Kg)	Fns (Kg)	Fv (Kg)	Ff (Kg)	Fn (Kg)
350	180,3	280,9	350	397	218	332



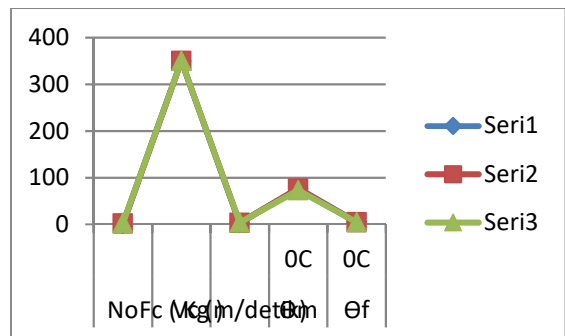
**Gambar 8. Grafik Gaya – Gaya yang terjadi**



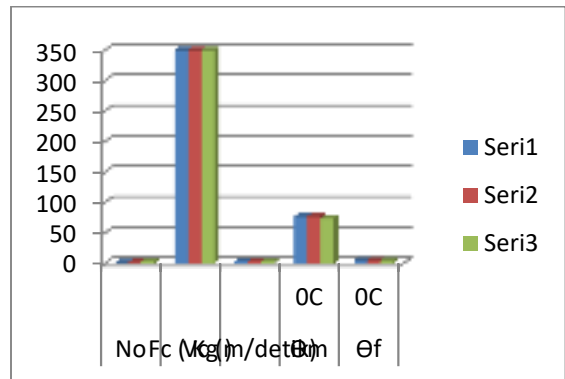
**Gambar 9. Karakteristik batang gaya gaya yang Terjadi**

**Tabel 3.  $\Theta_s$ ,  $\Theta_f$ , Fc, VC untuk Waktu 2,4,8 Jam**

No	Fc ( Kg )	Vc (m/detik)	$\Theta_s$ °C	$\Theta_f$ °C
1	350	2,66	76,94	4,82
2	350	3,16	76,93	4,82
3	350	3,83	73,28	4,82



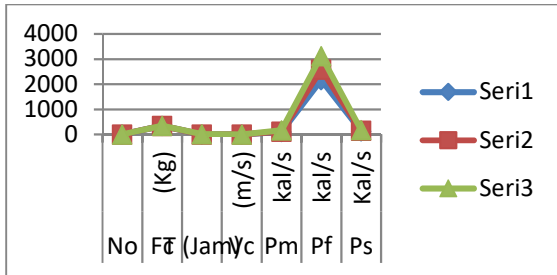
**Gambar 10. Karakteristik Temperatur Panas Zone 1 dan Zone 2.**



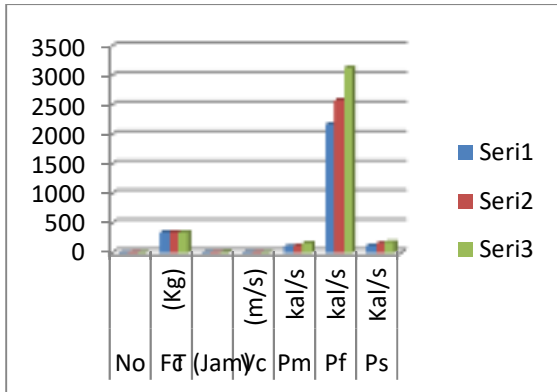
**Gambar 11. Karakteristik batang Temperatur Zone 1 dan Temperatur Zone 2**

**Tabel 4. Pm,Pf, Ps,Fc , Vc Pada waktu 2,4,8 Jam**

No	Fc (Kg)	T (Jam)	Vc (m/s)	Pm kal/s	Pf kal/s	Ps Kal/s
1	350	2	2,66	102	2172	128
2	350	4	3,16	116	2580	152
3	350	8	3,83	169	3127	184



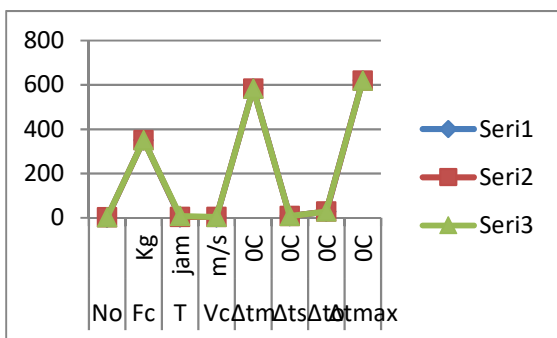
Gambar 12. Karakteristik Pm,Pf,Ps dengan Fc ,Vc dan waktu 2,4,8 jam.



