

## Pengaruh Kecepatan Potong, Gerak Makan dan Kedalaman Potong Terhadap Distribusi Temperatur Pahat Pada Proses Bubut

Penulis 1, Kosjoko 2, A. Firlani Romadhon

Universitas Muhammadiyah Jember  
Jl. Karimata No. 49, Jember, 68121  
Kosjoko@unmuahjember.ac.id

### **Abstrak**

Dalam bidang industri yang memproduksi komponen-komponen mesin, tidak terlepas dari proses yang disebut proses permesinan. Banyak bentuk dan macam proses permesinan. Produk berkualitas di peroleh dari adanya proses permesinan yang baik.

Pahat merupakan komponen pemotongan yang langsung bekerja atau bersentuhan dengan benda kerja. Dalam kinerjanya pahat seringkali mengalami beberapa masalah pokok diantaranya terjadinya temperatur pemotongan yang pada akhirnya akan sangat berpengaruh terhadap kinerja dari pahat.

Distribusi temperatur pahat pada saat pemotongan logam dapat dideteksi dengan metode termokopel yang dipasang pada pahat potong yang dilubangi menggunakan EDM dan dihubungkan dengan scanning thermometer.

Pada penelitian ini metode yang digunakan adalah penelitian eksperimental dengan metode penyajian data menggunakan metode regresi. Penelitian ini melibatkan tiga parameter pemotongan yaitu variasi kecepatan potong (*v*), gerak pemakanan (*f*), dan kedalaman perautan (*a*).

Dari hasil pengolahan statistik, maka didapatkan persamaan yang menyatakan hubungan antara distribusi temperatur pahat (*T*) dan laju perpindahan panas (*q*) dengan kecepatan potong (*v*), *feeding* (*f*) dan *depth of cut* (*a*) adalah :

$$T = -0,444 - (1,874 v) + (120,997f) + (81,722a)$$

**Keywords:** Suhu pemotongan, kecepatan potong, gerak makan, kedalaman potong, bubut

### **PENDAHULUAN**

#### **Latar Belakang**

Pahat merupakan komponen pemotongan yang langsung bekerja atau bersentuhan dengan benda kerja. Dalam kinerjanya pahat seringkali mengalami beberapa masalah pokok diantaranya terjadinya temperatur pemotongan yang pada akhirnya akan sangat berpengaruh terhadap kinerja dari pahat.

Ada beberapa hal yang mempengaruhi terhadap umur pahat antara lain geometri pahat, jenis material benda kerja dan pahat, kondisi pemotongan diantaranya (kecepatan potong, gerak pemakanan, dan kedalaman pemakanan), temperatur pemotongan, cairan pendingin serta jenis proses permesinan dan masih banyak lagi faktor-faktor yang lain.

Menurut Luke H. huang, Dr. Joseph C. Chen dan Dr. Tao Chang (1999), pemotongan adalah proses yang sulit dimana tingkat kesuksesannya ditentukan oleh alat potong dan kondisi mesin. Untuk melakukan pemotongan yang sukses tidak harus material alat potong (pahat) lebih keras dibanding benda kerja, tetapi harus pula menjaga alat potong tersebut pada temperatur yang tidak merubah kekerasannya. Dari

penelitiannya disimpulkan bahwa proses pemotongan dipengaruhi oleh panjang kontak antara pahat dan geram. Apabila panjang kontak diperpendek, maka temperatur pada pahat dapat dikurangi.

