



**PENGARUH GEOMETRI SUDUT PAHAT HSS  
TERHADAP KEKASARAN PERMUKAAN DAN  
STRUKTUR MAKRO PADA PROSES BUBUT RATA  
BAJA KARBON SEDANG EMS 45**

**Skripsi**

Diajukan sebagai salah satu persyaratan  
untuk memperoleh gelar Sarjana Pendidikan  
Program Studi Pendidikan Teknik Mesin

Oleh

Ridwan Wafdulloh

5201412058

**JURUSAN TEKNIK MESIN  
FAKULTAS TEKNIK  
UNIVERSITAS NEGERI SEMARANG  
2017**

## HALAMAN PENGESAHAN

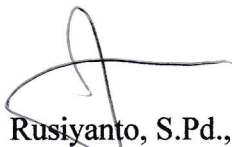
Skripsi dengan judul “Pengaruh Geometri Sudut Pahat HSS Terhadap Kekasaran Permukaan dan Struktur Makro Pada Proses Bubut Rata Baja Karbon Sedang EMS 45” telah dipertahankan di depan sidang Panitia Ujian Skripsi Fakultas Teknik UNNES pada tanggal 4 Januari 2017.

Oleh

Nama : Ridwan Wafdulloh  
NIM : 5201412058  
Program Studi : Pendidikan Teknik Mesin S1

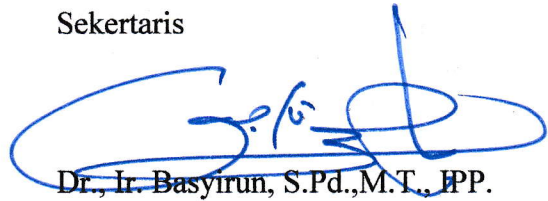
Panitia

Ketua Panitia



Rusiyanto, S.Pd., M.T.  
NIP. 197403211999031002

Sekretaris




Dr. Ir. Basyirun, S.Pd., M.T., I.P.P.  
NIP. 196809241994031002

Penguji Utama



Dr. Rahmat Doni Widodo, S.T., M.T.  
NIP. 197509272006041002

Pembimbing I



Dr. Wirawan Sumbodo, M.T.  
NIP. 196601051990021002

Pembimbing II



Rusiyanto, S.Pd., M.T.  
NIP. 197403211999031002

Mengetahui,

Dekan Fakultas Teknik UNNES



Dr. Nur Qudus, M.T.  
NIP. 196911301994031001

## PERNYATAAN KEASLIAN

Yang bertanda tangan di bawah ini :

Nama Mahasiswa : Ridwan Wafdulloh  
NIM : 5201412058  
Program Studi : Pendidikan Teknik Mesin S1  
Fakultas : Fakultas Teknik Universitas Negeri Semarang

dengan ini menyatakan bahwa skripsi dengan judul **“Pengaruh geometri sudut pahat HSS terhadap kekasaran permukaan dan struktur makro pada proses bubut rata baja karbon sedang EMS 45”** ini merupakan hasil karya saya sendiri dan belum pernah diajukan untuk memperoleh gelar kesarjanaan di suatu perguruan tinggi manapun, dan sepanjang pengetahuan saya dalam skripsi ini tidak terdapat karya atau pendapat yang pernah ditulis atau diterbitkan oleh orang lain, kecuali yang tertulis diacu dalam naskah ini dan disebutkan dalam daftar pustaka.

Semarang, Januari 2017  
yang membuat pernyataan



Ridwan Wafdulloh  
5201412058

## ABSTRAK

**Wafdulloh, Ridwan. 2016.** Pengaruh geometri sudut pahat HSS terhadap kekasaran permukaan dan struktur makro pada proses bubut rata baja karbon sedang EMS 45. Skripsi. Jurusan Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Negeri Semarang. Dr. Wirawan Sumbodo, M.T. dan Rusiyanto, S.Pd., M.T.

Suatu komponen mesin biasanya mempunyai karakteristik atau *standard* yang sudah direncanakan dan ditentukan kekasarannya sesuai dengan penggunaan komponen tersebut. Terlebih menyangkut pada masalah keausan, gesekan, pelumasan, ketahanan terhadap kelelahan dan sebagainya. Geometri sudut pahat merupakan salah satu faktor yang mempengaruhi tingkat kekasaran permukaan. Tujuan penelitian ini adalah untuk mengetahui pengaruh variasi geometri sudut pahat HSS terhadap kekasaran permukaan dan struktur makro pada proses bubut rata baja karbon sedang EMS 45.

Metode penelitian yang digunakan adalah metode eksperimen, yaitu bertujuan untuk mengetahui sebab akibat berdasarkan perlakuan yang diberikan pada saat penelitian. Pada penelitian ini, perlakuan yang diberikan yaitu variasi sudut geram dan sudut bebas sisi. Variasi sudut geram yang digunakan yaitu 12°, 14°, 16° dan 20°. Sedangkan variasi sudut bebas sisi yang digunakan yaitu 8°, 9° dan 10°. Setelah proses pembubutan, selanjutnya dilakukan uji kekasaran dan foto makro pada masing-masing spesimen. Analisis data yang digunakan pada penelitian ini adalah statistik deskriptif.

Hasil pengujian kekasaran menghasilkan nilai kekasaran yang fluktuatif. Terutama pada sudut geram 12° dan 20°. Nilai kekasaran paling tinggi (paling kasar) adalah spesimen dengan variasi sudut geram 20° dan sudut bebas sisi 10° yaitu 6,985  $\mu\text{m}$ , sedangkan nilai kekasaran paling rendah (paling halus) adalah spesimen dengan variasi sudut geram 12° dan sudut bebas sisi 8° yaitu 2,593  $\mu\text{m}$ . Hasil dari pengujian kekasaran berbanding lurus dengan hasil foto makro Foto makro dengan hasil guratan paling baik (halus) didapatkan pada spesimen dengan variasi sudut geram 12° dan sudut bebas sisi 8°, sedangkan foto makro yang paling buruk (kasar) didapatkan pada spesimen dengan variasi sudut geram 20° dan sudut bebas sisi 10°. Jadi dapat disimpulkan bahwa nilai kekasaran paling optimal dan struktur makro yang paling baik yaitu pada spesimen dengan variasi sudut geram 12° dan sudut bebas sisi 8°.

Kata kunci : geometri sudut pahat, kekasaran permukaan, struktur makro, baja EMS 45, bubut rata

## **MOTTO DAN PERSEMBAHAN**

### **MOTTO**

1. Man jadda wajadda. Barang siapa yang bersungguh-sungguh maka akan berhasil.
2. Intansurulloh yansurkum wayutsabit aqdamakum. Jika kamu menolong pada agama Allah, niscaya Dia akan menolongmu dan meneguhkan kedudukanmu.

### **PERSEMBAHAN**

Karya ini saya persembahkan untuk :

1. Ibu Sukesi Werdiyati dan bapak Yusuf Sunaryo, yang selalu memberi semangat, motivasi dan doa tanpa henti.
2. Keluarga yang saya sayangi.
3. Teman-teman teknik mesin angkatan 2012 dan remaja ngijo yang selalu memberikan saya semangat.

## **PRAKATA**

Puji syukur kehadiran Allah SWT atas segala limpahan rahmat dan hidayah-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi dengan judul “Pengaruh geometri sudut pahat HSS terhadap kekasaran permukaan dan struktur makro pada proses bubut rata baja karbon sedang EMS 45”. Skripsi ini disusun dalam rangka menyelesaikan Studi Strata 1 untuk memperoleh gelar Sarjana Pendidikan pada Jurusan Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Negeri Semarang. Penulis menyadari bahwa tanpa bantuan dan bimbingan dari berbagai pihak, penelitian ini tidak akan terlaksana dengan baik. Penulis dengan segala kerendahan hati ingin menyampaikan ucapan terima kasih kepada :

1. Dr. Nur Qudus, M.T., Dekan Fakultas Teknik Universitas Negeri Semarang.
2. Rusiyanto, S.Pd. M.T, Ketua Jurusan Teknik Mesin dan Ketua Program Studi Pendidikan Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Negeri Semarang sekaligus sebagai dosen pembimbing dua yang telah meluangkan waktu untuk memberikan bimbingan, arahan dan motivasi dalam menyelesaikan skripsi ini.
3. Dr. Wirawan Sumbodo, M.T. sebagai dosen pembimbing satu yang telah meluangkan waktu untuk memberikan bimbingan, arahan dan motivasi dalam menyelesaikan skripsi ini.
4. Dr. Rahmat Doni Widodo, S.T., M.T. sebagai dosen penguji yang telah memberikan pengarahan dalam menyelesaikan skripsi ini.

5. Kedua orang tua yang selalu memberi semangat dan motivasi dalam mengerjakan skripsi ini.
6. Keluarga besar mahasiswa Pendidikan Teknik Mesin angkatan 2012 yang telah berjuang bersama-sama. .
7. Semua pihak yang telah banyak membantu, yang tidak bisa disebutkan satu per satu.

Penulis mengharapkan kritik dan saran yang membangun untuk perbaikan skripsi ini. Semoga Allah SWT memberikan pahala yang berlipat atas semua bantuan dan kebaikan-Nya, Amin.

Semarang, Januari 2017

Penulis

## DAFTAR ISI

	HALAMAN
<b>HALAMAN JUDUL</b> .....	i
<b>HALAMAN PENGESAHAN</b> .....	ii
<b>PERNYATAAN KEASLIAN</b> .....	iii
<b>ABSTRAK</b> .....	iv
<b>MOTTO DAN PERSEMBAHAN</b> .....	v
<b>PRAKATA</b> .....	vi
<b>DAFTAR ISI</b> .....	viii
<b>DAFTAR SIMBOL DAN SINGKATAN</b> .....	x
<b>DAFTAR TABEL</b> .....	xi
<b>DAFTAR GAMBAR</b> .....	xii
 <b>BAB I PENDAHULUAN</b>	
1.1. Latar Belakang.....	1
1.2. Identifikasi Masalah.....	4
1.3. Pembatasan Masalah.....	4
1.4. Rumusan Masalah.....	5
1.5. Tujuan Penelitian .....	5
1.6. Manfaat Penelitian .....	6
 <b>BAB II KAJIAN PUSTAKA</b>	
2.1. Landasan Teori .....	7
2.2. Kajian Penelitian yang Relevan.....	31
2.3. Kerangka Berpikir .....	33



### **BAB III METODOLOGI PENELITIAN**

3.1. Alat Penelitian .....	35
3.2. Bahan Penelitian .....	35
3.3. Prosedur Penelitian .....	35
3.4. Waktu dan Tempat Penelitian.....	43
3.5. Teknik Pengumpulan Data .....	43
3.6. Variabel Penelitian.....	44
3.7. Teknik Analisis Data .....	44

### **BAB IV HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN**

4.1. Hasil Penelitian.....	46
4.2. Pembahasan .....	56
4.3. Keterbatasan Penelitian .....	59

### **BAB V PENUTUP**

5.1. Kesimpulan.....	60
5.2. Saran .....	60

<b>DAFTAR PUSTAKA .....</b>	<b>62</b>
-----------------------------	-----------

<b>LAMPIRAN.....</b>	<b>64</b>
----------------------	-----------

## DAFTAR SIMBOL DAN SINGKATAN

<b>Simbol</b>	<b>Arti</b>
$A_{\alpha}$	Bidang utama / bidang bantu
$A_{\gamma}$	Bidang geram
Co	<i>Cobalt</i>
Cr	<i>Chromium</i>
mm	<i>Milimeter</i>
Mo	<i>Molybdenum</i>
n	Putaran benda kerja
$P_n$	Bidang normal
$P_o$	Bidang orthogonal
$P_r$	Bidang referensi
$P_s$	Bidang mata potong
S	Mata potong utama / mata potong bantu
V	<i>Vanadium</i>
W	<i>Wolfram / tungsten</i>
$\alpha_0$	Sudut bebas ortogonal
$\mu\text{m}$	<i>Micrometer</i>
$\phi$	Sudut geser

<b>Singkatan</b>	<b>Arti</b>
AISI	<i>American Iron and Steel Institute</i>
ASA	<i>American Standard Association</i>
ASM	<i>American Society for Metals</i>
CBN	<i>Carbon Boron Nitride</i>
HSS	<i>High Speed Steel</i>
ISO	<i>International Standard Organization</i>
Ra	Harga kekasaran rata-rata aritmatik
Rpm	<i>Rotation per minute</i>

## DAFTAR TABEL

Tabel	Halaman
2.1. Standar umum $V_c$ (kecepatan potong) dan gerak makan $f$ .....	10
2.2. Harga radius pojok.....	18
2.3. Kecepatan potong ( $V_c$ ) pahat HSS dan karbida .....	19
2.4. Angka kekasaran permukaan menurut standar ISO 1302.....	24
2.5. Kandungan baja AISI 1045 atau EMS 45.....	30
2.6. <i>Typical applications and mechanical property ranges for Oil-quenched and tempered plain carbon and alloy steels</i> .....	31
3.1. Lembar pengumpulan data uji kekasaran .....	41
4.1. Hasil pengujian kekasaran .....	46
4.2. Konversi rata-rata nilai kekasaran hasil penelitian terhadap angka tingkat kekasaran.....	58

## DAFTAR GAMBAR

Gambar	Halaman
2.1. Mesin bubut .....	8
2.2. Skematis kecepatan potong.....	10
2.3. Jenis pembubutan.....	12
2.4. Pembentukan serpih.....	13
2.5. Pahat rata kanan .....	15
2.6. Pahat rata kiri.....	15
2.7. Bagian-bagian pahat .....	17
2.8. Kekasaran dan jangkauan sifat material pahat.....	19
2.9. Jenis pahat HSS .....	21
2.10. Kekasaran gelombang dan kesalahan bentuk suatu permukaan .....	22
2.11. Ketidakteraturan tingkat pertama .....	23
2.12. Ketidakteraturan permukaan tingkat kedua .....	23
2.13. Ketidakteraturan permukaan tingkat ketiga.....	23
2.14. Ketidakteraturan permukaan tingkat keempat .....	24
2.15. Ketidakteraturan permukaan gabungan .....	24
2.16. Angka tingkat kekasaran.....	28
2.17. Kerangka pikir penelitian .....	34
3.1. Diagram alir penelitian .....	36
3.2. Spesimen benda kerja awal setelah dipotong .....	37
3.3. Spesimen benda kerja setelah pengerjaan awal .....	37
3.4. Spesimen benda kerja .....	37
3.5. Proses pengasahan pahat dan spesimen pahat .....	38
3.6. Mesin bubut .....	38
3.7. <i>Setting</i> pahat.....	39
3.8. Proses pembubutan .....	40
3.9. Alat uji kekasaran <i>Surfcorder Se300</i> .....	40
3.10. Pengujian kekasaran dengan <i>Surfcorder Se300</i> .....	41

3.11. Alat uji foto makro.....	42
3.12. Spesimen diletakkan pada landasan mikroskop optik .....	42
3.13. Pengambilan foto makro.....	43
4.1. Grafik hasil pengujian kekasaran.....	48
4.2. Grafik hasil pengujian kekasaran.....	48
4.3. Grafik hasil pengujian kekasaran.....	49
4.4. Grafik hasil pengujian kekasaran.....	49
4.5. Hasil foto makro spesimen dengan sudut geram 12° dan sudut bebas sisi 8° .....	50
4.6. Hasil foto makro spesimen dengan sudut geram 12° dan sudut bebas sisi 9° .....	50
4.7. Hasil foto makro spesimen dengan sudut geram 12° dan sudut bebas sisi 10° .....	51
4.8. Hasil foto makro spesimen dengan sudut geram 14° dan sudut bebas sisi 8° .....	51
4.9. Hasil foto makro spesimen dengan sudut geram 14° dan sudut bebas sisi 9° .....	51
4.10. Hasil foto makro spesimen dengan sudut geram 14° dan sudut bebas sisi 10° .....	52
4.11. Hasil foto makro spesimen dengan sudut geram 16° dan sudut bebas sisi 8° .....	52
4.12. Hasil foto makro spesimen dengan sudut geram 16° dan sudut bebas sisi 9° .....	52
4.13. Hasil foto makro spesimen dengan sudut geram 16° dan sudut bebas sisi 10° .....	53
4.14. Hasil foto makro spesimen dengan sudut geram 20° dan sudut bebas sisi 8° .....	53
4.15. Hasil foto makro spesimen dengan sudut geram 20° dan sudut bebas sisi 9° .....	53
4.16. Hasil foto makro spesimen dengan sudut geram 20° dan sudut bebas sisi 10° .....	54
4.17. Hasil foto makro spesimen dengan sudut geram 12° dan sudut bebas sisi 8°, 9° dan 10°.....	54
4.18. Hasil foto makro spesimen dengan sudut geram 14° dan sudut bebas sisi 8°, 9° dan 10°.....	55
4.19. Hasil foto makro spesimen dengan sudut geram 16°	

dan sudut bebas sisi $8^\circ$ , $9^\circ$ dan $10^\circ$ .....	55
4.20. Hasil foto makro spesimen dengan sudut geram $20^\circ$ dan sudut bebas sisi $8^\circ$ , $9^\circ$ dan $10^\circ$ .....	56

# **BAB I**

## **PENDAHULUAN**

### **1.1. Latar Belakang**

Pada saat ini dalam industri manufaktur proses pemesinan merupakan salah satu proses yang paling banyak digunakan untuk membuat komponen mesin. Salah satu proses pemesinan dalam industri manufaktur adalah proses pembubutan. Pada proses pembubutan ada beberapa faktor yang mempengaruhi hasil dari proses pembubutan tersebut. Selain itu dibutuhkan kecermatan dan ketelitian dalam proses pembubutan sehingga dapat mengurangi kesalahan dalam proses produksi dan dapat menghasilkan produk yang berkualitas.

Pengerjaan pemesinan pada industri-industri manufaktur terutama yang menggunakan bahan baja ataupun logam sebagai bahan baku produksinya saat ini berkembang sangat pesat. Baja ataupun logam banyak digunakan untuk membuat alat-alat perkakas, komponen-komponen, komponen-komponen mesin dan lain sebagainya. Pada pemakaiannya semua struktur baja ataupun logam akan terkena pengaruh gaya dari luar, sehingga cepat atau lambat akan mengalami deformasi atau berubah bentuk. Setiap baja atau logam mempunyai karakteristik yang berbeda sesuai kegunaannya, sehingga perlu pengerjaan yang berbeda untuk dapat digunakan sesuai keinginan dan dapat bertahan lama.

Baja atau logam sudah terkenal karena sifatnya yang mempunyai kekuatan yang tinggi, ketahanan aus yang tangguh. Salah satu bahan yang sering digunakan yaitu baja karbon sedang yang memiliki kadar karbon 0,3%-0,6% yang cukup keras

dan tangguh (Callister, 2006: 361). Salah satu dari baja karbon sedang yang banyak digunakan dalam teknik pemesinan adalah baja AISI 1045 atau EMS 45 yang memiliki kandungan karbon 0,45%. Jenis baja ini dalam penggunaannya banyak digunakan pada komponen-komponen mesin yaitu *gear*, poros engkol dan poros roda gigi yang memerlukan ketahanan yang bagus. Poros engkol serta roda gigi dan poros dalam penggunaannya dibutuhkan tingkat kepresisian yang tinggi, karena fungsinya sebagai komponen penggerak utama pada mesin. Untuk memperpanjang umur komponen tersebut selain kepresisian yang tinggi dibutuhkan juga tingkat kekasaran yang rendah (kehalusan yang tinggi) agar tidak menimbulkan gesekan yang besar antar komponen tersebut.

Suatu produk atau komponen biasanya mempunyai karakteristik atau *standard* yang sudah direncanakan dan ditentukan kekasarannya sesuai dengan penggunaan produk atau komponen tersebut. Terlebih pada komponen mesin khususnya menyangkut masalah keausan, gesekan, pelumasan, ketahanan terhadap kelelahan dan sebagainya. Sehingga dalam perencanaan dan pembuatannya diperlukan pertimbangan mengenai peralatan mesin yang mana yang harus digunakan serta faktor-faktor yang akan mempengaruhi hasil dari proses produksi.

