

**PENGARUH PARAMETER PEMOTONGAN TERHADAP KEKASARAN
PERMUKAAN PROSES PEMBUBUTAN KONVENSIONAL**

SKRIPSI

KONSENTRASI TEKNIK PRODUKSI

Diajukan untuk memenuhi persyaratan
memperoleh gelar Sarjana Teknik



Disusun oleh :

REZAVANI FAHRULLOH

NIM. 0810620086 - 62

KEMENTERIAN PENDIDIKAN DAN KEBUDAYAAN

UNIVERSITAS BRAWIJAYA

FAKULTAS TEKNIK

JURUSAN MESIN

MALANG

2013

LEMBAR PERSETUJUAN

**PENGARUH PARAMETER PEMOTONGAN TERHADAP KEKASARAN
PERMUKAAN PROSES PEMBUBUTAN KONVENSIONAL**

SKRIPSI

KONSENTRASI TEKNIK PRODUKSI

Diajukan untuk memenuhi persyaratan
memperoleh gelar Sarjana Teknik

UNIVERSITAS BRAWIJAYA



Disusun Oleh :

REZAVANI FAHRULLOH

NIM. 0810620086-62

Telah diperiksa dan disetujui oleh :

Dosen Pembimbing I

Dosen Pembimbing II

Ir. Erwin Sulisty, MT.
NIP. 19661213 199802 1 001

Femiana Gapsari M.F, ST., MT.
NIP. 19820704 200812 2 002

LEMBAR PENGESAHAN

**PENGARUH PARAMETER PEMOTONGAN TERHADAP KEKASARAN
PERMUKAAN PROSES PEMBUBUTAN KONVENSIONAL**

SKRIPSI

KONSENTRASI TEKNIK PRODUKSI

Diajukan untuk memenuhi persyaratan
memperoleh gelar Sarjana Teknik

Disusun Oleh :

REZAVANI FAHRULLOH
NIM. 0810620086-62

Skripsi ini telah diuji dan dinyatakan lulus pada
tanggal 8 Mei 2013

Penguji Skripsi I

Ir. Ari Wahjudi, MT.
NIP. 19680324 199412 1 001

Penguji Skripsi II

Ir. Djoko Sutikno, M.Eng.
NIP.19541009 198303 1 002

Penguji Skripsi III

Prof. Ir. I.N.G. Wardana, M.Eng, Ph.D
NIP. 19590703 198303 1 002

Mengetahui
Ketua Jurusan Teknik Mesin

Dr. Slamet Wahyudi, ST., MT
NIP. 19720903 199702 1 001

KATA PENGANTAR

Ucapan puji dan syukur kehadirat Allah SWT yang telah melimpahkan segala nikmat dari bumi dan langit yang tak terbatas jumlahnya, serta memberikan ketenangan jiwa, menumbuhkan rasa sabar dan semangat kepada semua makhluknya yang percaya akan keberadaan-Nya, khususnya bagi penulis sehingga skripsi dengan judul **“Pengaruh Parameter Pemotongan Terhadap Kekasaran Permukaan Proses Pembubutan Konvensional”** dapat terselesaikan dengan baik. Tidak lupa shalawat serta salam semoga tetap tercurahkan kepada Nabi Muhammad Sholallahu ‘Alaihi Wassalam.

Proses pengerjaan skripsi tidak lepas dari dukungan banyak pihak, oleh karena itu dengan segala kerendahan hati penulis ingin mengucapkan terima kasih sebanyak – banyaknya kepada pihak – pihak yang telah banyak membantu dalam penyusunan skripsi ini, yaitu :

1. Bapak Dr. Slamet Wahyudi, ST, MT., selaku Ketua Jurusan Teknik Mesin Universitas Brawijaya.
2. Bapak Dr. Eng Anindito Purnowidodo, ST., M.Eng selaku Sekretaris Jurusan Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Brawijaya.
3. Bapak Ir. Tjuk Oerbandono, MSc. CSE., selaku Ketua Kelompok Konsentrasi Produksi Jurusan Mesin Fakultas teknik Universitas Brawijaya.
4. Ibu Francisca Gayuh U.D., ST., MT selaku dosen Wali.
5. Bapak Ir. Erwin Sulisty, MT. selaku Dosen Pembimbing I yang telah memberikan pengarahan dan bimbingan selama penyusunan skripsi ini.
6. Ibu Femiana Gapsari M.F, ST., MT. selaku Dosen Pembimbing II yang dengan sabar dan tidak pernah lelah memberikan bimbingan dan motivasinya agar penyusunan skripsi ini segera selesai dengan baik.
7. Seluruh Dosen dan Karyawan Jurusan Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Brawijaya Malang yang bersedia berbagi ilmunya. Khususnya Laboratorium Proses Produksi I Universitas Brawijaya Malang, Dr. Eng. Eko Siswanto, ST., MT. selaku Kepala Laboratorium yang telah mengizinkan untuk melakukan penelitian, Pak Muji dan Mas Arif, Spd. yang telah membantu selama pelaksanaan penelitian.
8. Kedua orang tua Ayahanda Mochammad Amin, Ibunda Eny Subhalis, kedua kakak saya Ratih Angga Y.S dan Hermawan S, dan adik saya Chusnul L.R yang telah memberikan doa serta dukungan moril dan materil selama pengerjaan skripsi ini.

9. Kedua saudara angkat saya Kosod dan Ipulbiutipul yang selalu meluangkan waktu untuk berdiskusi dan saling bedebat demi terselesaikannya skripsi ini.
10. Semua saudara saya yang menyebut dirinya sebagai EMPEROR yang telah memberikan doa, masukan, dan dukungan agar penyusunan skripsi ini segera terselesaikan.
11. Seluruh Keluarga Besar Mahasiswa Mesin Fakultas Teknik Universitas Brawijaya Malang.
12. Seluruh pihak terkait yang telah membantu dan tidak dapat penulis sebutkan satu persatu.

Dalam pengerjaan skripsi ini penulis menghadapi berbagai keterbatasan sehingga masih belum sempurna, serta banyak hal yang perlu dikaji lebih lanjut. Oleh karena itu saran dan kritik diharapkan dalam rangka penyempurnaan skripsi ini. Akhir kata semoga tulisan ini dapat bermanfaat bagi pembaca sekalian.

Malang, 24 April 2013

Penulis



DAFTAR ISI

KATA PENGANTAR	i
DAFTAR ISI	iii
DAFTAR TABEL	v
DAFTAR GAMBAR	vi
DAFTAR LAMPIRAN	vii
RINGKASAN	viii
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1 latar belakang	1
1.2 rumusan masalah	2
1.3 batasan masalah	2
1.4 Tujuan penelitian	3
1.5 manfaat penelitian	3
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	4
2.1 penelitian sebelumnya	4
2.2 proses bubut	5
2.2.1 bagian – bagian mesin bubut	5
2.2.2 parameter pemotongan	7
2.3 pahat	9
2.3.1 material pahat	13
2.3.2 tool holder	15
2.3.3 kerusakan pahat	16
2.4 klasifikasi baja	18
2.5 kekasaran permukaan	19
2.6 hipotesa	22
BAB III METODE PENELITIAN	23
3.1 metode penelitian	23
3.2 lokasi dan waktu penelitian	23
3.3 variabel penelitian	23
3.3.1 variabel bebas	23

3.3.2 variabel control	23
3.3.3 variabel respon	24
3.4 spesifikasi alat dan bahan penelitian	24
3.5 prosedur penelitian	27
3.5.1 tahap identifikasi masalah	27
3.5.2 tahap pengumpulan data	27
3.5.3 tahap analisa dan kesimpulan	27
3.6 diagram alir penelitian	28

BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN 29

4.1 perhitungan parameter pemotongan	29
4.1.1 perhitungan putaran spindle	29
4.2 data hasil pengujian	29
4.3 grafik dan pembahasan	31
4.3.1 hubungan antara depth of cut dengan kekasaran permukaan	32
4.3.2 hubungan antara cutting speed dengan kekasaran permukaan	34
4.3.3 hubungan antara panjang pemakanan dengan kekasaran permukaan	37

BAB V KESIMPULAN DAN SARAN 40

5.1 kesimpulan	40
5.2 saran	40

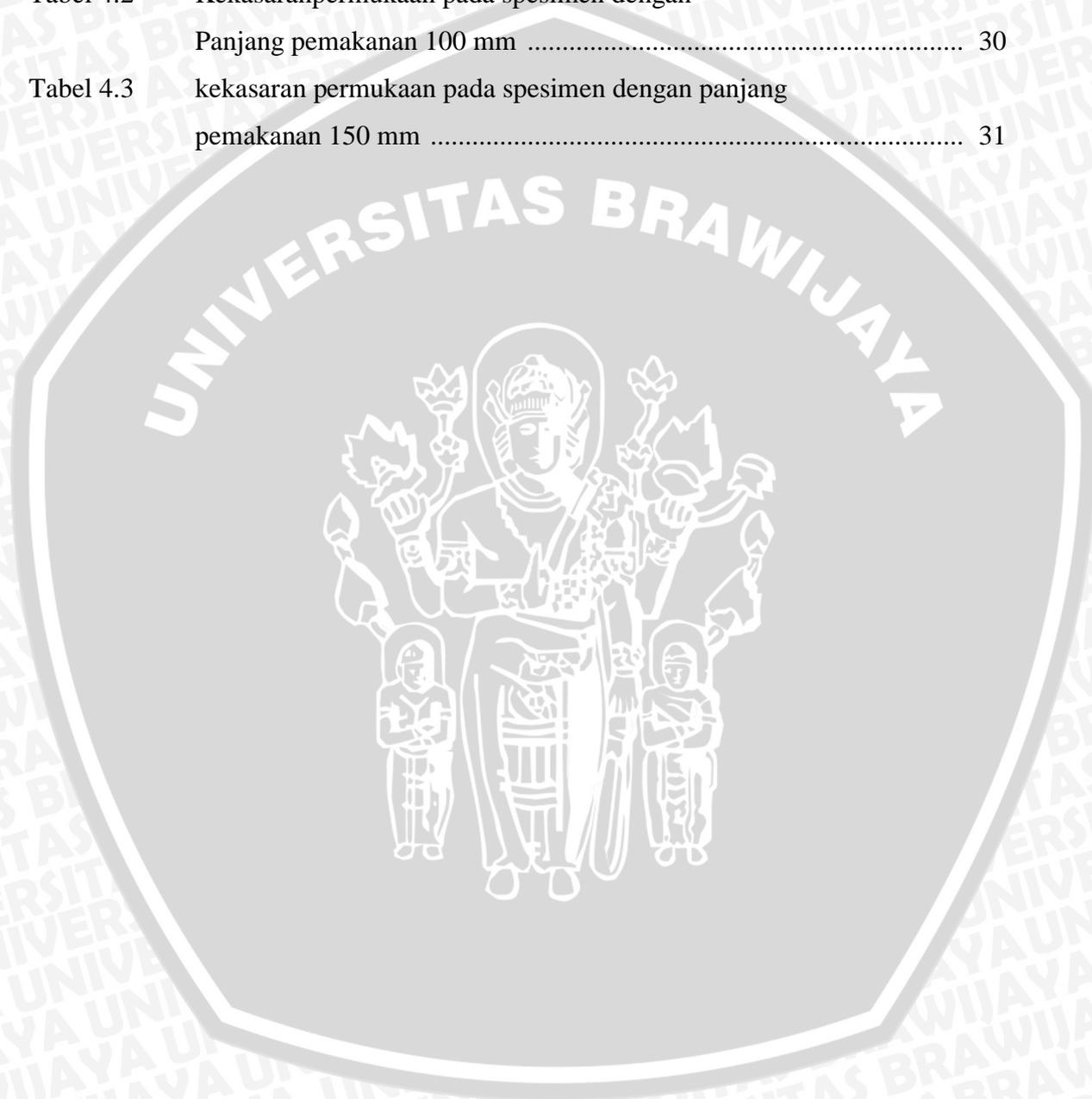
DAFTAR PUSTAKA

LAMPIRAN



DAFTAR TABEL

No.	Judul	Hal.
Tabel 4.1	kekasaran permukaan pada spesimen dengan panjang pemakanan 50 mm	30
Tabel 4.2	Kekasaran permukaan pada spesimen dengan Panjang pemakanan 100 mm	30
Tabel 4.3	kekasaran permukaan pada spesimen dengan panjang pemakanan 150 mm	31

