MILIK PERPUSTAKAAN
UNIV. NEGERI PADANG

DIPA

LAPORAN PENELITIAN

PERPUSTAKAAN UNIV. NEGERI PADANG
TGL. : 1-3-2011
HARGA: Hd
K1
98/Hd/2011 - P1 (1)
621.942 Rif p.1

PENGARUH SUDUT POTONG UTAMA TERHADAP TEMPERATUR KERJA PAHAT BUBUT HSS PADA MATERIAL BAJA KARBON RENDAH

Oleh:

Rifelino, S.Pd
Delima Yanti Sari, MT

Penelitian ini dibiayai oleh:
Dana DIPA Universitas Negeri Padang
Surat Perjanjian Kontrak Nomor: 490/H35/KU/DIPA/2009
Tanggal 2 April 2009

JURUSAN TEKNIK MESIN
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS NEGERI PADANG
2009

HALAMAN PENGESAHAN
LAPORAN HASIL PENELITIAN DANA DIPA UNP

1. a. Judul Penelitian	:	**Pengaruh Sudut Potong Utama terhadap Temperatur Kerja Pahat Bubut HSS pada Material Baja Karbon Rendah**
b. Bidang Ilmu	:	Teknik (Teknologi & Rekayasa)
c. Kategori Penelitian	:	Pengembangan Ilmu Teknik
2. a. Ketua Peneliti		
▪ Nama Lengkap dan Gelar	:	**Rifelino, S.Pd**
Jenis Kelamin	:	Laki-laki
Gol / Pangkat dan NIP	:	Penata Muda / III.a / 19800215 200604 1 001
Jabatan Fungsional	:	Asisten Ahli
▪ Jurusan / Fakultas	:	Teknik Mesin / Teknik
b. Alamat Ketua Peneliti		
Kantor / Telp. / Fax		TM FT-UNP 7053508
▪ Rumah / Telp		Jl. Blang Bintang No.19 ATT, Padang Hp. 081374113420
▪ E-mail		rifel2sya@yahoo.com
3. Jumlah Anggota Peneliti		
Nama Anggota Peneliti	:	**Delima Yanti Sari, ST, MT**
4. Lokasi Penelitian	:	Labor Teknologi Produksi T. Mesin FT-UNP
5. Kerjasama dengan institusi lain		-
6. Lama Penelitian	:	3 (Tiga) Bulan
7. Biaya yang diperlukan	:	Rp. 5.000.000,- (*Lima Juta Rupiah*)

Mengetahui:
Dekan Fakultas Teknik UNP

(Drs. H. Ganefri, M.Pd.)
NIP. 19631217 198903 1 003

Padang, 7 Januari 2010
Ketua Peneliti

(Rifelino, S.Pd)
NIP. 19800215 200604 1 001

Menyetujui:
Ketua Lembaga Penelitian
Universitas Negeri Padang

(Prof. Dr. Ahmad Fauzan, M.Pd.,M.Sc.)
NIP. 19660430 199001 1 001

LEMBARAN IDENTITAS DAN PENGESAHAN PENELITIAN

1. a. Judul Penelitian : **Pengaruh Sudut Potong Utama terhadap Temperatur Kerja Pahat Bubut HSS pada Material Baja Karbon Rendah**

   b. Bidang Ilmu : Teknik (Teknologi & Rekayasa)

2. Personalia

   a. Ketua Peneliti

   Nama Lengkap dan Gelar : **Rifelino, S.Pd.**
   Pangkat /Gol./NIP : Penata Muda / III.a / 19800215 200604 1 001
   Fakultas / Jurusan : Teknik / Teknik Mesin

   b. Anggota Peneliti

   Nama Lengkap dan Gelar : **Delima Yanti Sari, ST, MT**
   Pangkat /Gol./NIP : Penata Muda / III.a / 19780114 200312 2 003
   Fakultas / Jurusan : Teknik / Teknik Mesin

3. Usul Penelitian : Telah direvisi sesuai saran pereviu

Padang, 7 Januari 2010

Pembahas I	Pembahas II,
(Dr. Ambiyar, M.Pd)	(Drs. H. Aslimeri, MT)
NIP. 19550213 198103 1 003	NIP. 19560501 198301 1 001

Mengetahui :
Ketua Lembaga Penelitian
Universitas Negeri Padang,

DEPARTEMEN PENDIDIKAN NASIONAL UNIVERSITAS NEGERI PADANG LEMBAGA PENELITIAN

(Prof. Dr. Ahmad Fauzan, M.Pd.,M.Sc.)
NIP. 19660430 199001 1 001

PENGANTAR

Kegiatan penelitian mendukung pengembangan ilmu serta terapannya. Dalam hal ini, Lembaga Penelitian Universitas Negeri Padang berusaha mendorong dosen untuk melakukan penelitian sebagai bagian integral dari kegiatan mengajarnya, baik yang secara langsung dibiayai oleh dana Universitas Negeri Padang maupun dana dari sumber lain yang relevan atau bekerja sama dengan instansi terkait.

Sehubungan dengan itu, Lembaga Penelitian Universitas Negeri Padang bekerjasama dengan Pimpinan Universitas, telah memfasilitasi peneliti untuk melaksanakan penelitian tentang **Pengaruh Sudut Potong Utama terhadap Temperatur Kerja Pahat Bubut HSS pada Material Baja Karbon Rendah,** berdasarkan Surat Perjanjian Kontrak Nomor: 490/H35/KU/DIPA/2009 Tanggal 2 April 2009.

Kami menyambut gembira usaha yang dilakukan peneliti untuk menjawab berbagai permasalahan pembangunan, khususnya yang berkaitan dengan permasalahan penelitian tersebut di atas. Dengan selesainya penelitian ini, Lembaga Penelitian Universitas Negeri Padang akan dapat memberikan informasi yang dapat dipakai sebagai bagian upaya penting dalam peningkatan mutu pendidikan pada umumnya. Di samping itu, hasil penelitian ini juga diharapkan memberikan masukan bagi instansi terkait dalam rangka penyusunan kebijakan pembangunan.

Hasil penelitian ini telah ditelaah oleh tim pembahas usul dan laporan penelitian, kemudian untuk tujuan diseminasi, hasil penelitian ini telah diseminarkan ditingkat Universitas. Mudah-mudahan penelitian ini bermanfaat bagi pengembangan ilmu pada umumnya dan khususnya peningkatan mutu staf akademik Universitas Negeri Padang.

Pada kesempatan ini, kami mengucapkan terima kasih kepada berbagai pihak yang membantu terlaksananya penelitian ini, terutama kepada pimpinan lembaga terkait yang menjadi objek penelitian, responden yang menjadi sample penelitian, dan tim pereviu Lembaga Penelitian Universitas Negeri Padang. Secara khusus, kami menyampaikan terima kasih kepada Rektor Universitas Negeri Padang yang telah berkenan memberi bantuan pendanaan bagi penelitian ini. Kami yakin tanpa dedikasi dan kerjasama yang terjalin selama ini, penelitian ini tidak akan dapat diselesaikan sebagaimana yang diharapkan dan semoga kerjasama yang baik ini akan menjadi lebih baik lagi di masa yang akan datang.

Terima kasih.

Padang, Desember 2009
Ketua Lembaga Penelitian
Universitas Negeri Padang

Prof. Dr. Ahmad Fauzan, M.Pd.,M.Sc.
NIP. 19660430 199001 1 001

RINGKASAN

Pahat bubut jenis HSS sangat luas penggunaanya dalam proses pemesinan khususnya membubut. Penggunaanya mulai dari kalangan industri pemesinan skala kecil, menengah, bahkan dalam dunia pendidikan sekalipun. Pemanfaatan pahat jenis HSS ini sangat banyak diminati karena perawatannya relatif mudah dan harganyapun cenderung lebih murah. Di samping itu pahat jenis HSS sangat mudah dibentuk kembali (diasah) bila mata potongnya sudah aus. Pembuangan material pada benda kerja untuk menghasilkan produk yang diingingkan tentunya akan menimbulkan panas. Panas ini mucul sebagai akibat dari gesekan antara pahat dengan benda kerja. Sebagian panas diserap oleh geram yang mengalir pada permukaan bidang geram pahat, sedangkan sebagiannya lagi diserap oleh benda kerja dan pahat itu sendiri.