Menurut LIU Yi-jian, ZHANG jian-ming dan WANG Shu-qing (2005), dalam teori pemotongan benda kerja pada jaman moderen ini, penelitian pada alat potong sangatlah penting. Ini dilakukan untuk mengetahui karakteristik dari suatu alat pemotong yang baru. Banyak penelitian (penelitian temperatur pemotongan, penelitian temperatur pemotongan, dll.) harus dilakukan untuk mendapatkan data yang benar. Penelitian menggunakan pahat P05 dengan benda kerja dari bahan 38CrNi3MO. Didapatkan model temperatur pemotongan :

$$T_r = 470 \cdot 3a_p^{0,0324} \cdot f^{0,0828} \cdot v^{0,159}.$$

Menurut Prof. Dr. Ulfi Seker, Assist. Prof. Dr. Ihsan Korkut, Yakup Torgut dan Mehmet Boy, dalam proses pemotongan, panas yang terjadi pada pahat sangat berpengaruh pada umur pahat dan hasil pemotongan. Panas maksimum terjadi pada saat pahat dan geram bersinggungan selama penggeraan permesinan. Standar thermokopel yang ditempelkan

didalam pahat dapat digunakan untuk mengukur temperatur pada pahat. Temperatur yang terjadi pada alat potong bersifat percobaan untuk mengukur temperatur tinjau.

Temperatur pemotongan terjadi akibat kontak antara pahat dan benda kerja pada saat proses pemotongan. Temperatur pemotongan terjadi salah satunya dipengaruhi oleh kondisi pemesinan yaitu kecepatan potong, gerak pemakanan dan kedalaman potong. Oleh sebab itu dalam penelitian ini akan dibuktikan bahwa Temperatur pemotongan dapat dipengaruhi oleh kondisi pemesinan.

### Rumusan Masalah

Dengan mengacu pada latar belakang permasalahan di atas, dapat dirumuskan masalah yang dapat diteliti adalah untuk mengetahui apakah kecepatan potong ( $v$ ), gerak pemakanan ( $f$ ) dan kedalaman potong ( $a$ ) berpengaruh terhadap distribusi temperatur pahat pada mesin bubut.

### Batasan Masalah

Untuk menghindari meluasnya permasalahan yang ada dalam penelitian ini, dilakukan pembatasan-pembatasan sebagai berikut:

1. Pahat yang digunakan dalam penelitian ini adalah pahat HSS
2. Parameter yang dibahas adalah kecepatan potong ( $v$ ), gerak pemakanan ( $f$ ), dan kedalaman potong ( $a$ )
3. Getaran yang ditimbulkan oleh mesin dan proses bubut diabaikan
4. Material yang digunakan adalah AISI 1045
5. Tidak menggunakan pendingin

### Tujuan dan Manfaat Penelitian

#### Tujuan Penelitian

Tujuan dari penelitian ini adalah mengetahui hubungan antara distribusi temperatur pahat dengan parameter pemotongan yaitu kecepatan potong ( $v$ ), gerak pemakanan ( $f$ ) dan kedalaman potong ( $a$ ).

#### Manfaat

Manfaat dari penelitian ini adalah :

1. Diharapkan dapat menambah wawasan ilmu pengetahuan sekaligus menjadi bahan masukan dan pertimbangan dalam study ilmu pemesinan utamanya proses bubut. Selain itu, diharapkan akan menjadi salah satu dasar untuk pengembangan penelitian-penelitian yang diharapkan akan terus dilakukan dan dikembangkan dalam penelitian lebih lanjut.
2. Bisa memberikan kontribusi informasi mengenai pengaruh kecepatan potong,

gerak makan, dan kedalaman potong terhadap distribusi temperatur pahat pada proses bubut sehingga dapat memperkecil cost produksi dalam hal pembelian pahat.

### TINJAUAN PUSTAKA

#### Elemen Dasar Proses Permesinan

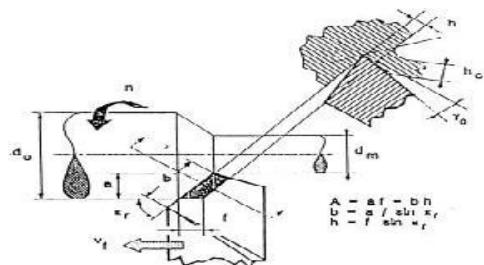
Dalam beberapa penelitian diungkapkan bahwa dalam proses bubut megakibatkan panas yang terjadi pada pahat, dan hal ini sangat berpengaruh pada umur pahat dan hasil pemotongan. Kekuatannya pahat untuk menahan tegangan tekan (compressive stress) merupakan sifat material yang dipengaruhi oleh temperatur. Hal inilah yang merupakan faktor utama yang membatasi kecepatan menghasilkan geram bagi suatu jenis pahat. Dengan demikian sangatlah perlu dilakukan penelitian tentang temperatur pemotongan pada pengrajanan bubut.