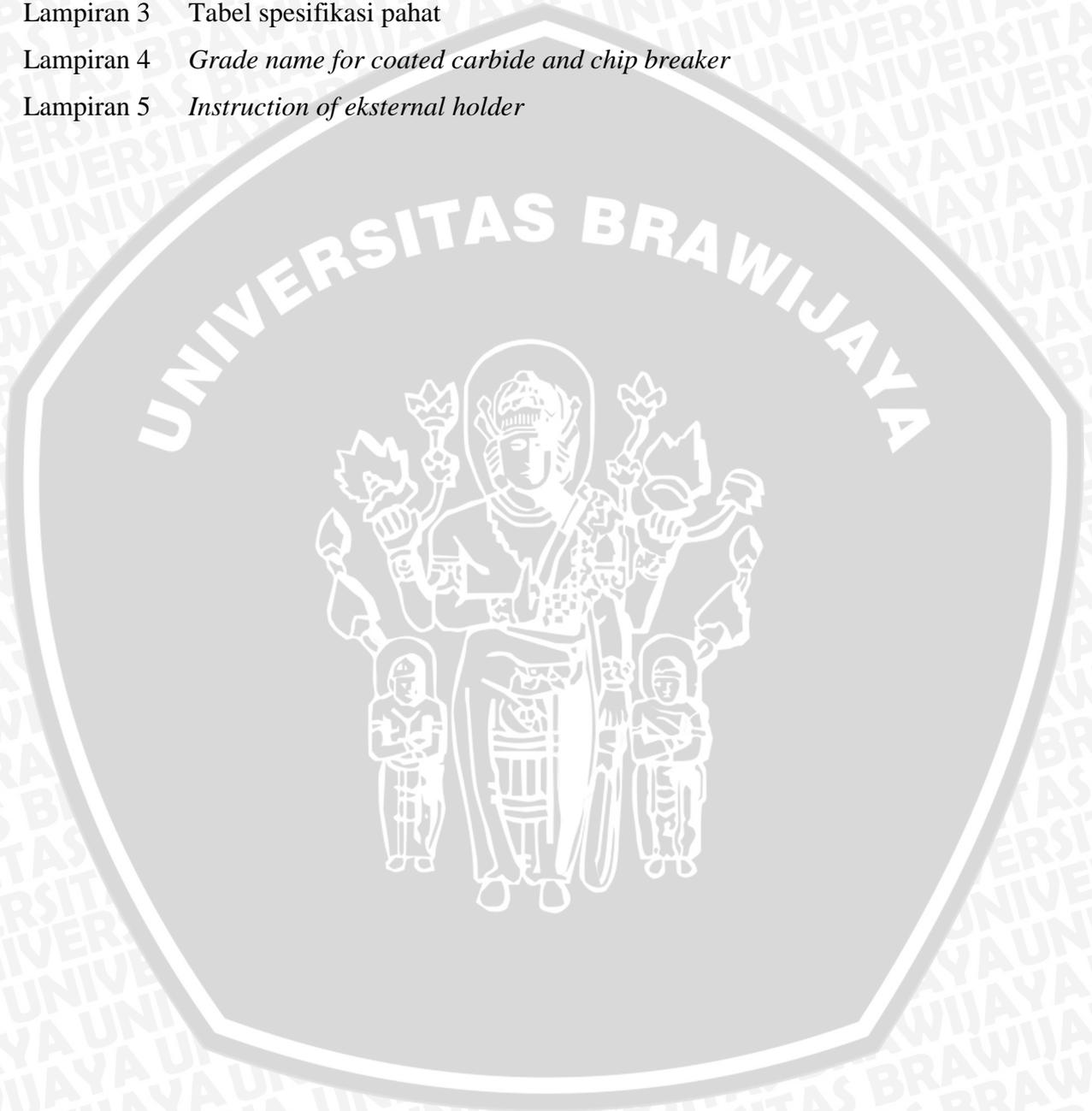


DAFTAR GAMBAR

No.	Judul	Hal.
Gambar 2.1	Mesin Bubut	6
Gambar 2.2	Variasi <i>Feed Rate</i> Pada Proses Pembubutan	8
Gambar 2.3	Pahat Kanan dan Pahat Kiri	10
Gambar 2.4	Bentuk – Bentuk Pahat <i>Insert</i>	10
Gambar 2.5	Proses Pemotongan Benda Kerja	11
Gambar 2.6	Beban Kejut Pada Proses Awal Pemotongan	12
Gambar 2.7	Temperatur Proses Pemotongan	13
Gambar 2.8	Kekerasan Material Pahat Sebagai Fungsi dari Temperatur.....	14
Gambar 2.9	Spesifikasi <i>Tool Holder</i>	16
Gambar 2.10	Skema Pemasangan Pahat Pada <i>Tool Holder</i>	16
Gambar 2.11	Daerah Penempelan Material Benda Kerja Pada Pahat	17
Gambar 2.12	Penyimpangan Rata – Rata Aritmetik Dari Garis Rata – rata Profil	19
Gambar 2.13	Ketinggian Sepuluh Titik dari Ketidakrataan	20
Gambar 2.14	Ketinggian Maksimum dari Ketidakrataan	21
Gambar 2.15	Mitutoyo <i>Surftest</i> SJ – 301.....	21
Gambar 3.1	Pahat <i>insert</i> DCMT.....	24
Gambar 3.2	<i>Tool holder</i>	24
Gambar 3.3	Mesin bubut Gap - <i>Bed Lathe</i> tipe C6232A	25
Gambar 3.4	Jangka Sorong	25
Gambar 3.5	Mistar Baja.....	26
Gambar 3.6	Mitutoyo <i>Surftest</i> SJ – 301	26
Gambar 3.7	Kaca Mata	26
Gambar 4.1	Grafik Hubungan Antara Kedalaman Pemotongan Dengan Kekasaran Permukaan	32
Gambar 4.2	Grafik Hubungan Antara <i>Cutting Speed</i> Dengan Kekasaran Permukaan	34
Gambar 4.3	Grafik Hubungan Antara Panjang Pemakanan Dengan Kekasaran Permukaan	37

DAFTAR LAMPIRAN

No.	Judul
Lampiran 1	sertifikat maerial S45C
Lampiran 2	<i>Application turning of grades</i>
Lampiran 3	Tabel spesifikasi pahat
Lampiran 4	<i>Grade name for coated carbide and chip breaker</i>
Lampiran 5	<i>Instruction of eksternal holder</i>



RINGKASAN

Rezavani Fahrulloh, Jurusan Teknik Mesin, Fakultas Teknik Universitas Brawijaya, April 2013, *Pengaruh Parameter Pemotongan Terhadap Kekasaran Permukaan Proses Pembubutan Konvensional*, Dosen Pembimbing : Erwin Sulisty, Femiana Gapsari M.F

Proses bubut (*turning*) adalah proses pembentukan logam dengan cara membunag sebagian permukaan dari benda tersebut. Pada proses pembubutan parameter pemotongan akan mempengaruhi proses pemotongan. Parameter pemotongan terdiri dari *cutting speed*, *feed rate*, dan *depth of cut*. Pengurangan jumlah proses pemotongan dapat dilakukan dengan meningkatkan harga dari *depth of cut* dan *feed rate* yang akan mengakibatkan peningkatan produktifitas mesin bubut namun kekasaran permukaan hasil pembubutan akan meningkat. Sedangkan untuk memperbaiki kualitas permukaan hasil pembubutan dapat dilakukan dengan menurunkan harga *depth of cut* dan *feed rate* yang akan mengakibatkan penurunan produktifitas mesin bubut.

Pada penelitian ini dilakukan proses pembubutan dengan menggunakan mesin bubut *GAP-BED LATHE C6232A* dengan pahat karbida *insert DCMT 070208-C25*. Selain pemilihan pahat yang sesuai, parameter pemotongan yang terdiri dari *depth of cut*, *cutting speed*, *feed rate* perlu diperhatikan dalam proses pembubutan. Dalam penelitian ini variasi *depth of cut* 0,25, 0,5, dan 0,75 mm, variasi *cutting speed* 50, 80, 110 m/min, variasi panjang pemakanan 50, 100, 150 mm, dengan *feed rate* yang digunakan konstan sebesar 0,06 mm/rev pada setiap kondisi pembubutan. Hasil pemotongan menggunakan mesin bubut dengan kekasaran permukaan yang rendah akan mempersingkat proses manufaktur dan dapat meringankan biaya produksi. Dengan menggunakan Mitutoyo Surftest SJ – 301 dan analisis grafis maka dapat diketahui perubahan parameter pemotongan dan panjang pemakanan memiliki pengaruh terhadap kekasaran permukaan.

Dari hasil penelitian didapatkan bahwa dengan penggunaan pahat *insert* karbida *DCMT 070208-C25* menghasilkan nilai kekasaran permukaan paling rendah pada baja S45C sebesar 0,64 μm pada putaran *spindle* 1600 rpm, *depth of cut* 0,25 mm, dan panjang pemakanan 100 mm.

Kata kunci : Proses bubut, *insert* DCMT 070208-C25, kekasaran permukaan.

BAB I PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Permintaan pasar akan produk berkualitas merupakan tantangan bagi industri manufaktur masa kini seiring dengan meningkatnya pengetahuan dalam proses permesinan. Jangka waktu pemakaian (*life time*) merupakan hal yang dapat menentukan baik atau tidaknya kualitas suatu produk. Jangka waktu pemakaian (*life time*) suatu produk ditentukan oleh banyak hal, antara lain pemilihan material dan *finishing*. Proses permesinan merupakan parameter penting dalam industri manufaktur. Karakteristik tersebut dapat mempengaruhi kinerja dari suatu produk yang dihasilkan dari proses permesinan.

Proses permesinan adalah proses pemotongan atau pembuangan sebagian benda kerja dengan maksud untuk membentuk produk sesuai dengan yang diinginkan. Proses permesinan yang banyak dilakukan dalam industri manufaktur adalah proses penyekrapan (*shaping*), proses penggurdian (*drilling*), proses penyayat atau frais (*milling*), proses gergaji (*sawing*), proses gerinda (*grinding*), dan proses pembubutan (*turning*). Mesin bubut adalah suatu mesin perkakas yang mempunyai gerakan utama berputar yang berfungsi untuk mengubah bentuk dan ukuran benda kerja dengan cara menyayat benda kerja dengan suatu pahat penyayat, posisi benda kerja berputar sesuai dengan sumbu mesin dan pahat bergerak ke kanan atau ke kiri searah sumbu mesin bubut untuk melakukan penyayat atau pemakanan. Proses pembubutan dapat diaplikasikan dalam pembuatan ulir, poros, ataupun digunakan untuk meratakan permukaan suatu benda kerja.

Parameter permesinan dalam proses pembubutan meliputi kecepatan potong (*cutting speed*), kedalaman pemotongan (*depth of cut*), dan laju pemakanan (*feed rate*). Dalam aplikasinya ketiga parameter tersebut memiliki pengaruh yang cukup besar pada kekasaran permukaan dari hasil proses permesinan. Pemilihan nilai laju pemakanan dan kedalaman pemotongan yang tinggi maka proses pembubutan akan efisien, namun produk yang dihasilkan akan memiliki kekasaran permukaan yang tinggi. Sedangkan pemilihan nilai laju pemakanan dan kedalaman pemotongan yang rendah akan mengurangi efisiensi proses pembubutan, namun produk yang dihasilkan memiliki kekasaran permukaan yang rendah. Selain ketiga parameter utama tersebut, panjang pemakanan merupakan salah satu faktor yang juga dapat mempengaruhi hasil proses

pembubutan. Dengan panjang pemakanan yang besar maka proses pemakanan akan berlangsung lama sehingga permukaan benda kerja akan semakin kasar yang diakibatkan oleh geram (*chip*) yang menempel pada ujung pahat selama proses pemakanan. Oleh sebab itu perlu dilakukan penelitian lebih lanjut mengenai pemilihan parameter pemotongan pada mesin bubut. Dari beberapa parameter pemotongan tersebut dipilih panjang pemakanan, *depth of cut*, *cutting speed* sebagai variabel bebas untuk mendapatkan nilai optimal dari masing – masing variabel sehingga didapatkan kekasaran permukaan yang paling rendah.

Kekasaran permukaan suatu produk permesinan dapat mempengaruhi beberapa fungsi dari produk tersebut seperti tingkat kepresisian, kemampuan penyebaran pelumas, pelapisan, dan sebagainya. Dimana semakin halus permukaan semakin tinggi tingkat kepresisian dari produk tersebut, dan semakin halus permukaan semakin merata pelumasan yang terjadi, begitu juga halnya dengan kualitas hasil pelapisan. Dengan demikian kekasaran permukaan menjadi tolak ukur keakuratan dan kualitas dari suatu produk industri manufaktur.

Berdasarkan uraian diatas maka dilakukan penelitian untuk mendapatkan variasi parameter pemotongan pada proses pembubutan konvensional. Diharapkan dengan penelitian ini dapat dihasilkan produk proses pembubutan yang memiliki kekasaran permukaan cukup rendah.

1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang yang telah diuraikan, maka permasalahan yang akan dibahas adalah berapakah nilai variasi parameter pemotongan (*Depth of cut*, *Cutting speed*, dan Panjang pemakanan) yang optimal untuk mendapatkan produk hasil proses pembubutan dengan nilai kekasaran permukaan paling rendah.

1.3 Batasan Masalah

Agar pembahasan rumusan masalah lebih terarah maka dibatasi pada :

1. Variabel respon dalam penelitian ini adalah kekasaran permukaan.
2. Material yang digunakan pada penelitian ini adalah baja S45C.
3. Jenis pahat yang digunakan pada penelitian ini adalah *Carbide insert* tipe DCMT 070208 - C25.
4. Jenis mesin bubut yang digunakan adalah mesin bubut Gap - *Bed Lathe* tipe C6232A.
5. Proses pembubutan yang dilakukan dalam penelitian ini adalah proses bubut rata.

6. Diameter benda kerja adalah 22 mm dengan toleransi sebesar 1%.
7. Parameter pemotongan yang digunakan adalah :
 - a. *Cutting speed* : 50 m/min, 80 m/min, 110 m/min.
 - b. *Depth of cut* : 0,25 mm, 0,5 mm, 0,75 mm.
 - c. Panjang pemakanan : 50 mm, 100 mm, 150 mm.
8. *Feed rate* yang digunakan 0,06 mm/rev untuk semua kondisi pemotongan
9. Kondisi pahat dianggap sama selama proses pembubutan

1.4 Tujuan Penelitian

Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengetahui variasi parameter pemotongan (*Depth of cut*, *Cutting speed*, dan Panjang pemakanan) yang optimal untuk mendapatkan produk hasil proses pembubutan dengan nilai kekasaran permukaan yang paling rendah.

1.5 Manfaat Penelitian

Manfaat yang diperoleh dari penelitian ini adalah :

1. Bagi peneliti, mengetahui parameter pemotongan yang optimal untuk mendapatkan produk hasil proses pembubutan konvensional dengan nilai kekasaran permukaan yang rendah.
2. Bagi umum, sebagai referensi tambahan khususnya mahasiswa teknik mesin dalam penelitian - penelitian yang berhubungan dengan pemotongan.
3. Dapat memberikan masukan bagi industri manufaktur untuk meningkatkan produktifitas dan kualitas produk yang dihasilkan dari proses permesinan.

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Penelitian Sebelumnya

Zulhendri (2008) telah melakukan penelitian mengenai penggunaan metode taguchi dalam penentuan parameter pemotongan (*depth of cut, feed rate, cutting speed*) yang optimal pada proses pembubutan konvensional. Masing – masing parameter memiliki 3 level yaitu rendah, sedang, dan tinggi. Untuk parameter *depth of cut* (0,5mm, 1mm, 1,5mm), *feed rate* (0,112mm/rev, 0,225mm/rev, 0,315mm/rev) dan *cutting speed* (45m/min, 65m/min, 110m/min). Dari penelitian tersebut disimpulkan bahwa *cutting speed* memberikan pengaruh yang paling besar terhadap kekasaran permukaan. Level faktor yang memberikan kekasaran optimum adalah faktor *feed rate* pada 0,112 mm/rev dan *cutting speed* pada 110m/min.