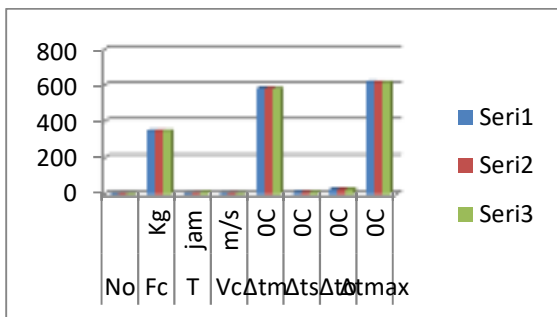
Gambar 13. Karakteristik Batang Pm,Pf,Ps dengan waktu 2,4,8 jam.

Tabel 5. Fc, Vc, Δtm, Δts, Δto, Δtmax dengan waktu 2,4,8 jam

No	Fc Kg	T jam	Vc m/s	Δtm °C	Δts °C	Δto °C	Δtmax °C
1	350	2	2,66	584	8,6	28	620,6
2	350	4	3,16	583	8,5	28	619,5
3	350	8	3,83	582	8,4	28	618,4



Gambar 14. Karakteristik Δtm , Δts ,Δto ,Δt max



Gambar 15. Karakteristik Batang : Δtm , Δts ,Δto ,Δt max

V. KESIMPULAN

1. Dari tabel daya kita dapat mengamati setiap adanya waktu yang berubah maka kecepatan pengerjaan juga dapat berubah.
2. Dari tabel Gaya diperlihatkan bahwa gaya potong yang tetap dan waktu yang mempunyai perubahan maka kecepatan potong ,energi panas pada pemotongan logam ,panas yang timbul karena gesekan pahat chip dan panas yang timbul akibat gaya gunting maka akan terjadi perubahan juga.
3. Dari tabel Temperatur Maximum disini diperlihatakan bahwa dengan gaya potong yang tetap dengan waktu yang berubah maka mengakibatkan kecepatan potong dan Temperatur Maximum dapat berubah.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] D. D. S. 2 Ivan Norma Susila 1, Zainal Arifin 2, “Pengaruh Sudut Potong Pahat Terhadap Gaya Pemotongan Pada Proses Bubut Beberapa Material Dengan Pahat Hss.” *MEKANIKA*, vol. 12, no. 1, pp. 28–33, 2013.
- [2] S. Hestukoro, T. Siagian, A. Bakhori, and I. Siregar, “Analysis Characteristics of Silicon Aluminum Material Based on Fracture Period In Torque Test.”
- [3] S. Hestukoro, T. Siagian, A. Bukhori, I. Roza, and I. Siregar, “Characteristics of Silicon Aluminum Material Based on Fracture Period In Torque Test.”
- [4] M. akhi. junaidi, m.idris, “Analisa Pahat Potong HSS Dengan Material Besi Cor Pada Mesin Bubut Universal,” *MEDAN*, 1, 2015.
- [5] Junaidi, “Working Process Of Tu 3a Cnc Frais Machine Using Software System.”
- [6] A. Yanie, *Analysis Cutting Tool High Speed Steel (Hss ) With Cast Iron Material From Universal Lathe.*
- [7] J. Junaidi, 2018, *Metrologi Dan Pengukuran*, 1st ed. Medan: P4M UNHAR.
- [8] Junaidi, 2016, *Analisa Perhitungan Pahat Potong*, 1st ed. MEDAN: Sekolah Tinggi Teknik Harapan (STTH) Medan.
- [9] I. M. L. Batan, “Metode Pemeriksaan Mampu Ukur Suatu Rancangan Ditinjau dari Spesifikasi Produk Dengan Bantuan Checklist,” *J. Tek. Mesin, Vol. 2, Nomor 1, Januari 2002*, vol. 2, no. 1, pp. 1–8, 2002.
- [10] Jusuf Talaperu\*), “Pemotongan Logam/ Detail Produk Secara Ekonomis Pada Mesin Bubut Produksi Konvensional,” *Teknologi*, vol. 8, no. 2, pp. 917–920, 2011.
- [11] B. S. Angga Zeptiawan Sastall1, Yuspian Gunawan2, “Pengaruh Kecepatan Potong Terhadap Perubahan Temperatur Pahat Dan Keausan Pahat Bubut Pada Proses Pembubutan Baja Karbon Sedang,” *EnthalpY-Jurnal Ilm. Mhs. Tek. Mesin*, vol. 3, no. 1, pp. 1–11.