Munculnya panas pada pahat perlu dipelajari, tujuanya adalah untuk mengetahui sejauh mana pahat mampu bertahan pada temperatur yang tinggi selama proses pemesinan berlangsung. Sebab, jika temperatur kerja pahat yang tinggi bekerja dalam proses pemesinan yang cukup panjang akan dapat mempercepat keausan pahat. Hingga pada akhirnya waktu produksi akan semakin panjang serta manambah ongkos produksi. Dengan mengetahui hal tersebut, maka perencana produksi akan dapat menentukan kondisi pemotongan yang terbaik dilakukan agar temperatur kerja pahat tidak begitu tinggi sehinga umur pahat dapat lebih panjang dan ongkos produksi dapat ditekan. Banyak hal-hal yang dapat mempengaruhi terjadinya temperatur kerja pahat yang tinggi selama proses pembubutan berlangsung. Salah satu diantaranya adalah pemilihan sudut potong utama κ_r. Penggunaan sudut potong utama κ_r penting untuk diperhatikan untuk efesiensi pemakaian pahat sehingga hasil produk yang diperoleh lebih baik. Dua metode yang sering digunakan dalam proses pembubutan, yaitu metode pemotongan miring (*oblique cutting*) dan metode pemotongan lurus (*orthogonal cutting*). Pemotongan lurus merupakan penyederhanaan dari metode pemotongan miring.

Dalam penelitian ini dipilih variasi sudut potong utama κ_r sebagai pengaruh terjadinya munculnya temperatur kerja pahat. Sudut potong utama κ_r yang dipilih adalah 90°, 75°, 60°, dan 45°. Dari variasi sudut potong utama κ_r ini, maka sudut 90° merupakan metode pemotongan lurus, sedangkan sudut 45°, 60° dan 75° merupakan metode pemotongan miring.

Dari hasil penelitian menunjukkan bahwa variasi pemilihan sudut potong utama κ_r mempengaruhi terhadap temperatur kerja pahat bubut. Semakin kecil sudut potong utama κ_r, maka temperatur kerja pahat relatif lebih rendah. Sudut potong utama 45° menunjukkan temperatur kerja pahat yang lebih rendah, sebesar 107,6 ^oC. Sedangkan sudut potong utama 90^oC menghasil kan temperatur kerja pahat tertinggi, sebesar $180{,}2^oC$. Ini menunjukkan bahawa dengan metode pemotongan miring temperatur kerja pahat akan lebih rendah bila dibanding kan dengan metode pemotongan lurus.

Kata-kata kunci : *pahat bubut HSS, sudut potong utama, temperatur kerja pahat, pemotongan lurus, pemotongan miring*

DAFTAR ISI

Halaman

HALAMAN PENGESAHAN i
HALAMAN IDENTITAS ii
PENGANTAR iii
RINGKASAN iv
DAFTAR ISI v
DAFTAR TABEL vii
DAFTAR GAMBAR viii

BAB I PENDAHULUAN **1**

A. Latar Belakang 1
B. Identifikasi Masalah 4
C. Batasan Masalah 4
D. Rumusan Masalah 4
E. Tujuan Penelitian 5
F. Manfaat Penelitian 5

BAB II TINJAUAN PUSTAKA **6**

A. Pembubutan 6
B. Model Pemotongan 6
C. Pahat Bubut HSS 8
D. Kondisi Pemotongan 12
E. Temperatur Pemotongan 14
F. Baja Karbon 15

BAB III METODOLOGI PENELITIAN **16**

A. Jenis Penelitian 16
B. Waktu dan Tempat 16
C. Sumber Data 16
D. Perhitungan Proses Pemesinan 19
E. Pengukuran Temperatur Kerja Pahat 20
F. Diagram Alir Penelitian 20

BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN **22**

A. Hasil Penelitian 22
B. Pembahasan 28
C. Keterbatasn 30
D. Sekilas Tentang EDM (*Electrical Discharge Machining)* 31

BAB V KESIMPULAN DAN SARAN 33
A. Kesimpulan 33
B. Saran 33

DAFTAR PUSTAKA

DAFTAR TABEL

		Halaman
Tabel 1	Harga sudut pahat bubut untuk jenis HSS	12
Tabel 2	Harga sudut pahat bubut HSS berdasarkan kecepatan potong	12
Tabel 3	Harga gerak makan mesin bubut EMCO Maximat V-13	14
Tabel 4	Daftar harga putaran spindel mesin bubut EMCO Maximat V-13	19
Tabel 5	Hasil pengukuran pada percobaan 1	22
Tabel 6	Hasil pengukuran pada percobaan 2	23
Tabel 7	Hasil pengukuran pada percobaan 3	24
Tabel 8	Hasil pengukuran pada percobaan 4	25
Tabel 9	Hasil pengukuran pada percobaan 5	26
Tabel 10	Hasil pengukuran ata-rata	27

MILIK PERPUSTAKAAN
UNIV. NEGERI PADANG

BAB I
PENDAHULUAN

A. Latar Belakang

Membubut merupakan salah satu pekerjaan memotong logam dengan menggunakan mesin perkakas dari sekian banyak pekerjaan mesin, seperti: menggerinda, frais, sekrap. Pekerjaan ini adalah proses pemesinan yang masih banyak dijumpai pada kalangan industri besar maupun industri-industri kecil. Proses bubut digunakan pada pembuatan komponen-komponen permesinan yang dapat menghasilkan beberapa komponen dengan bentuk silindris, konis serta eksentris. Pembentukan komponen-komponen tersebut disebabkan fungsi dari pahat sebagai alat potong.

Pahat bubut sebagai alat potong adalah komponen utama untuk menyayat benda kerja sehingga menghasilkan suatu bentuk benda kerja yang diinginkan. Sedangkan bagian yang terbuang dari benda keja utama karena adanya sayatan pahat disebut dengan geram. Logam yang pada umumnya bersifat ulet (*ductile*) apabila mendapat tekanan akan timbul tegangan (stress) di daerah sekitar konsentrasi gaya penekanan mata potong pahat. Tegangan pada logam (benda kerja) tersebut mempunyai orientasi yang kompleks dan pada salah satu arah akan terjadi tegangan geser yang maksimum. Apabila tegangan geser ini melebihi kekuatan logam yang besangkutan maka akan terjadi deformasi plastis yang menggeser dan memutuskan benda kerja di ujung pahat, sehingga terbentuklah geram. Jadi, geram adalah serpihan-serpihan yang terlepas dari benda kerja sebagai akibat dari penyayatan pahat terhadap benda kerja.

Pemakaian sudut-sudut pada pahat itu sendiri perlu diperhatikan untuk mendapatkan hasil bubutan yang baik. Sebab jika penggunaan sudut-sudut pahat yang sembarangan dapat mengakibatkan kerusakan pada benda kerja hasil bubutan dan kerusakan pada pahat yang pada akhirnya dapat memperpendek umur phat itu sendiri. Aplikasi penggunaan sudut pahat mengacu kepada material benda kerja yang dipotong serta jenis pahat yang digunakan.

Banyak sekali jenis bahan/material pahat bubut yang digunakan pada proses pemesinan ini, diantaranya: karbida, keramik, HSS (*High Speed Steel*) dan lain sebagainya. Untuk kalangan industri kecil, maupun menengah proses bubut konvensional dengan menggunakan jenis pahat HSS masih sering dijumpai. Masih banyaknya penggunaan pahat jenis HSS ini karena pada proses ini komponen pahat dan perawatannya relatif lebih mudah dan lebih murah. Apabila pahat dalam penggunaanya telah cukup lama dan keausannya telah meningkat maka pahat jenis HSS ini dapat dibentuk ulang (diasah) dengan sudut-sudut tertentu hingga menjadi tajam kembali. Di samping itu perawatan mudah dan harganyapun relatih lebih murah bila dibandingkan dengan pahat jenis lain yang memiliki tingkat kekerasan yang lebih tinggi.

Dalam aplikasinya, proses pembubutan menggunakan dua metode sudut pemotongan, yaitu: sistem pemotongan miring (*oblique cutting*) dan sistem pemotongan lurus (*orthogonal cutting*). Pemotongan miring terbentuk bila besarnya sudut potong utama κ_r lebih kecil dari 90°. Sedangkan sistem pemotongan lurus terjadi bila besarnya sudut potong utama adalah 90°.

Pemilihan sudut potong utama ini perlu dipertimbangkan demi mendapatkan hasil permukaan benda kerja yang bagus serta umur pahat dapat lebih panjang.

Hal yang terpenting pada proses bubut adalah terpotongnya benda kerja oleh pahat dengan proses deformasi plastis dan timbul gesekan antara benda kerja dengan pahat maupun pahat dengan geram, sehingga gesekan ini mengakibatkan terjadinya temperatur yang sangat tinggi pada pahat. Jika proses pembubutan cukup panjang, maka tingginya temperatur kerja pahat akan semakin lama terjadi pada permukaan aktif pahat sehingga dapat memperlemah ujung pahat yang bekerja dan pada akhirnya umur pahatpun tidak akan bertahan lebih lama.

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 benda kerja. Panas yang timbul tersebut cukup besar dan karena luas bidang kontak relatif kecil maka temperatur pahat, terutama pada bidang geram dan bidang utama akan sangat tinggi. Karena tekanan yang besar akibat gaya pemotongan serta temperatur yang tinggi, maka permukaan aktif dari pahat akan mengalami keausan. (Rochim 1993: 121).