Achmad Wibolo, dkk (2011) telah melakukan penelitian mengenai penggunaan metode *response surface* dalam penentuan parameter pemotongan (*cutting speed, feed rate, radius chip breaker*) yang optimal pada proses pembubutan CNC. Masing – masing parameter memiliki 3 level dan ditambah 2 level pada titik aksial (-1,682 dan 1,682), sehingga level yang digunakan sejumlah 5 level. Untuk parameter *cutting speed* (15m/min, 20m/min, 25m/min, 30m/min, 35m/min), *feed rate* (0,09mm/rev, 0,13mm/rev, 0,21mm/rev, 0,26mm/rev, 0,34mm/rev), dan *radius chip breaker* (0,75mm, 1,00mm, 1,25mm, 1,50mm, 1,75mm). Dari penelitian tersebut disimpulkan bahwa *cutting speed* sangat dominan mempengaruhi kekasaran permukaan diikuti oleh *feed rate* dan *radius chip breaker*. Kombinasi nilai parameter pemotongan yang dapat menghasilkan kekasaran permukaan optimal adalah *cutting speed* = 35m/min, *feed rate* = 0,2819mm/rev, dan *radius chip breaker* = 0,85mm.

Choirul Asyri (2011) telah melakukan penelitian mengenai pengaruh parameter pemotongan dan *nose radius* pahat *insert D – series* terhadap kekasaran permukaan pada proses pembubutan CNC. Pada penelitian ini digunakan dua pahat yang memiliki *nose radius* berbeda dengan variasi *cutting speed* 100, 120, 140 m/min, *depth of cut* 1, 2, 3 mm, *feed rate* 0,1, 0,2, 0,3 mm/rev. Dari penelitian tersebut disimpulkan pada pahat *insert* dengan *nose radius* 0,4 menghasilkan kekasaran permukaan 0,83 μ m pada *cutting speed* 140 m/min, *feed rate* 0,1 mm/rev, dan *depth of cut* 1 mm. Sedangkan pada pahat *insert* dengan *nose radius* 0,8 menghasilkan kekasaran

permukaan 0,71 μm pada *cutting speed* 140 m/min, *feed rate* 0,1 mm/rev, dan *depth of cut* 1 mm.

2.2 Proses Bubut

Proses pemotongan logam merupakan suatu proses yang digunakan untuk mengubah bentuk suatu produk dengan cara pemotongan. Proses pemotongan logam merupakan kegiatan yang paling sering dilakukan pada industri manufaktur, proses ini mampu menghasilkan komponen yang memiliki bentuk yang kompleks dengan akurasi geometri dan dimensi tinggi. Prinsip pemotongan logam dapat didefinisikan sebagai sebuah aksi dari alat potong yang dikontakkan dengan benda kerja untuk membuang sebagian permukaan benda kerja dalam bentuk geram.

Proses bubut adalah proses permesinan untuk menghasilkan bagian – bagian mesin berbentuk silindris yang dikerjakan dengan menggunakan mesin bubut. Prinsip dasarnya dapat didefinisikan sebagai proses permesinan permukaan luar benda silindris. Mesin bubut merupakan mesin perkakas yang mempunyai gerak utama berputar yang berfungsi untuk mengubah bentuk dan ukuran benda kerja dengan cara menyayat benda kerja dengan suatu pahat penyayat, posisi benda kerja berputar sesuai dengan sumbu mesin dan pahat bergerak ke kanan atau ke kiri searah sumbu mesin bubut untuk melakukan penyayatan atau pemakanan.

2.2.1 Bagian – Bagian Mesin Bubut

Adanya bagian – bagian ataupun panel – panel pada mesin bubut akan memudahkan operator untuk melakukan proses pembubutan. Berikut ini merupakan bagian – bagian utama yang terdapat pada mesin bubut, yaitu :

1. *Gear Box* dan *Quick Change Gear Box*

Gear Box adalah bagian dari sistem transmisi pada mesin bubut, berupa susunan roda gigi yang berfungsi untuk memindahkan daya dan putaran dari motor penggerak dan mengatur kecepatannya sebelum diteruskan ke spindle. *Quick Change Gear Box* atau juga sering juga disebut dengan *Feed Box* berfungsi untuk mentransmisikan daya dan putaran dari *Gear Box* serta mengatur kecepatannya sebelum diteruskan ke mekanisme pemakanan / *Apron*. *Gear Box* dan *Quick Change Gear Box* terletak pada *Head Stock*.

2. *Apron*

Apron merupakan tempat susunan roda gigi yang menggerakkan *Carriage*.

3. Carriage

Merupakan meja penggerak pahat dan terletak diatas *apron*.

4. Chuck

Merupakan bagian mesin bubut yang berfungsi untuk memegang benda kerja agar tidak bergoyang saat pembubutan.

5. Tailstock

Tailstock terletak berhadapan dengan *spindle*, berfungsi untuk menahan ujung benda kerja saat pembubutan dan juga dapat digunakan untuk memegang *tool* pada saat pengerjaan *drilling*, *reaming*, dan *tapping*.

6. Tool Post

Merupakan bagian mesin bubut yang berfungsi untuk memegang pahat.

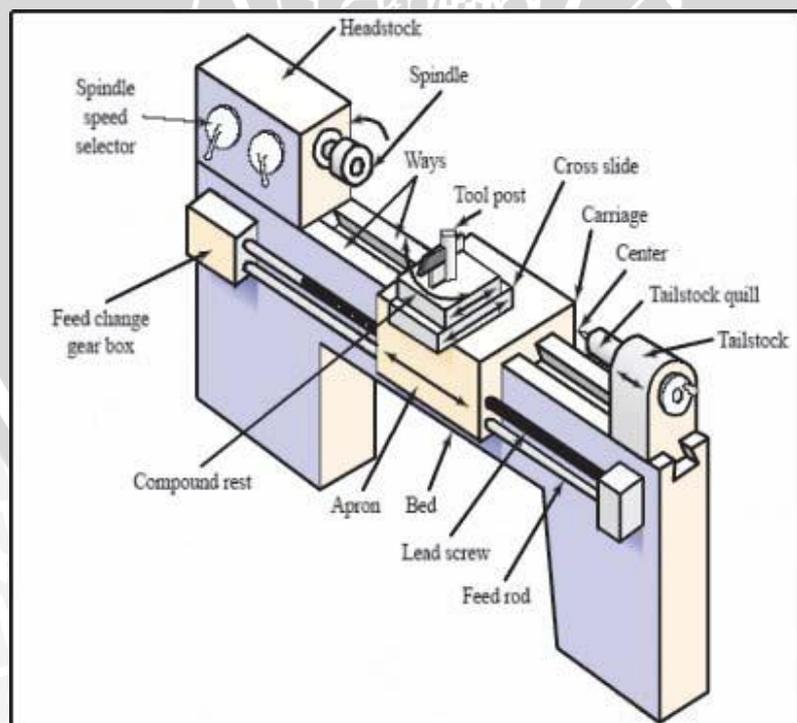
7. Compound rest

Digunakan untuk menopang *tool post* pada bermacam - macam posisi.

8. Ways

Ways (alas) adalah bagian mesin bubut yang berfungsi sebagai jalur atau lintasan dari pergerakan *tailstock* dan *carriage*.

Untuk lebih jelasnya dapat dilihat pada gambar 2.1 mengenai bagian – bagian mesin bubut.



Gambar 2.1 : Mesin Bubut
Sumber : Widarto hal 149

2.2.2 Parameter Pemotongan

Mesin bubut adalah mesin perkakas untuk membentuk benda kerja dengan gerak utama berputar. Prinsip kerja dari mesin bubut adalah gerak potong yang dilakukan terhadap benda kerja yang berputar pada porosnya dengan gerak makan dilakukan oleh pahat yang bergerak translasi yang dihantarkan pada benda kerja. Elemen dasar parameter pemotongan pada proses bubut sebagai berikut :

1. Kecepatan Potong (*cutting speed*)

Kecepatan potong adalah kecepatan keliling dari benda kerja melintasi ujung pahat, kecepatan potong umumnya dinyatakan dalam satuan meter per menit (m/menit). Pemilihan kecepatan potong yang benar adalah harus disesuaikan dengan material dari benda kerja yang akan dibubut dan material pahat yang digunakan. Pemilihan kecepatan potong yang terlalu tinggi menyebabkan ujung pahat akan mudah tumpul dan aus sehingga akan banyak waktu yang terbuang untuk mengasah atau mengganti pahat, bila pemilihan kecepatan potong terlalu rendah maka efisiensinya rendah. Pemilihan kecepatan pemotongan yang sesuai dengan kebutuhan yang diperlukan dapat dihitung dengan rumus :

$$v = \frac{\pi \cdot d \cdot n}{1000} \quad (\text{m/min}) \quad (2-1)$$

$$d = \frac{(d_0 + d_m)}{2} \quad (\text{mm}) \quad (2-2)$$

Keterangan :
 v : Kecepatan Pemotongan
 d : Diameter rata – rata (mm)
 d_0 : Diameter Awal (mm)
 d_m : Diameter Akhir (mm)

Kecepatan potong untuk setiap jenis material benda kerja sudah diterapkan. Kecepatan potong berfungsi untuk menentukan kecepatan putaran *spindel* (n) yang akan digunakan.

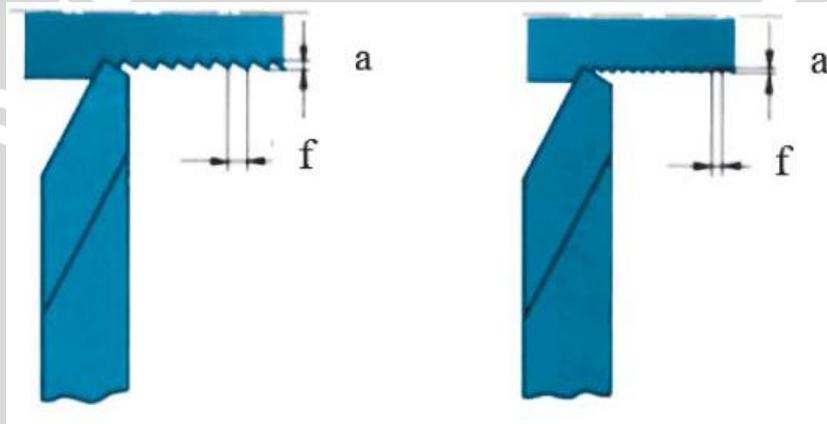
$$n = \frac{v \cdot 1000}{\pi \cdot d} \quad (\text{rpm}) \quad (2-3)$$

Kecepatan potong ditentukan berdasarkan material benda kerja dan material pahat yang digunakan. Untuk material benda kerja yang semakin keras maka kecepatan potong harus dipilih yang rendah agar pahat tidak cepat aus. Sedangkan untuk material pahat karbida maka dipilih kecepatan yang tinggi untuk meningkatkan efisiensi kerja pembubutan.

Kecepatan potong juga penting pengaruhnya dalam kualitas permukaan benda kerja yang dihasilkan. Semakin tinggi kecepatan potong maka sekin halus permukaan benda kerja yang dihasilkan, oleh karena itu kecepatan potong yang tinggi digunakan pada proses *finishing*. Sedangkan kecepatan potong yang rendah akan menghasilkan kekasaran permukaan benda kerja yang tinggi sehingga kecepatan pemotongan yang rendah ini biasanya digunakan pada proses *roughing*.

2. Kecepatan pemakanan (*feeding speed*)

Kecepatan pemakanan adalah jarak yang ditempuh oleh pahat potong untuk memotong benda kerja dalam satu putaran benda kerja. Contohnya apabila mesin bubut kecepatan pemakanannya diatur 0,4 mm maka pahat potong akan menempuh jarak 0,4 mm dalam setiap putaran benda kerja. Proses pemakanan benda kerja dengan variasi *feeding rate* yang berbeda dapat dilihat pada gambar 2.2.



Gambar 2.2 : variasi *feed rate* pada proses pembubutan

Sumber : Widarto hal 150

Dalam proses pembubutan dikenal dua jenis pemotongan, yaitu pemotongan kasar (*roughing cut*) dan pemotongan akhir (*finishing cut*). Pada pemotongan kasar pengurangan benda kerja dilakukan tanpa mempertimbangkan kualitas permukaan hasil pembubutan, sehingga dapat dipilih kecepatan pemakanan yang tinggi. Sedangkan pada proses *finishing* digunakan untuk mendapatkan hasil akhir permukaan dengan nilai kekasaran yang baik sehingga kecepatan pemakanan yang digunakan rendah.

3. Kedalaman pemotongan (*depth of cut*)

Kedalaman pemotongan adalah ketebalan geram (*chip*) yang dilepaskan oleh pahat dari benda kerja. Untuk proses pembubutan dengan pengurangan diameter yang besar, kedalaman pemotongan dilakukan dengan cara bertahap, yaitu proses pengasaran (*roughing*) dan proses pemotongan akhir (*finishing*). Pada proses pengasaran digunakan kedalaman pemotongan yang tinggi pada proses tersebut tidak memperhatikan kualitas permukaan hasil pemotongan dan selain itu untuk efisiensi proses pemotongan. Sedangkan pada proses pemotongan akhir digunakan kedalaman pemotongan yang serendah mungkin agar didapatkan kualitas permukaan yang baik.

Kedalaman pemotongan yang tinggi akan mempercepat penyelesaian pengerjaan dengan mesin bubut karena jumlah proses pemotongan yang dilakukan semakin sedikit dengan kata lain produktifitas mesin akan meningkat namun kekasaran permukaan yang dihasilkan tidak terlalu baik. Sedangkan dengan kedalaman pemotongan yang rendah jumlah proses pemotongan untuk menghasilkan diameter yang sama akan lebih banyak namun kekasaran permukaan yang dihasilkan akan lebih baik.