#### Proses Pembubutan

Proses pembubutan benda kerja dibuat berotasi pada sumbunya oleh mesin bubut dan bergerak terhadap mata potong sehingga menghasilkan geram. Benda kerja yang digunakan berbentuk silinder.



Gambar 1 Mesin Bubut (lathe) Sumber : Lathe.com



Gambar 2 Proses Pembubutan

Sumber : Mechanical Engineering Department, Federal University of Technology, Akure, Ondo State, Nigeria, 2005

$$\text{Kecepatan Pemotongan (v)} =$$

$$v = \frac{\pi d n}{1000} (\text{m/menit})$$

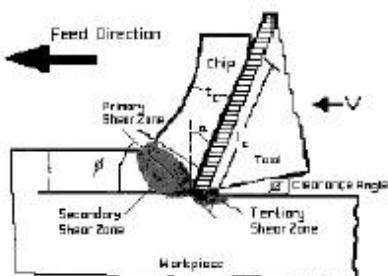
dimana  $d$  = diameter benda kerja

## Temperatur Pemotongan

Selama proses pembubutan berlangsung pahat dapat mengalami kegagalan dari fungsinya yang normal karena berbagai sebab antara lain :

- Keausan yang secara bertahap membesar (tumbuh) pada bidang aktif pahat
- Retak yang menjalar sehingga menimbulkan patahan pada mata potong pahat
- Deformasi plastis yang akan mengubah bentuk/geometri pahat akibat temperatur pemotongan

Hampir seluruh energi pemotongan diubah menjadi panas melalui proses gesekan, antara geram dengan pahat dan antara pahat dengan benda kerja. Panas ini sebagian besar terbawa oleh geram, sebagian merambat melalui pahat dan sisanya mengalir melalui benda kerja menuju kesekeliling. Panas yang timbul tersebut cukup besar dan Karena bidang kontak relative kecil maka temperatur pahat, terutama bidang geram dan bidang utamanya akan sangat tinggi (Dr.Taufiq Rochim, 1993 ITB. *Teori dan Teknologi Proses Pemesinan*).



Gambar 3 Temperatur pemotongan terjadi

Meskipun persentase panas yang terbawa geram sangat tinggi tidaklah berarti bahwa temperatur geram menjadi lebih tinggi daripada temperatur pahat. Panas mengalir bersama-sama geram yang selalu terbentuk dengan kecepatan tertentu, sedangkan panas yang merambat melalui pahat terjadi sebagai proses konduksi panas yang dipengaruhi oleh konduktivitas panas material pahat serta penampang pahat yang relatif kecil. Dengan demikian temperatur rata-rata pahat akan lebih tinggi (kurang lebih dua kalinya) daripada temperatur rata-rata geram.

## Termocouple

Termocouple adalah salah satu alat untuk mengukur perubahan suhu. Sensor suhu ini terdiri

## METODE DAN PROSEDUR PENELITIAN

### Metode Penelitian

Pada penelitian ini metode yang digunakan adalah penelitian eksperimental dengan metode penyajian data menggunakan metode regresi. Penelitian ini melibatkan tiga parameter pemotongan yaitu : kecepatan perautan ( $v$ ), gerak pemakanan ( $f$ ), dan kedalaman perautan ( $a$ ),

## Alat dan Bahan

Alat – alat yang digunakan pada penelitian ini adalah sebagai berikut :

1. Mesin Bubut.
2. Thermocouple
3. Scanning Thermometer
4. Laptop
5. Pasta Prosesor

Bahan yang digunakan dalam penelitian ini adalah AISI 1045

Panjang benda kerja = 215 mm

Panjang pembubutan = 150 mm

Diameter awal benda kerja = 25 mm

Ditentukan nilai masing – masing variable :