Pengaruh variabel proses pemotongan terhadap temperatur pemotongan dan mekanisme kerusakan/keausan pahat perlu diperhatikan. Tujuannya jelas, karena dengan memperhatikan hal tersebut proses pemesinan dapat direncanakan dengan baik. Kecepatan penghasilan geram dapat dipertinggi dengan tetap menjaga agar kenaikan temperatur tidak begitu tinggi sehingga

umur pahat masih cukup tinggi. Maka, pada akhir nya dapat menekan ongkos produksi.

B. Identifikasi Masalah

Dari uraian latar belakang di atas banyak sekali masalah yang terdeteksi yang akan mempengaruhi temperatur kerja pahat. Diantaranya: kondisi pemotongan (kecepatan potong, gerak makan kedalaman pemotongan), penggunaan sudut-sudut pahat yang tidak sesuai dengan material benda kerja dan material pahat, pemilihan sudut pemotongan (pemotongan miring/*oblique cutting*, pemotongan lurus/*orthogonal cutting*. material benda kerja, jenis pahat, dan lain sebagainya.

C. Batasan Masalah

Dari sekian banyak permasalahan yang dapat teridentifikasi yang mempengaruhi temperatur kerja pahat, maka penulis perlu memberikan batasan masalah pada topik penelitian ini. Penelitian ini akan mengamati pengaruh dari pemilihan sudut pemotongan (sudut potong utama κ_r) terhadap temperatur kerja dari pahat bubut jenis HSS. Sudut potong utama yang digunakan adalah 90°, 75°, 60°, dan 45°. Sedangkan pemilihan sudut-sudut pahat dan kondisi pemotongan mengacu kepada referensi yang telah ada.

D. Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang masalah dan identifikasi masalah di atas penulis mencoba mengamati bagaimnakah pengaruh dari varias pemilihan sudut potong utama terhadap temperatur kerja dari pahat bubut HSS?.

E. Tujuan Penelitian

Penelitian ini bertujuan untuk mengamati pengaruh dari pemilihan sudut potong utama (90°, 75°, 60°, 45°) terhadap temperatur kerja pahat.

F. Manfaat Penelitian

Manfaat yang diharapkan dari penelitian ini adalah:

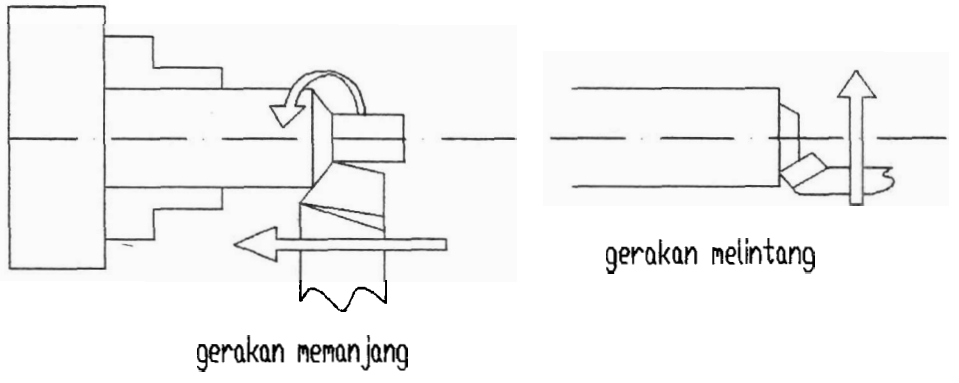
1. Memperkaya khasanah ilmu pengetahuan bidang teknik mesin khususnya tentang proses pemesinan.
2. Sebagai bahan informasi tambahan untuk melakukan penelitian dan eksperimen lebih lanjut.

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

A. Pembubutan

Kompenen yang dapat dihasilkan dari proses membubut dapat berupa silindris, konis ataupun eksentris. Gerakan utama membubut adalah gerakan berputar benda kerja yang dijepit pada poros utama, arah gerakan pahat memanjang dan arah melintang terhadap sumbu benda kerja.



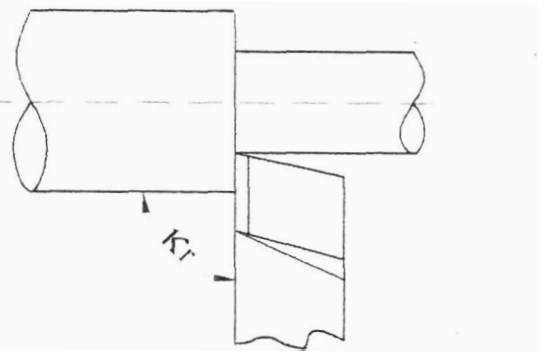
Gambar 1. Gerakan pahat pada proses bubut

B. Model Pemotongan

1. Pemotongan Lurus (*orthogonal cutting*)

Suatu analisis mekanisme pembetukan geram yang dikemukakan Merchant berdasarkan teorinya atas model pemotongan sistem tegak (*orthogonal cutting*). Sistem pemotongan tegak merupakan penyederhanaan dari sistem pemotongan miring (*oblique cutting*). Pemotongan lurus terjadi bila sudut potong utama $\kappa'_r = 90^o$ dan sudut miring $\lambda = 0^o$. Sistem pemotongan tegak akan menghasikan penampang geram berbentuk segi empat dan permukaan transien benda kerja akan

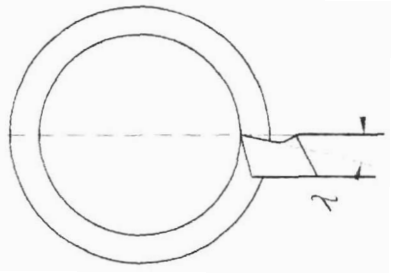
tegak lurus terhadap mata potong sehingga aliran panas pada geram akan cepat terserap oleh pahat sehingga ketahanan pahat dapat berkurang.



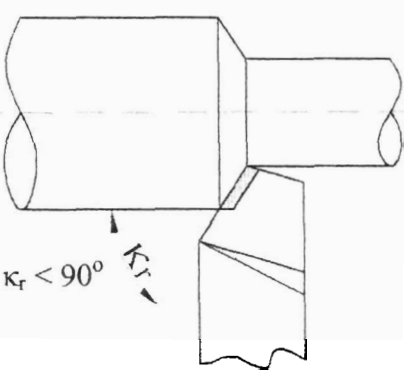
Gambar 2. Sudut potong utama $\kappa_r = 0^o$

2. Pemotongan miring (*oblique cutting*)

Teknik pemotongan miring terjadi bila sudut potong utama $\kappa_r < 90^o$ terhadap permukaan benda kerja dan sudut miring $\lambda_s \neq 0$, hal ini akan menyebabakan bidang kontak antara geram dan bidang geram pahat menjadi lebih luas sehingga mempercepat laju pembuangan panas dan temperatur pahat menjadi tidak begitu tinggi. Mata potong pahat yang aktif memotong tersebut dapat lebih diperpanjang lagi dengan cara lebih dimiringkan.



sudut miring λ



sudut potong utama $\kappa_{r<90^o}$

Gambar 3. Sudut miring λ dan sudut potong utama $\kappa_r < 90^o$

a) Sudut Potong Samping (ψ_r)

Sudut potong samping mempengaruhi besarnya sudut potong utama. Jika sudut potong samping 0°, maka sudut potong utama κ_r besarnya 90°, jika sudut potong samping > 0° maka sudut potong utama κ_r besarnya < 90°.

b) Sudut Potong Bantu (κ_r')

Sudut potong bantu dimaksudkan untuk menyediakan kelonggaran antara benda kerja dan bidang bantu pahat. Untuk mengurangi gesekan, pada prinsipnya sudut potong bantu dapat dipilih sekecil mungkin karena selain memperkuat ujung pahat. *(Rochim,1993:90).*

c) Sudut bebas (α)

Fungsi sudut bebas untuk mengurangi gesekan antara bidang utama dengan transien dari benda kerja. Jika sudut bebas kecil, maka gesekan akan bertambah. Hal ini dapat mengakibatkan temperatur kerja akan lebih tinggi dan mempercepat keausan pahat.

d) Sudut Miring (λ)

Sudut miring mempengaruhi arah aliran geram. Bila sudut miring berharga nol maka arah aliran geram tegak lurus terhadap mata potong.

e) Sudut geram (γ)

Sudut geram mempengaruhi proses pembentukan geram dan tekanan sayat. Jenis material benda kerja mempengaruhi pemilihan sudut geram. Pada prinsipnya untuk material yang lunak dan liat, memerlukan sudut geram yang besar, dan demikian pula sebaliknya.