Rumus dari kedalaman pemotongan adalah sebagai berikut :

$$a = \frac{(d_0 + d_m)}{2} \quad (\text{mm}) \quad (2 - 4)$$

Keterangan :

a = Kedalaman pemotongan (mm)

d₀ = Diameter awal (mm)

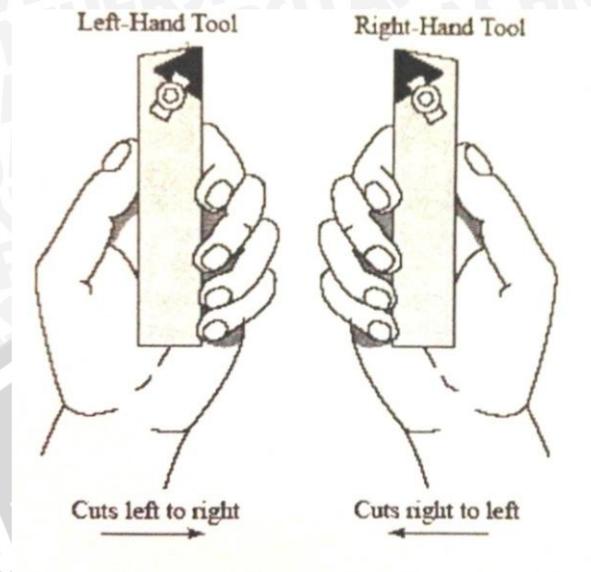
d_m = Diameter akhir (mm)

2.3 Pahat

Pahat bubut adalah perkakas potong yang digunakan dalam membubut. Pahat ini terbuat dari bahan logam keras, seperti HSS ataupun Carbida. Logam – logam tersebut harus memiliki kekerasan yang lebih tinggi dari bahan benda kerjanya, sehingga pahat bisa menyayat benda kerja dengan baik. Selama proses pembubutan, ujung pahat harus selalu mendapat pendinginan yang baik, karena jika ujung pahat tersebut terlalu panas, pahat akan cepat aus dan tumpul.

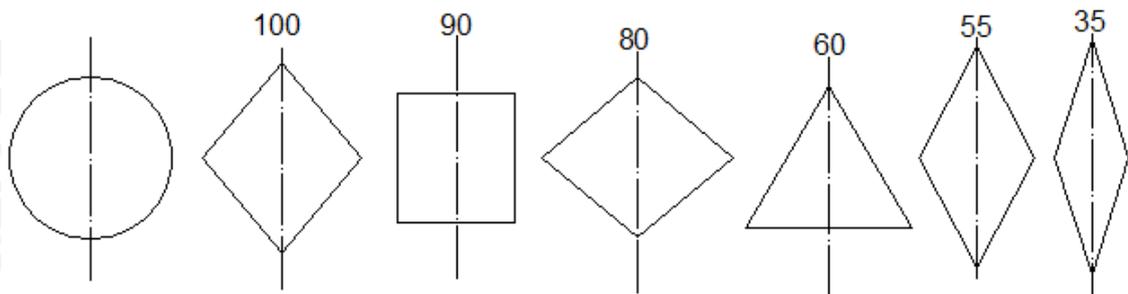
Berdasarkan arah pemakanan, pahat dapat dikelompokkan menjadi pahat kanan (*right hand tools*) dan pahat kiri (*left hand tools*). Pahat kanan adalah pahat yang arah

pemakanannya dari arah kanan ke kiri, dan pahat kiri adalah pahat yang arah pemakanannya dari kiri ke kanan seperti ditunjukkan pada gambar 2.3.



Gambar 2.3 : Pahat kanan dan Pahat kiri
Sumber : Widarto hal 153

Selain arah pemakanannya, pahat bubut juga dapat dibedakan berdasarkan bentuk dan ukurannya. Selain parameter pemotongan geometri pada pahat juga akan menentukan hasil proses pembubutan. Pemilihan geometri pahat harus disesuaikan dengan kebutuhan proses pemotongan. Untuk membedakan pahat *insert* yang digunakan sesuai dengan geometrinya maka digunakan kode penamaan pahat yang sesuai dengan ISO (*International Standard Organization*). Secara umum pahat *insert* dapat dibedakan berdasarkan bentuk pahatnya seperti dapat dilihat pada gambar 2.4.

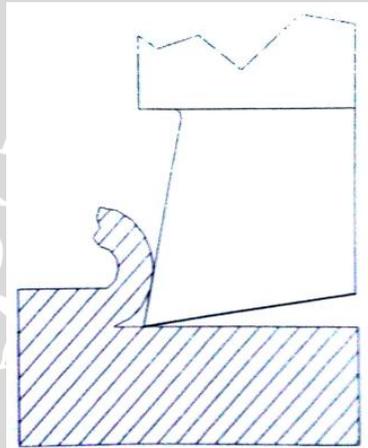


Gambar 2.4 : Bentuk – bentuk pahat *insert*
Sumber : www.Korloy.com

Beberapa sifat yang harus dimiliki dari pahat antara lain adalah sebagai berikut :

1. Kekerasan

Material pahat haruslah dipilih yang lebih keras dari material benda kerja agar dapat menyayat benda kerja sesuai yang diinginkan. Proses penyayatan benda kerja dapat dilihat pada gambar 2.5 dibawah. Dengan berkembangnya ilmu material, pemilihan pahat dengan tingkat kekerasan tertentu dapat dilakukan dengan mudah disesuaikan dengan material benda kerja yang akan dikerjakan. Pada umumnya tingkat kekerasan material akan bertolak belakang dengan tingkat kelenturan atau keuletannya, yang juga merupakan sifat pahat yang dibutuhkan untuk menjadi alat potong yang baik. Sehingga pemilihan material pahat yang digunakan juga harus mempertimbangkan proses pemotongan yang berlangsung akan terjadi beban kejut pada saat awal pemotongan benda kerja.



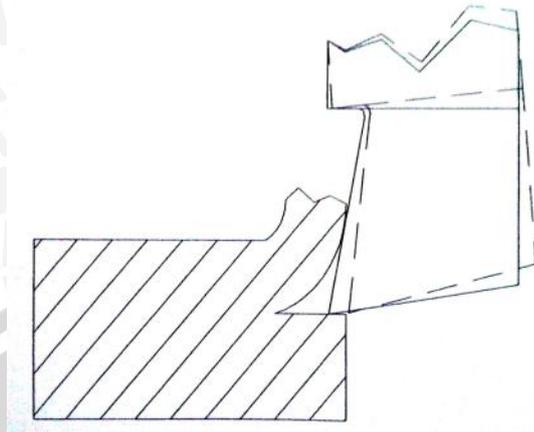
Gambar 2.5 : Proses Pemotongan Benda Kerja
Sumber : www.Scribd.com

2. Keuletan

Sifat ulet dari material pahat diperlukan terutama untuk mengurangi dampak adanya beban kejut serta getaran yang mungkin muncul pada saat proses pemotongan benda kerja. Sifat ulet ini menyebabkan pahat mampu untuk mengalami defleksi yang bersifat elastis. Sifat ulet dan keras dari suatu material saling bertolak belakang, semakin keras suatu material maka akan semakin getas sedangkan material yang semakin ulet maka material tersebut akan semakin lunak.

Pahat insert yang terbuat dari karbida memiliki nilai kekerasan yang tinggi sehingga kemampuan untuk menahan beban kejut pada saat awal pemotongan rendah. Untuk menanggulangi permasalahan tersebut pada pahat insert digunakan tool holder dengan material yang berbeda. Tool holder pahat insert terbuat dari

material yang lebih ulet sehingga pahat masih mampu menahan beban kejut yang terjadi seperti yang terlihat pada gambar 2.6.



Gambar 2.6 : Beban Kejut Pada Proses Awal Pemotongan
Sumber : www.Scribd.com

3. Tahan Panas

Pada proses penyayatan yang dilakukan pahat terhadap benda kerja pasti akan menimbulkan panas yang disebabkan karena gesekan antar kedua material. Besarnya panas yang ditimbulkan secara dominan tergantung dari parameter pemotongan (*cutting speed, feed rate, depth of cut*). Kepekaan terhadap suhu sangat tergantung pada jenis material alat potongnya. Material pahat dapat dikatakan baik apabila mampu mempertahankan kekerasannya pada suhu tinggi, sehingga meskipun panas yang timbul akibat proses pemotongan tidak akan mempengaruhi kerja dari pahat. Panas yang muncul dapat diminimalisasi dengan penambahan cairan pendingin pada saat proses pembubutan.

Meskipun sebagian besar panas yang timbul pada saat proses pemotongan berlangsung akan terbawa oleh geram yang dihasilkan bukan berarti panas yang merambat ke pahat dapat diabaikan. Prosentase aliran panas pada saat proses pemotongan menurut Rochim (1993:98) adalah sebagai berikut :

$$Q = Q_c + Q_s + Q_w \quad (2 - 5)$$

Keterangan :

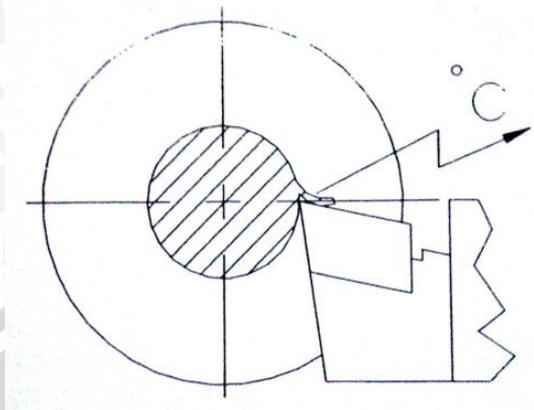
Q = Panas yang timbul pada saat proses pemotongan

Q_c = Panas yang terbawa oleh geram sebesar 75%

Q_s = Panas yang merambat melalui pahat dengan prosentase 20%

Q_w = Panas yang merambat melalui benda kerja dengan prosentase 5%

Panas yang terjadi pada saat proses pemotongan berlangsung dapat dilihat pada gambar 2.7.



Gambar 2.7 : Temperatur Proses Pemotongan
Sumber : www.Scribd.com

4. Tahan Aus

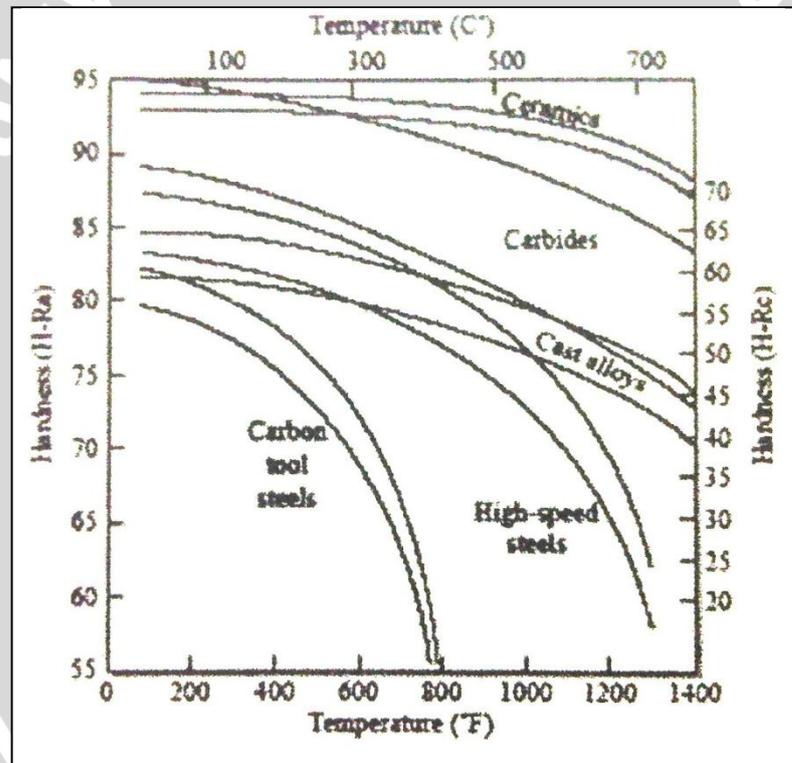
Sifat lain yang harus dimiliki oleh pahat adalah tahan aus mengingat penampang ujung pahat yang kecil dan runcing akan sangat mudah mengalami keausan. Umur pakai pahat menunjukkan tingkat ketahanan terhadap aus. Sifat tahan aus pada pahat dipengaruhi oleh unsur paduan pada pahat ataupun pada geometri sudut pahat tersebut. Pahat yang cepat aus akan sangat mengurangi produktifitas karena penggantian pahat atau pengasahan pahat akan membutuhkan waktu yang tidak sebentar, sehingga akan sangat merugikan pada produktifitas proses pembubutan.

2.3.1 Material Pahat

Pahat yang baik harus memiliki sifat - sifat tertentu, sehingga nantinya dapat menghasilkan produk yang berkualitas baik (tingkat presisi tinggi) dan ekonomis (waktu yang diperlukan pendek). Sifat - sifat yang harus dimiliki pahat adalah *Hot Hardness*, dimana kekerasan dan kekuatan dari pahat harus tetap bertahan pada temperatur tinggi, Ketangguhan (*Toughness*) dari pahat juga diperlukan, sehingga pahat tidak akan pecah atau retak terutama pada saat melakukan pemotongan dengan beban kejut, dan sifat tahan aus yang sangat dibutuhkan untuk melakukan pemotongan tanpa mengalami kerusakan. Penentuan material pahat didasarkan pada jenis material benda kerja dan kondisi pemotongan (pengasaran, adanya beban kejut, penghalusan).

Material pahat dari baja karbon (baja dengan kandungan karbon 1, 05%) pada saat ini sudah jarang digunakan untuk proses pemesinan, karena bahan ini tidak tahan panas (melunak pada suhu 300 - 500°F). Baja karbon ini sekarang hanya digunakan untuk kikir dan bilah gergaji. Material pahat dari HSS (*High Speed Steel*) dapat dipilih jenis M atau T. Jenis M berarti pahat HSS yang mengandung unsure *Molibdenum*, dan jenis T berarti pahat HSS yang mengandung *Tungsten*.