Alat potong merupakan salah satu faktor yang mempengaruhi hasil dari proses pembubutan. Perkembangan alat potong kini sudah semakin maju seperti pahat karbida, keramik, *Carbide Boron Nitride* (CBN) dan *inserts tool*. Namun jenis pahat konvensional yaitu pahat *High Speed Steel* (HSS) masih sangat banyak digunakan baik dalam dunia industri maupun dunia pendidikan. Pahat HSS merupakan baja karbon tinggi yang mengalami proses perlakuan panas (*heat*



*treatment*) sehingga kekerasan menjadi cukup tinggi dan tahan terhadap temperatur tinggi tanpa menjadi lunak (*annealed*) (Rochim, 1993: 142).

Pahat HSS ini masih banyak digunakan karena lebih mudah dalam proses pembentukannya dengan manual tanpa menggunakan alat tambahan. Jika pahat HSS ini mengalami keausan dapat diasah kembali dengan mudah. Keuletan HSS juga cukup baik digunakan dalam pemotongan kecepatan rendah dengan getaran mesin yang tinggi. Sedangkan jika menggunakan pahat carbida, keramik atau CBN yang memiliki sifat lebih getas maka resiko keretakan pahat lebih besar. Pahat HSS bukan tanpa kekurangan, dalam segi ketahanan aus dan umur pahat HSS kalah dengan pahat carbida, keramik atau CBN.

Geometri sudut pahat yang tidak sesuai dengan *standard* yang sudah ditentukan maupun ketidaksesuaian dengan pengerjaan yang dilakukan misalnya dengan kedalaman pemakanan atau kecepatan putaran yang tidak sesuai menyebabkan pahat cepat aus. Masih sering dijumpai di *workshop* Unnes saat praktek pemesinan berlangsung banyak mahasiswa yang asal dalam mengasah pahat tanpa menghiraukan geometri sudut pahat yang sudah ditentukan. Geometri pahat memiliki sudut yang berbeda-beda disesuaikan dengan karakteristik material benda kerja yang digunakan agar hasil yang didapatkan dapat maksimal.

Untuk mendapat hasil yang baik dalam pembubutan banyak yang perlu diperhatikan salah satunya adalah sudut potong. Hasil pembubutan yang maksimal dapat diperoleh dari pemilihan geometri sudut pahat yang tepat sesuai dengan karakteristik benda kerja yang digunakan maupun kondisi pemotongan. Nilai geometri sudut pahat beberapa sudah ditentukan namun ada beberapa yang

memberikan *range* dan pilihan. Hal tersebut dimungkinkan karena karakteristik material benda kerja juga memiliki *range* tingkat kekerasan. Sehingga membutuhkan variasi geometri sudut pahat.

Berdasarkan latar belakang di atas maka penulis berinisiatif melakukan penelitian dengan judul “Pengaruh Geometri Sudut Pahat HSS Terhadap Kekasaran Permukaan dan Struktur Makro Pada Proses Bubut Rata Baja Karbon Sedang EMS 45”.

### **1.2. Identifikasi Masalah**

Berdasarkan uraian pada latar belakang di atas, maka penulis mengidentifikasi masalah-masalah yang akan dibahas dalam skripsi ini yaitu:

1. Banyak faktor yang mempengaruhi hasil dari proses pembubutan yaitu kecepatan putaran spindel, kedalaman potong, kecepatan pemakanan dan geometri sudut pahat.
2. Setiap material benda kerja memiliki karakteristik geometri sudut pahat yang berbeda.
3. Kekasaran permukaan yang baik atau halus akan membuat usia suatu komponen mesin menjadi lama.

### **1.3. Pembatasan Masalah**

Berdasarkan latar belakang dan identifikasi masalah yang telah diuraikan di atas, maka penulis membatasi masalah pada :

1. Mesin bubut yang digunakan adalah mesin bubut konvensional. Parameter pemesinan yang digunakan adalah putaran mesin 330 rpm, *depth of cut* 0.5 mm,

panjang pemakanan 60 mm dan geometri yang diuji adalah geometri sudut geram dan sudut bebas sisi.

2. Material yang digunakan adalah baja karbon sedang (EMS 45) dengan diameter 25,4 mm. Baja EMS 45 merupakan jenis baja yang diproduksi oleh PT. BHINEKA BAJANAS dengan kandungan kimia sesuai dengan katalog 0,48% C; 0,3% Si; 0,7 Mn.
3. Pengujian kekasaran hasil pembubutan menggunakan *surface roughness measuring instrument surfcorder se300* dan foto makro dengan perbesaran 200x.

#### **1.4. Rumusan Masalah**

Berdasarkan latar belakang dan identifikasi masalah yang telah diuraikan di atas, maka rumusan masalah dari penelitian ini sebagai berikut :

1. Seberapa besar pengaruh geometri sudut pahat HSS terhadap kekasaran permukaan pada proses bubut rata baja karbon sedang EMS 45 ?
2. Seberapa besar pengaruh geometri sudut pahat HSS terhadap struktur makro pada proses bubut rata baja karbon sedang EMS 45 ?

#### **1.5. Tujuan Penelitian**

Berdasarkan rumusan masalah di atas, maka tujuan penelitian ini adalah :

1. Untuk mengetahui pengaruh geometri sudut pahat HSS terhadap kekasaran permukaan pada proses bubut rata baja karbon sedang EMS 45.
2. Untuk mengetahui pengaruh geometri sudut pahat HSS terhadap struktur makro pada proses bubut rata baja karbon sedang EMS 45.

## **1.6. Manfaat Penelitian**

Adapun manfaat penelitian ini adalah :

1. Memberikan informasi tentang pengaruh geometri sudut pahat terhadap kekasaran permukaan pada proses bubut rata baja karbon sedang.
2. Memberikan informasi tentang pengaruh geometri sudut pahat terhadap struktur makro pada proses bubut rata baja karbon sedang.
3. Memberikan rekomendasi geometri sudut pahat yang optimum guna mendapatkan hasil pembubutan yang baik pada material baja karbon sedang.
4. Menambah sumber referensi di Perpustakaan Jurusan Teknik Mesin Unnes.

## **BAB II**

### **KAJIAN PUSTAKA**

#### **2.1. Landasan Teori**

##### **2.1.1. Proses Bubut**

Proses pemesinan untuk menghasilkan bagian-bagian mesin berbentuk silindris yang dikerjakan menggunakan mesin bubut (Widarto, 2008: 152). Prinsip dasarnya proses bubut dapat didefinisikan sebagai proses pemesinan bagian permukaan luar benda silindris atau bubut rata. Menurut (Widarto, 2008: 152) Proses bubut permukaan diklasifikasikan menjadi 3 proses yaitu :

1. Proses bubut rata adalah proses bubut yang arah gerakan pemakanannya tegak lurus terhadap sumbu benda kerja.
2. Proses bubut tirus sebenarnya identik dengan bubut rata namun jalannya pahat membentuk sudut tertentu terhadap sumbu benda kerja sehingga menghasilkan benda kerja yang tirus/miring.
3. Proses bubut kontur/bertingkat adalah proses bubut yang memvariasi kedalaman potong, sehingga menghasilkan bentuk yang diinginkan.

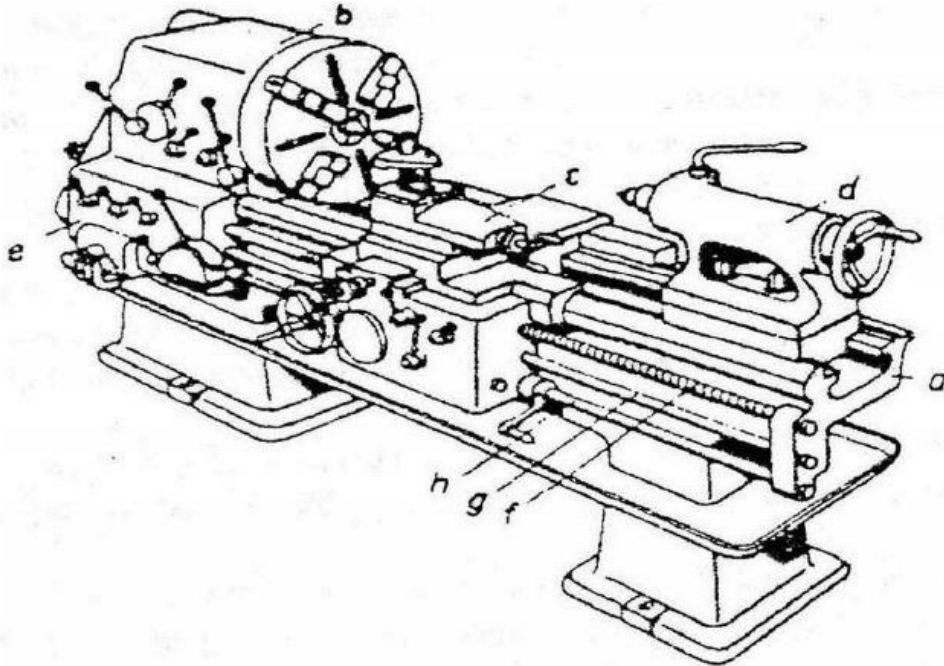
Ada beberapa gerakan-gerakan dalam proses bubut. Menurut (Faris, 2011) gerakan-gerakan dalam mesin bubut meliputi :

1. Gerakan berputar, kecepatan putar benda kerja digerakkan pada pahat dinamakan kecepatan potong.
2. Gerakan memanjang yaitu gerakan pemotongan yang sejajar dengan sumbu benda kerja.

3. Gerakan melintang yaitu gerakan pemotongan yang arahnya tegak lurus dengan benda kerja.

#### 2.1.1.1. Bagian-bagian Mesin Bubut

Gambar mesin bubut dan keterangan bagian-bagiannya.



Gambar 2.1. Mesin bubut (Wijayanto dalam Faris, 2011)

Keterangan gambar mesin bubut :

- a. *Weys* yaitu sebuah balok berbentuk rangka dengan tahanan yang besar terhadap puntiran dan ditumpu oleh dua kaki berbentuk rangka.
- b. *Head stock* (kepala tetap) yaitu bagian mesin yang terdapat *spindle* utama mesin yang berfungsi sebagai dudukan beberapa perlengkapan mesin bubut diantaranya adalah cekam, kollet, senter tetap atau pelat pembawa rata dan pelat pembawa berekor. Konstruksi *head stock* terdapat motor penggerak dan transmisinya untuk menggerakkan *spindel* mesin.

- c. *Coumpound rest* yaitu eretan untuk menggerakkan pahat yang dapat diputar membentuk sudut tertentu.
- d. *Tail stock* (kepala lepas) yaitu bagian mesin yang digunakan sebagaiudukan senter tetap, senter putar dan cekam bor bertangkai tirus yang pemasangannya dimasukkan ke dalam lubang tirus kepala lepas.
- e. *Feed change gear box* yaitu *handle* untuk merubah posisi *gear* sesuai dengan rasio yang diinginkan sehingga didapat putaran mesin sesuai yang diinginkan.
- f. *Lead screw* yaitu untuk pembuatan ulir (penguliran).
- g. *Feed road* yaitu untuk pembubutan otomatis yang mengubah gerakan putaran menjadi gerak lurus.
- h. Alas/meja mesin yaitu digunakan sebagai tempat kedudukan kepala lepas, eretan, penyangga diam dan merupakan tumpuan gaya pemakanan saat pembubutan.
- i. *Carriage* (eretan) merupakan tempat *tool post* merubah gerakan *feed road* dan *lead screw* menjadi gerak lurus dan melintang.
- j. *Tool post* yaitu digunakan untuk menjepit atau memegang pahat.

#### **2.1.1.2.Parameter Pada Mesin Bubut yang Mempengaruhi Kekasaran**

Mesin bubut memiliki beberapa parameter yang dapat diubah sesuai dengan kebutuhan pada saat proses pemotongan. Menurut (Widarto, 2008: 153) ada 3 parameter utama yang dapat diubah pada setiap proses bubut, yaitu :

1. Kecepatan putar *spindel*

Kecepatan putar  $n$  selalu dihubungkan dengan sumbu utama (*spindel*) dan benda kerja. Kecepatan putar dinotasikan sebagai putaran per menit (rpm). Tetapi

yang diutamakan dalam proses bubut adalah kecepatan potong (*cutting speed* atau  $V_c$ ). Secara sederhana kecepatan potong adalah hasil dari keliling benda kerja dikalikan dengan kecepatan putar :

$$V_c = \frac{\pi dn}{1000}, \text{ m/min}$$

Dimana :

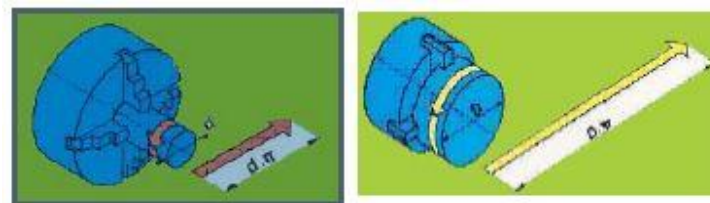
$V_c$  = kecepatan potong (m/menit)

$d$  = diameter benda kerja (mm)

$n$  = putaran benda kerja (putaran/menit)

Tabel 2.1. Standar umum  $V_c$  (kecepatan potong) dan gerak makan  $f$  (Tarmawan dalam Zubaidi, 2012)

$V_c$ (HSS) 10-25 m/min	$V_c$ (Carbida) 75-150 m/min	$V_c$ (Cooled Carbida) 150-250 m/min
$f$ (HSS) 0,05-0,15 mm/rev	$f$ (Carbida) 0,15-0,25 mm/rev	$f$ (Cooled Carbida) 0,2-0,35 mm/rev



Gambar 2.2. Skematis kecepatan potong (Widarto, 2008: 154)

Berdasarkan rumus di atas berarti kecepatan potong ditentukan oleh diameter benda kerja. Selain itu faktor lain seperti bahan benda kerja dan Bahan pahat sangat menentukan harga kecepatan potong. Karena pada dasarnya harga  $n$  sudah ditentukan sesuai dengan klasifikasi bahan benda kerja dan bahan pahat.

## 2. Gerak makan (*feed*)

Gerak makan (*feed*) adalah jarak yang ditempuh oleh pahat setiap benda kerja berputar satu kali. Sehingga satuan  $f$  adalah mm/putaran. Gerak makan



ditentukan berdasarkan kekuatan mesin, bahan benda kerja, bahan pahat, bentuk pahat dan kehalusan permukaan yang diinginkan. Gerak makan biasanya ditentukan oleh kedalaman potong ( $a$ ). Gerak makan tersebut berkisar antara  $1/3$  sampai  $1/20$  ( $a$ ) atau sesuai dengan kehalusan permukaan yang dikehendaki.

### 3. Kedalaman potong (*depth of cut*)

Kedalaman potong (*depth of cut*) adalah tebal bagian benda kerja yang dibuang dari benda kerja atau jarak antara permukaan yang dipotong dan yang belum dipotong. Ketika pahat memotong bagian benda kerja sedalam  $a$ , maka diameter benda kerja akan berkurang  $2a$ . Karena bagian permukaan benda kerja yang dipotong memiliki dua sisi akibat dari benda kerja yang berputar.

#### **2.1.1.3. Penyayatan dan Pembentukan Serpih**

##### 1. Jenis pembubutan menurut arah gerakan laju

###### a. Pembubutan memanjang

Gerakan laju berlangsung sejajar dengan sumbu putaran, sehingga bidang permukaan luar benda kerja (bidang garapan lengkung) yang disayat. Gerakan penyetelan kedalaman potong ditentukan oleh penyetelan tegak lurus terhadap sumbu putaran.

###### b. Pembubutan melintang

Gerakan laju berlangsung tegak lurus dengan sumbu putaran. Cara ini menghasilkan bidang rata tegak lurus terhadap sumbu putaran. Arah laju pemakanan dapat dari luar ke pusat sumbu putaran atau sebaliknya. Penyetelan kedalaman pemakanan berlangsung sejajar dengan sumbu putaran.

c. Pembubutan tirus

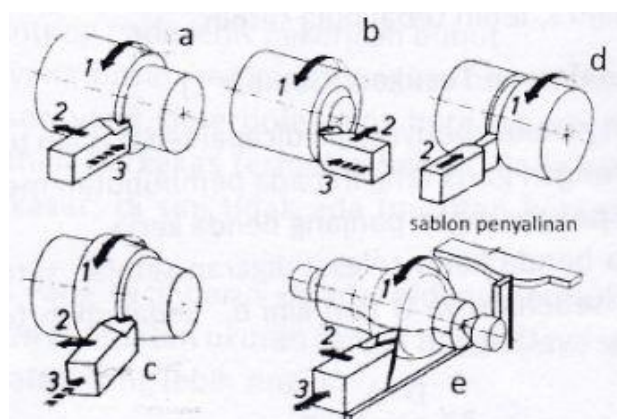
Pembubutan tirus merupakan penyayatan silindris yang menghasilkan perbedaan diameter secara konstan. Gerakan laju pemakanan berlangsung menyudut miring terhadap sumbu putaran, sehingga dihasilkan benda kerja yang berbentuk kerucut. Metode pembubutan ini digunakan untuk membuat poros tirus/konis.

d. Pembubutan alur

Pembubutan alur adalah penyayatan yang bertujuan untuk membuat sebuah alur. Ujung potong pahat yang digunakan biasanya sejajar dengan sumbu benda kerja (sudut pahat  $90^\circ$ ). Biasanya digunakan untuk membuat alur pemisah antara bentuk pembubutan silindris dan ulir.

e. Pembubutan radius/bulat

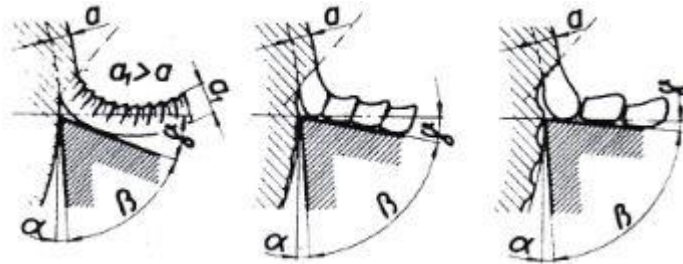
Gerakan laju pemakanan pada pembubutan ini berlangsung sejajar dan tegak lurus terhadap sumbu benda kerja. Pembubutan ini akan menghasilkan benda yang bulat atau radius tergantung pemakanannya. Seiring dengan perkembangan teknologi pembubutan ini dapat juga dengan mudah dilakukan dengan menggunakan pahat bubut yang berbentuk bulat atau radius.



Gambar 2.3. Jenis pembubutan (Schonmetz, 2013: 17)

## 2. Bentuk serpih

Pada dasarnya, pembentukan serpih pada pembubutan berlangsung sama seperti pengerjaan dengan menggunakan mesin lain, tetapi macam-macam bentuk serpih dapat diamati paling jelas pada pembubutan.



Gambar 2.4. Pembentukan serpih (Schonmetz, 2013: 21)

### a. Serpih leleh

Terbentuk pada bahan yang lunak dan alot, sudut serpih yang besar, serpih yang tipis dan kecepatan sayat menengah sampai tinggi. Proses penyayatan pada pahat terjadi berturut-turut sedemikian cepatnya sehingga membentuk keping-keping kecil yang tidak terputus, melainkan saling mendesak. Serpih ini akan menghasilkan bidang pengerjaan yang rata dan menepati ukuran sehingga pembentukan serpih leleh menguntungkan bagi hasil pengerjaan. Bagi operator mesin bubut serpih ini sangat mengganggu karena membelit benda kerja dan perkakas sehingga menyulitkan pekerjaan. Serpihan ini juga memakan banyak tempat di gudang. Untuk itu perlu diambil langkah yang bijaksana.