Tabel 1. Harga sudut pahat bubut untuk jenis HSS

Material benda kerja	Sudut bebas potong utama (α_o)	Sudut geram (γ)
Kuningan	10°	5° s/d – 4°
Perunggu	10°	5° s/d – 4°
Besi tuang	10°	12°
Tembaga	10°	20°
Baja mesin	10° – 12°	12° s/d 18°
Baja perkakas	10°	12^0
Baja stainless	10°	15° s/d 20°

(Krar,1984:277)

Material benda kerja yang digunakan dalam penelitian ini termasuk dalam kategori baja mesin.

Tabel 2. Harga sudut pahat bubut HSS berdasarkan kecepatan potong

Material benda kerja	Sudut bebas Potong bantu (α_1)	Kecepatan potong; *v* (m/mnt)
Kuningan/perunggu keras	6°	30 – 45
Besi tuang	8°	14 – 21
Baja > 70 kg/mm^2	8°	10 – 14
Baja 50-70 kg/mm^2	8°	14 – 21
Baja 34-50 kg/mm^2	8°	20 – 30
Tembaga, perunggu lunak	8°	40 – 70
Alumunium murni	10°	30 – 50
Thermoplastis	12°	40 - 60

(Makhzu, 1991:45)

D. Kondisi Pemotongan

1. Kecepatan potong *(v)*

Kecepatan potong merupakan jarak tempuh pahat terhadap keliling permukaan benda kerja tiap menit. Pengukuran panjang dilihat terhadap lingkaran benda kerja yang disayat dengan satuan meter permenit (m/mnt). Dengan kata lain kecepatan potong adalah panjang geram terpotong

persatuan waktu. Pemanfaatan harga kecepatan potong berdasarkan jenis material benda kerja dan material pahat dapat dilihat pada tabel 2.

2. Kedalaman pemotongan *(a)*

Kedalaman pemotongan merupakan jarak antara ukuran luar benda kerja sebelum penyayatan dan permukaan benda kerja setelah penyayatan.

$$a = \frac{do - dm}{2}$$ ..... (*Hardjapamekas, 1985:18*)

3. Gerak makan *(f)*

Gerak makan menunjukkan kecepatan makan dari pahat searah garis sumbu benda kerja atau diameter benda kerja persatu putaran poros utama (*mm/put*). Jadi gerak makan dapat diartikan sebagai jarak pergeseran mata potong pahat dalam satu putaran benda kerja untuk pembubutan rata atau jarak yang ditempuh oleh pahat sepanjang diameter benda kerja pembubutan penampang. *(Priambodo, 1993:95)*

Pada mesin bubut type Maximat V-13 yang digunakan pada penelitian ini memiliki daftar pemilihan harga gerak makan yang akan digunakan. Pada mesin tersebut terdapat 2 tuas utama pemilihan gerak makan. Tuas pertama dengan pemilihan posisi E, F, G, H, K serta tuas kedua dengan posisi A, B, C dan D. Disampig itu terdapat juga penggunaan posisi gigi yang terdapat pada *gear box*. Pemilihan gigi dipilih sesuai dengan kondisi pemilihan gerak makan yang akan digunakan. Dalam penelitian ini menggunakan harga gerak makan sebesar 0,090 mm/rotation, sehingga

posisi tuasnya adalah: EB dengan roda gigi perantara 40, 127 dan 80 (seperti yang terlihat pada tabel 3).

Tabel 3. Harga gerak makan mesin bubut EMCO Maximat V-13

Posisi tuas	A	B	C	D	Roda gigi perantara
E	0,045	0,090	0,180	0,360	40, 127, 80
F	0,056	0,112	0,225	0,450	
G	0,070	0,140	0,281	0,562	
H	0,084	0,168	0,337	0,675	
K	0,098	0,196	0,393	0,787	
H	0,067	0,135	0,270	0,540	40, 127, 100
K	0,078	0,157	0,315	0,630	

E. Temperatur Pemotongan

Logam yang pada umumnya bersifat ulet (*ductile*) bila mendapat tekanan akan menimbulkan tegangan (*stress*) di daerah sekitar konsentrasi gaya penekanan mata potong pahat. Tegangan pada logam (benda kerja) tersebut mempunyai orientasi yang kompleks dan pada salah satu arah akan terjadi tegangan geser (*shearing stress*) yang maksimum. Apabila teganagan geser ini melebihi kekuatan logam maka akan terjadi deformasi plastis (perubahan bentuk) yang menggeser dan memutuskan benda kerja di ujung pahat pada suatu bidang geser. Benda kerja yang terputus di ujung pahat tersebut adalah geram. Deformasi yang menggeser serta memutus geram menimbulkan panas. Panas terjadi karena gesekan antara pahat, benda kerja dan geram.

98/Hd/2011 - P.1 (1)

BAB III

METODOLOGI PENELITIAN

A. Jenis Penelitian

Penelitian yang dilakukan adalah jenis penelitian eksperimen, dimana hasil pengujian diperoleh melalui percobaan langsung terhadap benda kerja sebagai benda uji.

B. Waktu dan Tempat

Waktu pelaksanaan penelitian dilakukan dalam jangka waktu 3 bulan, mulai dari persetujuan proposal, proses pembuatan pembentukan sudut-sudut pahat, proses pembubutan, pengukuran temperatur kerja pahat, analisa data sampai pembuatan laporan.

Eksperimen penelitian ini dilakukan di Laboratorium Teknologi Produksi Jurusan Teknik Mesin FT UNP Padang.

C. Sumber Data

Data yang digunakan dalam penelitian merupakan data primer yang diperoleh langsung dari hasil percobaan pengukuran temperatur kerja pahat bubut selama proses pemesinan berlangsung. Sumber data diambil dari hasil 5 (lima) kali percobaan yang dilakukan di Laboratorium Teknologi Produksi Jurusan Teknik Mesin FT UNP Padang. Pengukuran temperatur kerja pahat selama proses pemesinan dilakukan dengan mengunakan *thermocouple* yang diletakkan pada bidang potong utama.

621.942
Rif
p.1
MILIK PERPUSTAKAAN
UNIV. NEGERI PADANG

1. Variabel

Variabel yang dijadikan dalam penelitian ini adalah sudut potong utama. Variabel tersebut divariasikan sebanyak 4 macam sudut pemotongan (90°, 75°, 60°, 45°).

Masing-masing variasi sudut potong utama dilakukan 5 (lima) kali percobaan, sehingga jumlah benda uji dan pengukuran temperatur kerja pahat dilakukan sebanyak 20 kali.

2. Alat dan bahan

a. Mesin bubut EMCO Maximat V13 dan perlengkapannya

b. *Thermocouple*

c. Pahat bubut HSS merk Diamond

d. Mal pahat

e. Vernier Calliper

f. Baja karbon rendah ST 37 Ø 1 inch

g. Bevel Protractor

3. Harga sudut pahat yang digunakan dalam penelitian ini adalah:

$\kappa'_r = 8^o$ $\lambda = 0^o$

$\alpha_1 = 8^0$ $\gamma = 12^o$

$\alpha_o = 10^o$ $\psi_r = 0^o(\kappa_r{:}90^o)$, 10° $(\kappa_r{:}80^o)$, 20° $(\kappa_r{:}70^o)$, 30° $(\kappa_r{:}60^o)$

κ'_r = sudut potong bantu

α_1 = sudut bebas potong bantu

α_o = sudut bebas potong utama

λ = sudut miring

γ = sudut geram

ψ_r = sudut potong samping

Sudut potong samping merupakan sudut yang berdasrkan pada referensi pahat, ketika pahat dipasang pada *tool post* maka sudut potong samping akan menentukan harga sudut potong utama. Jika:

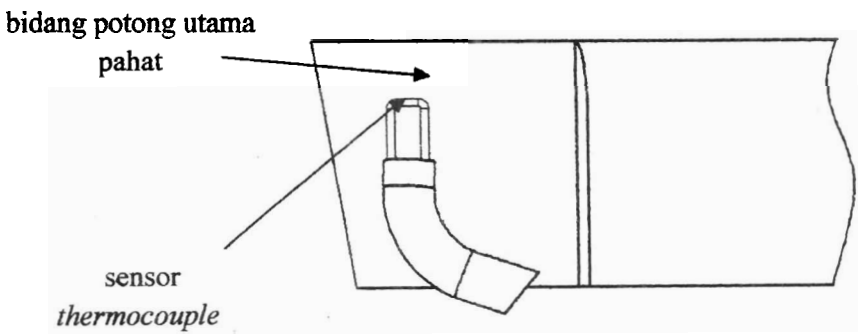
$\psi_r = 0^o$ maka harga sudut potong utama κ_r:90°

$\psi_r = 15^o$ maka harga sudut potong utama κ_r:75°

$\psi_r = 30^o$ maka harga sudut potong utama κ_r:60°

$\psi_r = 45^o$ maka harga sudut potong utama κ_r:45°

Topik penelitian ini untuk mengamati temperatur kerja pahat bubut pada bidang utama. Pengukuran temperatur pahat dilakukan selama berlangsungnya proses pemotongan terhadap benda kerja. Pemotongan benda kerja / panjang pemesinan adalah 100 mm sepanjang sumbu benda kerja tanpa menggunakan cairan pendingin (*coolant*). Proses pembubutan tanpa menggunakan cairan pendingin (*coolant*) bertujuan untuk mengetahui temperatur kerja pahat maksimum. Gambar berikut merupakan penempatan sensor *thermocouple* pada bidang potong utama dari pahat bubut.