Seiring dengan majunya teknologi, secara kronologis manusia menciptakan bermacam – macam material yang dapat digunakan untuk memotong benda kerja yang lebih keras serta dengan kecepatan yang tinggi. Penemuan pahat karbida ini memungkinkan kenaikan efisiensi pemesinan karena salah satu sifat yang lebih baik dari pahat HSS yaitu sifat kekerasannya yang tinggi sehingga pahat karbida dapat digunakan pada kecepatan potong yang tinggi.



Gambar 2.8 : Kekerasan Material Pahat Sebagai Fungsi Dari Temperatur
Sumber : Widarto hal 159

Pahat insert karbida terdapat beberapa jenis, antara lain :

1. Karbida Tungsten murni (WC + Co)

Karbida tungsten murni merupakan jenis yang paling sederhana dimana hanya terdiri atas dua jenis material pembentuk yaitu karbida tungsten dengan pengikat Cobalt (Co). Pahat yang terbuat dari karbida tungsten ini sesuai digunakan untuk memotong

benda kerja yang terbuat dari besi tuang. Pada proses pemotongan benda kerja yang memiliki keuletan yang tinggi akan menyebabkan pahat jenis ini mudah aus, sehingga direkomendasikan untuk menggunakan pahat jenis karbida paduan untuk material yang memiliki keuletan yang tinggi.

2. Karbida tungsten paduan

Karbida tungsten paduan terdiri dari beberapa jenis antara lain :

a. Karbida WC – TiC + Co

Pengaruh dari TiC (Titanium) adalah untuk meningkatkan *hot hardness* sehingga dapat mengurangi geram yang menempel pada permukaan pahat yang biasa disebut dengan peristiwa *built up edge* (BUE).

b. Karbida WC – TiC – TaC + Co

Dengan penambahan TaC (Tantalum) pada material pahat akan memperbaiki sifat tahan terhadap beban kejut.

c. Karbida WC – TaC + Co

Pahat jenis ini kemampuan tahan panasnya sangat tinggi sehingga cocok digunakan pada proses pemotongan dimana penggunaan cairan pendingin sulit dilakukan.

d. Karbida titanium

Dalam pasaran banyak yang terbuat dari TiC – Ni – Mo. Nikel dan molybdenum disini berfungsi sebagai bahan pengikat cobalt. Kekerasan yang dimiliki sangat tinggi (92,1 – 93,5 RH). Biasanya model TiC ini digunakan pada proses penghalusan (*finishing and precision machining*) yang mana kecepatan pemotongannya tinggi dengan kedalaman pemotongan dan *feed rate* yang rendah.

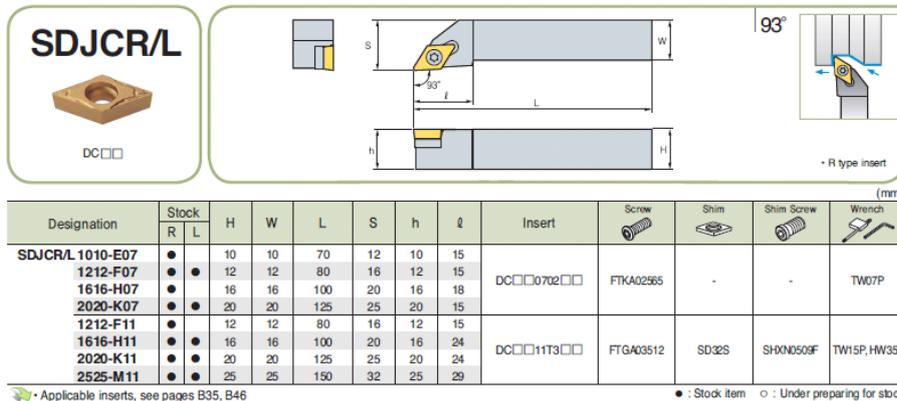
e. Karbida lapis

Karena sifat getas yang dimiliki TiC terlalu tinggi maka timbulah keinginan manusia untuk melakukan suatu cara pelapisan jenis – jenis karbida yang lebih lunak dengan lapisan TiC. Pelapisan TiC setebal 5 μm memiliki sifat keras, tahan aus, serta keseimbangan kimia yang besar. Daya tahan keausannya akan tinggi selama lapisan yang terbentuk belum habis terkikis, ketika lapisan TiC habis maka daya tahan keausannya akan sama seperti material karbidanya sebelum dilapisi.

2.3.2 Tool Holder

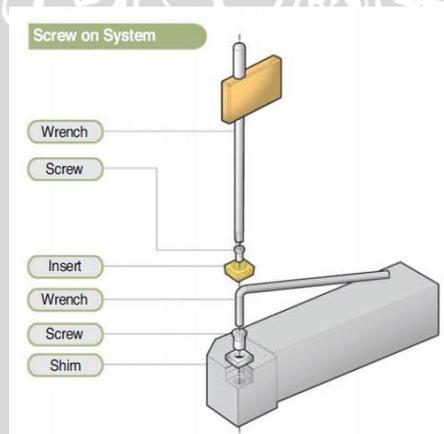
Pada pahat *insert* karbida untuk pemasangannya pada *tool post* di mesin bubut memerlukan *tool holder* karena ukuran dari pahat *insert* yang sangat kecil. Karena

bentuk dan ukuran dari pahat *insert* yang beragam serta penggunaannya yang bermacam – macam maka untuk pemilihan *tool holder* dibedakan berdasarkan kode standar ISO seperti pada gambar 2.10 dibawah ini.



Gambar 2.9 : Spesifikasi *tool holder*
Sumber : Katalog pahat korloy

Pemasangan pahat *insert* yang benar akan menempatkan pahat pada posisinya, sehingga pada saat proses pemotongan berlangsung mata ujung pahat akan memotong benda kerja dengan benar dan benda yang dihasilkanpun akan sesuai dengan keinginan.



Gambar 2.10 : Skema pemasangan pahat pada *tool holder*
Sumber : Katalog pahat korloy

2.3.3 Kerusakan Pahat

Suatu pahat dikatakan rusak apabila pahat tersebut tidak berfungsi dengan baik dan kualitas permukaan yang dihasilkan juga tidak sebagai mana mestinya. Hal ini disebabkan karena pahat yang rusak sehingga terjadi perubahan geometri pahat. Macam – macam penyebab kerusakan pada pahat antara lain :

1. Proses Abrasif

Permukaan dapat rusak atau aus karena adanya partikel yang keras pada benda kerja yang menggesek secara bersama – sama dengan aliran material benda kerja. Proses abrasif merupakan faktor dominan sebagai penyebab keausan pada pahat HSS, dan proses abrasif yang terjadi pada pahat karbida tidak begitu mencolok karena sifat keras yang dimiliki oleh pahat karbida.

2. Proses deformasi plastis

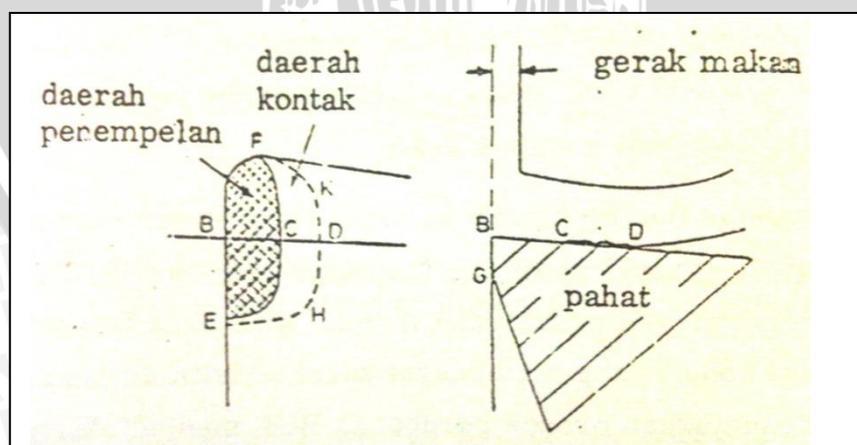
Kekuatan pahat untuk menahan tegangan tekan merupakan sifat dari material pahat yang dipengaruhi oleh temperatur. Proses pemakanan harus direncanakan agar tidak melebihi kemampuan pahat untuk menghindari terjadinya deformasi plastis.

3. Proses keretakan

Umur pahat akan sangat singkat apabila pahat mengalami keretakan sebelum timbul tanda terjadinya keausan. Hal ini disebabkan karena beban kejut yang berlebih seperti halnya yang sering terjadi pada proses permulaan pemotongan dengan gerak makan atau kedalaman pemtongan yang besar.

4. Proses Adhesi

Pada tekanan dan temperatur yang relatif tinggi pada proses pemotongan benda kerja, geram akan menempel pada mata potong pahat sehingga mata potong pahat tidak bergesekan langsung dengan benda kerja. Penumpukan lapisan material benda kerja ini biasa disebut dengan *built up edge* (BUE) yang mengubah geometri pahat. Penumpukkan geram pada mata ujung pahat akan ditunjukkan pada gambar 2.11.



Gambar 2.11 : Daerah penempelan material benda kerja pada pahat
Sumber : Taufiq rochim (1985 : 127)

2.4 Klasifikasi Baja

Baja adalah logam paduan antara besi (Fe) dan carbon (C), dimana besi sebagai unsur dasar dan karbon sebagai unsur paduan utamanya. Kandungan karbon dalam baja berkisar antara 0,2% hingga 1,7% dari beratnya.

Baja dapat diklasifikasikan berdasarkan komposisi kimianya seperti kadar karbon dan paduan yang digunakan. Berikut merupakan klasifikasi baja berdasarkan kadar karbonnya :

1. Baja karbon rendah (*Low Carbon Steel*)

Baja karbon rendah merupakan baja yang mengandung karbon kurang dari 0,3%C. Baja karbon rendah merupakan baja yang mudah *dimachining* dan dilas, serta baja jenis ini memiliki keuletan dan ketangguhan yang tinggi tetapi kekerasan dan ketahanan ausnya rendah. Sehingga pada penggunaannya baja jenis ini dapat digunakan sebagai bahan baku untuk pembuatan komponen bodi mobil, struktur bangunan, pipa gedung, jembatan, kaleng, pagar, dan lain sebagainya.

2. Baja karbon menengah (*Medium Carbon Steel*)

Baja karbon menengah adalah baja yang mengandung karbon 0,3% - 0,6% C. Baja karbon menengah memiliki kekerasan yang lebih tinggi dibandingkan dengan baja karbon rendah. Baja karbon jenis ini memiliki *machinability* dan mampu las yang rendah, namun dapat dikeraskan (*quenching*) dengan baik. Baja karbon menengah banyak digunakan pada rel kereta api, pegas, dan bagian – bagian mesin yang membutuhkan kekuatan tinggi.

3. Baja karbon tinggi (*High Carbon Steel*)

Baja karbon tinggi adalah baja yang memiliki kandungan karbon 0,6% - 1,7% C. Baja karbon jenis ini memiliki tahan panas dan kekuatan tarik yang tinggi. Salah satu aplikasi dari baja karbon jenis ini adalah digunakan sebagai palu, gergaji, kikir, pisau cukur atau pahat potong.

Selain baja dapat diklasifikasikan berdasarkan kadar karbonnya, baja juga dapat diklasifikasikan berdasarkan paduannya. Berikut ini merupakan klasifikasi baja berdasarkan kadar paduan yang digunakan :

1. Baja Paduan Rendah (*Low Alloy Steel*)

Baja paduan rendah merupakan baja paduan yang elemen paduannya kurang dari 2,5% beratnya.

2. Baja Paduan Menengah (*Medium Alloy Steel*)

Baja paduan menengah merupakan baja paduan yang elemen paduannya antara 2,5% - 10% dari beratnya.

3. Baja Paduan Tinggi (*High Alloy Steel*)

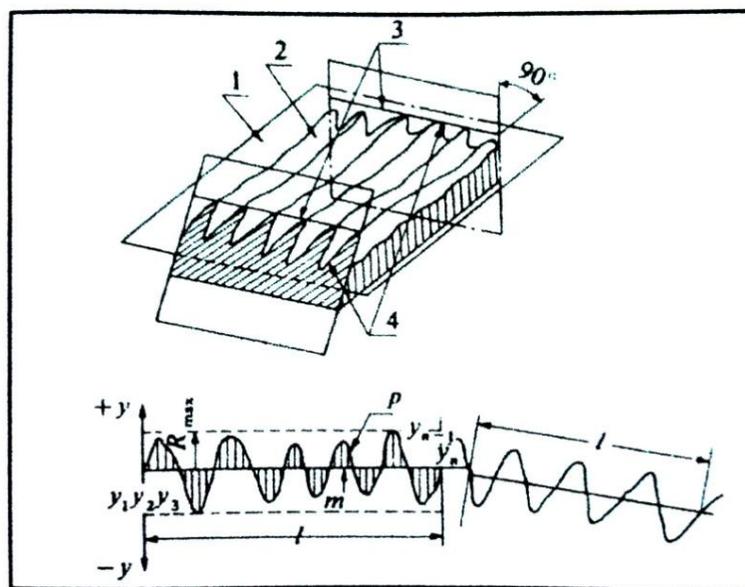
Baja paduan tinggi merupakan baja paduan yang elemen paduannya lebih dari 10% beratnya.

2.5 Kekasaran Permukaan

Kekasaran permukaan adalah salah satu penyimpangan yang disebabkan oleh kondisi pemotongan dari proses permesinan. Oleh karena itu, untuk memperoleh produk bermutu berupa tingkat kepresisian yang tinggi serta kekasaran permukaan yang baik, perlu didukung oleh proses permesinan yang tepat. Karakteristik kekasaran permukaan dipengaruhi oleh faktor kondisi pemotongan.

Untuk menentukan kekasaran permukaan hasil pemotongan suatu material, ada beberapa cara yang umum digunakan dalam penentuan tingkat kekasaran permukaan antara lain :

1. Penyimpangan rata – rata aritmetik (R_a) adalah harga rata – rata dari titik ordinat – ordinat profil efektif garis rata – ratanya. Profil efektif berarti garis yang terbentuk dari potongan permukaan efektif oleh sebuah bidang yang telah ditentukan secara konvensional terhadap permukaan geometris seperti terlihat pada gambar 2.12. Ordinat – ordinat ($y_1, y_2, y_3, \dots, y_n$) dijumlahkan tanpa memperhitungkan tandanya.