$v_1=14,5 \text{ m/min}$   $f_1=0,25 \text{ mm/put}$   $a_1=1$

$v_2=26,7 \text{ m/min}$   $f_2=0,376 \text{ mm/put}$   $a_2=1,5 \text{ mm}$

$v_3=33,4 \text{ m/min}$   $f_3=0,5 \text{ mm/put}$   $a_3=2 \text{ mm}$

Pahat yang akan digunakan adalah :

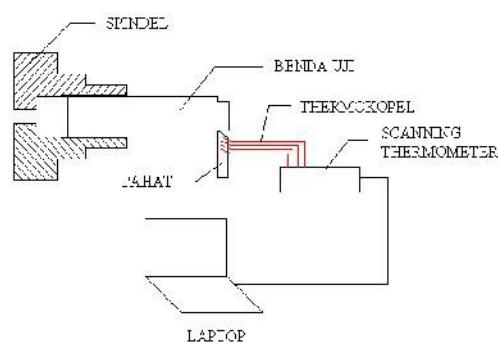
Jenis : HSS 3/8 X 4

## Rancangan Penelitian

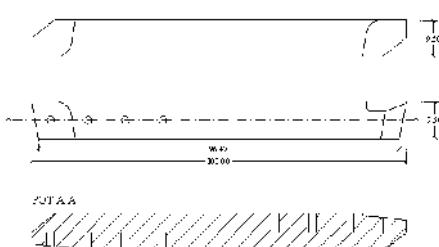
Temperatur pahat pada saat pemotongan logam dapat dideteksi dengan metode termokopel benda kerapahat potong. Thermokopel adalah salah satu alat untuk mengukur perubahan suhu. Sensor suhu ini terdiri dari dua kawat dengan bahan yang berbeda contohnya satu crom, dan yang lain paduan dan menyatu pada ujung antenanya dan berakhir pada alat converter.

Perbedaan temperatur dari antena dan ujung referensi dideteksi dengan pengukuran perbedaan tegangan (Electro Motive Force EMF) pada ujung referensi. Suhu sebenarnya dibaca dan digabungkan pada database yang menjadi acuan suhu dan perbedaan suhu antara antena dan ujung referensi.

Pada penelitian ini akan dicari pengaruh parameter pemotongan yaitu kecepatan perautan ( $v$ ), gerak pemakanan ( $f$ ), dan kedalaman perautan ( $a$ ) terhadap temperatur pemotongan ( $T_p$ ) pada proses bubut. Set-up pelatan seperti pada gambar dibawah ini.



Gambar 4 Set-up peralatan



Gambar 5 Dimensi Pahat

### Prosedur Penelitian

Adapun langkah – langkah yang diambil dalam penelitian ini sebagai berikut :

1. Pahat dilubangi menggunakan EDM untuk meletakkan thermokople pada posisi 1, 2, 3 dan 4;
2. Set-up rangkaian penelitian seperti pada gambar 6;
3. Melakukan pembubutan benda kerja dan melakukan pengukuran distribusi temperatur pahat;
4. Melakukan pengambilan data percobaan;
5. Melakukan pengolahan data; dan
6. Menyimpulkan hasil penelitian.

### HASIL DAN PEMBAHASAN

Temperatur pemotongan terjadi akibat kontak antara pahat dan benda kerja pada saat proses pemotongan. Temperatur pemotongan terjadi salah satunya dipengaruhi oleh kondisi pemesinan yaitu kecepatan potong, gerak pemakanan dan kedalaman potong. Oleh sebab itu dalam penelitian ini akan dibuktikan bahwa distribusi temperatur pahat pada proses bubut dapat dipengaruhi oleh kondisi pemesinan.