### b. Serpih kelupas

Terbentuk pada bahan benda kerja yang alot dan kecepatan sayat yang rendah. Serpih yang tebal mendukung pembentukannya. Kepingan serpih tidak terlempar dari benda kerja, melainkan hanya saling mendesak akibat tekanan sayat

yang tinggi sehingga terbentuk serpih yang tak terputus. Pengerjaan ini menghasilkan bidang yang kasar.

c. Serpih copot

Serpih copot terbentuk dari bahan yang keras dan rapuh. Contohnya seperti besi tuang, kuningan tuang. Semakin kecil sudut serpih, pembentukan serpih copot semakin jelas dan kecepatan sayat semakin tinggi, semakin tebal serpihannya. Akibat tenaga sayat, tekanan di dalam benda kerja meningkat sedemikian tingginya kepingan serpih copot terlempar. Copotnya serpih tidak selalu terjadi pada arah tekanan sayat sehingga dihasilkan permukaan yang sangat kasar. Pembentukan serpih copot mengakibatkan fluktuasi tekanan sayat yang tinggi dan terjadi pembebanan perkakas yang merugikan.

### 2.1.2. Geometri Pahat Bubut

Geometri atau bentuk pahat bubut terutama tergantung pada material benda kerja dan material pahat. Pahat bubut bermata tunggal, sudut pahat yang paling pokok adalah sudut geram (*rake angle*), sudut bebas (*clearance angle*), dan sudut sisi potong (*cutting edge angle*). Sudut-sudut pahat HSS dibentuk dengan diasah menggunakan mesin gerinda pahat (Widarto, 2008: 155).

Selain geometri pahat tersebut pahat bubut juga diidentifikasi berdasarkan letak sisi potong (*side edge angle*) yaitu pahat rata kanan dan pahat rata kiri.

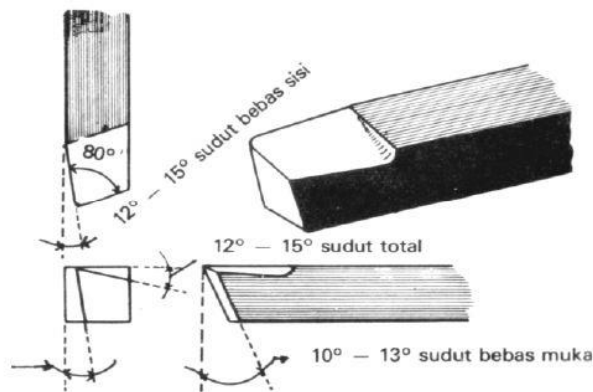
a. Pahat rata kanan

Pahat bubut rata kanan memiliki sudut baji  $80^\circ$  dan sudut-sudut bebas lainnya sebagaimana Gambar 2.5. digunakan untuk pembubutan rata memanjang

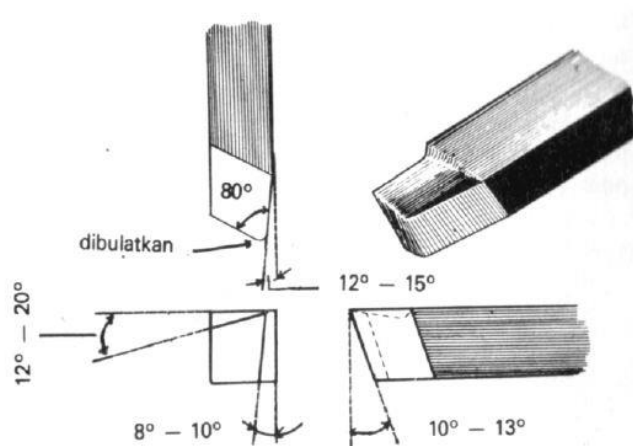
yang pemakanannya dimulai dari arah kiri menuju ke arah kanan mendekati cekam (Sumbodo, dkk. 2008: 255).

b. Pahat rata kiri

Pahat rata kiri memiliki sudut baji  $55^\circ$  dan sudut-sudut bebas lainnya sebagaimana Gambar 2.6. digunakan untuk pembubutan rata memanjang yang pemakanannya dimulai dari arah kanan menuju ke arah kiri menjauhi cekam (Sumbodo, dkk. 2008: 255).



Gambar 2.5. Pahat rata kanan (Sumbodo, dkk. 2008: 255)



Gambar 2.6. Pahat rata kiri (Sumbodo, dkk. 2008: 255)

Agar tujuan dari pengerjaan atau pemotongan dapat tercapai, geometri pahat harus dipilih sesuai dengan material benda kerja, material pahat dan kondisi pemotongan. Adapun tujuan dari pemotongan tersebut antara lain : rendahnya gaya

potong, tingginya umur pahat, halusnya permukaan benda kerja dan ketelitian geometri benda kerja.

Menurut (Rochim, 1993: 51) untuk mengenal bentuk dan geometrinya perlu dibedakan 3 hal yaitu :

a. Elemen pahat

- Badan (*body*) : bagian pahat yang dibentuk menjadi mata potong atau tempat untuk sisipan pahat (dari karbida atau keramik).
- Pemegang (*shank*) : bagian pahat untuk dipasangkan pada mesin perkakas. Bila bagian ini tidak ada maka fungsinya diganti dengan lubang pahat.
- Lubang pahat (*tool bore*) : lubang pada pahat dimana pahat dapat dipasang pada poros utama (*spindel*) atau poros pemegang dari mesin perkakas. Umumnya dipunyai oleh pahat frais.
- Sumbu pahat (*tool axis*) : garis maya yang digunakan untuk mendefinisikan geometri pahat. Umumnya merupakan garis tengah dari pemegang atau lubang pahat.
- Dasar (*base*) : bidang rata pada pemegang untuk meletakkan pahat sehingga mempermudah proses pembuatan, pengukuran atau pengasahan pahat.

b. Bidang pahat

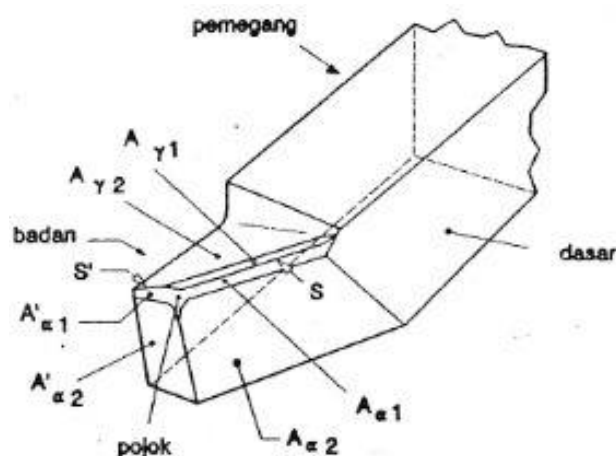
Merupakan permukaan aktif pahat. Setiap pahat mempunyai bidang aktif ini sesuai dengan jumlah mata potongnya (tunggal/jamak). Tiga bidang aktif dari pahat antara lain :

- Bidang geram ( $A_r$ , *Face*) : bidang dimana geram mengalir

- Bidang utama/mayor ( $A_\alpha$ , *Principal/Mayor Flank*) : bidang yang menghadap permukaan transien benda kerja. Permukaan transien benda kerja akan terpotong akibat gerakan pahat relatif terhadap benda kerja. Sebagian bidang utama akan terdeformasi sehingga bergesekan dengan permukaan transien benda kerja karena adanya gaya pemotongan.
  - Bidang bantu minor ( $A_\alpha$ , *Auxiliary/Minor Flank*) : bidang yang menghadap permukaan terpotong benda kerja., Sebagian kecil dari bagian bidang bantu akan terdeformasi dan menggesek permukaan benda kerja yang telah terpotong karena adanya gaya pemotongan.
- c. Mata potong pahat

Mata potong pahat adalah tepi dari bidang geram yang terpotong yang aktif memotong benda kerja. Ada dua jenis mata potong yaitu:

- Mata potong utama / Mayor ( $S$ , *Principal/Mayor Cutting Edge*): garis perpotongan antara bidang geram ( $A_\gamma$ ) dengan bidang utama ( $A_\alpha$ ).
- Mata potong bantu / Minor ( $S^1$ , *Auxiliary/Minor Cutting Edge*): garis perpotongan antara bidang geram ( $A_\gamma$ ) dengan bidang bantu ( $A_\alpha^1$ )



- Gambar 2.7. Bagian-bagian pahat

Mata potong utama akan bertemu dengan mata potong bantu pada pojok pahat (*tool corner*). Agar memperkuat pahat maka pojok dibuat *radius*. Radius pojok selain memperkuat pahat juga akan menentukan kehalusan permukaan hasil proses pemesinan (Rochim, 1993: 52).

Tabel 2.2. Harga *radius* pojok (Rochim, 1993: 91)

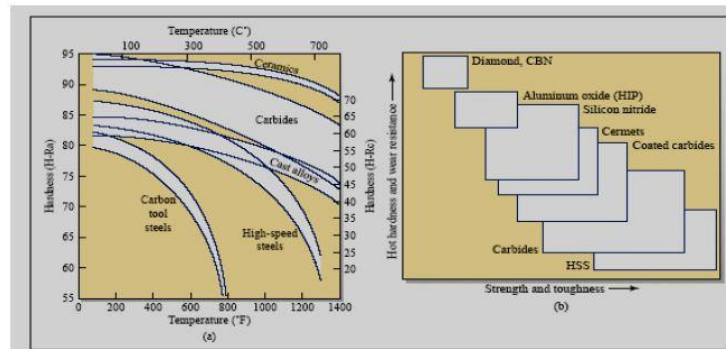
Kedalaman pemakanan (mm)	$r_E$ (mm)
s.d. 3	0.5 s.d. 0.8
3 s.d. 10	0.8 s.d. 1.5
10 s.d. 20	1.5 s.d. 2.0

### 2.1.3. Material Pahat

Pembentukan geram pada proses pemesinan tentu saja adalah dengan cara mempertemukan dua jenis material. Untuk menjamin kelangsungan proses ini dibutuhkan material pahat yang lebih unggul dari pada benda kerja (Rochim, 1993: 139). Pahat yang baik harus memiliki sifat-sifat tertentu, sehingga dapat menghasilkan produk yang berkualitas baik dan ekonomis. Kekerasan dan kekuatan pahat harus tetap bertahan pada temperatur tinggi, sifat ini disebut *Hot Hardness*. Ketangguhan (*toughness*) sangat diperlukan agar tidak mudah retak atau pecah terutama pada saat melakukan pemotongan dengan beban kejut (Widarto, 2008: 160).

Penentuan material pahat didasarkan pada jenis material dan kondisi pemotongan. Material yang ada mulai dari yang paling lunak tetapi ulet sampai dengan yang paling keras tetapi getas antara lain yaitu baja karbon, HSS, paduan cor *nonferro*, karbida, keramik, CBN, dan intan (Rochim, 1993: 141). Berikut sifat *hot hardness* dari beberapa material pahat ditunjukkan pada Gambar 2.8. dan *standard* kecepatan potong ( $V_c$ ) untuk beberapa jenis bahan pada Tabel 2.3.





Gambar 2.8. (a) Kekerasan dari beberapa macam material pahat sebagai fungsi dari temperatur, (b) jangkauan sifat material pahat (Widarto, 2008: 160)

Tabel 2.3 Kecepatan Potong ( $V_c$ ) Pahat HSS dan Karbida (Muin, 1989: 256)

No	Bahan Benda Kerja	Vc (m/menit)	
		Pahat HSS	Pahat Karbida
1	Baja Karbon	15 – 30	50 – 125
2	Besi Tuang (cor)	10 – 15	40 – 60
3	Logam Ringan ( <i>light alloy</i> )	200 - 400	400 – 600

### 2.1.3.1. HSS

Tahun 1898 ditemukan jenis baja paduan tinggi dengan unsur paduan krom (Cr) dan tungsten/wolfram (W). Melalui proses penuangan (*molten metallurgy*) kemudian diikuti pengerolan atau penempaan baja ini dibentuk menjadi batang atau *silinder*. Pada kondisi lunak (*annealed*) bahan tersebut dapat diproses pemesinan menjadi berbagai bentuk pahat. Setelah mendapatkan perlakuan panas, kekerasannya akan cukup tinggi, sehingga dapat digunakan pada kecepatan potong yang tinggi. Sejak saat itu maka dinamakan HSS (*high speed steel*) (Rochim, 1993: 142).

Dengan demikian dapat disimpulkan bahwa pahat HSS adalah baja paduan yang mengalami proses perlakuan panas sehingga kekerasannya menjadi cukup

tinggi dan juga ulet yang tahan terhadap temperatur tinggi. Pahat HSS pada kecepatan potong yang lebih tinggi juga dapat digunakan untuk kedalaman pemotongan yang lebih besar. Jika mengalami keausan pahat HSS dapat diasah sehingga mata potongnya tajam kembali. Sampai saat ini berbagai jenis pahat HSS masih tetap digunakan karena sifat keuletannya.

*Hot hardness* dan *recovery hardness* yang cukup tinggi pada HSS karena adanya unsur paduan W, Cr, V, Mo dan Co. Pengaruh unsur-unsur tersebut pada unsur dasar besi (Fe) dan karbon (C) sebagai berikut (Rochim, 1993: 142) :

- a. Tungsten atau Wolfram (W) yaitu dapat membentuk karbida yang menyebabkan kenaikan temperatur untuk proses *hardening* dan *tempering*. Sehingga *hot hardness* dipertinggi
- b. Chromium (Cr) yaitu menaikkan *hardenability* dan *hot hardness*. Krom merupakan elemen pembentuk karbida, namun krom menaikkan sensitivitas terhadap *overheating*.
- c. Vanadium (V) yaitu menurunkan sensitivitas terhadap *overheating* serta menghaluskan besar butir.
- d. Molybdenum (Mo) yaitu mempunyai efek yang sama seperti *tungsten* atau *wolfram*, namun lebih sensitif terhadap *overheating* dan lebih liat.
- e. Cobalt (Co) yaitu untuk menaikkan *hot hardness* dan tahan keausan.

Material pahat dari HSS dapat dipilih jenis M atau T. Jenis M berarti pahat HSS yang mengandung unsur Molybdenum. Sedangkan jenis T berarti pahat HSS yang mengandung unsur Tungsten. HSS juga dikategorikan sebagai HSS konvensional dan HSS spesial. Beberapa jenis HSS dapat dilihat pada Gambar 2.9.

Pahat HSS biasanya dipilih saat pada proses pemesinan akan sering terjadi beban kejut atau proses pemesinan yang akan dilakukan terputus-putus. Misalnya membubut benda segi empat menjadi silinder, membubut *eksentris* dan bahan benda kerja hasil penuangan.

<i>Jenis HSS</i>	<i>Standart AISI</i>
HSS Konvensional	
• <i>Molibdenum HSS</i>	M1, M2, M7, M10
• <i>Tungsten HSS</i>	T1, T2
HSS Spesial	
• <i>Cobald added HSS</i>	M33, M36, T4, T5, T6
• <i>High Vanadium HSS</i>	M3-1, M3-2, M4, T15
• <i>High Hardness Co HSS</i>	M41, M42, M43, M44, M45, M46
• <i>Cast HSS</i>	
• <i>Powdered HSS</i>	
• <i>Coated HSS</i>	

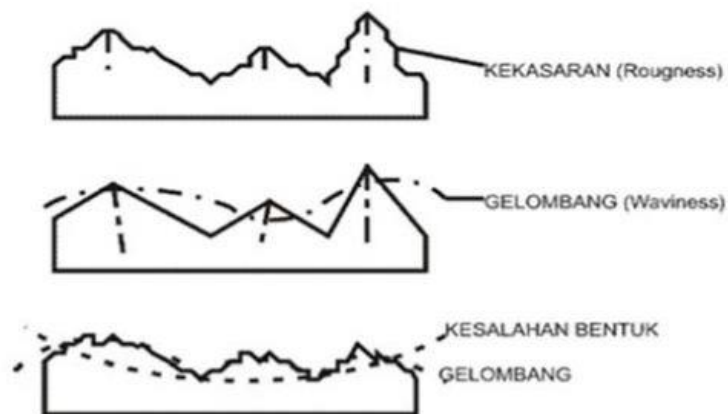
Gambar 2.9. Jenis pahat HSS (Widarto, 2008: 153)

#### 2.1.4. Kekasaran Permukaan

Salah satu karakteristik yang ideal dari suatu komponen adalah permukaan yang halus. Semakin halus permukaan, maka semakin tinggi biayanya (Amstead, dkk. 1979: 274). Kenyataannya memang tidak mungkin untuk mendapatkan suatu komponen dengan permukaan yang benar-benar halus. Ada beberapa faktor yang mempengaruhi hal tersebut, misalnya faktor manusia (operator) ataupun faktor-faktor dari mesin yang digunakan untuk membuatnya.

Tingkat kehalusan suatu permukaan memang berperan sangat penting dalam perencanaan komponen mesin terutama menyangkut masalah gesekan pelumasan, keausan, tahanan terhadap kelelahan dan lain sebagainya, sehingga dalam perencanaannya dan pembuatannya perlu dipertimbangkan mengenai peralatan mesin yang akan digunakan dan proses pemesinan yang akan dilakukan.

Menurut istilah teknik, permukaan adalah suatu batas yang memisahkan benda padat dengan sekitarnya (Munaji, 1988: 304). Kadang ada pula istilah lain untuk permukaan yaitu profil. Profil juga sering disebut sebagai bentuk. Bentuk dari suatu permukaan dapat dibedakan menjadi dua, yaitu permukaan yang kasar (*roughness*) dan permukaan yang bergelombang (*waviness*). Permukaan yang kasar berbentuk gelombang pendek yang tidak teratur yang terjadi karena getaran pisau atau pahat potong serta proporsi yang kurang tepat dalam pemakanannya, sedangkan permukaan yang bergelombang mempunyai permukaan yang bergelombang yang lebih panjang dan tidak teratur. Hal ini dapat terjadi karena beberapa faktor, misalnya posisi senter yang tidak tepat, getaran mesin, perlakuan panas yang kurang baik dan lain sebagainya. Berdasarkan kekasaran (*roughness*) dan gelombang (*waviness*) inilah maka kemudian timbul yang namanya kesalahan bentuk.



Gambar 2.10. Kekasaran gelombang dan kesalahan bentuk suatu permukaan (Munaji, 1988: 305)

Secara lebih rinci lagi ketidakteraturan dari permukaan dapat dibedakan menjadi 4 tingkat (Sudji munaji, 1988: 306) yaitu :

1. Tingkat pertama



Gambar 2.11. Bentuk ketidakrataan permukaan tingkat pertama (Munaji, 1988: 306)

Tingkat yang menunjukkan adanya kesalahan bentuk seperti gambar di atas. Faktor yang menjadi penyebabnya antara lain karena adanya lenturan dari mesin perkakas dan benda kerja, kesalahan pada pencekaman benda kerja serta proses pengerasan juga mempengaruhi.

2. Tingkat kedua



Gambar 2.12. Bentuk ketidakrataan permukaan tingkat kedua (Munaji, 1988: 306)

Profil permukaan yang berbentuk gelombang. Penyebabnya adalah karena ada kesalahan bentuk dari pisau atau pahat potong, posisi senter yang kurang tepat, adanya getaran pada waktu proses pemotongan.

3. Tingkat ketiga



Gambar 2.13. Bentuk ketidakrataan permukaan tingkat ketiga (Munaji, 1988: 306)

Permukaan benda berbentuk alur (*grooves*) ini disebabkan antara lain karena adanya bekas-bekas proses pemotongan akibat bentuk pisau atau pahat yang salah dan gerak makan yang kurang tepat.

4. Tingkat keempat

Permukaan yang berbentuk serpihan (*flakes*) ini penyebabnya antara lain karena adanya tatal (geram) pada proses pengerjaan.