Gambar 2.12 : Penyimpangan rata – rata aritmetik dari garis rata – rata profil
Sumber : Sato (1996 : 182)

Keterangan :

1 = Permukaan geometris

P = Profil efektif

2 = Permukaan efektif

l = Panjang contoh

3 = Profil geometris

m = Garis rata - rata

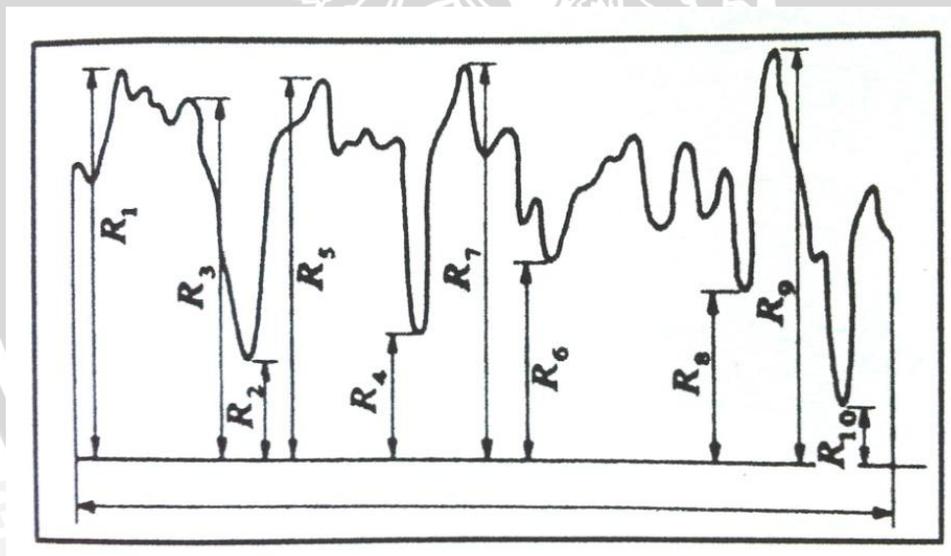
4 = Profil efektif

Dimana l adalah panjang contoh yang telah ditentukan, yaitu panjang dari profil efektif yang diperlukan untuk menentukan kekasaran permukaan dari permukaan yang diteliti.

2. Ketidakrataan ketinggian sepuluh titik (R_z)

Ketidakrataan ketinggian sepuluh titik (R_z) merupakan jarak rata – rata antara lima puncak tertinggi dan lima lembah terdalam pada jarak tertentu, yang diukur dari garis sejajar dengan garis rata – rata dan tidak memotong profil tersebut. Berikut contoh profil ketidakrataan ketinggian sepuluh titik (R_z) dapat dilihat pada gambar 2.13. nilai R_z dapat dihitung berdasarkan rumus :

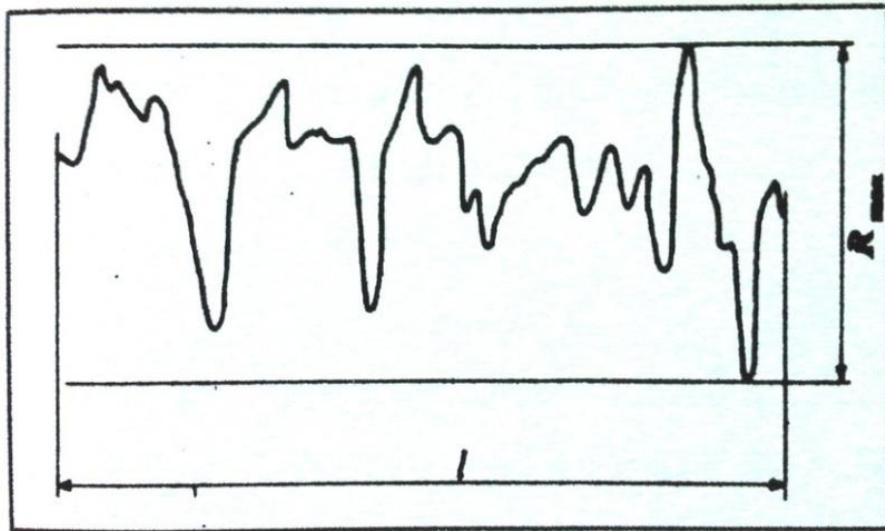
$$R_z = \frac{(h_1+h_3+h_5+h_7+h_9)-(h_2+h_4+h_6+h_8+h_{10})}{5} \quad (2-6)$$



Gambar 2.13 : Ketinggian sepulu titik (R_z) dari ketidakrataan
Sumber : Sato (1996 : 182)

3. Ketidakrataan ketinggian maksimum ($R_{maksimum}$)

Ketidakrataan ketinggian maksimum ($R_{maksimum}$) merupakan jarak antara pucak tertinggi dengan lembah terendah. ($R_{maksimum}$) dapat disebut juga dengan R_t . Berikut contoh profil ketidakrataan ketinggian maksimum ($R_{maksimum}$) dapat dilihat pada gambar 2.14.



Gambar 2.14 : Ketinggian maksimum (R_{maksimum}) dari ketidakrataaan
Sumber : Sato (1996 : 182)

Untuk memperoleh profil suatu permukaan, digunakan suatu alat ukur yang disebut *surface tester*. Dimana jarum peraba dari alat ukur bergerak mengikuti lintasan yang berupa garis lurus dengan jarak yang ditentukan terlebih dahulu. Panjang lintasan disebut dengan panjang pengukuran sesaat setelah jarum bergerak dan sesaat sebelum jarum berhenti, maka secara elektronik alat ukur melakukan perhitungan berdasarkan data yang diperoleh dari jarum peraba. Bagian dari panjang ukuran yang dianalisa dari profil permukaan disebut sebagai panjang sampel.

Alat ukur yang digunakan dalam percobaan ini adalah alat ukur jenis Mitutoyo Surftest SJ – 301.



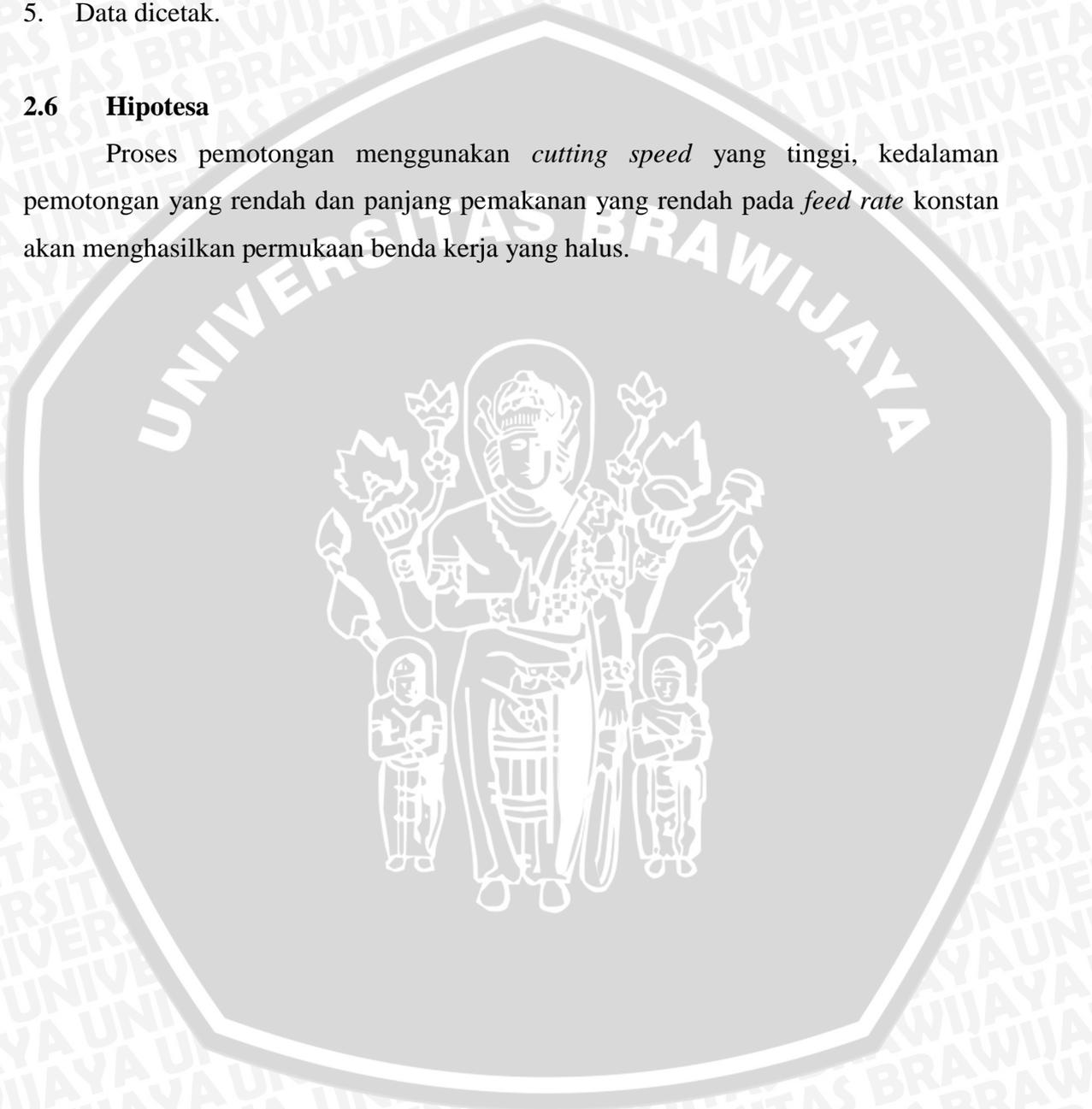
Gambar 2.15 : Mitutoyo *Surftest* SJ – 301
Sumber : Lab. Metrologi Industri

Prinsip kerja Mitutoyo Surftest SJ-301 adalah :

1. *Detector Stylus* akan mendeteksi benda kerja yang akan diukur.
2. *Detector Stylus* merubah gerakan mekanik yang terdeteksi menjadi sinyal elektrik.
3. Sinyal elektrik ini akan dimasukkan didalam proses perhitungan.
4. Hasil perhitungan akan ditampilkan pada layar monitor (display).
5. Data dicetak.

2.6 Hipotesa

Proses pemotongan menggunakan *cutting speed* yang tinggi, kedalaman pemotongan yang rendah dan panjang pemakanan yang rendah pada *feed rate* konstan akan menghasilkan permukaan benda kerja yang halus.



BAB III

METODE PENELITIAN

3.1 Metode Penelitian

Metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah metode eksperimen nyata (*true experimental research*) yang langsung diterapkan kepada objek yang akan diteliti. Dari obyek tersebut didapatkan data – data yang kemudian akan dianalisa sehingga didapat suatu kesimpulan dari obyek yang diteliti.

3.2 Lokasi dan Waktu Penelitian

Penelitian dilakukan di Laboratorium Proses Produksi I Teknik Mesin Universitas Brawijaya dan Laboratorium Metrologi Industri Teknik Mesin Universitas Brawijaya. Jangka waktu yang diperlukan sampai penelitian ini berakhir kurang lebih satu bulan terhitung dari bulan Desember 2012 sampai selesai.

3.3 Variabel Penelitian

Pada penelitian ini terdapat tiga macam variabel, yaitu variabel bebas, variabel kontrol, dan variabel terikat.

3.3.1 Variabel Bebas

Variabel bebas adalah variabel yang besarnya ditentukan oleh peneliti dan harganya divariasikan. Variabel bebas yang digunakan pada penelitian ini adalah :

- *Depth of cut* : 0,25 mm, 0,5 mm, 0,75mm
- Panjang pemakanan : 50 mm, 100 mm, 150 mm
- *Cutting speed* : 50 m/min, 80 m/min, 110 m/min

3.3.2 Variabel Kontrol

Variabel kontrol adalah variabel yang besarnya dijaga konstan selama proses penelitian. Variabel kontrol pada penelitian ini adalah kecepatan pemakanan (*feed rate*) yaitu 0,06 mm/rev.

3.3.3 Variabel Terikat

Variabel terikat adalah variabel yang nilainya dipengaruhi oleh tingkat atau kombinasi variabel bebas.

3.4 Spesifikasi Alat dan Bahan Penelitian

1. Spesifikasi Benda Kerja

- Jenis benda kerja : S45C
- Diameter : 22 mm
- Panjang : 50 mm, 100 mm, 150 mm
- Komposisi : 0,44% C , 0,23% Si , 0,64% Mn , 0,008% P, 0,009% S , 0,06% Cr , 0,03% Cu.
- Densitas : 7700 – 8030 (kg/m³)
- Kekerasan : 160 – 220 HB
- Kekuatan tarik : 569 - 686 Mpa

2. Pahat

Pahat yang digunakan pada penelitian ini adalah pahat *carbide insert* tipe DCMT 070208-C25.



Gambar 3.1 : Pahat *insert* DCMT
Sumber : *Korloy Cutting Tools Catalogue*

3. Tool Holder

Pemegang pahat yang digunakan pada penelitian ini adalah pemegang pahat dengan tipe SDJCR 1210 d07.



Gambar 3.2 : Tool holder
Sumber : Dokumen pribadi

4. Mesin bubut

Spesifikasi mesin bubut yang digunakan pada penelitian ini adalah sebagai berikut :

- Merk : GAP - *BED LATHE*
- Tipe : C6232A



Gambar 3.3 : Mesin bubut Gap - *Bed Lathe* tipe C6232A
Sumber : Lab. Proses Produksi I

5. Jangka Sorong

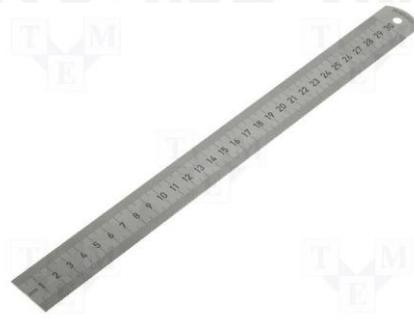
- Merk : *Tricle Brand*
- Ketelitian : 0,01 mm



Gambar 3.4 : Jangka Sorong
Sumber : Lab. Proses Produksi I

6. Mistar Baja

Mistar baja digunakan untuk menentukan panjang spesimen pada saat pemotongan dari ukuran awal.