- [12] (4) Hernadewita (1) Hendra, (2) Sutarmadi, (3) Anizar Indriani, "Jenis Material Pahat Potong Dan Run Out Terhadap Kekasaran Permukaan Benda Kerja Silinder Pada Proses Bubut," *Jenis Mater. Pahat Potong Dan Run Out Terhadap Kekasaran Permukaan Benda Kerja Silinder Pada Proses Bubut*, vol. 4, no. 2, pp. 376–385.
- [13] M. I. P. H. dan W. J. Mustafid Amna Rambey, "Simulasi Proses Pemoangan Bubut Baja Karbon Rendah Aisi 1018 dengan Mesin Bubut Menggunakan Metode Elemen Hingga," *J. Tek. ITS*, vol. 7, no. 1, pp. 2337–3520.
- [14] Jusuf Talaperu\*), "Pemoangan Logam/ Detail Produk Secara Ekonomis Pada Mesin Bubut Produksi Konvensional," *J. Teknol.*, vol. 8, no. 2, pp. 917–920, 2011.
- [15] S. Hestukoro, I. Roza, and D. Morfi Nst, 2018, *Process Analysis of High Speed Steel Cutting Calculation (HSS) with S45 C Material on Universal Machine Tool*," *Int. J. Innov. Sci. Res. Technol.*, vol. 3, no. 1.
- [16] Junaidi, 1918, *Analysis Process of St.37 Steel Material Characteristics with Temperature and Time in Heat Treatment Test using Furnace*," *J. UHAMZAH*, vol. 08, no. 15, pp. 43–49.
- [17] Junaidi, "Tu 3a Cnc Milling Machine Implementation Using Keller Q Cnc Software Based on Auto Cad 2000 Software," in *Seminar Nasional Teknologi Informasi dan Komunikasi (SNASTIKOM ) HARAPAN*, 2017, pp. 349–356.
- [18] J. Junaidi, S. Hestukoro, A. Yanie, J. Jumadi, and E. Eddy, "Implementation Analysis Of Cutting Tool Carbide With Cast Iron Material S45 C on UNIVERSAL LATHE," in *Journal of Physics: Conference Series*, 2017, vol. 930, no. 1.
- [19] A. Y. Junaidi, dharmawati, 2015, *Analysis Cutting Tool High Speed Steel ( HSS ) With Cast Iron Material From Universal Lathe*," in *IRSTC 2015 PROCEEDING*, pp. 464–477.
- [20] indra roza junaidi, weriono, 2018, *Process Analysis of High Speed Steel Cutting Calculation (HSS) with S45 C Material On Universal Machine Tool*," *IJISRT (International J. Innov. Sci. Res. Technol.*, vol. 3, no. 1, pp. 447–456.
- [21] Junaidi, 2015, *Analyze cutting tools (HSS) with cast iron material on Universal Lathes*, in *Makalah Pekan Ilmiah Periode Xxii-Ta.2014/2015 Fakultas Teknik UISU*, pp. 51–58.
- [22] Junaidi dan Eddy, 2017, *Analysis of Cutting Carbide Tools with S45C Material on Universal Lathes*, in *Seminar Nasional FT.UISU*, 2017, pp. 116–123.
- [23] Indra Roza Junaidi, Weriono, 2018, *Irrigation Water Debit Analysis that will be used on Micro Power Plant in SEI . Rampah Sub-District of Serdang Bedagai Regency*," *Int. J. Innov. Sci. Res. Technol.*, vol. 3, no. 1.