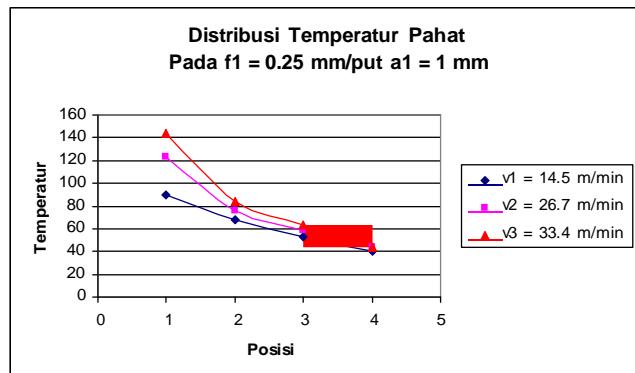
### Data Hasil Pengukuran

Hasil pengukuran pengaruh kecepatan potong, gerak makan dan kedalaman potong terhadap distribusi temperatur pahat pada proses bubut dengan benda kerja baja AISI 1045 adalah sebagai berikut :

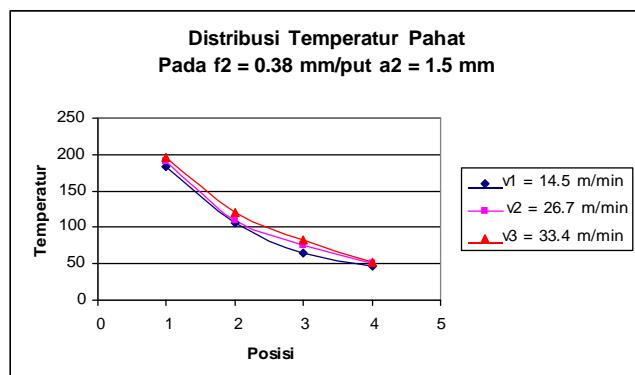
Tabel Matrik Hasil Penelitian

	$v_1$			$v_2$			$v_3$						
	$a_1$	90.3	68	52.6	40.3	123.7	75.5	58.3	43.5	144.2	83.6	63.5	44.3
$f_1$	$a_2$	148.5	93.1	62.6	44.5	182.8	116	76.8	49.3	186.9	109.4	75.7	49.6
	$a_3$	190.8	116.3	81.7	47.9	211.6	133.3	88.4	51.8	270.4	134.7	99.1	53
$f_2$	$a_1$	107.9	71.8	57.4	42.2	138.4	85.4	52.6	43.9	146.3	85.9	63.4	44.5
	$a_2$	182.6	106.5	75	47.1	195.2	121.4	65.3	52.1	191.6	110.4	82.1	50.6
	$a_3$	198.8	116.6	82.4	51.1	257.9	161.2	99.7	54	270.6	163.8	104.8	54.8
$f_3$	$a_1$	110.2	78.8	58.6	43.2	141.6	90	63.9	45.1	160.1	96.3	70.2	44.3
	$a_2$	187.3	120.7	82.4	52.8	215.1	127.1	88.9	53.5	246.6	158.4	87.8	60.3
	$a_3$	257.4	139	83	53.6	302.9	215.8	136.4	75.3	355.2	171.1	115.5	60.6

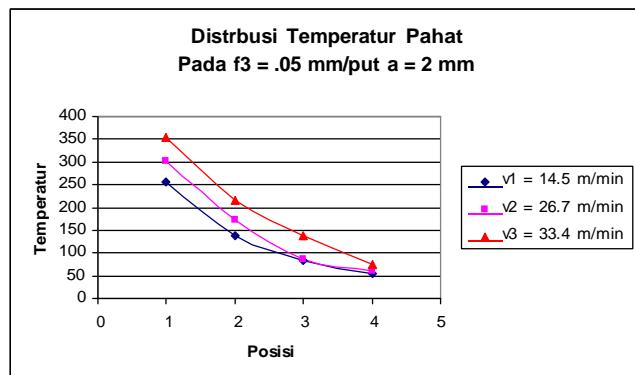
### Hasil uji distribusi temperatur pahat pada feeding (f) dan deep of cut (a) tetap



Gambar 6 Grafik Distribusi Temperatur Pahat Pada *feeding* (f) sebesar 0,25 dan *depth of cut* (a)  $a_1=1\text{mm}$