Gambar 2.14. Bentuk ketidakrataan permukaan tingkat keempat (Munaji, 1988: 306)

Sedangkan gabungan dari tingkat pertama sampai tingkat keempat menghasilkan gambar seperti gambar berikut ini :



Gambar 2.15. Ketidakteraturan permukaan gabungan (Munaji, 1988: 306)

Kualitas kekasaran permukaan pada proses pemesinan yang paling umum adalah harga kekasaran rata-rata aritmatik ( $R_a$ ) yaitu, sebagai standar kualitas permukaan dari hasil pemotongan maksimum yang diizinkan (Atedi dan Djoko, 2005). Tingkat kekasaran dapat diukur melalui beberapa cara selain dengan membandingkan secara visual dengan standar yang ada, yaitu dengan perbandingan mikroskopi. Mengukur kekasaran permukaan dan karakteristik permukaan telah dikembangkan beberapa standar, yaitu ISO R468 dan ASA B 46, 1-1962 (Amstead, dkk. 1979: 272).

Angka kekasaran permukaan menurut standar ISO 1302: 1992 diklasifikasikan menjadi 12 angka kelas sesuai Tabel 2.4.

Tabel 2.4. Angka kekasaran permukaan menurut standar ISO 1302

<i>Roughness value <math>R_a</math></i>		<i>Roughness grade numbers</i> (given in the previous edition of ISO 1302)
$\mu\text{m}$	$\mu\text{in}$	
50	2000	N 12
25	1000	N 11
12.5	500	N 10
6.3	250	N 9
2.3	125	N 8
1.6	63	N 7
0.8	32	N 6
0.4	16	N 5
0.2	8	N 4

0.1	4	N 3
0.05	2	N 2
0.025	1	N 1

Banyak cara yang bisa dilakukan untuk memeriksa tingkat kekasaran permukaan suatu benda. Cara yang paling sederhana adalah dengan menggaruk atau meraba permukaan benda. Cara tersebut sudah pasti ada beberapa kelemahan, karena sifatnya hanya membandingkan saja. Dasar pengambilan keputusan baik tidaknya suatu permukaan adalah berdasarkan perasaan pengukur yang antara pengukur satu dengan yang lainnya pasti berbeda. Cara lain yang lebih teliti adalah dengan alat yang dilengkapi jarum peraba (*stylus*). Peralatan ini memiliki prinsip kerja berdasarkan prinsip elektris sehingga hasil pengukuran bisa langsung dibaca. Bila dilihat dari proses pengukurannya maka cara pengukuran permukaan dapat dibedakan menjadi dua, yaitu: pengukuran secara tidak langsung atau membandingkan dan pengukuran secara langsung (Munaji, 1988: 321)

1. Pengukuran kekasaran permukaan secara tidak langsung
  - a. Pengukuran kekasaran permukaan dengan cara meraba (*touch inspection*)

Pengukuran kekasaran ini adalah dengan meraba permukaan yang diukur dan alat perabanya adalah ujung jari. Kepekaan perasaan dalam merabalah yang dapat digunakan kasar halusnya suatu permukaan. Untuk mengetahui tingkat kehalusan biasanya dilakukan dengan permukaan standar (*surface finish comparator*). Setiap laboratorium pengukuran atau bengkel-bengkel mesin biasanya dilengkapi alat ukur pembanding kekasaran permukaan. Alat ini ditempatkan dalam satu set yang terdiri dari beberapa lempengan baja yang masing-masing lempengan mempunyai angka kekasaran sendiri, karena proses pengerjaan

mesin bisa dilakukan oleh macam-macam mesin, maka alat pembanding ini dikelompokkan menurut jenis mesin yang digunakan.

b. Pengukuran kekasaran permukaan dengan mikroskop (*microscopic inspection*)

Pengukuran kekasaran dengan menggunakan mikroskop ini lebih baik bila dibandingkan dengan metode meraba. Keterbatasan pengukuran dengan mikroskop adalah pengambilan bagian permukaan yang sempit setiap kali akan melakukan pengukuran, maka pengukuran harus dilakukan berulang-ulang untuk dicari harga rata-ratanya.

c. Pengukuran kekasaran permukaan dengan foto (*surface photograph*)

Pengukuran dengan cara ini adalah dengan mengambil gambar atau memotret permukaan yang akan diukur. Foto permukaan tersebut diperbesar dengan pembesaran yang berbeda-beda, kemudian membandingkan hasil perbesaran foto permukaan yang berbeda-beda ini sehingga dapat dianalisis ketidakrataan dari permukaan yang diukur.

d. Pengukuran kekasaran permukaan dengan peralatan kekasaran secara mekanik (*mechanical roughness instrument*)

*Mechanical roughness instrument* yang disingkat *mecrin* adalah peralatan untuk mengukur kekasaran permukaan yang merupakan perkembangan dari cara perabaan. Alat ini bekerja dengan sistem mekanik dan diproduksi oleh *Messrs. Ruber and Co.* Sebagai peraba alat ini hanya cocok untuk permukaan yang tidak teratur. Alat ini terdiri dari pelat tipis sebagai peraba, penutup pelat, jam ukur (*dial indicator*) dan kait pengatur.



e. Alat ukur kedalaman kekasaran (*the dial dept gauge*)

Untuk harga kekasaran Ra di atas 5  $\mu\text{m}$ , misalnya permukaan yang dikerjakan dengan sekrap, maka perlu diukur dengan peralatan yang lebih cocok karena keterbatasan dari penggunaan peralatan stylus. Salah satu peralatan ukur yang dikembangkan untuk maksud di atas adalah alat ukur kedalaman kekasaran (*dial dept gauge*). Keuntungan dari alat ini adalah dapat dilakukan pengukuran secara cepat tanpa membuat grafik kekasaran permukaan terlebih dahulu.

2. Pengukuran kekasaran permukaan secara langsung

Sudah dikemukakan sebelumnya bahwa pengukuran kekasaran permukaan secara langsung adalah dengan menggunakan peralatan yang dilengkapi dengan peraba yang disebut *stylus*.

a. Pengukuran kekasaran permukaan dengan profilometer

Sistem kerja dari profilometer pada dasarnya sama dengan prinsip peralatan *gramophone*. Perubahan gerakan *stylus* sepanjang muka ukur dapat dibaca pada bagian amplimeter. Gerakan *stylus* bisa dilakukan dengan tangan dan bisa secara otomatis dengan dilakukan dengan motor penggerak. Angka yang ditunjukkan pada bagian skala adalah angka tinggi rata-rata dari kekasarannya.

b. Alat ukur permukaan *Tomlinson Surface Meter*

Alat pengukur kekasaran permukaan ini memiliki prinsip kerja mekanis optis yang dirancang oleh Dr. Tomlinson dari *National Physical Laboratory (NPL)*. Peralatan ukur *Tomlinson Surface Meter* terdiri dari beberapa komponen antara lain, yaitu : stylus, skid, pegas spiral, pegas daun, rol tetap, kaca tetap yang dilapisi bahan tertentu sehingga terdapat bekas ada goresan pada permukaannya dan badan.

c. Alat ukur *Taylor-Hobson Talysurf*

Alat ukur ini merupakan alat ukur elektronik dan bekerja atas dasar prinsip modulasi (modulating principle). Pada dasarnya, *Taylor-Hobson Talysurf* ini bentuknya hampir sama dengan *Tomlinson Surface Meter*, bedanya hanya terletak pada sistem perbesarannya. Alat ukur *Taylor-Hobson Talysurf* ini dapat memberikan informasi yang lebih cepat dan bahkan lebih teliti dari pada *Tomlinson Surface Meter*.

Berdasarkan metode pengerjaannya, angka tingkat kekasaran dapat digolongkan sebagai berikut :

Metode Pengerjaan	Tingkat Kekasaran														
	Ra dalam $\mu\text{m}$														
	N12	N11	N10	N9	N8	N7	N6	N5	N4	N3	N2	N1			
	200	100	50	25	12,5	6,3	3,2	1,6	0,8	0,43	0,2	0,1	0,05	0,02	0,01
Pembubutan (turning)															
Pengetaman (shapping)															
Sekrap (scraping)															
Frais permukaan (face milling)															
Gerinda permukaan (face grinding)															

Gambar 2.16. Angka tingkat kekasaran (PEDC Bandung dalam Hasrin, 2013)

### 2.1.5. Baja Karbon

Baja karbon merupakan salah satu jenis baja paduan yang terdiri atas unsur besi (Fe) dan karbon (C). Besi merupakan unsur dasar dan karbon sebagai unsur paduannya. Sifat-sifat mekanik baja karbon tergantung dari kadar C yang dikandungnya. Selain karbon (C) dalam proses pembuatan baja akan ditemukan

pula penambahan kandungan unsur kimia lain seperti sulfur (S), fosfor (P), silikon (Si), mangan (Mn), dan unsur kimia lainnya sesuai dengan sifat baja yang diinginkan.

Baja karbon memiliki kandungan unsur karbon dalam besi sebesar 0,2% hingga 1,4%. Kandungan karbon tersebut berfungsi sebagai unsur penguat dalam struktur baja. Baja karbon pada pengaplikasiannya sering digunakan sebagai bahan baku untuk pembuatan alat-alat perkakas, komponen mesin, struktur bangunan, dan lain sebagainya. Menurut Callister (2006: 360) baja karbon dapat diklasifikasikan menjadi 3 klasifikasi berdasarkan jumlah persentase komposisi kimia karbon dalam baja, yaitu :

1. Baja Karbon Rendah (*Low Carbon Steel*)

Baja karbon rendah merupakan baja dengan kandungan unsur karbon dalam struktur baja kurang dari 0,25% C. Baja karbon rendah memiliki sifat ketangguhan dan keuletan tinggi akan tetapi memiliki sifat kekerasan dan ketahanan aus yang rendah. Umumnya baja jenis ini digunakan untuk bahan baku pembuatan komponen struktur bangunan, pipa gedung, jembatan, bodi mobil, dan lain-lain. Baja karbon rendah kurang responsif terhadap perlakuan panas untuk mendapatkan mikrostruktur martensit, sehingga untuk meningkatkan kekuatan dari baja karbon rendah dapat dilakukan dengan proses roll dingin maupun karburasi.

2. Baja Karbon Sedang (*Medium Carbon Steel*)

Baja karbon sedang merupakan baja karbon yang memiliki persentase kandungan karbon pada besi sebesar 0,25% C-0,60% C. Baja karbon ini memiliki kelebihan bila dibandingkan dengan baja karbon rendah. Baja karbon ini memiliki

sifat mekanis yang lebih kuat dengan tingkat kekerasan yang lebih tinggi dari pada baja karbon rendah. Besarnya kandungan karbon yang terdapat pada baja karbon sedang memungkinkan baja untuk dapat dikeraskan dengan memberikan perlakuan panas (*heat treatment*) yang sesuai. Baja karbon sedang biasanya digunakan untuk pembuatan poros, rel kereta api, roda gigi, baut, pegas, dan komponen mesin lainnya.

### 3. Baja Karbon Tinggi (*High Carbon Steel*)

Baja karbon tinggi adalah baja karbon yang memiliki kandungan karbon sebesar 0,6% C-1,4% C. Baja karbon tinggi memiliki sifat tahan panas, kekerasan serta kekuatan tarik yang sangat tinggi tetapi memiliki keuletan yang lebih rendah sehingga baja karbon tinggi menjadi getas. Baja karbon tinggi sulit diberi perlakuan panas untuk meningkatkan sifat kekerasannya. Jumlah martensit yang cukup tinggi pada baja karbon tinggi menyebabkan hasil yang kurang optimal pada saat diberi perlakuan panas untuk pengerasan permukaan. Baja karbon tinggi biasanya banyak digunakan dalam pembuatan alat-alat perkakas seperti palu, gergaji, pembuatan kikir, pisau cukur, dan lain-lain.

Tabel 2.5 Kandungan Baja AISI 1045 atau EMS 45 (Bohler: Sertifikat baja AISI 1045 atau EMS 45)

C	Si	Mn	P	S	Cr	Ni	Mo	V	Al	Cu
0,45	0,23	0,69	0,009	0,005	0,05	0,01	-	-	-	0,02

Baja EMS 45 termasuk baja karbon sedang, karena memiliki kandungan karbon 0,45% C (Bohler: Sertifikat baja AISI 1045 atau EMS 45). Unsur-unsur kandungan pada baja EMS 45 tercantum pada Tabel 2.5. Berdasarkan Tabel 2.6.

baja karbon AISI 1045/EMS 45 dapat digunakan untuk membuat poros engkol dan baut.

Tabel 2.6. *Typical Applications and Mechanical Property Ranges for Oil-Quenched and Tempered Plain Carbon and Alloy Steels* (Callisterr, 2006: 363)

<i>AISI Number</i>	<i>UNS Number</i>	<i>Tensile Strength (MPa (ksi))</i>	<i>Yield Strength (MPa (ksi))</i>	<i>Ductility (%EL in 50 mm (2 in.))</i>	<i>Typical Applications</i>
<i>Plain Carbon Steels</i>					
1040	G10400	605-780 (88-113)	430-585 (62-85)	33-19	<i>Crankshafts, bolts</i>
1080	G10800	800-1310 (116-190)	480-980 (70-142)	24-13	<i>Chisels, hammers</i>
1095	G10950	760-1280 (110-186)	510-830 (74-120)	26-10	<i>Knives, hacksaw blades</i>
<i>Alloy Steels</i>					
4063	G40630	786-2380 (114-345)	710-1770 (103-257)	24-4	<i>Springs, hand tools</i>
4340	G43400	980-1960 (142-284)	895-1570 (130-228)	21-11	<i>Bushings, aircraft tubing</i>
6150	G61500	815-2170 (118-315)	745-1860 (108-270)	22-7	<i>Shafts, pistons, gears</i>

## 2.2. Kajian Penelitian yang Relevan

Penelitian tentang pengaruh geometri sudut pahat terhadap umur pahat maupun kekasaran permukaan benda telah banyak dibuat pada penelitian terdahulu. Adapun penelitian tersebut adalah :

Studi Pengaruh Sudut Potong Pahat HSS Pada Proses Bubut Dengan Tipe Pemotongan Orthogonal Terhadap Kekasaran Permukaan. (Ardiyanto Susarno, 2012, Universitas Muhammadiyah Surakarta). Hasil penelitiannya menyatakan bahwa

variasi sudut potong ( $Kr$ ), putaran mesin ( $n$ ) dan *feeding* ( $f$ ) berpengaruh signifikan terhadap tingkat kekasaran permukaan hasil proses pembubutan. Kondisi yang paling optimal terjadi pada sudut potong  $95^\circ$  dengan nilai kekasaran permukaan  $3,9 \mu\text{m}$ . Kondisi paling optimal terjadi pada putaran mesin 650 rpm dengan nilai kekasaran permukaan  $3,9 \mu\text{m}$ ).

Pengaruh Kecepatan dan Sudut Potong Terhadap Kekasaran Benda Kerja pada Mesin Bubut. (Paridawati, 2015, Universitas Islam 45 Bekasi). Hasil penelitiannya mengatakan sudut potong, gerak makan, putaran poros *spindel*, dan kedalaman potong merupakan variabel yang digunakan untuk menentukan angka kekasaran total. Hasil yang bagus dari pembubutan diperoleh dari kecepatan dan sudut pahat yang tepat pada tiap jenis pembubutan. Data yang telah didapat menunjukkan bahwa sudut yang paling berpengaruh dalam pembubutan adalah : *Clearance angle*  $10^\circ$ , *Rake angle*  $12^\circ$ , *Back rake angle*  $17^\circ$ , dan *Relief angle*  $11^\circ$  dengan putaran 2000 rpm dan kedalaman pemakanan 1 mm.

Studi Pengaruh Sudut Potong ( $Kr$ ) Pahat Carbida Pada Proses Bubut dengan Tipe Pemotongan Oblique Terhadap Kekasaran Pemotongan. (Sinu Hatnolo, 2012, Universitas Muhammadiyah Surakarta). Hasil penelitiannya mengatakan bahwa variasi sudut potong ( $Kr$ ), putaran mesin ( $n$ ) dan *feeding* ( $f$ ) berpengaruh signifikan terhadap tingkat kekasaran permukaan hasil proses bubut. Kondisi yang paling optimal terjadi pada sudut potong  $95^\circ$  dengan nilai kekasaran  $3,86 \mu\text{m}$ . Kondisi yang paling optimal terjadi pada putaran mesin 950 rpm dengan nilai kekasaran  $3,86 \mu\text{m}$ . Kondisi yang paling optimal terjadi pada *feeding* 0,11 mm dengan nilai kekasaran  $3,86 \mu\text{m}$ .

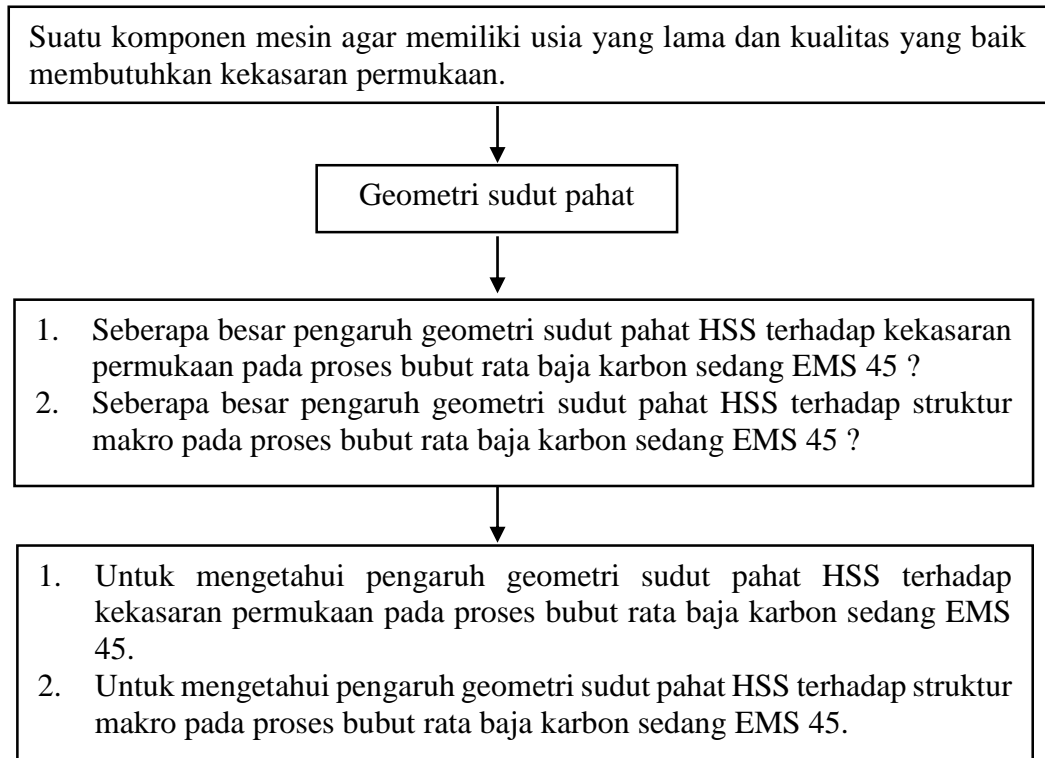
### **2.3. Kerangka Pikir Penelitian**

Kerangka berpikir yang baik akan menjelaskan secara teoritis hubungan antara variabel yang akan diteliti. Berdasarkan landasan teori dan kajian pustaka di atas, maka ada beberapa variabel yang berkaitan, yaitu geometri sudut pahat sebagai variabel bebas, sedangkan kekasaran permukaan dan struktur makro pada proses bubut rata sebagai variabel terikat.

Geometri sudut pahat yang tidak sesuai dengan nilai sudut pahat yang sudah ditentukan berdasarkan karakteristik material benda kerja dan juga kondisi pemotongan dapat mempengaruhi kekasaran hasil dari pembubutan. Suatu komponen membutuhkan kekasaran permukaan agar memiliki usia pemakaian yang lama dan kualitas yang baik.

Makro struktur pada dasarnya adalah ciri suatu bahan atau benda kerja yang dapat langsung dilihat dengan mata. Meskipun pada prakteknya dilakukan pembesaran untuk dapat melihatnya dengan jelas. Bentuk suatu permukaan benda kerja yang telah mengalami proses pembubutan sebenarnya tidaklah rata ataupun datar. Permukaan benda kerja memiliki guratan-guratan yang berupa gunung dan lembah atau bergerigi, maka untuk melihat dan menganalisa guratan-guratan dari kekasaran tersebut dilakukan foto makro.