Gambar 3.5 : Mistar Baja
Sumber : Dokumen pribadi

7. Alat ukur kekasaran permukaan

Alat ukur kekasaran permukaan yang digunakan dalam penelitian ini adalah Mitutoyo Surftest SJ – 301.



Gambar 3.6 : Mitutoyo Surftest SJ – 301
Sumber : Lab. Metrologi Industri

8. Kaca Mata

Kaca mata digunakan pada saat melakukan proses pembubutan untuk melindungi mata dari geram yang terlempar pada saat proses pembubutan berlangsung.



Gambar 3.7 : Kaca Mata
Sumber : Dokumen Pribadi

3.5 Langkah – langkah Penelitian

Langkah – langkah penelitian dapat dilakukan dengan mengidentifikasi masalah, pengumpulan data yang dibutuhkan, analisa dan kesimpulan sebagai hasil penelitian. Langkah – langkah penelitian dapat dilihat pada gambar 3.8.

3.5.1 Tahap Identifikasi Masalah

Agar penelitian dapat berjalan sesuai dengan tujuan penelitian, maka terlebih dahulu dilakukan identifikasi terhadap masalah yang akan diteliti. Identifikasi masalah ini dapat dilakukan dengan mengetahui jenis data dan sumber data, dan menentukan metode pengolahan data. Dengan melakukan identifikasi masalah ini diharapkan nantinya proses penelitian dapat memberikan solusi yang terbaik untuk pemilihan parameter pemotongan yang optimal.

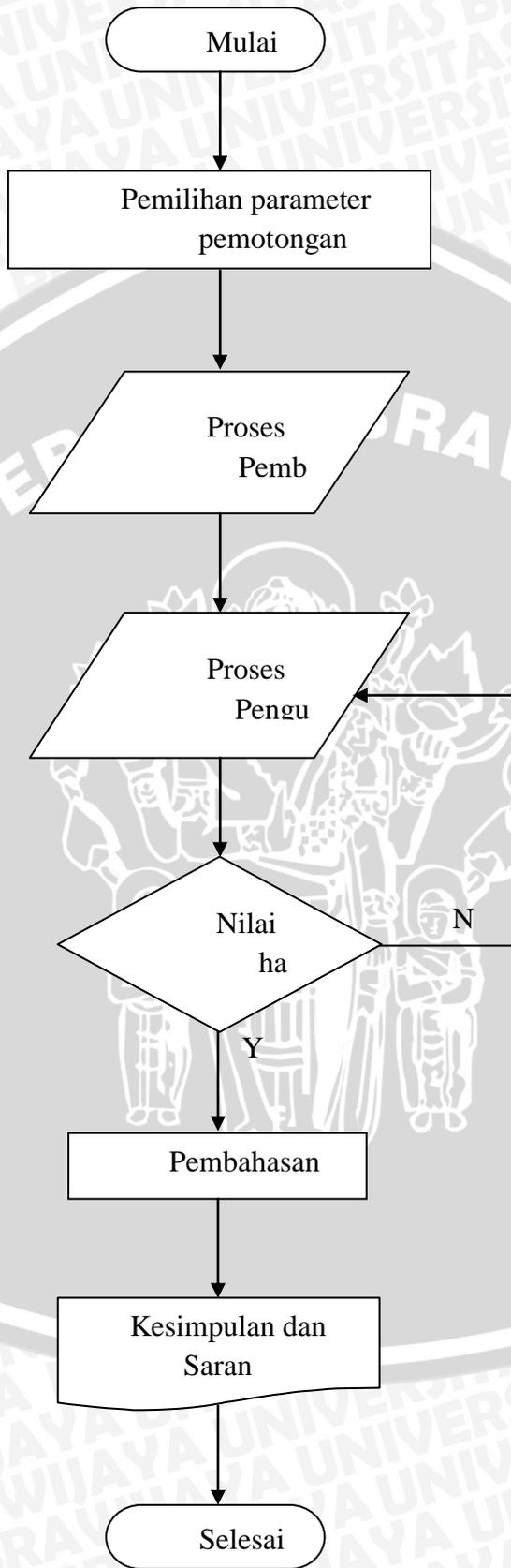
3.5.2 Tahap Pengumpulan Data

Jenis data yang digunakan dalam penelitian meliputi data primer dan data sekunder. Data primer diperoleh dari percobaan atau observasi secara langsung, sedangkan data sekunder sebagai data pendukung yang diperoleh dari referensi – referensi yang berhubungan dengan obyek penelitian. Data – data yang dibutuhkan dalam penelitian ini adalah panjang pemakanan, *depth of cut*, *cutting speed* untuk proses pembubutan dan kekasaran permukaan dari sampel yang telah diuji.

3.5.3 Tahap Analisa dan Kesimpulan

Merupakan tahapan terakhir yang berisi kegiatan menganalisa hasil data - data yang telah didapatkan. Setelah itu penulis akan mencoba mengambil kesimpulan dan saran berdasarkan hasil tersebut sehingga diharapkan dengan adanya penelitian ini dapat menjadi masukan dan alternatif bagi industri manufaktur serta peneliti lain yang tertarik untuk meneliti bidang penelitian yang sejenis, sehingga nantinya akan ada penyempurnaan yang kontinyu dan bermanfaat.

3.6 Diagram Alir Penelitian



Gambar 3.8 : Diagram Alir Penelitian



BAB IV

HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 Perhitungan Parameter Pemotongan

4.1.1 Perhitungan Putaran Spindle

1. Diameter Rata – rata

$$d = \frac{(d_0 + d_m)}{2}$$

$$d = \frac{(22 + 20)}{2} = 21 \text{ (mm)}$$

2. Kecepatan pemotongan 50 m/min

$$n = \frac{v \cdot 1000}{\pi \cdot d}$$

$$n = \frac{50 \cdot 1000}{\pi \cdot 21} = 758,27 \text{ rpm}$$

Karena tidak tersedia putaran tersebut pada mesin bubut maka digunakan putaran yang terdekat dengan perhitungan yaitu 800 Rpm, sehingga kecepatan pemotongannya menjadi 52,75 m/min.

3. Kecepatan pemotongan 80 m/min

$$n = \frac{v \cdot 1000}{\pi \cdot d}$$

$$n = \frac{80 \cdot 1000}{\pi \cdot 21} = 1213,22 \text{ rpm}$$

Karena tidak tersedia putaran tersebut pada mesin bubut maka digunakan putaran yang terdekat dengan perhitungan yaitu 1120 Rpm, sehingga kecepatan pemotongannya menjadi 73,85 m/min.

4. Kecepatan pemotongan 110 m/min

$$n = \frac{v \cdot 1000}{\pi \cdot d}$$

$$n = \frac{110 \cdot 1000}{\pi \cdot 21} = 1668,18 \text{ rpm}$$

Karena tidak tersedia putaran tersebut pada mesin bubut maka digunakan putaran yang terdekat dengan perhitungan yaitu 1600 Rpm, sehingga kecepatan pemotongannya menjadi 105,5 m/min.

4.2 Data Hasil Pengujian

Dari percobaan yang telah dilakukan data hasil pengujian yang diperoleh adalah sebagai berikut :

Tabel 4.1 kekasaran permukaan pada spesimen dengan panjang pemakanan 50 mm

Panjang Pemakanan (mm)	Cutting speed (m/min)	Depth of cut (mm)	Ra (μm)
50	50	0.25	1.46
50	50	0.5	1.55
50	50	0.75	1.97
50	80	0.25	1.36
50	80	0.5	1.48
50	80	0.75	1.96
50	110	0.25	1.11
50	110	0.5	1.34
50	110	0.75	1.94

Tabel 4.2 kekasaran permukaan pada spesimen dengan panjang pemakanan 100 mm

Panjang Pemakanan (mm)	Cutting speed (m/min)	Depth of cut (mm)	Ra (μm)
100	50	0.25	1.25
100	50	0.5	1.41
100	50	0.75	1.44
100	80	0.25	1.11
100	80	0.5	1.27
100	80	0.75	1.34
100	110	0.25	0.64
100	110	0.5	1.12
100	110	0.75	1.19

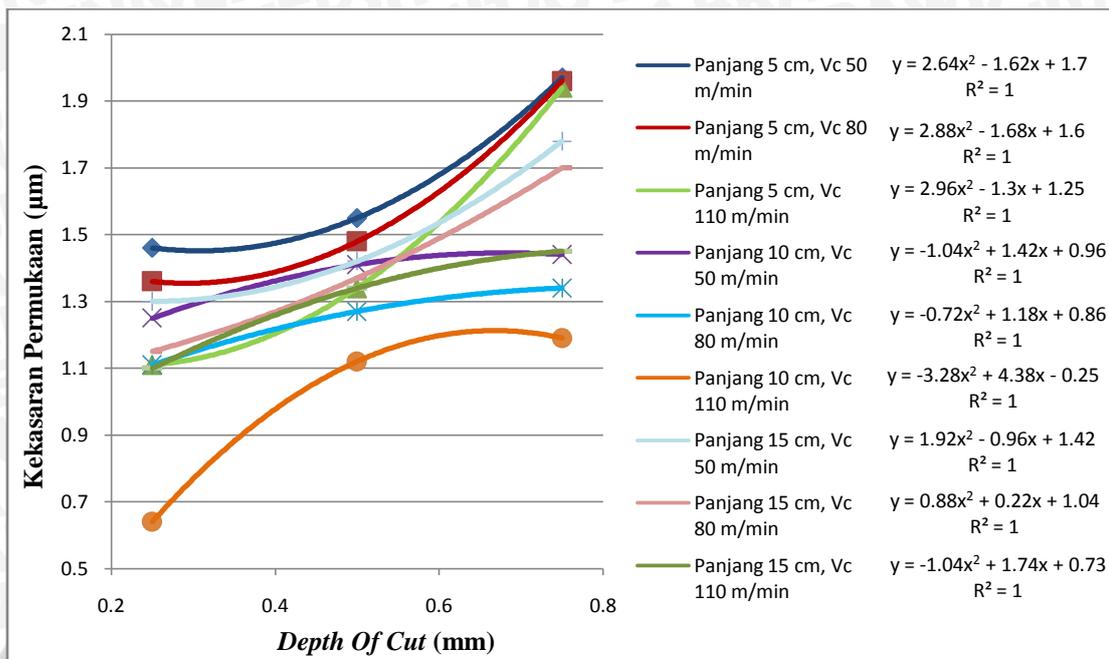
Tabel 4.3 kekasaran permukaan pada spesimen dengan panjang pemakanan 150 mm

Panjang Pemakanan (mm)	Cutting speed (m/min)	Depth of cut (mm)	Ra (μm)
150	50	0.25	1.3
150	50	0.5	1.42
150	50	0.75	1.78
150	80	0.25	1.15
150	80	0.5	1.37
150	80	0.75	1.7
150	110	0.25	1.1
150	110	0.5	1.34
150	110	0.75	1.45

4.3 Grafik dan Pembahasan

Dari hasil pengujian kekasaran permukaan pada benda kerja selanjutnya data tersebut ditampilkan dalam bentuk grafik untuk mempermudah proses analisis dalam menentukan variasi parameter pemotongan yang menghasilkan nilai kekasaran permukaan paling rendah dengan menggunakan pahat karbida DCMT 070208-C25. Pada grafik nantinya akan dicari nilai kekasaran permukaan yang maksimal atau minimal dari masing – masing variasi parameter pemotongan dengan menggunakan permodelan matematika, sehingga dapat diketahui daerah optimal yang belum terlihat dalam variasi parameter pemotongan.

4.3.1 Hubungan Antara *Depth Of Cut* Dengan Kekasaran Permukaan



Gambar 4.1 Grafik Hubungan Antara Kedalaman Pemotongan Dengan Kekasaran Permukaan

Pada gambar 4.1 hubungan antara *depth of cut* dengan kekasaran permukaan dapat diketahui bahwa perubahan *depth of cut* akan berpengaruh terhadap nilai kekasaran permukaan. Kecenderungan dari masing – masing garis dalam grafik hubungan antara *depth of cut* dengan kekasaran permukaan adalah semakin meningkat, dimana setiap penambahan *depth of cut* akan mengakibatkan kenaikan nilai kekasaran permukaan, hal ini dikarenakan semakin meningkatnya *depth of cut* maka semakin tebal geram yang menumpuk pada ujung pahat sehingga pahat tidak langsung mengenai benda kerja. Penggunaan *depth of cut* yang tinggi akan meningkatkan produktifitas proses pembubutan, namun penggunaan *depth of cut* yang rendah akan menurunkan produktifitas proses pembubutan.

Pada kondisi pemotongan dengan panjang pemakanan 5 cm, *cutting speed* 50 m/min dengan variasi *depth of cut* 0,25 mm, 0,5 mm, 0,75 mm didapat nilai kekasaran permukaan paling rendah yaitu 1,46 µm pada *depth of cut* 0,25 mm. Dari permodelan matematika pada kecenderungan garis yang terbentuk dapat diketahui titik puncaknya, dimana nilai titik puncak pada kondisi pemotongan ini merupakan nilai kekasaran permukaan paling rendah yaitu 1,45 µm.

Pada kondisi pemotongan dengan panjang pemakanan 5 cm, *cutting speed* 80 m/min dengan variasi *depth of cut* 0,25 mm, 0,5 mm, 0,75 mm didapat nilai kekasaran permukaan paling rendah yaitu 1,36 μm pada *depth of cut* 0,25 mm. Dari permodelan matematika pada kecenderungan garis yang terbentuk dapat diketahui titik puncaknya, dimana nilai titik puncak pada kondisi pemotongan ini merupakan nilai kekasaran permukaan paling rendah yaitu 1,35 μm .

Pada kondisi pemotongan dengan panjang pemakanan 5 cm, *cutting speed* 110 m/min dengan variasi *depth of cut* 0,25 mm, 0,5 mm, 0,75 mm didapat nilai kekasaran permukaan paling rendah yaitu 1,11 μm pada *depth of cut* 0,25 mm. Dari permodelan matematika pada kecenderungan garis yang terbentuk dapat diketahui titik puncaknya, dimana nilai titik puncak pada kondisi pemotongan ini merupakan nilai kekasaran permukaan paling rendah yaitu 1,10 μm .