Gambar 7. Penempatan sensor *thermocouple*

D. Perhitungan Proses Pemesinan:

Diameter awal benda kerja (d1) = 1 inchi = 25,4 mm

Diameter akhir benda kerja (d2)

$$= [illegible]$$

$$= [illegible]$$

$$= 21,4 \text{ mm}$$

$$\text{Diameter rata-rata (d)} = \frac{[illegible]}{[illegible]}$$

$$= \frac{25,4 \text{ mm} + 21,4 \text{ mm}}{[illegible]} = 23,4 \text{ mm}$$

$$\text{Putaran spindel (n)} = \frac{\text{Kecepatan potong} \times [illegible]}{[illegible]}$$

$$= \frac{30 \text{ m/mnt} \times 1000}{3,14 \times 23,4 \text{ mm}}$$

$$= 408,3 \text{ rpm}$$

Karena harga putaran spindel 408,3 rpm tidak tersedia pada mesin bubut Emco Maximat V-13, maka harga putaran spindel yang digunakan adalah harga yang paling mendekati namun masih berada dalam interval penggunaan kecepatan potong untuk pahat bubut HSS yaitu 20 m/mnt s/d 30 m/mnt. Maka dari itu penggunaan putaran spindel yang dipilih adalah: 320 rpm

Tabel 4. Daftar harga putaran spindel mesin bubut EMCO Maximat V-13

I	30	50	90	155	260	440	740	1230
II	65	110	190	320	540	900	1500	2500

Waktu pemesinan = [illegible]

$$= \frac{100\ mm}{0.090\ mm/rot \cdot 320\ rpm} = 3{,}5\ mnt$$

Maka, waktu pemesinan yang dibutuhkan untuk melakukan pembubutan rata adalah: 3,5 menit/sampel.

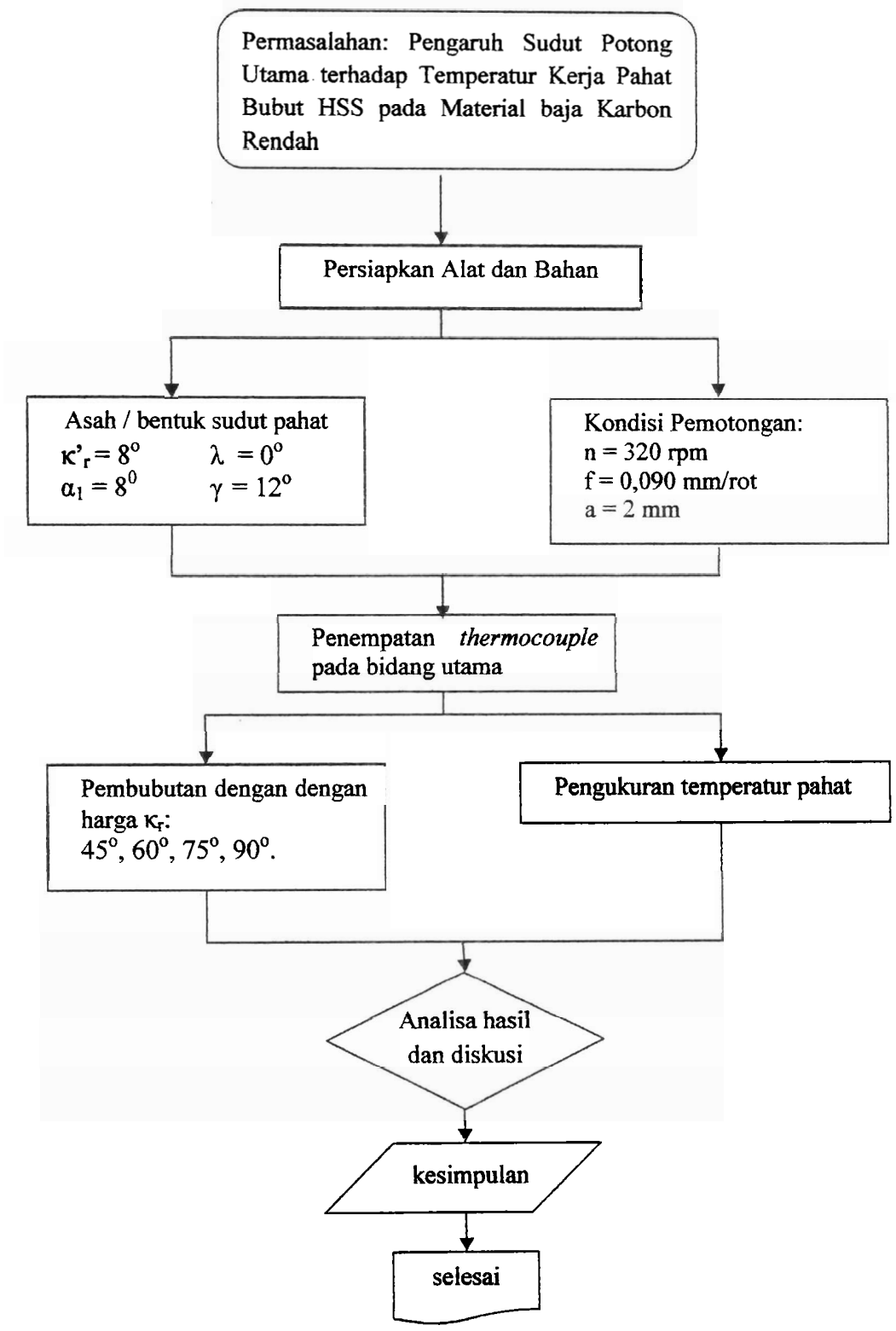
E. Pengukuran Temperatur Kerja Pahat

Panas terjadi sebagai akibat gesekan antara ujung pahat dengan permukan benda kerja yang terpotong. Sebagian besar panas akan terbawa oleh geram, sebagian lainnya akan diserap oleh benda kerja dan pahat.

Pengukuran temperatur kerja pahat dilakukan selama proses pembubutan berlangsung. Penempatan sensor *thermocouple* dilakukan sebelum proses pembubutan berlangsung. Dengan panjang pemesinan 100 mm dan waktu pemesinan selama 3,5 menit temperatur yang diambil sebagai data adalah temperatur maksimum.

F. Diagram Alir Penelitian

Prosedur pelaksanaa penelitian dilakukan dengan mengikuti skema diagaram alir. Hal ini bertujuan untuk memudahkan dalam langkah-langkah apa saja yang akan dilakukan dalam penelitian ini.