Berdasarkan uraian di atas, maka terdapat hubungan antar variabel, yaitu adanya pengaruh geometri sudut pahat terhadap kekasaran dan struktur makro permukaan pada proses bubut baja karbon sedang. Secara sistematis kerangka pikir dapat ditunjukkan sebagai berikut:



Gambar 2.15. Kerangka pikir penelitian



## **BAB III**

### **METODOLOGI PENELITIAN**

#### **3.1. Alat Penelitian**

Alat-alat yang digunakan dalam penelitian adalah :

1. Mesin bubut digunakan untuk membubut spesimen benda kerja.
2. Mesin gerinda untuk membentuk pahat.
3. Bevel protector yang digunakan pada saat pembentukan pahat untuk mengetahui geometri sudut yang diinginkan telah tercapai atau belum.
4. *Surfcorder se300* yang digunakan untuk uji kekasaran permukaan spesimen.
5. Alat uji foto makro/*microscope* (foto makro)
6. Kamera untuk dokumentasi penelitian.
7. Mikrometer atau jangka sorong untuk mengukur benda kerja.

#### **3.2. Bahan Penelitian**

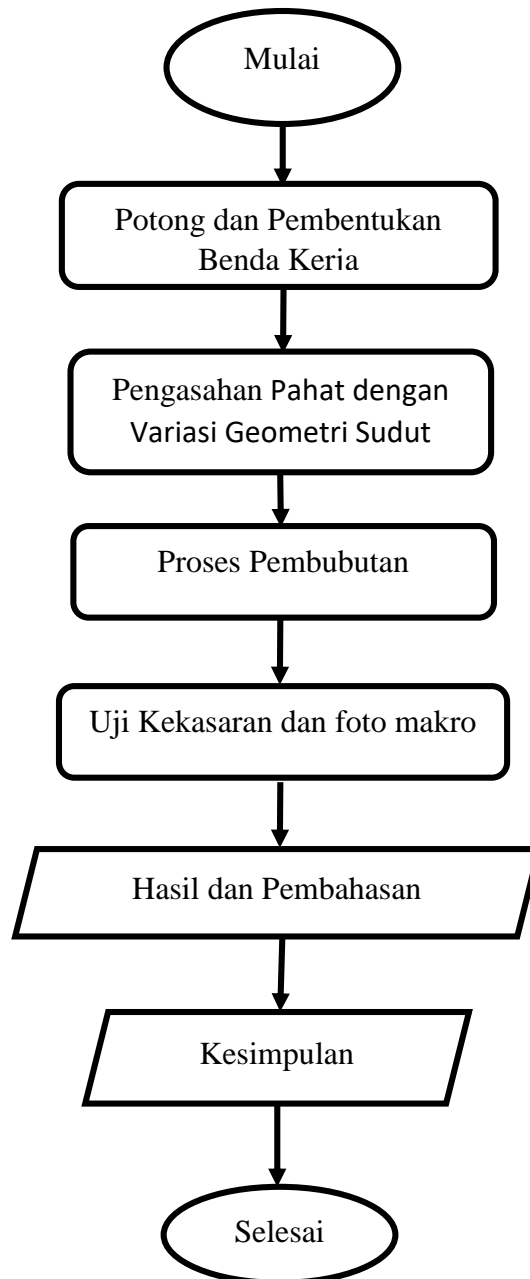
Bahan-bahan yang digunakan dalam penelitian adalah :

1. Baja karbon sedang EMS 45 berdiameter 25,4 mm dan panjang 105 mm sebanyak 12 spesimen.
2. Pahat HSS 12 pahat.

#### **3.3. Prosedur Penelitian**

Prosedur penelitian akan dijabarkan dengan diagram alur penelitian sebagai langkah atau alur secara garis besar jalannya penelitian yang akan dilakukan dari awal hingga akhir dan didapatkan kesimpulan.

### 3.3.1. Diagram Alur Pelaksanaan Penelitian

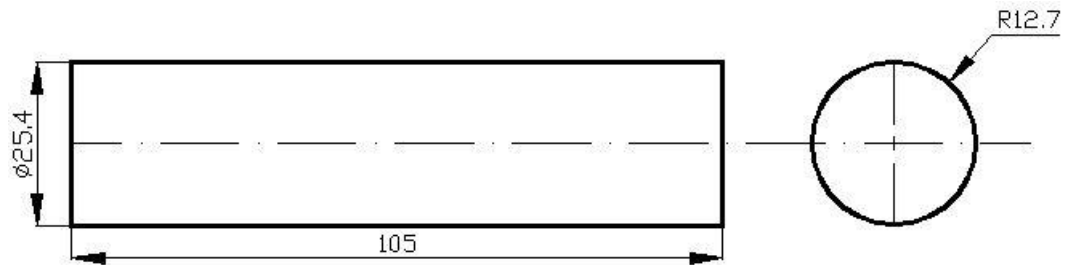


Gambar 3.1. Diagram alir penelitian

### 3.3.2. Proses Penelitian

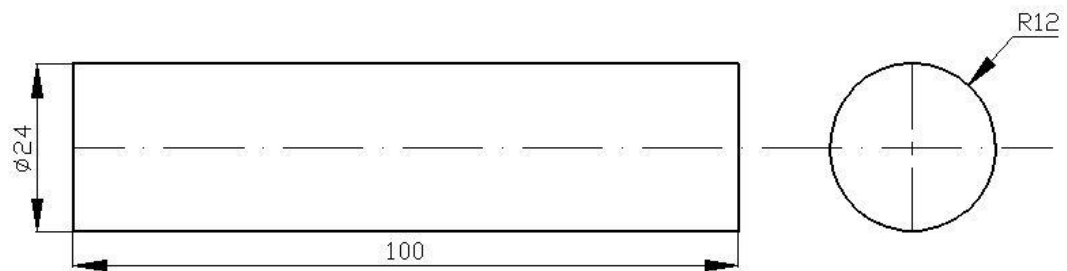
Proses penelitian yang dilakukan dalam penelitian ini meliputi beberapa tahap diantaranya :

1. Memotong spesimen benda kerja seperti pada gambar 3.2.



Gambar 3.2. Spesimen benda kerja awal setelah dipotong

2. Membuat spesimen benda kerja dengan dibubut muka dan dibubut rata seperti pada gambar 3.3.



Gambar 3.3. Spesimen benda kerja setelah pengerjaan awal



Gambar 3.4. Spesimen benda kerja (Dokumentasi Pribadi)

3. Menyiapkan pahat HSS yang akan digunakan dalam penelitian yaitu diasah sesuai dengan harga-harga yang sudah ditentukan.



Gambar 3.5. Proses pengasahan pahat dan spesimen pahat (Dokumentasi Pribadi)

4. Menyiapkan mesin bubut beserta peralatannya. Mesin bubut yang digunakan adalah mesin bubut manual krisbow di Laboratorium Pemesinan Universitas Negeri Semarang, parameter mesin berdasarkan perhitungan dikondisikan putaran *spindel* mesin 330 rpm, *dept of cut* 0.5 mm, panjang pemakanan 70 mm.



Gambar 3.6. Mesin bubut (Dokumentasi Pribadi)

Kecepatan putar *spindle* disini berdasarkan perhitungan :

$$n = \frac{V_c \cdot 1000}{\pi \cdot d} \text{ rpm}$$

$$n = \frac{25 \cdot 1000}{3,14 \cdot 24} \text{ rpm}$$

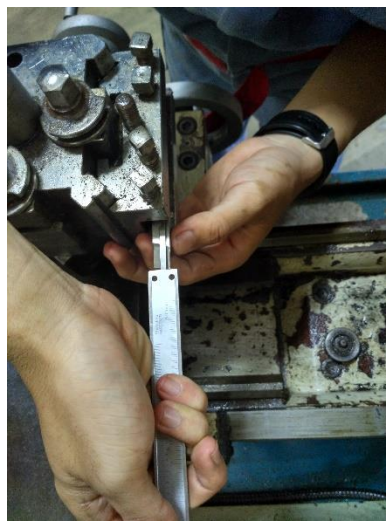
$$n = \frac{25000}{75,36} \text{ rpm}$$

$n = 331,740 \text{ rpm}$

$n = 332 \text{ rpm}$

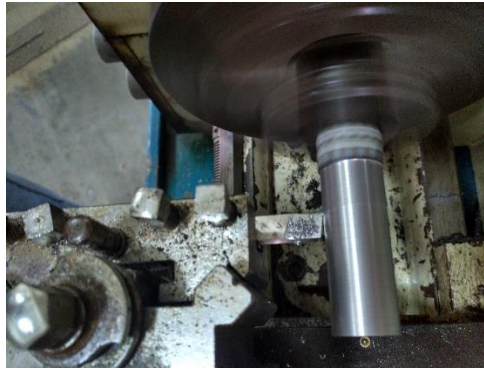
diambil kecepatan 330 rpm karena pada mesin yang akan digunakan membubut putaran *spindle* yang tersedia dan mendekati 332 rpm adalah 330 rpm.

5. Menyetting pahat HSS yaitu pahat dicekam pada *tool post* dengan kondisi pemotongan yang sama sehingga homogenitas kondisi pahat dapat tercapai.



Gambar 3.7. *Setting* pahat (Dokumentasi Pribadi)

6. Memasang material benda kerja pada *chuck center* dengan kondisi panjang pemotongan 70 mm.
7. Melakukan pengujian untuk mengambil data kekasaran hasil pembubutan benda kerja. Pengambilan data dimulai dengan urutan yang telah ditentukan. Semua pengambilan pada setiap spesimen dikondisikan pada kondisi yang sama.



Gambar 3.8. Proses pembubutan (Dokumentasi Pribadi)

8. Benda hasil pembubutan diuji juga kekasarannya dengan *surfcorder se300*.
9. Melakukan pengujian foto makro terhadap benda kerja.

### 3.3.2.1. Uji Kekasaran Benda Kerja

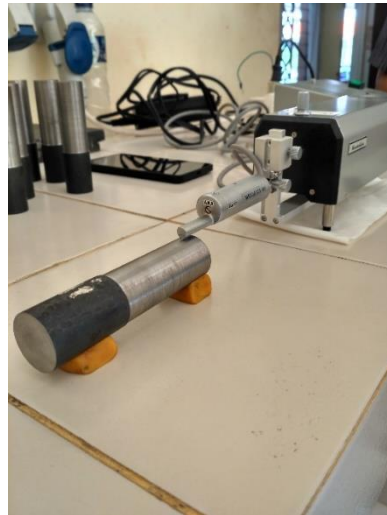
1. Mempersiapkan alat dan bahan untuk uji kekasaran setelah semua spesimen benda kerja selesai dibubut.
2. Alat uji kekasaran (*roughness tester*) yang digunakan adalah *surfcorder se300* di Training Center Universitas Diponegoro.



Gambar 3.9. Alat uji kekasaran *Surfcorder Se300* (Dokumentasi Pribadi)

3. Spesimen diletakkan pada meja datar atau blok v.

4. Ujung dari *dial indicator* diatur pada posisi stabil untuk melakukan pembacaan skala tekanan terhadap permukaan spesimen.



Gambar 3.10. Pengujian kekasaran dengan *Surfcorder Se300* (Dokumentasi Pribadi)

5. Tentukan panjang dari spesimen yang akan dilewati oleh *dial indicator*.
6. Apabila *dial indicator* telah melakukan pengukuran sepanjang jarak yang kita tentukan, nilai kekasaran akan tercatat, dan dapat dilihat dalam bentuk *print out*.

Tabel 3.1. Lembar pengumpulan data uji kekasaran

No. Pahat	Sudut Geram	Sudut Bebas Sisi	Spesimen	Nilai Ra
1	12°	8°	Spesimen 1	
2	12°	9°	Spesimen 2	
3	12°	10°	Spesimen 3	
4	14°	8°	Spesimen 4	
5	14°	9°	Spesimen 5	
6	14°	10°	Spesimen 6	
7	16°	8°	Spesimen 7	
8	16°	9°	Spesimen 8	
9	16°	10°	Spesimen 9	
10	20°	8°	Spesimen 10	
11	20°	9°	Spesimen 11	
12	20°	10°	Spesimen 12	

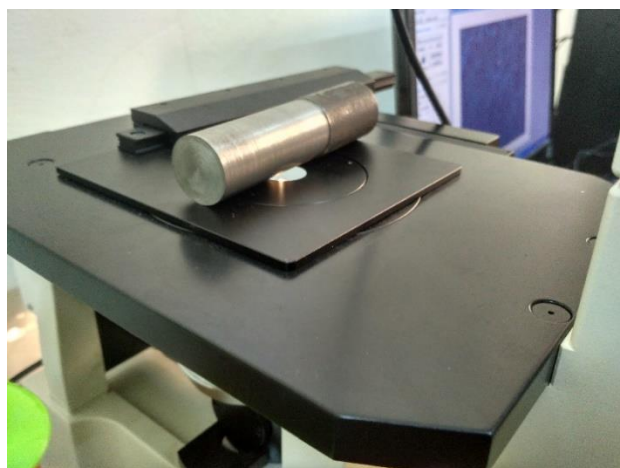
### 3.3.2.2. Foto Makro Benda Kerja

1. Mempersiapkan alat dan bahan untuk foto makro.



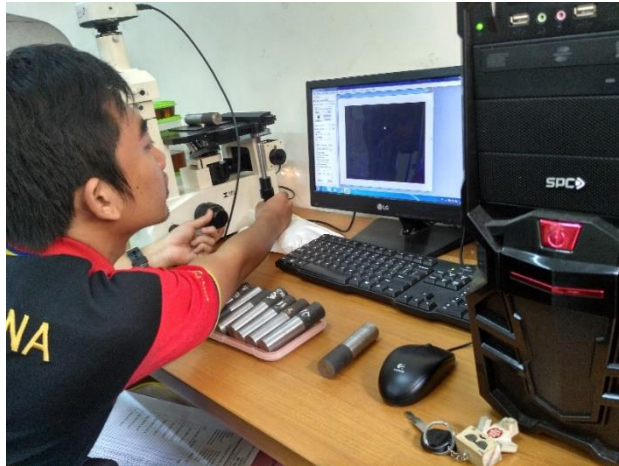
Gambar 3.11. Alat uji foto makro (Dokumentasi Pribadi)

2. Spesimen yang difoto adalah semua spesimen benda kerja yang telah selesai dibubut.
3. Mempersiapkan lembar pengambilan data.
4. Meletakkan spesimen pada landasan mikroskop optik, aktifkan mesin, kemudian dekatkan lensa pembesar untuk melihat permukaan spesimen benda kerja. Pengambilan foto struktur mikro dengan perbesaran 200x.



Gambar 3.12. Spesimen diletakkan pada landasan mikroskop optik (Dokumentasi Pribadi)





Gambar 3.13. Pengambilan foto makro (Dokumentasi Pribadi)

5. Saat pengambilan foto usahakan tidak ada hal apapun yang membuat mikroskop optik bergerak.

#### **3.4. Waktu dan Tempat Penelitian**

Pelaksanaan eksperimen dan pengambilan data dalam penelitian ini dilakukan pada :

Tanggal : 29 September-4 November 2016

Tempat : 1. Laboratorium Pemesinan Teknik Mesin

Universitas Negeri Semarang.

2. Training Center Universitas Diponegoro.

3. Laboratorium Pengujian Teknik Mesin

Universitas Negeri Semarang.

#### **3.5. Teknik Pengumpulan Data**

##### **1. Dokumentasi**

Dokumentasi mengarah pada catatan peristiwa yang dicatat, untuk membuktikan persepsi yang ada. Dokumen dapat berupa tulisan, gambar, atau benda-benda yang konkret. Peneliti mencatat hal-hal penting dalam setiap tahap

penelitian dan mendokumentasikan dalam bentuk gambar dan video dari setiap objek yang diteliti.

## 2. Uji laboratorium

Spesimen dibubut dan dibentuk di Laboratorium Pemesinan Jurusan Teknik Mesin Universitas Negeri Semarang. Benda kerja hasil pembubutan dilakukan uji kekasaran di Training Center Universitas Diponegoro dan difoto makro di Laboratorium Pengujian Bahan Jurusan Teknik Mesin Universitas Negeri Semarang.

### 3.6. Variabel Penelitian

Pada penelitian ini ada tiga macam variabel yang digunakan antara lain : variabel bebas, variabel terikat, dan variabel kontrol. Variabel bebas adalah variabel yang tidak dipengaruhi oleh variabel lain, variabel bebas dalam penelitian ini adalah variasi geometri sudut pahat HSS. Variabel terikat adalah variabel yang dipengaruhi oleh variabel bebas yang telah ditentukan dalam penelitian. Variabel terikat dalam penelitian ini adalah nilai kekasaran permukaan. Variabel kontrol adalah variabel yang dijaga konstan selama penelitian berlangsung. Variabel kontrol dalam penelitian putaran mesin 330 rpm, *depht of cut* 0.5 mm, panjang pemakanan 60 mm.

### 3.7. Teknik Analisis Data

Teknik analisis data yang digunakan dalam penelitian ini adalah dengan menggunakan metode analisis statistik deskriptif. Statistik deskriptif adalah statistik yang digunakan untuk menganalisis data dengan cara mendeskripsikan atau menggambarkan data yang telah terkumpul sebagaimana adanya tanpa bermaksud membuat kesimpulan yang berlaku untuk umum (Sugiyono, 2009: 147). Data hasil

yang telah diperoleh akan disajikan dalam bentuk tabel dan grafik. Kemudian akan dideskripsikan menjadi bentuk kalimat yang mudah dipahami.

## BAB IV

### HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN

#### 4.1. Hasil Penelitian

##### 4.1.1. Data Kekasaran Permukaan

Pengambilan data untuk mendapatkan kekasaran permukaan dapat diperoleh dengan cara pengujian dengan menggunakan *roughness tester*. Pengujian pada penelitian ini sendiri menggunakan *roughness tester surfcoorder se300*. Pengujian dilaksanakan di Training Center Universitas Diponegoro. Setiap spesimen diuji kekasarannya pada tiga titik yang telah ditentukan. Hasil dari ketiga pengujian tersebut dimasukkan ke tabel yang selanjutnya dapat dihitung kekasaran rata-rata dari setiap spesimen. Hasil pengujian kekasaran permukaan pada proses bubut rata baja karbon sedang EMS 45 dapat dilihat pada Tabel 4.1. berikut ini :

Tabel 4.1. Hasil pengujian kekasaran

No	Sudut	Sudut	Nilai Kekasaran ( $\mu\text{m}$ )			Rata-rata
	Geram	Bebas Sisi	Titik 1	Titik 2	Titik 3	
1	12°	8°	2,900	2,723	2,156	2,593
2	12°	9°	3,954	2,788	2,354	3,032
3	12°	10°	2,907	2,639	3,273	2,940
4	14°	8°	3,631	4,303	3,385	3,773
5	14°	9°	3,727	4,213	4,128	4,023
6	14°	10°	5,525	5,386	5,698	5,536
7	16°	8°	6,952	5,082	4,979	5,671
8	16°	9°	6,162	5,621	5,461	5,748
9	16°	10°	7,047	7,149	6,640	6,945
10	20°	8°	8,130	6,793	5,487	6,803
11	20°	9°	7,554	6,768	4,308	6,210
12	20°	10°	7,279	7,453	6,224	6,985

Tabel 4.1. menunjukkan adanya perbedaan kekasaran yang disebabkan oleh variasi geometri sudut pahat. Nilai kekasaran pada spesimen dengan sudut geram  $12^\circ$  dan sudut bebas sisi  $8^\circ$  yaitu  $2,593 \mu\text{m}$ . Nilai kekasaran mengalami peningkatan menjadi  $3,032 \mu\text{m}$  saat sudut bebas sisi dinaikkan menjadi  $9^\circ$  dengan sudut geram yang masih sama yaitu  $12^\circ$ , sedangkan pada spesimen dengan sudut bebas sisi  $10^\circ$  dengan sudut geram yang sama yaitu  $12^\circ$  terjadi penurunan nilai kekasaran  $2,940 \mu\text{m}$ .