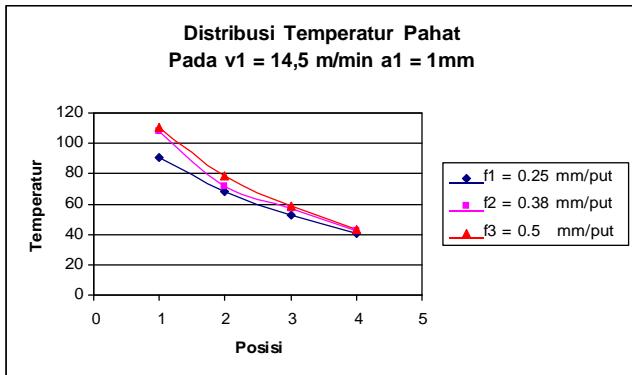


Gambar 7 Grafik Distribusi Temperatur Pahat Pada *feeding* (f) sebesar 0,38 mm/put dan *depth of cut* (a)  $a_1 = 1,5 \text{ mm}$

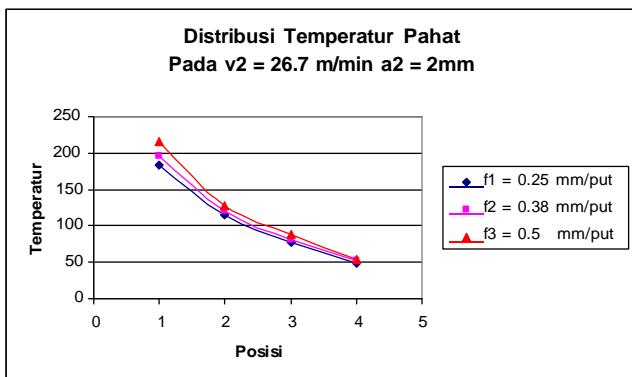


Gambar 8 Grafik Distribusi Temperatur Pahat Pada *feeding* (f) sebesar 0,5 mm/put dan *depth of cut* (a)  $a_1 = 2 \text{ mm}$

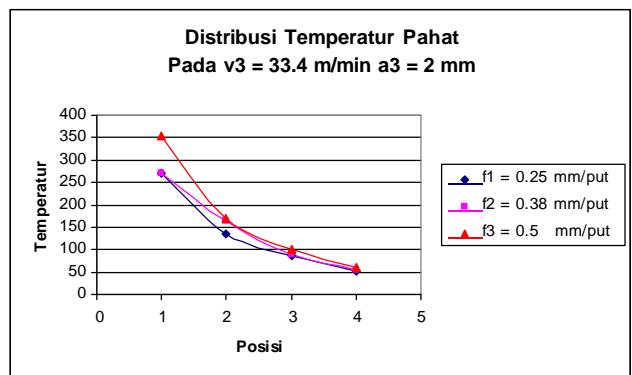
**Hasil uji distribusi temperatur pahat pada kecepatan potong (v) dan *deep of cut* (a) tetap**



Gambar 9 Grafik Distribusi Temperatur Pahat Pada kecepatan potong (v) sebesar  $v_1 = 14,5 \text{ m/min}$  dan *depth of cut* (a)  $a_1=1\text{mm}$

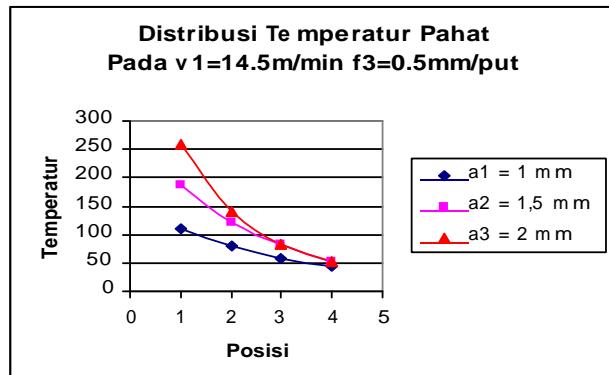


Gambar 10 Grafik Distribusi Temperatur Pahat Pada kecepatan potong (v) sebesar  $v_2 = 26,7 \text{ m/min}$  dan *depth of cut* (a)  $a_2=1,5 \text{ mm}$