Gambar 8. Diagram alir penelitian

BAB IV
HASIL DAN PEMBAHASAN

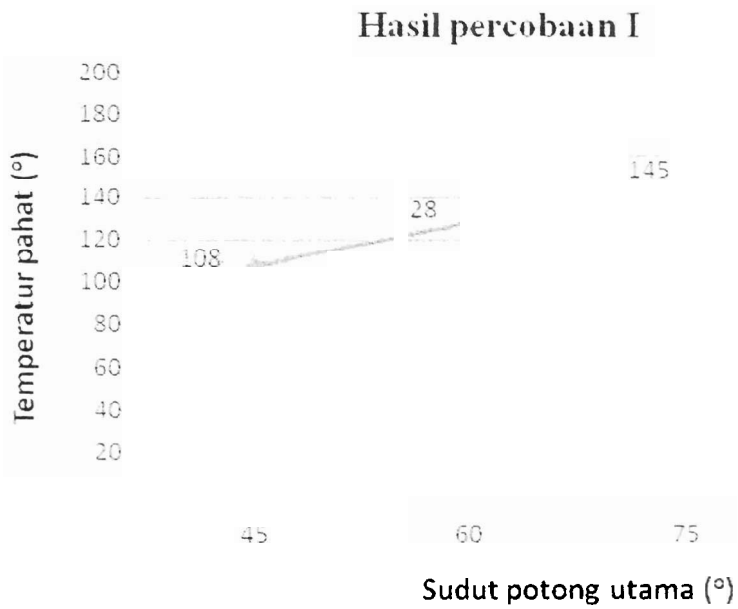
A. Hasil Penelitian

1. Hasil pengukuran pada percobaan 1

Tabel 5. Hasil pengukuran pada percobaan 1

sudut potong utama (κr)	temperatur pahat (°C)
45	108
60	128
75	145
90	178

MILIK PERPUSTAKAAN
UNIV. NEGERI PADANG



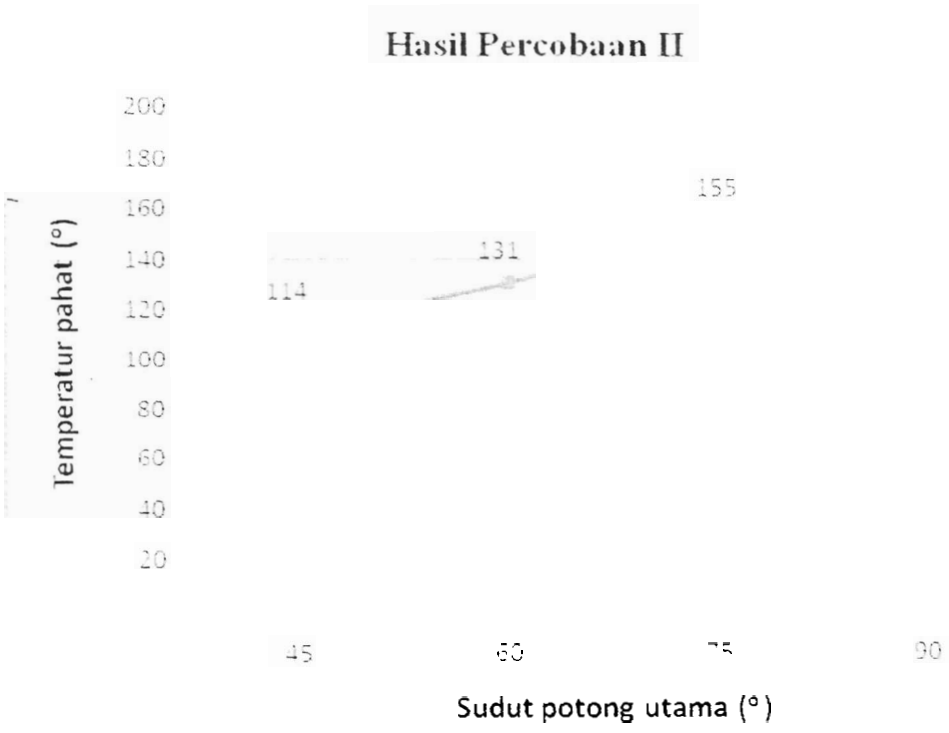
Gambar 9: Grafik hasil percobaan 1

Pada percobaan I temperatur pahat terendah saat proses pemesinan adalah 108 °C dengan kondisi sudut potong utama pahat 45°. Sedangkan temperatur tertinggi 178 °C dengan kondisi sudut potong utama pahat 90°.

2. Hasil pengukuran pada percobaan 2

Tabel 6. Hasil pengukuran pada percobaan 2

sudut potong utama (κr)	temperatur pahat (°C)
45	114
60	131
75	155
90	169



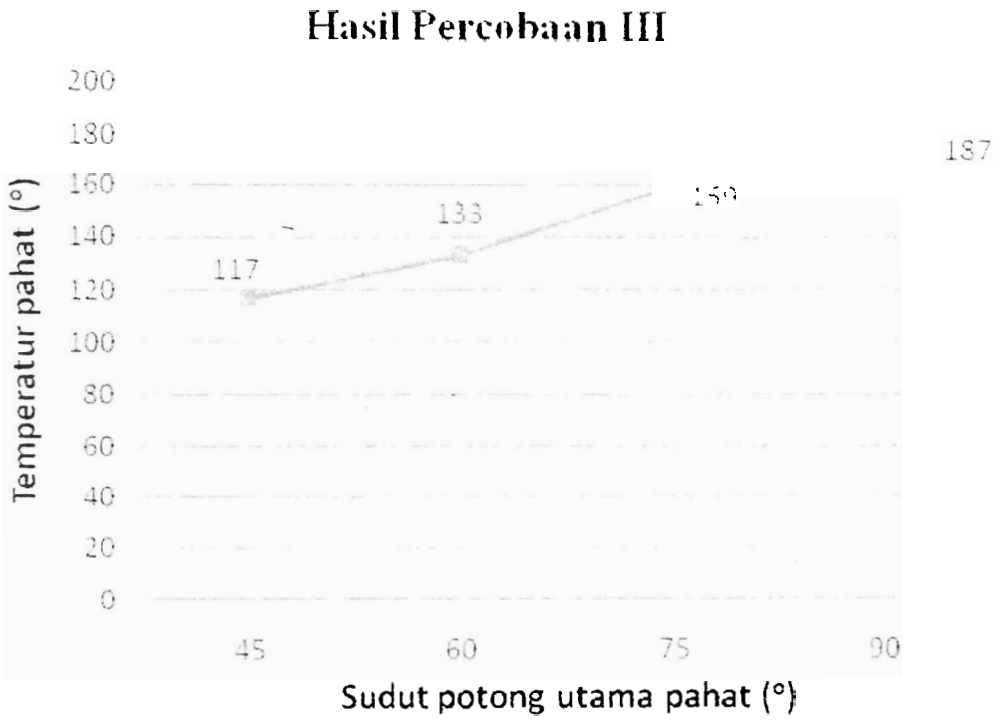
Gambar 10: Grafik hasil percobaan 2

Pada percobaan II temperatur pahat terendah saat proses pemesinan adalah 114 °C dengan kondisi sudut potong utama pahat 45°. Sedangkan temperatur tertinggi 169 °C dengan kondisi sudut potong utama pahat 90°.

3. Hasil pengukuran pada percobaan 3

Tabel 7. Hasil pengukuran pada percobaan 3

sudut potong utama (κr)	temperatur pahat (°C)
45	117
60	133
75	159
90	187



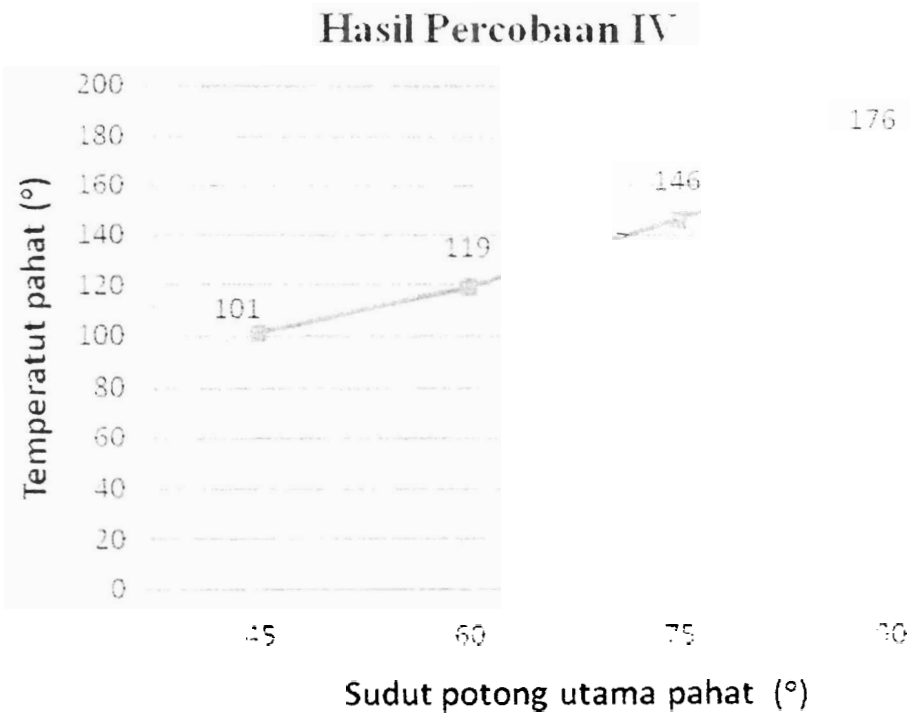
Gambar 11: Grafik hasil percobaan 3

Pada percobaan III temperatur pahat terendah saat proses pemesinan adalah 117 °C dengan kondisi sudut potong utama pahat 45°. Sedangkan temperatur tertinggi 187 °C dengan kondisi sudut potong utama pahat 90°.