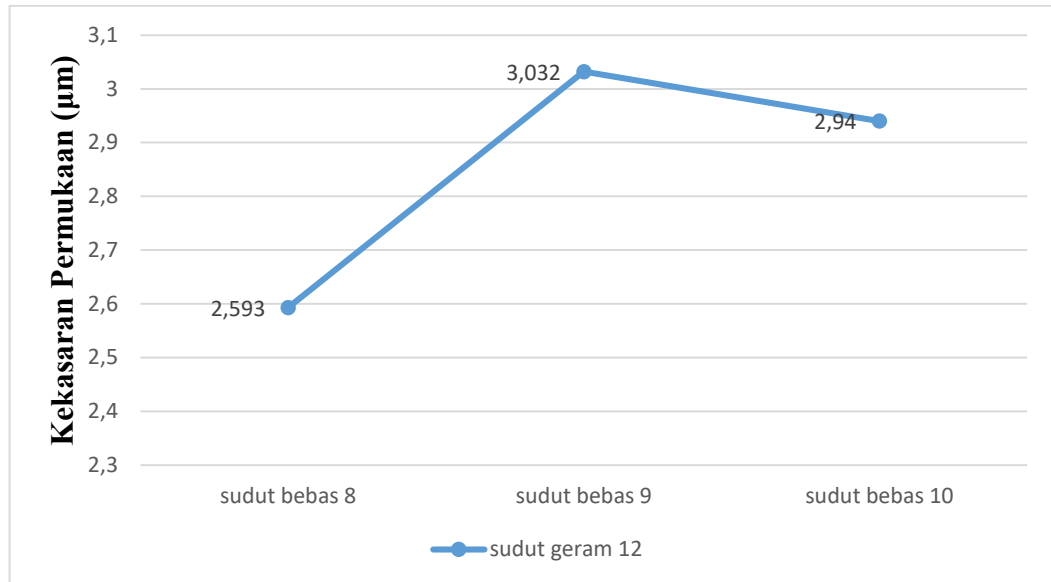
Nilai kekasaran pada spesimen dengan sudut geram  $14^\circ$  dan sudut bebas sisi  $8^\circ$  yaitu  $3,773 \mu\text{m}$ . Terjadi kenaikan nilai kekasaran menjadi  $4,023 \mu\text{m}$  pada spesimen dengan sudut bebas sisi  $9^\circ$  dengan sudut geram yang sama yaitu  $14^\circ$ . Kenaikan nilai kekasaran juga terjadi lagi pada spesimen dengan sudut bebas sisi  $10^\circ$  dengan sudut geram yang masih sama  $14^\circ$  yaitu  $5,536 \mu\text{m}$ .

Nilai kekasaran pada spesimen dengan sudut geram  $16^\circ$  dan sudut bebas sisi  $8^\circ$  yaitu  $5,671 \mu\text{m}$ . Terjadi kenaikan nilai kekasaran menjadi  $5,748 \mu\text{m}$  pada spesimen dengan sudut bebas sisi  $9^\circ$  dengan sudut geram yang sama  $16^\circ$ . Kenaikan nilai kekasaran terjadi lagi yaitu  $6,945 \mu\text{m}$  pada spesimen dengan sudut bebas sisi  $10^\circ$  dengan sudut geram yang masih sama  $16^\circ$ .

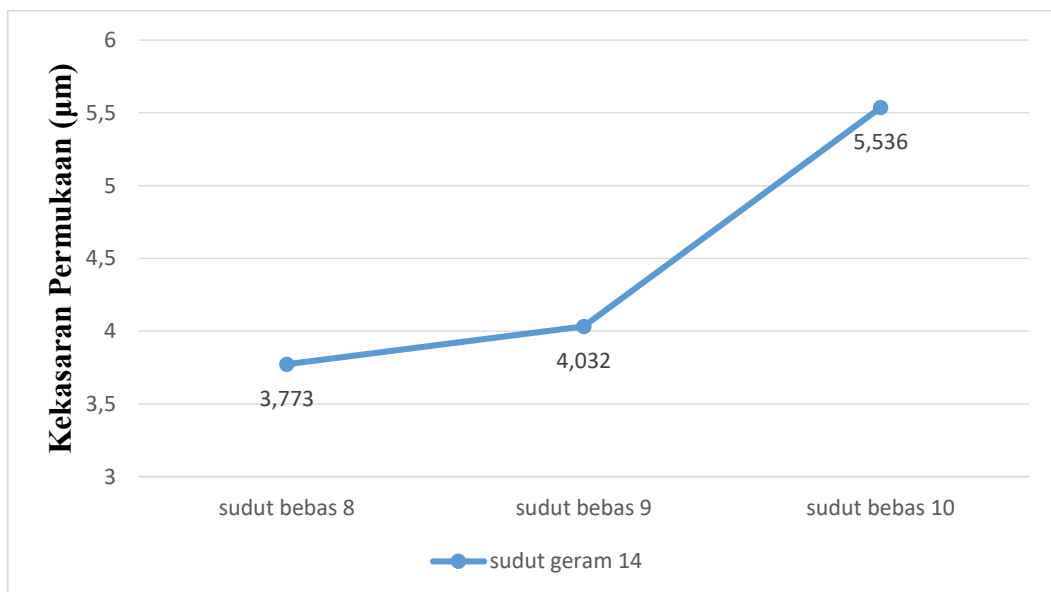
Nilai kekasaran pada spesimen dengan sudut geram  $20^\circ$  dan sudut bebas sisi  $8^\circ$  yaitu  $6,803 \mu\text{m}$ . Pada spesimen dengan sudut bebas sisi  $9^\circ$  dengan sudut geram yang sama yaitu  $20^\circ$  terjadi penurunan nilai kekasaran yaitu  $6,210 \mu\text{m}$ . Kenaikan nilai kekasaran terjadi lagi pada spesimen dengan sudut bebas sisi  $10^\circ$  dengan sudut geram yang masih sama  $20^\circ$  yaitu  $6,985 \mu\text{m}$ . Grafik pada Gambar 4.1 sampai

dengan Gambar 4.4. ditampilkan untuk mempermudah pembacaan berdasarkan

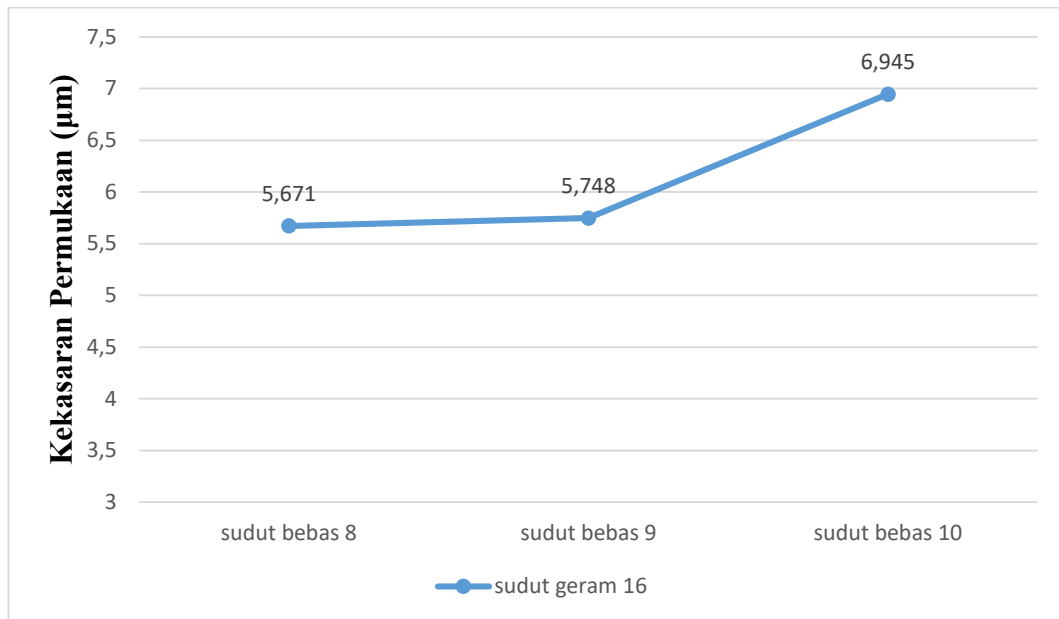
Tabel 4.1.



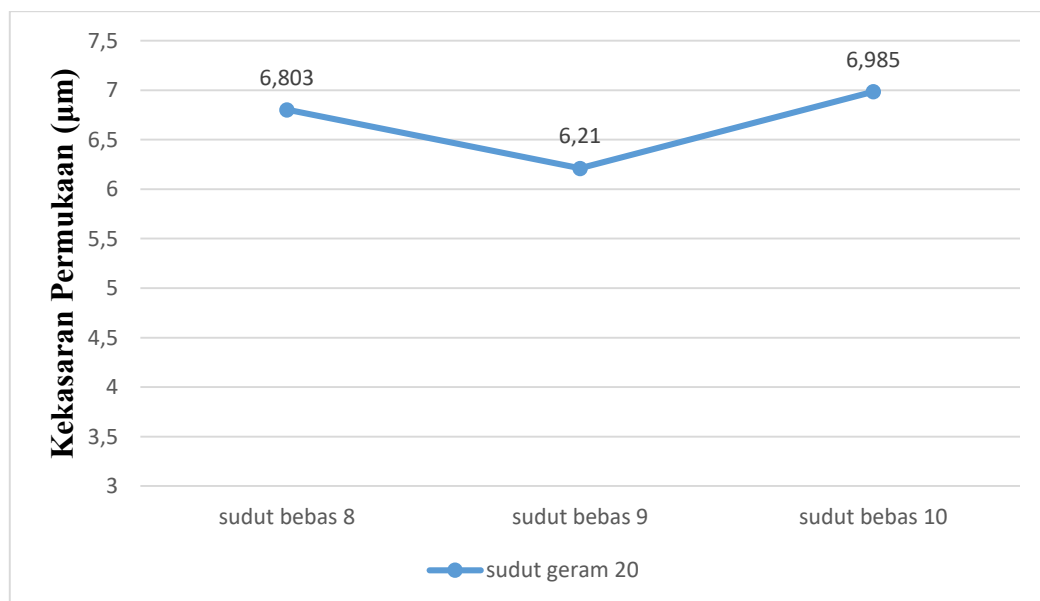
Gambar 4.1. Grafik hasil pengujian kekasaran



Gambar 4.2. Grafik hasil pengujian kekasaran



Gambar 4.3. Grafik hasil pengujian kekasaran

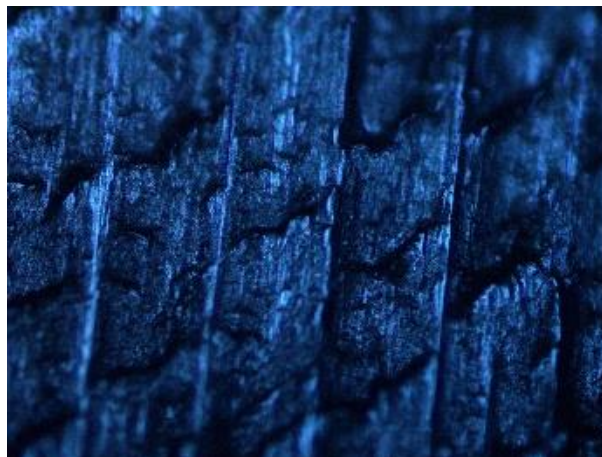


Gambar 4.4. Grafik hasil pengujian kekasaran

Gambar 4.1. sampai dengan Gambar 4.4. menunjukkan bahwa nilai kekasaran permukaan pada spesimen dengan variasi sudut geram  $12^\circ$  dan sudut bebas sisi  $8^\circ$  memiliki nilai rata-rata kekasaran paling rendah yaitu  $2,593 \mu\text{m}$  dan nilai rata-rata kekasaran paling tinggi yaitu sebesar  $6,985 \mu\text{m}$  didapatkan pada spesimen dengan variasi sudut geram  $20^\circ$  dan sudut bebas sisi  $10^\circ$ .

#### 4.1.2. Data Foto Makro

Pengambilan data untuk mendapatkan foto makro diperoleh dengan perbesaran 200x untuk melihat guratan-guratan pada permukaan hasil bubutan yang telah dilakukan uji kekasaran sebelumnya. Pengujian foto makro menggunakan alat meiji techno im7200. Hasil pengujian foto makro didapatkan guratan-guratan yang berbeda antara spesimen satu dengan spesimen yang lainnya. Hal ini dapat dilihat pada Gambar 4.5. sampai 4.16. Pada gambar tersebut terlihat guratan yang dapat membedakan tingkat kekasaran pada masing-masing spesimen.

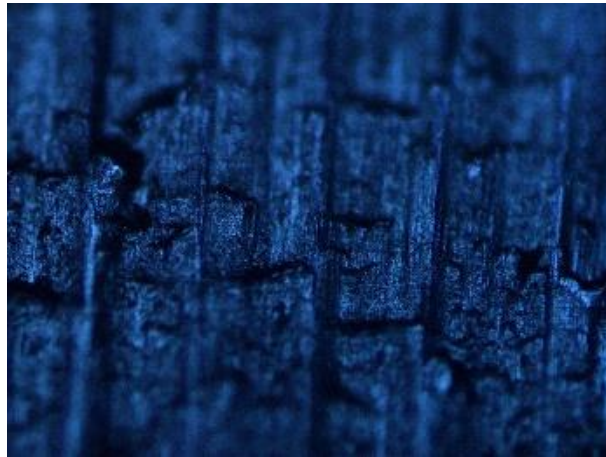


Gambar 4.5. Hasil foto makro spesimen dengan sudut geram  $12^\circ$  dan sudut bebas sisi  $8^\circ$



Gambar 4.6. Hasil foto makro spesimen dengan sudut geram  $12^\circ$  dan sudut bebas sisi  $9^\circ$





Gambar 4.7. Hasil foto makro spesimen dengan sudut geram  $12^\circ$  dan sudut bebas sisi  $10^\circ$



Gambar 4.8. Hasil foto makro spesimen dengan sudut geram  $14^\circ$  dan sudut bebas sisi  $8^\circ$



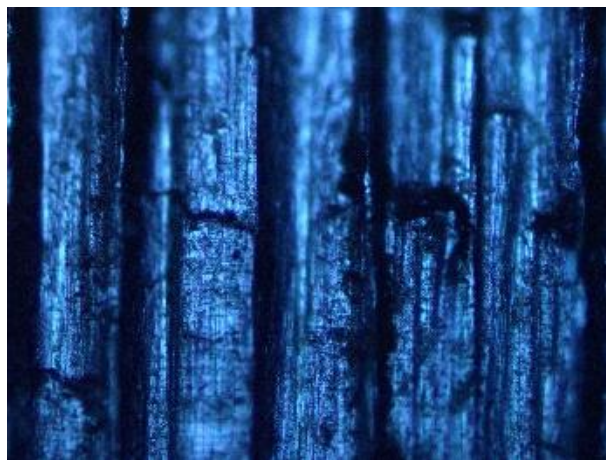
Gambar 4.9. Hasil foto makro spesimen dengan sudut geram  $14^\circ$  dan sudut bebas sisi  $9^\circ$



Gambar 4.10. Hasil foto makro spesimen dengan sudut geram  $14^\circ$  dan sudut bebas sisi  $10^\circ$



Gambar 4.11. Hasil foto makro spesimen dengan sudut geram  $16^\circ$  dan sudut bebas sisi  $8^\circ$



Gambar 4.12. Hasil foto makro spesimen dengan sudut geram  $16^\circ$  dan sudut bebas sisi  $9^\circ$



Gambar 4.13. Hasil foto makro spesimen dengan sudut geram  $16^\circ$  dan sudut bebas sisi  $10^\circ$



Gambar 4.14. Hasil foto makro spesimen dengan sudut geram  $20^\circ$  dan sudut bebas sisi  $8^\circ$



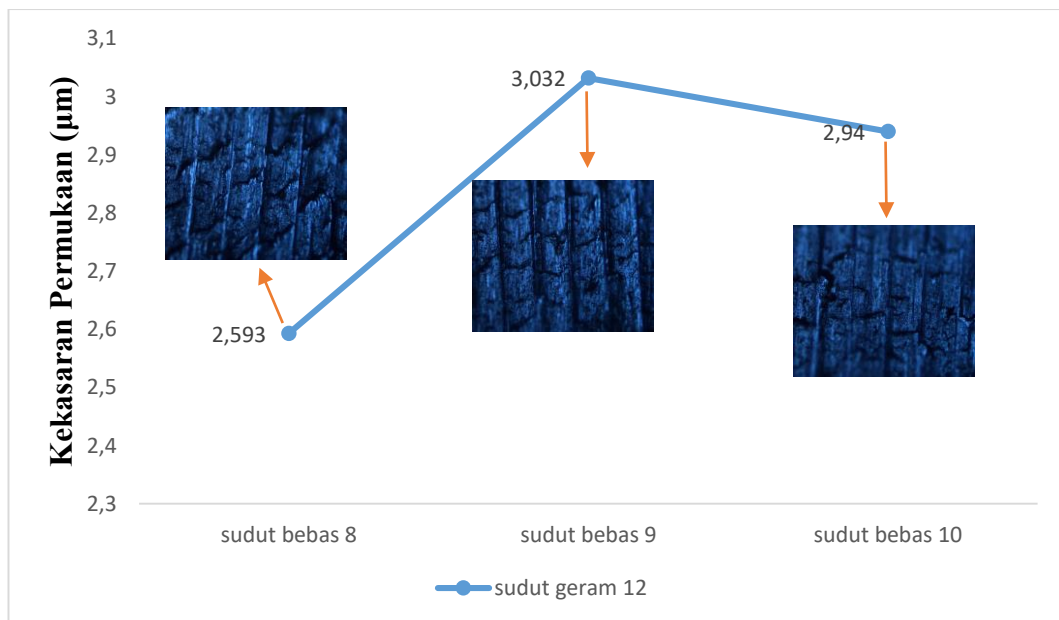
Gambar 4.15. Hasil foto makro spesimen dengan sudut geram  $20^\circ$  dan sudut bebas sisi  $9^\circ$



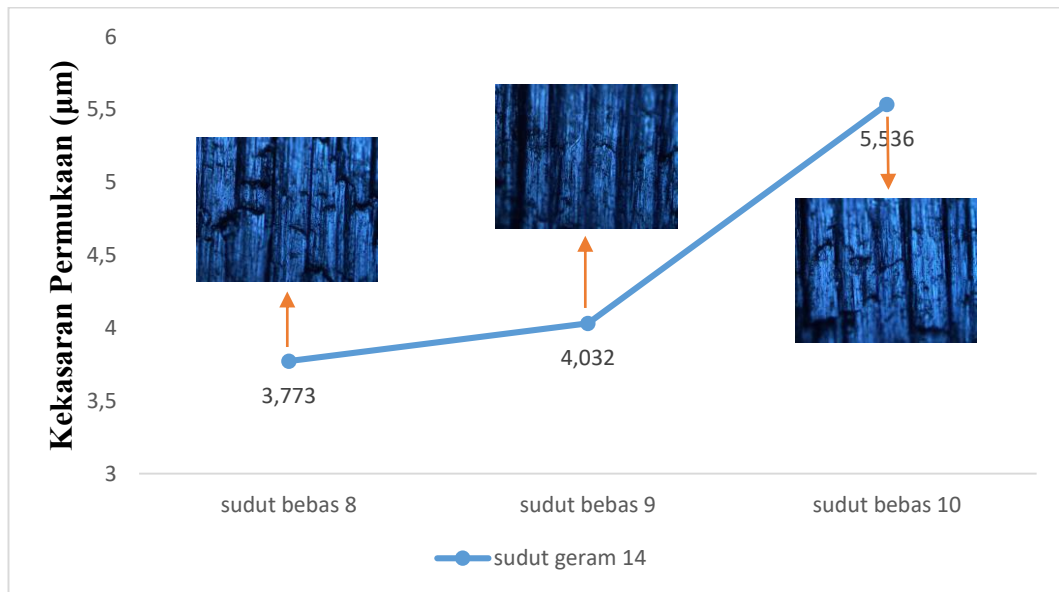


Gambar 4.16. Hasil foto makro spesimen dengan sudut geram  $20^\circ$  dan sudut bebas sisi  $10^\circ$