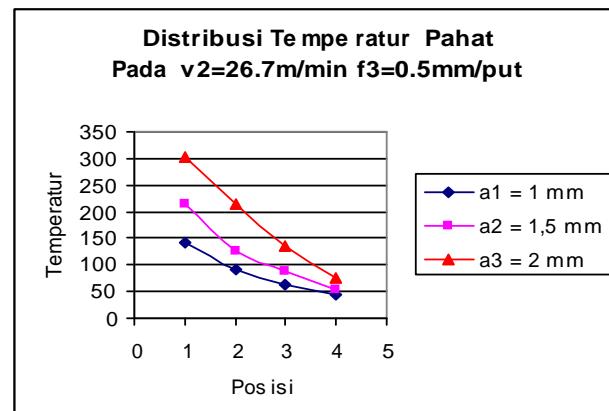


Gambar 11 Grafik Distribusi Temperatur Pahat Pada kecepatan potong (v) sebesar  $v_3 = 33,4 \text{ m/min}$  dan *depth of cut* (a)  $a_3=2 \text{ mm}$

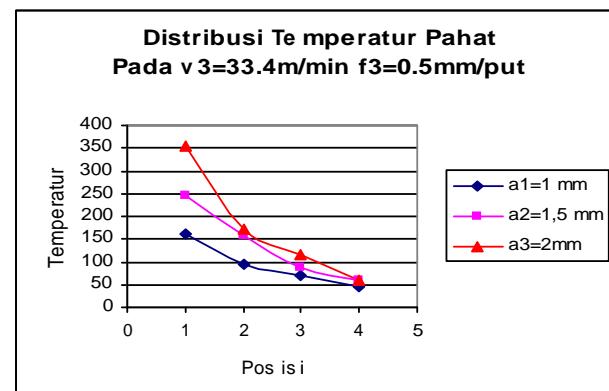
**Hasil uji distribusi temperatur pahat pada kecepatan potong (v) dan *feeding*(f) tetap**



Gambar 12 Grafik Distribusi Temperatur Pahat Pada kecepatan potong (v) sebesar  $v_1 = 14,5 \text{ m/min}$  pada *feeding* (f) sebesar  $f_1 = 0,25 \text{ mm/put}$



Gambar 13 Grafik Distribusi Temperatur Pahat Pada kecepatan potong (v) sebesar  $v_2 = 26,7 \text{ m/min}$  pada *feeding* (f) sebesar  $f_2 = 0,38 \text{ mm/put}$



Gambar 14 Grafik Distribusi Temperatur Pahat Pada *feeding* (f) sebesar  $0,5$  pada kecepatan potong (v) sebesar  $v_3 = 33,4 \text{ m/min}$

## Hasil dan Pembahasan Distribusi Temperatur Pemotongan Berdasarkan Analisa SPSS

Dari hasil analisa statistik SPSS.11 menunjukkan bahwa :

- Pengaruh variasi kecepatan pemotongan (v), gerak pemakanan (f), dan kedalaman potong (a) menyebabkan adanya perbedaan yang signifikan pada harga temperatur pemotongan. Temperatur pemotongan maksimum terjadi pada kecepatan pemotongan 14.5 m/min, gerak pemakanan 0.25 mm/put dan kedalaman potong 1 mm sebesar 90.3 °C. Temperatur pemotongan minimum terjadi pada kecepatan pemotongan 33.4 m/min, gerak pemakanan 0.5 mm/put dan kedalaman potong 2 mm sebesar 355.2 °C.
- Nilai R square adalah 91.8 % menunjukkan bahwa untuk variabel yang digunakan sebagai penelitian yaitu kecepatan potong, gerak pemakanan, dan kedalaman potong mempunyai pengaruh distribusi temperatur pemotongan sebesar 91.8 % ( mampu menjelaskan temperatur sebesar 91.8 % ). Nilai R Square yang tidak sampai 100 % menunjukkan bahwa kemungkinan terdapat variabel – variabel yang lain yang juga mempunyai pengaruh terhadap temperatur pemotongan benda yang tidak tercakup dalam penelitian ini.