4. Hasil pengukuran pada pecobaan 4

Tabel 8. Hasil pengukuran pada percobaan 4

sudut potong utama (κr)	temperatur pahat (°C)
45	101
60	119
75	146
90	176



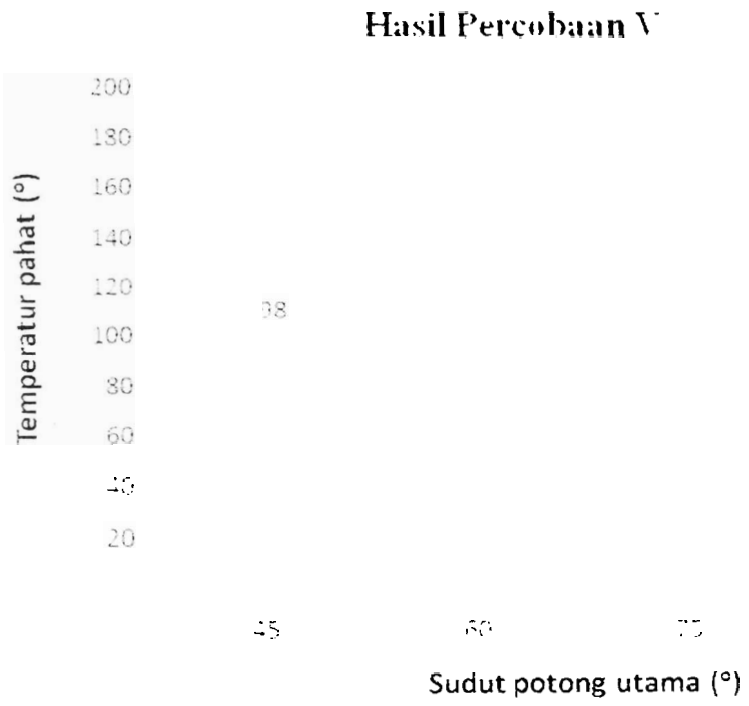
Gambar 12: Grafik hasil percobaan 4

Pada percobaan IV temperatur pahat terendah saat proses pemesinan adalah 101 °C dengan kondisi sudut potong utama pahat 45°. Sedangkan temperatur tertinggi 176 °C dengan kondisi sudut potong utama pahat 90°.

5. Hasil pengukuran percobaan 5

Tabel 9. Hasil pengukuran pada percobaan 5

sudut potong utama (κr)	temperatur pahat (°C)
45	98
60	114
75	151
90	191



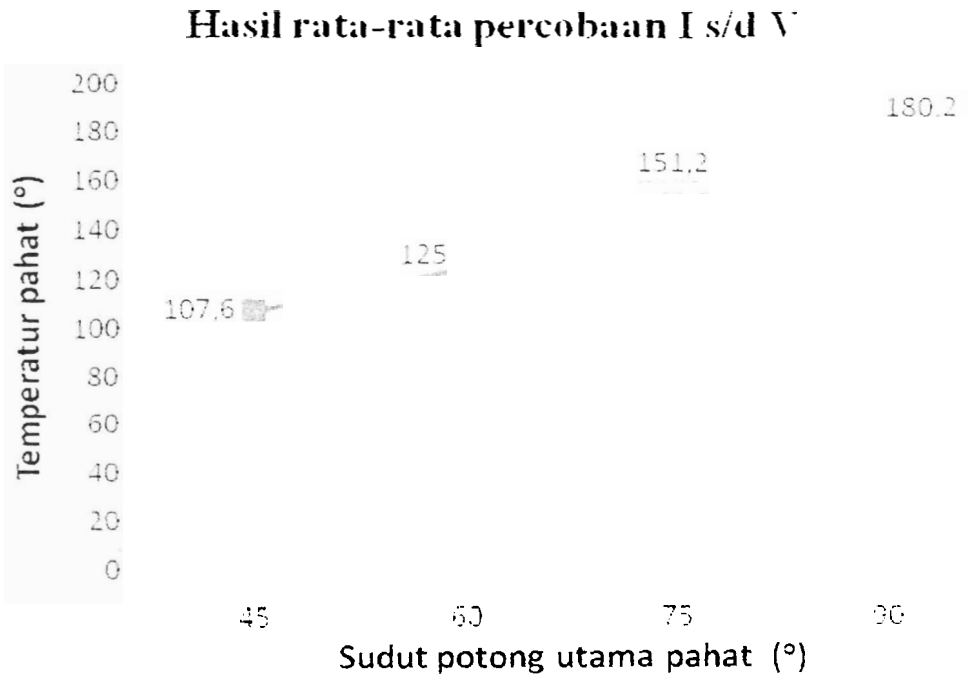
Gambar 13: Grafik hasil percobaan 5

Pada percobaan V temperatur pahat terendah saat proses pemesinan adalah 98 °C dengan kondisi sudut potong utama pahat 45°. Sedangkan temperatur tertinggi 191 °c dengan kondisi sudut potong utama pahat 90°.

6. Hasil pengukuran rata-rata

Tabel 10. Hasil pengukuran rata-rata

sudut potong utama (κr)	temperatur pahat (°C)
45	107,6
60	125
75	151,2
90	180,2



Gambar 14. Grafik hasil rata-rata percobaan 1 s/d 5

Dari lima kali ekperimen yang dilakukan, maka dapat diambil nilai rata-rata temperatur pahat saat proses pemesinan berlangsung, seperti yang tercantum pada tabel 6 dan gambar 7. Temperatur terendah pahat saat proses pemesinan berlangsung sebesar 107,6 °C dengan kondisi sudut potong utama

pahat 45°, sedangkan temperatur ahat tertinggi sebesar 180,2 ^oC dengan kondisi sudut potong utama pahat 90°.

B. Pembahasan

Pada seluruh percobaan mulai percobaan I hingga percobaan ke V menunjukkan bahwa terjadi pengaruh yang cukup signifikan terhadap perubahan temperatur kerja pahat sebagai akibat dari variasi sudut penggunaam sudut potong utama yang berbeda-beda.

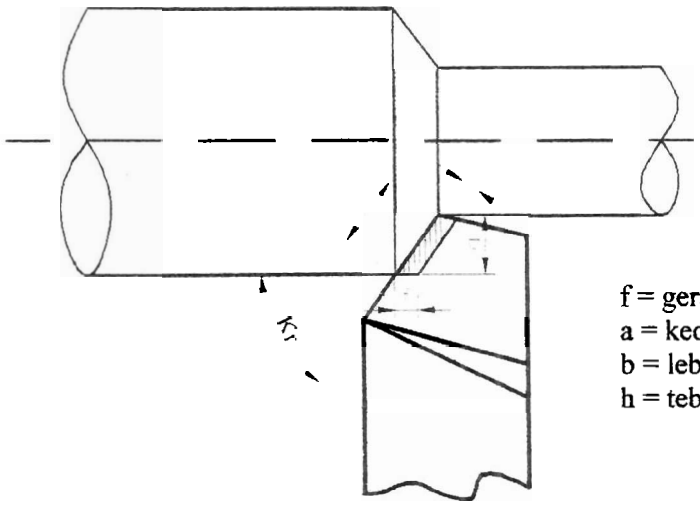
Grafik pada gambar 7 sebagai kesimpulan rata-rata hasil seluruh percobaan menunjukkan bahwa temperatur kerja pahat bubut berbanding lurus terhadap penggunaan sudut potong utama pahat (45°; 60°; 75°; 90°). Grafik tersebut menunjukkan hubungan positif antara sudut potong utama terhadap temperatur kerja pahat pada saat proses pemesinan berlangsung. Semakin besar nilai sudut potong utama (κ_r hingga 90°), temperatur kerja pahat akan meningkat juga.

Dari grafik menunjukkan bahwa sudut potong utama (κ_r) mempunyai pengaruh terhadap temperatur kerja pahat. Semakin kecil sudut potong utama (dari 90°; 75°; 60°; hingga 45°) maka temperatur kerja pahat relatif semakin rendah. Hal ini memberikan dampak terhadap keausan pahat, apabila sudut potong utama relatif lebih rendah akan mengurangi tingkat keausan pahat sehingga umurnya lebih tinggi bila dibandingkan dengan menggunakan sudut potong utama yang relatif lebih besar.

Sistem pemotongan tegak (*orthogonal cutting*) terjadi bila sudut potong utama $\kappa_r = 90^o$ dan sudut miring $\lambda \neq 0^o$. Untuk luas penampang geram sebelum

terpotong (A = f.a; dimana: f = gerak makan/*feeding* dan a = kedalaman pemotongan /*depth of cut*) yang sama maka lebar pemotongan [illegible] akan lebih panjang bila $\kappa_r < 90^o$. Hal ini akan menyebabkan bidang kontak antara geram dengan bidang geram pahat menjadi lebih luas sehingga mempercepat pembuangan laju panas dan temperatur pahat menjadi tidak begitu tinggi (Rochim 1993:34).