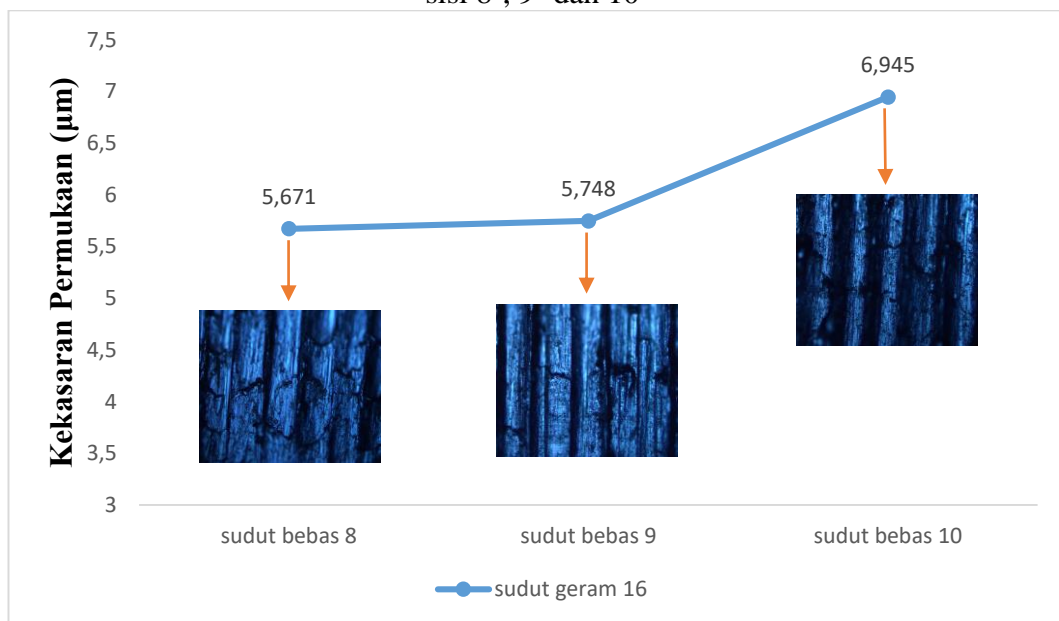
Berdasarkan hasil foto makro pada spesimen, hasil foto pada Gambar 4.5. menunjukkan guratan yang paling halus, sedangkan guratan yang paling kasar ditunjukkan pada Gambar 4.16. Hasil foto makro jika dihubungkan dengan nilai kekasaran akan terlihat seperti pada Gambar 4.17., 4.18., 4.19. dan 4.20.



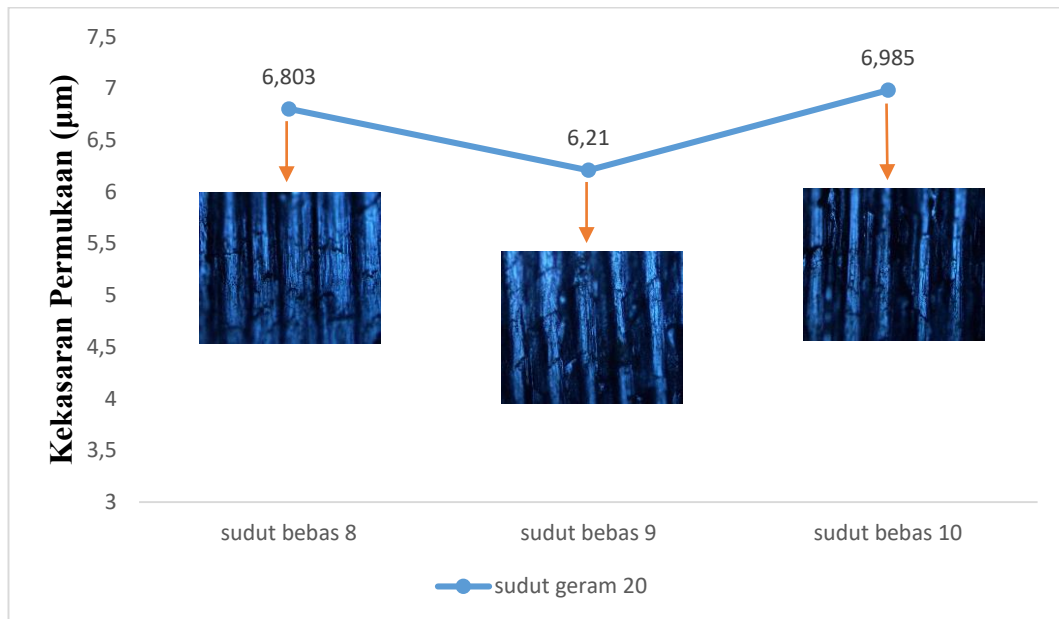
Gambar 4.17. Hasil foto makro spesimen dengan sudut geram  $12^\circ$  dan sudut bebas sisi  $8^\circ$ ,  $9^\circ$  dan  $10^\circ$



Gambar 4.18. Hasil foto makro spesimen dengan sudut geram  $14^\circ$  dan sudut bebas sisi  $8^\circ$ ,  $9^\circ$  dan  $10^\circ$



Gambar 4.19. Hasil foto makro spesimen dengan sudut geram  $16^\circ$  dan sudut bebas sisi  $8^\circ$ ,  $9^\circ$  dan  $10^\circ$



Gambar 4.20. Hasil foto makro spesimen dengan sudut geram  $20^\circ$  dan sudut bebas sisi  $8^\circ$ ,  $9^\circ$  dan  $10^\circ$

#### 4.2. Pembahasan

Geometri sudut pahat pada proses bubut rata dapat mempengaruhi kekasaran dan struktur makro, hal ini dibuktikan pada penelitian ini. Pada penelitian ini didapatkan nilai kekasaran permukaan dan struktur makro yang berbeda pada variasi sudut geram dan sudut bebas sisi yang berbeda. Nilai kekasaran paling rendah didapatkan pada variasi sudut geram  $12^\circ$  dan sudut bebas sisi  $8^\circ$  yaitu  $2,593 \mu\text{m}$ , sedangkan nilai kekasaran paling tinggi didapatkan pada variasi sudut geram  $20^\circ$  dan sudut bebas sisi  $10^\circ$  yaitu  $6,985$ . Hal itu dapat dilihat pada Tabel 4.1.

Apabila dilihat dari pahat yang digunakan yaitu HSS dan benda kerja yang digunakan adalah baja karbon sedang maka penelitian ini sejalan dengan pendapat Schonmetz (2013: 28) yang menyatakan bahwa untuk bahan yang padat, keras, rapuh, baja tuang, baja yang diperkeras, dan sebagainya sudut serpih (sudut geram) harus kecil. Maka dapat disimpulkan bahwa semakin keras bahan yang digunakan

maka sudut geram semakin kecil. Tentu saja hal itu akan membuat umur pahat menjadi lebih lama dan tingkat kekasaran akan terus terjaga dengan baik, selain itu sejalan dengan penelitian yang dilakukan oleh Paridawati (2015) yang menyatakan bahwa dibutuhkan kecepatan potong dan sudut pahat yang tepat pada tiap jenis pembubutan yang berbeda untuk mendapatkan hasil yang bagus. Berdasarkan penelitiannya, hasil terbaik juga didapatkan pada sudut yang paling rendah yaitu *clearence angle*  $10^\circ$  dan *rake angle*  $12^\circ$ .

Pada penelitian sebelumnya yang masih relevan Sinu Hatnolo (2012) dalam penelitiannya menyatakan bahwa sudut potong berpengaruh terhadap kekasaran permukaan, dimana semakin kecil sudut potong yang digunakan maka tingkat kekasaran permukaan akan semakin tinggi. Sudut potong disini adalah gabungan atau perpotongan dari sudut geram dan sudut bebas muka, jadi semakin kecil sudut potong maka semakin besar sudut geram dan sudut bebas sisi. Begitu pula sebaliknya yaitu semakin besar sudut potong maka semakin kecil sudut geram dan sudut bebas sisi.

Pada penelitian ini nilai kekasaran yang paling rendah yaitu pada spesimen 1 dengan geometri sudut geram  $12^\circ$  dan sudut bebas sisi  $8^\circ$ , sedangkan nilai kekasaran paling tinggi yaitu pada spesimen 12 dengan geometri sudut geram  $20^\circ$  dan sudut bebas sisi  $10^\circ$ . Hal ini dikarenakan sudut potong yang semakin kecil akan menaikkan gaya radial. Gaya radial adalah gaya yang terjadi pada mata potong pahat yang aktif memotong benda kerja, sehingga semakin kecil sudut potong utama maka mata potong pahat yang aktif memotong akan semakin besar dan gaya radial yang terjadi pada mata potong akan meningkat, sedangkan sudut potong yang

dimaksud adalah gabungan atau perpotongan dari sudut geram dan sudut bebas muka. Jadi, semakin besar sudut potong semakin kecil sudut geram dan sudut bebas sisi, begitu pula sebaliknya.

Angka tingkat kekasaran yang menjadi pertimbangan pada penelitian ini yaitu berdasarkan ISO 1302 dalam satuan *micrometer* ( $\mu\text{m}$ ). Simbol tingkat kekasaran dan nilai kekasaran Ra dalam satuan *micrometer* ( $\mu\text{m}$ ) dapat dilihat pada Tabel 2.4. halaman 24. Jika hasil uji kekasaran pada penelitian ini dikonversikan dengan angka tingkat kekasaran, maka kita dapat mengetahui angka tingkat kekasaran permukaan pada penelitian ini tergolong dalam kategori angka tingkat kekasaran seperti pada Tabel 4.2.

Tabel 4.2. Konversi rata-rata nilai kekasaran hasil penelitian terhadap angka tingkat kekasaran

Sudut geram	Sudut bebas sisi	Nilai Ra ( $\mu\text{m}$ )	Normalisasi angka tingkat kekasaran
12°	8°	2,593	N7-N8
12°	9°	3,032	N7-N8
12°	10°	2,940	N7-N8
14°	8°	3,773	N8-N9
14°	9°	4,023	N8-N9
14°	10°	5,536	N8-N9
16°	8°	5,671	N8-N9
16°	9°	5,748	N8-N9
16°	10°	6,945	N9-N10
20°	8°	6,803	N9-N10
20°	9°	6,210	N8-N9
20°	10°	6,985	N9-N10

Hasil konversi nilai kekasaran pada penelitian ini dengan angka tingkat kekasaran berdasarkan ISO 1302 dapat disimpulkan bahwa hasil proses pembubutan dapat mencapai tingkat kekasaran paling rendah pada angka tingkat kekasaran N7. Pada penelitian di atas tingkat kekasaran dipengaruhi oleh variasi



geometri sudut pahat. Parameter yang mempengaruhi kekasaran seperti kedalaman potong, kecepatan pemakanan dan kecepatan putaran mesin diasumsikan sama pada penelitian ini.

Menurut PEDC Bandung dalam Hasrin (2013), angka tingkat kekasaran pengerjaan pembubutan pada Gambar 2.16. halaman 28 akan menghasilkan angka tingkat kekasaran antara N6 sampai N11. Pada penelitian ini, hasil proses pembubutan menghasilkan angka tingkat kekasaran antara N7-N10. Jadi, angka tingkat kekasaran yang dihasilkan pada penelitian ini masih berada pada batas tingkat kekasaran pengerjaan pembubutan.

Nilai kekasaran hasil uji kekasaran pada penelitian ini diperkuat dengan hasil foto makro untuk melihat guratan pada benda kerja. Hasil foto makro menunjukkan guratan paling baik atau halus terlihat pada nilai kekasaran paling rendah, yaitu pada sudut geram  $12^\circ$  dan sudut bebas sisi  $8^\circ$ . Hasil foto makro menunjukkan guratan paling buruk atau kasar terlihat pada nilai kekasaran paling tinggi, yaitu pada sudut geram  $20^\circ$  dan sudut bebas sisi  $10^\circ$ .

#### **4.3. Keterbatasan Penelitian**

Pada penelitian ini pembentukan pahat HSS dilakukan secara manual dengan mengasah pahat dengan tangan menggunakan mesin gerinda duduk biasa dan diukur dengan alat ukur busur derajat atau *bevel protector*, sehingga tidak bisa dipungkiri asahan pahat kurang maksimal akibat gerakan tangan yang tidak bisa sama sepenuhnya. *Bevel protector* yang digunakan bukan digital sehingga bisa terjadi kesalahan atau perbedaan pembacaan ukuran pada saat pengasahan pahat eksperimen meskipun hanya sedikit.

## **BAB V**

### **PENUTUP**

#### **5.1. Kesimpulan**

Berdasarkan hasil penelitian yang dilakukan pada pengaruh geometri sudut pahat HSS terhadap kekasaran permukaan dan struktur makro pada proses bubut rata baja karbon sedang EMS 45, dapat disimpulkan bahwa :

1. Hasil uji kekasaran pada penelitian ini didapatkan bahwa nilai kekasaran paling rendah didapatkan pada spesimen dengan geometri sudut geram  $12^\circ$  dan sudut bebas sisi  $8^\circ$  yaitu  $2,593 \mu\text{m}$ , sedangkan nilai kekasaran paling tinggi didapatkan pada spesimen dengan geometri sudut geram  $20^\circ$  dan sudut bebas sisi  $10^\circ$  yaitu  $6,985 \mu\text{m}$ .
2. Hasil uji foto makro menunjukkan bahwa spesimen dengan sudut geram  $12^\circ$  dan sudut bebas sisi  $8^\circ$  menghasilkan guratan yang paling halus, sedangkan spesimen dengan sudut geram  $20^\circ$  dan sudut bebas sisi  $10^\circ$  menghasilkan guratan yang paling kasar.

#### **5.2. Saran**

Berdasarkan kesimpulan di atas, saran yang dapat diberikan untuk penelitian selanjutnya agar hasil yang didapatkan dapat optimal antara lain :

1. Mempersiapkan segala sesuatunya secara matang yaitu mulai dari alat, bahan dan tempat penelitian atau pengujian agar dalam penelitian tidak banyak membuang waktu.

2. Parameter-parameter pemotongan yang mempengaruhi kekasaran harus lebih diperhatikan dan lebih teliti saat proses penelitian agar hasil yang didapatkan lebih optimal.
3. Lebih mengutamakan keselamatan dalam melakukan penelitian selanjutnya.

## DAFTAR PUSTAKA

- Amstead, B.H., Ostwald, dan Begeman. 1979. *Teknologi Mekanik: Jilid 1*. Terjemahan Sriati Djaprie. 1981. Jakarta: Erlangga.
- Atedi dan Djoko. 2005. *Standar Kekasaran Permukaan Bidang Pada Yoke Flange Menurut Iso R.1302 dan Din 4768 dengan Memperhatikan Nilai Ketidakpastiannya*. Media Mesin, 6 (2): 63-69.
- Bohler: Sertifikat baja AISI 1045 atau EMS 45.
- Callister. 2006. *Material Science and Engineering*. USA: John Wiley & Sons, Inc.
- Faris, B.S. 2011. *Pengaruh Geometri Sudut Pahat High Speed Steel (HSS) Terhadap Umur Pahat dan Penyusunan Standard Operating Procedure (SOP) Pengasahan Pahat Pada Proses Bubut Aluminium Paduan Rendah*. Skripsi. Jurusan Teknik Industri UNS.
- Hasrin. 2013. *Pengaruh Tebal Pemakanan dan Kecepatan Potong pada Pembubutan Kering Menggunakan Pahat Karbida terhadap Kekasaran Permukaan Material ST-60*. Jurnal Teknologi, 13 (2): 1-8.
- Hatnolo, Sinu. 2012. *Studi Pengaruh Sudut Potong (Kr) Pahat Karbida Pada Proses Bubut dengan Tipe Pemotongan Oblique Terhadap Kekasaran Permukaan*. Jurusan Teknik Mesin UMS.
- Muin, S. A. 1989. *Dasar-dasar Perancangan Perkakas dan Mesin-Mesin Perkakas*. Jakarta: CV. Rajawali.
- Munaji, Sudji. 1988. *Dasar-Dasar Metrologi Industri*. Jakarta: Proyek Pengembangan Lembaga Pendidikan Tenaga Kependidikan.
- Paridawati. 2015. *Pengaruh Kecepatan dan Sudut Potong Terhadap Kekasaran Benda Kerja Pada Mesin Bubut*. E-Jurnal Unisma Bekasi. Vol. 3. No. 2: 53-67.
- Rochim, Taufiq. 1993. *Teori dan Teknologi Proses Pemesinan*. Jakarta: HEDS.
- Schonmetz, Alois. 2013. *Pengerjaan Logam dengan Mesin*. Bandung: Angkasa.
- Sugiyono. 2009. *Metode Penelitian Kuantitatif Kualitatif dan RND*. Bandung: Alfabeta.
- Standar ISO 1302: 2002*.
- Sumbodo, Wirawan, Sigit Pujiono, Agung Pambudi, Komariyanto, Samsudin Anis dan Widi Widayat. 2008. *Teknik Produksi Mesin Industri Jilid 2*. Jakarta: Direktorat Pembinaan Sekolah Menengah Kejuruan. Departemen Pendidikan Nasional.

- Susarno, Ardiyan. 2012. *Studi Pengaruh Sudut Potong Pahat HSS pada Proses Bubut dengan Tipe Pemotongan Orthogonal Terhadap Kekasaran Permukaan*. Jurusan Teknik Mesin UMS.
- Widarto. 2008. *Teknik Pemesinan Jilid 1*. Jakarta: Direktorat Pembinaan Sekolah Menengah Kejuruan. Departemen Pendidikan Nasional.
- Zubaidi. 2012. *Analisis Pengaruh Kecepatan Putar dan Kecepatan Pemakanan Terhadap Kekasaran Permukaan Material FCD 40 Pada Mesin Bubut CNC*. Momentum. Vol. 8. No. 1: 40-47.

# LAMPIRAN

## Lampiran 1. Surat keputusan penguji



**KEPUTUSAN  
DEKAN FAKULTAS TEKNIK  
UNIVERSITAS NEGERI SEMARANG**  
Nomor: 228 / FT-UNNES / 2016

**Tentang  
PENETAPAN DOSEN PEMBIMBING SKRIPSI/TUGAS AKHIR SEMESTER  
GASAL/GENAP  
TAHUN AKADEMIK 2015/2016**

- Menimbang : Bahwa untuk memperlancar mahasiswa Jurusan/Prodi Teknik Mesin/Pend. Teknik Mesin Fakultas Teknik membuat Skripsi/Tugas Akhir, maka perlu menetapkan Dosen-dosen Jurusan/Prodi Teknik Mesin/Pend. Teknik Mesin Fakultas Teknik UNNES untuk menjadi pembimbing.
- Mengingat : 1. Undang-undang No.20 Tahun 2003 tentang Sistem Pendidikan Nasional (Tambahan Lembaran Negara RI No.4301, penjelasan atas Lembaran Negara RI Tahun 2003, Nomor 78)
2. Peraturan Rektor No. 21 Tahun 2011 tentang Sistem Informasi Skripsi UNNES
3. SK. Rektor UNNES No. 164/O/2004 tentang Pedoman penyusunan Skripsi/Tugas Akhir Mahasiswa Strata Satu (S1) UNNES;
4. SK Rektor UNNES No.162/O/2004 tentang penyelenggaraan Pendidikan UNNES;
- Menimbang : Usulan Ketua Jurusan/Prodi Teknik Mesin/Pend. Teknik Mesin Tanggal 21 Januari 2016

**MEMUTUSKAN**

Menetapkan :

**PERTAMA** :

Menunjuk dan menugaskan kepada:

1. Nama : Drs. Wirawan Sumbodo, M.T.

NIP : 196601051990021002

Pangkat/Golongan : IV/B

Jabatan Akademik : Lektor Kepala

Sebagai Pembimbing I

2. Nama : RUSIYANTO, S.Pd., M.T.

NIP : 197403211999031002

Pangkat/Golongan : III/D

Jabatan Akademik : Lektor

Sebagai Pembimbing II

Untuk membimbing mahasiswa penyusun skripsi/Tugas Akhir :

Nama : RIDWAN WAFDULLOH

NIM : 5201412058

Jurusan/Prodi : Teknik Mesin/Pend. Teknik Mesin

Topik : Pengaruh Geometri Sudut Pahat (HSS) Terhadap Umur Pahat dan Kekasaran Permukaan dengan Menggunakan Metode Parameter Taguchi pada Proses Bubut Aluminium Paduan Rendah

**KEDUA** : Keputusan ini mulai berlaku sejak tanggal ditetapkan.

DITETAPKAN DI : SEMARANG

PADA TANGGAL : 22 Januari 2016

Tembusan

1. Pembantu Dekan Bidang Akademik
2. Ketua Jurusan
3. Petinggal



5201412058

....: FM-03-AKD-24/Rev. 00 ....