Setelah dilakukan beberapa pengujian koefisien dan asumsi, maka model yang diperoleh untuk permodelan regresi temperatur pemotongan adalah:

$$T = -0,444 - (1,874 v) + (120,997f) + (81,722a) \text{ (}^{\circ}\text{C)}$$

Dari persamaan regresi tersebut dapat diterangkan bahwa *feeding* yang paling berpengaruh terhadap distribusi temperatur pahat, kemudian *depth of cut* dan yang terahir kecepatan potong.

## KESIMPULAN

- Dari hasil pengolahan statistik, maka didapatkan persamaan yang menyatakan hubungan antara distribusi temperatur pahat (T), laju perpindahan panas (q) dengan kecepatan potong (v), *feeding* (f) dan *depth of cut* (a) adalah :
- T = -0,444 - (1,874 v) + (120,997f) + (81,722a)
- Dari persamaan regresi tersebut dapat diterangkan bahwa *feeding* yang paling berpengaruh terhadap distribusi temperatur pahat.
- Dari persamaan dapat diketahui bahwa dengan bertambah besarnya *feeding* dan *depth of cut* akan memperbesar temperatur pemotongan dan laju perpindahan panas.

- Feeding* dan *depth of cut* mempunyai pengaruh yang nyata secara statistik terhadap temperatur pemotongan pada penelitian dengan material benda kerja AISI 1045 dan pahat HSS dengan nilai kepercayaan 91.8 %.

## DAFTAR PUSTAKA

- B.H. Amstead, Phillip F. Ostwald, Myron L. Begemen, Ir. Bambang Priambodo. *Teknologi Mekanik* Edisi ketujuh, Jilid 2, Versi S1.
- Carsten Schmidt, 2003. *Tool Wear Prediction and Verification in Orthogonal Cutting* The Ohio State University.
- Dr.Taufiq Rochim, 1993 ITB. *Teori dan Teknologi Proses Pemesinan*.
- Ginting, A. *Karakteristik Pemotongan Ortogonal Kering Paduan Titanium Ti6Al4V Menggunakan Pahat Karbida*. Departemen Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Sumatera Utara, Medan.  
<http://www.petra.ac.id/~puslit/journals/dir.php?DepartmentID=MES>
- Holman, J.P. 1988. *Perpindahan Kalor*. Diterjemahkan oleh Jasin, E. Jakarta: Erlangga.
- LIU Yi-jian, ZHANG jian-ming dan WANG Shu-qing. 2006. *Parameter Estimation of Cutting Tool Temperature Nonlinier Model Using PSO Algoritm*.  
[www.zju.edu.cn/jzus/2005/A0510/A051004](http://www.zju.edu.cn/jzus/2005/A0510/A051004). Received June 22, 2005, Revision Accepted Feb. 5, 2005.
- Luke H. huang, Dr. Joseph C. Chen dan Dr. Tao Chang. 1999. *Effect of Tool/Chip Contact Length Orthogonal Turning Performance*. [www.nait.org/jit/Articles/huan0399](http://www.nait.org/jit/Articles/huan0399). February 1999 to April 1999.
- Prof. Dr. Ulfi Seker, Assist. Prof. Dr. Ihsan Korkut, Yakup Torgut, Mehmet Boy . *The measurement of Temperature During Machining*. [www.ears.ru/transmis/zaprogramata/2.179](http://www.ears.ru/transmis/zaprogramata/2.179).
- Richard, C.D., Kusiak, A. *Handbook of Design and Automation*. <http://books.google.co.id/thermal conductivity of hight speedsteel>.
- Sularso, 2002, Perancangan Elemen Mesin, Pratnya Paramita, Jakarta
- S. Kim 2.008 Spring 2004. *Design and Manufacturing* Spring 2004 Metal Cutting I.