Sudut potong utama mempunyai peran: menentukan lebar dan tebal geram sebelum terpotong (b dan h) serta menentukan panjang mata potong yang aktif atau panjang kontak antara antara geram dengan bidang pahat



f = gerak makan
a = kedalaman pemotongan
b = lebar geram sebelum terpotong
h = tebal geram sebelum terpotong

Gambar 15. Bidang kontak antara pahat dengan benda kerja

Aplikasi dalam penggunaan sudut potong utama yang relatif lebih kecil ($\kappa < 0^o$) diterapkan pada proses pengasaran (*roughing*), dimana pada proses ini operator dapat menggunakan kedalaman pemotongan (*a*) dan gerak makan (*f*) yang relatif lebih besar agar produktivitas lebih tinggi.

C. Keterbatasan

Pengukuran temperatur kerja pahat dalam penelitian ini menggunakan *thermocouple* digital yang ditempelkan pada bidang potong utama. Pengambilan data temperatur maksimum dilakukan selama proses pembubutan berlangsung. Terdapat titik lemah dari metode pengukuran temperatur pahat dalam penelitian ini, yaitu mekanisme penempatan sensor *thermocouple.* Sensor *thermocouple* menyentuh bidang potong utama pahat dan juga besentuhan dengan kondisi temperatur luar. Karena *thermocouple* digital yang digunakan memiliki sensitifitas yang cukup tinggi maka hasil pengukuran temperatur kerja pahat dapat juga dipengaruhi oleh kondisi temperatur luar. Karena kondisi temperatur luar lebih rendah dari temperatur bidang aktif pahat selama proses pembubutan, maka temperatur yang sesunguhnya terjadi pada permukan pahat kurang akurat akan terbaca lebih rendah dari yang sesungguhnya.

Metode penempatan sensor *thermocouple* yang sebaiknya adalah dibagian dalam pahat. Untuk menempatkan sensor *thermocouple* ini maka perlu dibuat sebuah lubang yang mana ujung dari lubang tersebut tepat berada di bagian titik aktif kerja pahat. Untuk membuat tempat atau posisi sensor *thermocouple* diperlukan sebuah alat yang pembuat lubang tersebut, yaitu EDM (*Electrict Discharge Machine*).

Dalam percobaan pada penelitian ini penulis tidak menggunakan alat EDM (*Electrical Discharge Machining*), hal ini dikarenakan laboratorium teknologi produksi Teknik Mesin tidak memiliki peralatan tersebut. Penempatan sensor

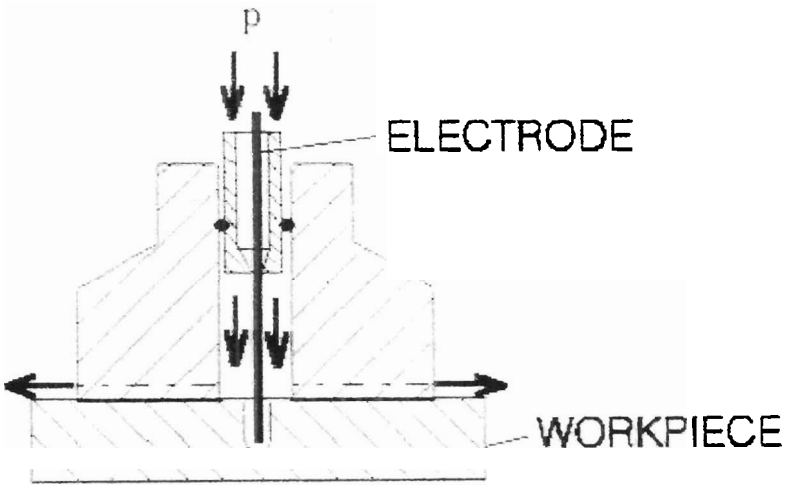
thermocouple pada permukaan bidan utama adalah sebagai alternatif pengukuran temperatur kerja pahat selama proses pemesinan berlangsung. Informasi yang diperoleh dari hasil penelitian ini setidaknya sudah dapat menggambarkan dari kondisi yang sebenarnya dari tujuan penelitian yang ingin dicapain. Namun demikian untuk pengembangan penelitian selanjutnya dapat menggunakan peralatan EDM (*Electrical Discharge Machining*) untuk mendapatkan hasil yang lebih memuaskan.

D. Sekilas Tentang EDM (*Elecrical Discharge Machining)*

Pahat bubut HSS merupakan material yang keras, terlalu sulit untuk melalukan pelubangan pada pahat ini dengan menggunakan mesin konvensional biasa seperti mesin gurdi (*drilling* machine). Untuk memecahkan masalah tersebut, maka EDM (*Elecrical Discharge Machining)* adalah peralatan yang tepat untuk pembuatan lubang sebagai penempatan sensor *thermocouple. EDM* yang kadang-kadang disebut juga dengan *spark erosion machining,* adalah suatu proses manufaktur yang mana proses pembentukan suatu objek benda kerja dengan menggunakan lucutan listrik (percikan). Pembuangan material dari benda kerja terjadi melalui serangkaian lucutan/percikan listrik secara cepat yang terjadi berulang-ulang antara dua elektroda. Proses EDM merupakan sebuah metode pemesinan keras terutama digunakan untuk logam yang sangat sulit dilakukan dengan mesin teknik tradisional. Pembentukan lubang kecil pada ujung pahat memanfaatkan lucutan lompatan listrik yang keluar dari elektroda. Loncatan listrik ini terjadi

MILIK PERPUSTAKAAN
UNIV. NEGERI PADANG

secara simultan hingga mengikis material pahat secara berangsur-angsur yang kemudian terbentuklah lubang dengan diameter tertentu pada ujung pahat.



Gambar 16. Pembuatan lubang dengan EDM

BAB V
KESIMPULAN DAN SARAN

A. Kesimpulan

Dari hasil ekperimen dan pengamatan yang telah dilakukan, dapat ditarik beberapa kesimpulan:

1. Harga sudut potong utama menentukan tipe pemotongan apa yang dilakukan. *Oblique cutting* atau *orthogonal cutting*.
2. Dari hasil eksperimen yang telah dilakukan menunjukkan bahwa penggunaan sudut potong utama 45° memberikan pengaruh temperatur kerja pahat yang lebih rendah bila dibandingkan dengan sudut 60°; 75°; dan 90°. Semakin besar sudut potong utama κ_r temperatur kerja pahatpun relatif semakin tinggi.
3. Temperatur kerja pahat terendah 107,6 ^oC terjadi pada kondisi sudut potong utama κ_r sebesar 45°, sedangkan temperatur kerja pahat tertinggi $180{,}2^o$ terjadi pada kondisi sudut potong utama κ_r sebesar 90°.
4. Temperatur kerja pahat yang relatif rendah akan mengurangi tingkat keausan pahat yang berdampak pada umur pahat yang lebih panjang.

B. Saran

Beberapa saran yang dapat diajukan:

1. Bagi operator mesin bubut: gunakan sistem pemotongan miring (*oblique cutting*) dengan mengunakan sudut potong utama $< 90^o$ untuk agar

temperatur kerja pahat tidak terlalu tinggi sehingga dapat memperpanjang umur pahat dan meningkatkan produksi.

2. Untuk melakukan pembubutan kasar (*roughing*), operator dapat menggunakan mekanisme *oblique cutting* ($\kappa_r < 90^o$) untuk mempercepat produksi karena dengan mekanisme ini gerak makan (*feeding*) dan kedalaman pemotongan (*depth of cuti*) relatif dapat diperbesar bila dibandingkan dengan mekanisme *orthogonal cutting* ($\kappa_r = 90^o$).
3. Penelitian tentang temperatur kerja pahat bubut dengan menggunakan alat ukur temperatur *thermocouple* dapat lebih dikembangkan lagi dengan mempertimbangkan posisi penempatan ujung sensor *thermocouple*. Pembuatan tempat sensor *thermocouple* ini dapat menggunakan EDM (*Electrical Discharge Machining*) yang memanfaatkan lucutan-lucutan listrik dari ujung elektrodanya.

Daftar Pustaka

Djaprie, Sriati. (2000). *Metalugrafi Fisik Modern Edisi Keempat.* Gramedia: Jakarta.

Hardjapamekas, Eddy D. (1985). *Pengerjaan Logam dengan Mesin.* Angkasa: Bandung.

Krar,S.F (1984). *Technology of Machine Tools Third Edition.* Greg division/ Mc Graw – Hill Book Company. USA.

Makhzu, Suarman (1991). *Teknologi Proses Pemesinan.* Pusat Media Pendidikan/MRC. FPTK IKIP Padang: Padang

Priambodo, Bambang. (1993). *Teknologi Mekanik Edisi ke Tujuh Versi SI.* Erlangga:Jakarta. Terjemahan dari Amstead, B.H (1979). *Manufacturing Processes 7th Edition.*

Rochim, Taufik. (1993). *Teori dan Teknologi Proses Pemesinan.*FTI-ITB: Bandung.

UNIV. NEGERI PADANG