## Lampiran 2. Surat tugas pengujian



KEMENTERIAN RISET, TEKNOLOGI DAN PENDIDIKAN TINGGI  
UNIVERSITAS NEGERI SEMARANG

**FAKULTAS TEKNIK**

Gedung Dekanat Kampus Sekaran Gunungpati Semarang 50229

Telepon/Fax (024) 8508101 – 8508009

Laman : <http://www.ft.unnes.ac.id>, email: [ft\\_unnes@yahoo.com](mailto:ft_unnes@yahoo.com)

**SURAT TUGAS**

Nomor : 5216 /UN37.1.5/TU/2016

Dekan Fakultas Teknik Universitas Negeri Semarang memberi tugas kepada Saudara yang namanya tersebut di bawah ini sebagai Penguji Seminar Proposal Skripsi Mahasiswa Prodi S1 Pendidikan Teknik Mesin Jurusan Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Negeri Semarang. Adapun nama-namanya sebagai berikut :

No	Nama / NIP	Pangkat / Golru	Tugas
1	Dr. Rahmat Doni Widodo, S.T., M.T. 197509272006041002	Penata Tk. I, III/d	Penguji
2	Drs. Wirawan Sumbodo, M.T. 196601051990021002	Pembina Tk. I, IV/b	Pembimbing 1
3	Rusiyanto, S.Pd., M.T. 197403211999031002	Penata Tk. I, III/d	Pembimbing 2

untuk menguji mahasiswa :

Nama : RIDWAN WAFDULLOH  
NIM : 5201412058  
Prodi : S1 Pendidikan Teknik Mesin  
Topik : PENGARUH GEOMETRI SUDUT PAHAT (HSS) TERHADAP UMUR PAHAT DAN KEKASARAN PERMUKAAN PADA PROSES BUBUT BAJA KORBAN SEDANG EMS 45.

Waktu : Rabu, 15 Juni 2016  
Jam : 14.00 WIB sampai selesai  
Tempat : Ruang Ujian E9 lantai 3  
Pakaian : Hitam putih berjas almamater

Demikian agar tugas dilaksanakan dengan sebaik-baiknya.



Tembusan :  
1. Wakil Dekan Bidang II  
2. Ketua Jurusan TS  
3. Kasubbag Keuangan  
4. Arsip  
Fakultas Teknik UNNES



## Lampiran 3. Hasil uji kekasaran



KEMENTERIAN RISET, TEKNOLOGI DAN PENDIDIKAN TINGGI  
**UNIVERSITAS DIPONEGORO**  
**BP-TRAINING CENTRE**

Jl. Prof. Soedarto, SH Tembalang Semarang Kotak pos 1269  
 Telp / Fax 024-76918618, Email: [tc@undip.ac.id](mailto:tc@undip.ac.id)

**LAPORAN HASIL UJI LABORATORIUM**

Nama : Ridwan Wafdulloh  
 Alamat : UNNES Semarang  
 Nama Sampel : Baja EMS-45  
 Parameter Uji : Uji Kekasaran  
 Tanggal Penerimaan : 28 Oktober 2016  
 Tanggal penyelesaian : 31 Oktober 2016

**HASIL UJI**

No	Spesimen	Titik	Ra	Ry	Rz
1	Baja EMS 45 Spes.1	1	2.900	15.315	10.857
		2	2.723	14.832	10.205
		3	2.156	12.100	8.653
2	Baja EMS 45 Spes.2	1	3.954	23.612	16.160
		2	2.788	16.158	11.692
		3	2.354	14.860	10.154
3	Baja EMS 45 Spes.3	1	2.907	16.325	10.988
		2	2.639	13.507	9.539
		3	3.273	16.280	12.494
4	Baja EMS 45 Spes.4	1	3.631	19.304	14.061
		2	4.303	23.561	16.010
		3	3.385	17.101	12.082
5	Baja EMS 45 Spes.5	1	3.727	20.214	14.910
		2	4.213	21.971	14.744
		3	4.128	19.379	14.268
6	Baja EMS 45 Spes.6	1	5.525	28.208	19.771
		2	5.386	29.501	19.932
		3	5.698	25.073	19.175
7	Baja EMS 45 Spes.7	1	6.952	34.960	25.052
		2	5.082	28.497	17.993
		3	4.979	23.040	16.677
8	Baja EMS 45 Spes.8	1	6.162	33.472	21.607
		2	5.621	28.673	22.068
		3	5.461	27.970	18.681
9	Baja EMS 45 Spes.9	1	7.047	34.989	24.699
		2	7.149	34.114	24.682
		3	6.640	31.442	23.790

*Ry*



KEMENTERIAN RISET, TEKNOLOGI DAN PENDIDIKAN TINGGI  
**UNIVERSITAS DIPONEGORO**  
**BP-TRAINING CENTRE**

Jl. Prof. Soedarto, SH Tembalang Semarang Kotak pos 1269  
 Telp / Fax 024-76918618, Email: [tc@undip.ac.id](mailto:tc@undip.ac.id)

10	Baja EMS 45 Spes.10	1	8.130	32.668	27.056
		2	6.793	30.885	23.542
		3	5.487	29.278	20.121
11	Baja EMS 45 Spes.11	1	7.554	32.600	25.084
		2	6.768	31.235	22.207
		3	4.308	22.604	15.554
12	Baja EMS 45 Spes.12	1	7.279	39.398	26.376
		2	7.453	41.173	26.048
		3	6.224	30.060	20.673

Semarang, 31 Oktober 2016

Koordinator Bidang Teknik Mesin



Rusnaldy, PhD

NIP. 197005201999031002

## Lampiran 4. Surat keterangan foto makro



**LABORATORIUM PENGUJIAN BAHAN**  
**JURUSAN TEKNIK MESIN FAKULTAS TEKNIK**  
**UNIVERSITAS NEGERI SEMARANG**  
*Alamat: Kantor Jurusan Teknik Mesin Gedung E5 Fakultas Teknik Unnes,*  
*Sekaran, Gumungpati Semarang 50229 Telepon : (024) 8508103*

**SURAT KETERANGAN PENGUJIAN**  
**B.022/Sket/LUB-TM/XI/2016**

Dengan ini kami menerangkan bahwa mahasiswa dengan:

Nama : Ridwan Wafdulloh  
 No. Induk Mahasiswa : 5201412058  
 Program Studi : Pendidikan Teknik Mesin  
 Jenjang Studi : Strata-1 (S1)  
 Fakultas : Teknik  
 Instansi Pendidikan : Universitas Negeri Semarang

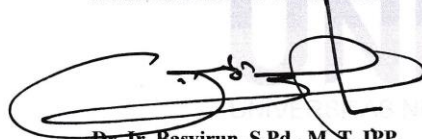
Telah melakukan pengujian **Foto Macro** pada tanggal 4 November 2016 di Laboratorium Pengujian Bahan, Teknik Mesin UNNES untuk topik skripsi:


**“ Pengaruh Geometri Sudut Pahat HSS Terhadap Kekasaran Permukaan dan Struktur Makro Pada Proses Bubut Rata Baja Karbon Sedang EMS 45 ”**

Semoga surat keterangan ini dapat dipergunakan sebagaimana mestinya.


Ketua Laboratorium Teknik Mesin

Semarang, 7 November 2016  
 Teknisi Laboratorium

  
**Dr. Ir. Basvirun, S.Pd., M. T., IPP.**  
 NIP 196809241994031002

  
**Imam Sukoco, SST**  
 NIP 197204111998021001

## Lampiran 5. Surat izin peminjaman alat (bubut dan gerinda)



**PROGRAM STUDI PENDIDIKAN TEKNIK MESIN S1  
JURUSAN TEKNIK MESIN FAKULTAS TEKNIK  
UNIVERSITAS NEGERI SEMARANG**

*Alamat: Kantor Jurusan Teknik Mesin Gedung E5 Fakultas Teknik Unnes,  
Sekaran, Gunungpati Semarang 50229 Telepon : (024) 8508103*

---

**Semarang, 22 September 2016**

Hal : Permohonan Peminjaman Alat

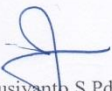

**Yth. Ka. Lab Teknik Mesin FT UNNES  
Dr. Basyirun, S.Pd., M.T.  
Di tempat**

Dengan hormat,  
Sehubungan dengan penelitian skripsi, maka dengan ini:

Nama : Ridwan Wafdulloh  
NIM : 5201412058  
Prodi : Pendidikan Teknik Mesin S1  
Topik : Pengaruh Geometri Sudut Pahat HSS Terhadap Kekasaran Permukaan dan Struktur Makro Pada Proses Bubut Rata Baja Karbon Sedang EMS 45.

Maka demi kelancaran skripsi tersebut, mohon untuk dapat meminjamkan alat **Mesin Bubut beserta peralatannya dan mesin gerinda duduk** untuk penelitian.

Demikian permohonan ini saya sampaikan, atas perhatian dan kebijaksanaan Bapak saya ucapkan terima kasih.


<p>Mengetahui Ketua Jurusan Teknik Mesin Fakultas Teknik UNNES</p>  <p>Rusiyanto S.Pd., M.T. NIP. 197403211999031002</p>	<p>Hormat saya, Mahasiswa Praktikan</p>  <p>Ridwan Wafdulloh NIM 5201412058</p>
-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------



## Lampiran 6. Surat izin uji kekasaran

	<b>KEMENTERIAN RISTEK DAN PENDIDIKAN TINGGI</b> <b>UNIVERSITAS NEGERI SEMARANG</b> <b>FAKULTAS TEKNIK</b> Gedung E1, Kampus Sekaran, Gunungpati, Semarang 50229 Telepon: 0248508101 Laman: <a href="http://ft.unnes.ac.id">http://ft.unnes.ac.id</a> , surel: <a href="mailto:ft_unnes@yahoo.com">ft_unnes@yahoo.com</a>	
	Nomor	: 8299/UN37.1.5/DT/2016
	Lamp.	: .....
	Hal	: Ijin Penelitian
Kepada Yth. Ketua BP Training Center UNDIP Semarang di Semarang		
Dengan Hormat, Bersama ini, kami mohon ijin pelaksanaan penelitian untuk menyusun skripsi/tugas akhir oleh mahasiswa sebagai berikut:		
Nama	: RIDWAN WAFDULLOH	
NIM	: 5201412058	
Program Studi	: Pendidikan Teknik Mesin, S1	
Topik	: Pengaruh Geometri Sudut Pahat (HSS) Terhadap Umur Pahat dan Kekasaran Permukaan dengan Menggunakan Metode Parameter Taguchi pada Proses Bubut Aluminium Paduan Rendah	
Atas perhatian dan kerjasamanya diucapkan terima kasih.		
		 Semarang, 25 Oktober 2016 Dekan Dr. Nur Qudus, M.T NIP. 196911301994031001

## Lampiran 7. Surat izin foto makro



**UNNES**  
UNIVERSITAS NEGERI SEMARANG

**PROGRAM STUDI PENDIDIKAN TEKNIK MESIN S1**  
**JURUSAN TEKNIK MESIN FAKULTAS TEKNIK**  
**UNIVERSITAS NEGERI SEMARANG**

*Alamat: Kantor Jurusan Teknik Mesin Gedung E5 Fakultas Teknik Unnes,  
Sekaran, Gumungpati Semarang 50229 Telepon : (024) 8508103*

---

Semarang, 24 Oktober 2016

Hal : Permohonan Peminjaman Alat

**Yth. Ka. Lab Teknik Mesin FT UNNES**  
**Dr., Ir. Basyirun, S.Pd., M.T., IPP**  
**Di tempat**


Dengan hormat,  
Sehubungan dengan pengujian struktur makro, maka dengan ini:

Nama : Ridwan Wafdulloh  
NIM : 5201412058  
Prodi : Pendidikan Teknik Mesin S1  
Topik : Pengaruh Geometri Sudut Pahat HSS Terhadap Kekasaran Permukaan dan Struktur Makro Pada Proses Bubut Rata Baja Karbon Sedang EMS 45.

Maka demi kelancaran skripsi tersebut, mohon untuk dapat meminjamkan alat *Alat Uji Foto Makro* untuk melihat struktur makro.


Demikian permohonan ini saya sampaikan, atas perhatian dan kebijaksanaan Bapak saya ucapkan terima kasih.

Mengetahui  
Ketua Jurusan Teknik Mesin  
Fakultas Teknik UNNES



Unto S. Pd, M.T.  
NIP. 197403211999031002


Hormat saya,  
Mahasiswa Praktikan





Ridwan Wafdulloh  
NIM 5201412058

## Lampiran 8. Sertifikat bahan

2\*




**PT BHINNEKA BAJANAS**  
High Grade Steel-Welding Machine & Electrodes-Heat Treatment Service  
S.I.U.P. No. 1296/97/09 - 02/PB/XII/2000





Jl. Karang Bolong Raya No 5, Ancol Barat, Jakarta – Indonesia P.O.Box.4103/JKT  
Phone: 62-21-6912116, 6912201, 6922122, 6925431, 6925591, 6909308 (hunting) Fax.: 6911569, 6924291

### TEST CERTIFICATE

Nr./No./No.: 023 / 05.08.2016  
 Seite/Page/Page: 01

Bestell Nr./Purchaser's Order No./No. de commande <b>BB/2440/15</b>	Lieferschein/Dispatch note/Avis d'expédition <b>52/ 135.043/ BEP</b>																								
Unsere Auftrags Nr./Works Order No./No. commande d'usage <b>938.006/ RI</b>																									
Prüfgegenstand/Object of tests/Object d'examen <b>STEEL BARS (AISI 1045) / E.M.S 45</b>																									
<table style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th style="text-align: left; border-bottom: 1px solid black;">Umfang der Lieferung/Volume of delivery/Liste descriptive</th> <th style="text-align: left; border-bottom: 1px solid black;">Gewicht kg Weight lbs Poids kg</th> <th style="text-align: left; border-bottom: 1px solid black;">Schmelze Heat No. No. de coulée</th> <th style="text-align: left; border-bottom: 1px solid black;">Prüf-Nr Test No. Epreuve n°</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>01 DIA. 25.00 MM</td> <td>1060.00</td> <td>7104931</td> <td></td> </tr> </tbody> </table>		Umfang der Lieferung/Volume of delivery/Liste descriptive	Gewicht kg Weight lbs Poids kg	Schmelze Heat No. No. de coulée	Prüf-Nr Test No. Epreuve n°	01 DIA. 25.00 MM	1060.00	7104931																	
Umfang der Lieferung/Volume of delivery/Liste descriptive	Gewicht kg Weight lbs Poids kg	Schmelze Heat No. No. de coulée	Prüf-Nr Test No. Epreuve n°																						
01 DIA. 25.00 MM	1060.00	7104931																							
<div style="border: 1px solid black; padding: 5px; display: inline-block;">           SERTIFIKAT INI HANYA BERLAKU UNTUK DO NO : PT. BHINNEKA BAJANAS   </div>																									
<table style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th style="text-align: left; border-bottom: 1px solid black;">Schmelze Heat No. No. de coulée</th> <th style="text-align: center; border-bottom: 1px solid black;">C</th> <th style="text-align: center; border-bottom: 1px solid black;">SI</th> <th style="text-align: center; border-bottom: 1px solid black;">MN</th> <th style="text-align: center; border-bottom: 1px solid black;">P</th> <th style="text-align: center; border-bottom: 1px solid black;">S</th> <th style="text-align: center; border-bottom: 1px solid black;">CR</th> <th style="text-align: center; border-bottom: 1px solid black;">Ni</th> <th style="text-align: center; border-bottom: 1px solid black;">Mo</th> <th style="text-align: center; border-bottom: 1px solid black;">V</th> <th style="text-align: center; border-bottom: 1px solid black;">Al</th> <th style="text-align: center; border-bottom: 1px solid black;">Cu</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>7104931</td> <td style="text-align: center;">0.45</td> <td style="text-align: center;">0.23</td> <td style="text-align: center;">0.69</td> <td style="text-align: center;">0.009</td> <td style="text-align: center;">0.005</td> <td style="text-align: center;">0.05</td> <td style="text-align: center;">0.01</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td style="text-align: center;">0.02</td> </tr> </tbody> </table>		Schmelze Heat No. No. de coulée	C	SI	MN	P	S	CR	Ni	Mo	V	Al	Cu	7104931	0.45	0.23	0.69	0.009	0.005	0.05	0.01				0.02
Schmelze Heat No. No. de coulée	C	SI	MN	P	S	CR	Ni	Mo	V	Al	Cu														
7104931	0.45	0.23	0.69	0.009	0.005	0.05	0.01				0.02														
<table style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th style="text-align: left; border-bottom: 1px solid black;">Prüf-Nr Test No. Epreuve n°</th> <th style="text-align: left; border-bottom: 1px solid black;">Haerte/ Brinell</th> <th style="text-align: left; border-bottom: 1px solid black;">Tensile Strength (Rm) N/mm2</th> <th style="text-align: left; border-bottom: 1px solid black;">Yield Strength (Rp 0,2) N/mm2</th> <th style="text-align: left; border-bottom: 1px solid black;">Elongation %</th> <th style="text-align: left; border-bottom: 1px solid black;">Reduction %</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>01</td> <td>205</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> </tbody> </table>		Prüf-Nr Test No. Epreuve n°	Haerte/ Brinell	Tensile Strength (Rm) N/mm2	Yield Strength (Rp 0,2) N/mm2	Elongation %	Reduction %	01	205																
Prüf-Nr Test No. Epreuve n°	Haerte/ Brinell	Tensile Strength (Rm) N/mm2	Yield Strength (Rp 0,2) N/mm2	Elongation %	Reduction %																				
01	205																								

DO NO : 02165/1X/16/2016  
 Tanggal : 05-09-2016  




## Lampiran 9. Foto-foto penelitian



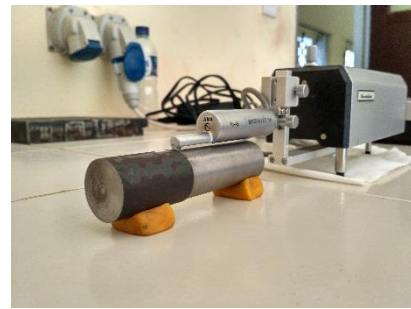
Proses pemotongan benda



Pengasahan pahat



Proses pembubutan



Pengukuran kekasaran

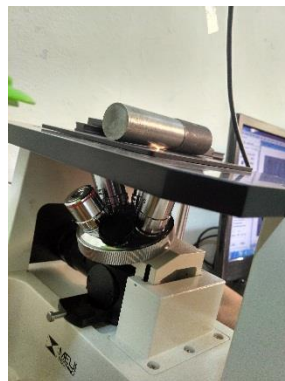


Foto makro