Pada kondisi pemotongan dengan panjang pemakanan 10 cm, *cutting speed* 50 m/min dengan variasi *depth of cut* 0,25 mm, 0,5 mm, 0,75 mm didapat nilai kekasaran permukaan paling rendah yaitu 1,25 μm pada *depth of cut* 0,25 mm. Dari permodelan matematika pada kecenderungan garis yang terbentuk dapat diketahui titik puncaknya, dimana nilai titik puncak pada kondisi pemotongan ini merupakan nilai kekasaran permukaan paling tinggi yaitu 1,44 μm .

Pada kondisi pemotongan dengan panjang pemakanan 10 cm, *cutting speed* 80 m/min dengan variasi *depth of cut* 0,25 mm, 0,5 mm, 0,75 mm didapat nilai kekasaran permukaan paling rendah yaitu 1,11 μm pada *depth of cut* 0,25 mm. Dari permodelan matematika pada kecenderungan garis yang terbentuk dapat diketahui titik puncaknya, dimana nilai titik puncak pada kondisi pemotongan ini merupakan nilai kekasaran permukaan paling tinggi yaitu 1,35 μm .

Pada kondisi pemotongan dengan panjang pemakanan 10 cm, *cutting speed* 110 m/min dengan variasi *depth of cut* 0,25 mm, 0,5 mm, 0,75 mm didapat nilai kekasaran permukaan paling rendah yaitu 0,64 μm pada *depth of cut* 0,25 mm. Dari permodelan matematika pada kecenderungan garis yang terbentuk dapat diketahui titik puncaknya, dimana nilai titik puncak pada kondisi pemotongan ini merupakan nilai kekasaran permukaan paling tinggi yaitu 1,21 μm .

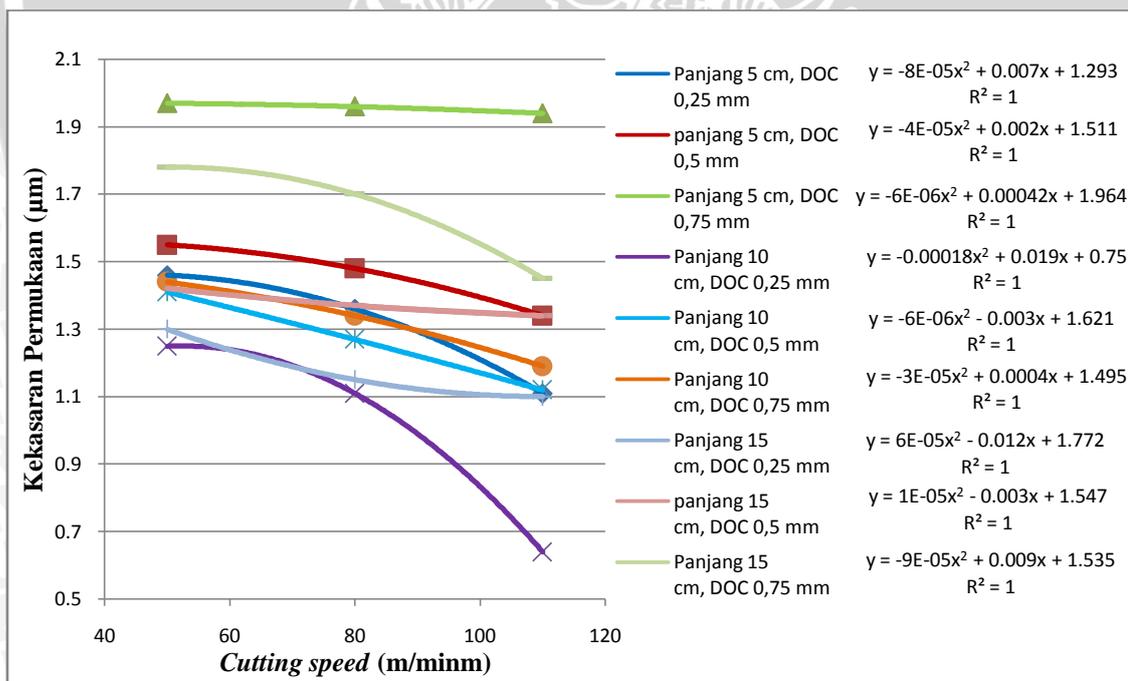
Pada kondisi pemotongan dengan panjang pemakanan 15 cm, *cutting speed* 50 m/min dengan variasi *depth of cut* 0,25 mm, 0,5 mm, 0,75 mm didapat nilai kekasaran permukaan paling rendah yaitu 1,3 μm pada *depth of cut* 0,25 mm. Dari permodelan matematika pada kecenderungan garis yang terbentuk dapat diketahui titik puncaknya,

dimana nilai titik puncak pada kondisi pemotongan ini merupakan nilai kekasaran permukaan paling rendah yaitu 1,3 μm .

Pada kondisi pemotongan dengan panjang pemakanan 15 cm, *cutting speed* 80 m/min dengan variasi *depth of cut* 0,25 mm, 0,5 mm, 0,75 mm didapat nilai kekasaran permukaan paling rendah yaitu 1,15 μm pada *depth of cut* 0,25 mm. Dari permodelan matematika pada kecenderungan garis yang terbentuk dapat diketahui titik puncaknya, dimana nilai titik puncak pada kondisi pemotongan ini merupakan nilai kekasaran permukaan paling rendah yaitu 1 μm .

Pada kondisi pemotongan dengan panjang pemakanan 15 cm, *cutting speed* 110 m/min dengan variasi *depth of cut* 0,25 mm, 0,5 mm, 0,75 mm didapat nilai kekasaran permukaan paling rendah yaitu 1,1 μm pada *depth of cut* 0,25 mm. Dari permodelan matematika pada kecenderungan garis yang terbentuk dapat diketahui titik puncaknya, dimana nilai titik puncak pada kondisi pemotongan ini merupakan nilai kekasaran permukaan paling tinggi yaitu 1,46 μm .

4.3.2 Hubungan Antara *Cutting Speed* Dengan Kekasaran Permukaan



Gambar 4.2 Grafik Hubungan Antara *Cutting Speed* Dengan Kekasaran Permukaan

Pada gambar 4.2 hubungan antara *cutting speed* dengan kekasaran permukaan dapat diketahui bahwa perubahan *cutting speed* akan berpengaruh terhadap nilai

kekasaran permukaan. Kecenderungan dari masing – masing garis dalam grafik hubungan antara *cutting speed* dengan kekasaran permukaan adalah semakin menurun, dimana setiap penambahan *cutting speed* akan mengakibatkan penurunan nilai kekasaran permukaan, hal ini dikarenakan semakin meningkatnya *cutting speed* maka tumpukan geram pada ujung pahat akan terlepas bersama aliran geram. Dengan hilangnya tumpukan geram pada ujung pahat maka permukaan benda kerja yang dihasilkan akan semakin baik karena kekasaran permukaan hanya akan disebabkan oleh jejak gerak makan pahat.

Pada kondisi pemotongan dengan panjang pemakanan 5 cm, *depth of cut* 0,25 mm dengan variasi *cutting speed* 50 m/min, 80 m/min, 110 m/min didapat nilai kekasaran permukaan paling rendah yaitu 1,11 μm pada *cutting speed* 110 m/min. Dari permodelan matematika pada kecenderungan garis yang terbentuk dapat diketahui titik puncaknya, dimana nilai titik puncak pada kondisi pemotongan ini merupakan nilai kekasaran permukaan paling tinggi yaitu 1,44 μm .

Pada kondisi pemotongan dengan panjang pemakanan 5 cm, *depth of cut* 0,5 mm dengan variasi *cutting speed* 50 m/min, 80 m/min, 110 m/min didapat nilai kekasaran permukaan paling rendah yaitu 1,34 μm pada *cutting speed* 110 m/min. Dari permodelan matematika pada kecenderungan garis yang terbentuk dapat diketahui titik puncaknya, dimana nilai titik puncak pada kondisi pemotongan ini merupakan nilai kekasaran permukaan paling tinggi yaitu 1,53 μm .

Pada kondisi pemotongan dengan panjang pemakanan 5 cm, *depth of cut* 0,75 mm dengan variasi *cutting speed* 50 m/min, 80 m/min, 110 m/min didapat nilai kekasaran permukaan paling rendah yaitu 1,94 μm pada *cutting speed* 110 m/min. Dari permodelan matematika pada kecenderungan garis yang terbentuk dapat diketahui titik puncaknya, dimana nilai titik puncak pada kondisi pemotongan ini merupakan nilai kekasaran permukaan paling tinggi yaitu 1,97 μm .

Pada kondisi pemotongan dengan panjang pemakanan 10 cm, *depth of cut* 0,25 mm dengan variasi *cutting speed* 50 m/min, 80 m/min, 110 m/min didapat nilai kekasaran permukaan paling rendah yaitu 0,64 μm pada *cutting speed* 110 m/min. Dari permodelan matematika pada kecenderungan garis yang terbentuk dapat diketahui titik puncaknya, dimana nilai titik puncak pada kondisi pemotongan ini merupakan nilai kekasaran permukaan paling tinggi yaitu 1,25 μm .

Pada kondisi pemotongan dengan panjang pemakanan 10 cm, *depth of cut* 0,5 mm dengan variasi *cutting speed* 50 m/min, 80 m/min, 110 m/min didapat nilai

kekasaran permukaan paling rendah yaitu $1,12 \mu\text{m}$ pada *cutting speed* 110 m/min. Dari permodelan matematika pada kecenderungan garis yang terbentuk dapat diketahui titik puncaknya, dimana nilai titik puncak pada kondisi pemotongan ini merupakan nilai kekasaran permukaan paling tinggi yaitu $1,9 \mu\text{m}$.

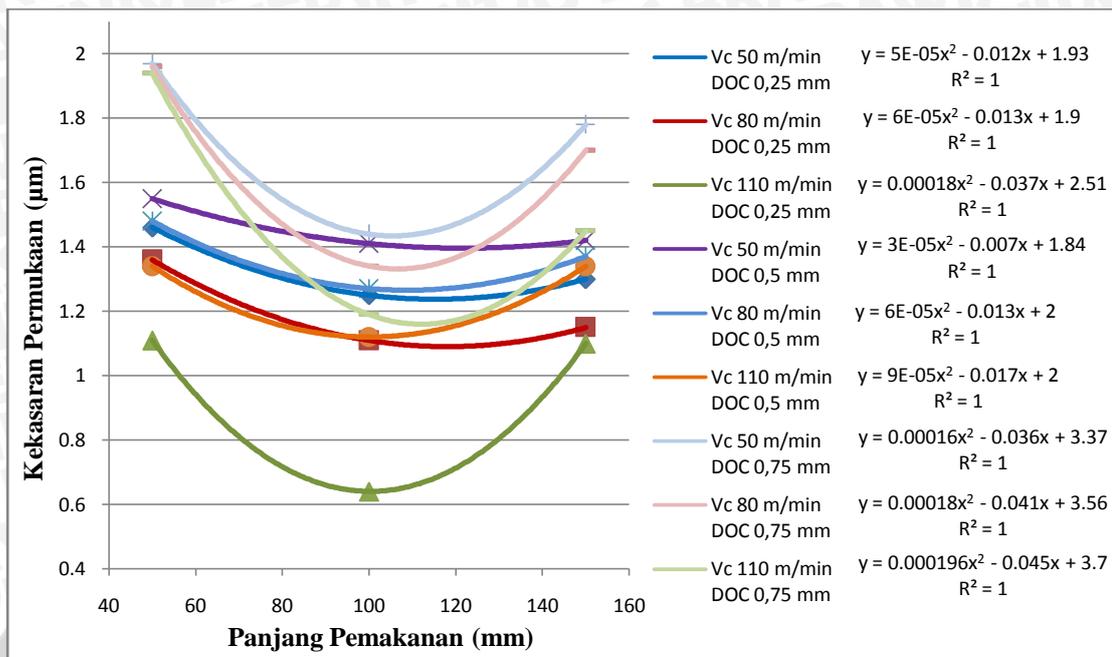
Pada kondisi pemotongan dengan panjang pemakanan 10 cm, *depth of cut* 0,75 mm dengan variasi *cutting speed* 50 m/min, 80 m/min, 110 m/min didapat nilai kekasaran permukaan paling rendah yaitu $1,19 \mu\text{m}$ pada *cutting speed* 110 m/min. Dari permodelan matematika pada kecenderungan garis yang terbentuk dapat diketahui titik puncaknya, dimana nilai titik puncak pada kondisi pemotongan ini merupakan nilai kekasaran permukaan paling tinggi yaitu $1,49 \mu\text{m}$.

Pada kondisi pemotongan dengan panjang pemakanan 15 cm, *depth of cut* 0,25 mm dengan variasi *cutting speed* 50 m/min, 80 m/min, 110 m/min didapat nilai kekasaran permukaan paling rendah yaitu $1,1 \mu\text{m}$ pada *cutting speed* 110 m/min. Dari permodelan matematika pada kecenderungan garis yang terbentuk dapat diketahui titik puncaknya, dimana nilai titik puncak pada kondisi pemotongan ini merupakan nilai kekasaran permukaan paling rendah yaitu $1,1 \mu\text{m}$.

Pada kondisi pemotongan dengan panjang pemakanan 15 cm, *depth of cut* 0,5 mm dengan variasi *cutting speed* 50 m/min, 80 m/min, 110 m/min didapat nilai kekasaran permukaan paling rendah yaitu $1,34 \mu\text{m}$ pada *cutting speed* 110 m/min. Dari permodelan matematika pada kecenderungan garis yang terbentuk dapat diketahui titik puncaknya, dimana nilai titik puncak pada kondisi pemotongan ini merupakan nilai kekasaran permukaan paling rendah yaitu $1,32 \mu\text{m}$.

Pada kondisi pemotongan dengan panjang pemakanan 15 cm, *depth of cut* 0,75 mm dengan variasi *cutting speed* 50 m/min, 80 m/min, 110 m/min didapat nilai kekasaran permukaan paling rendah yaitu $1,45 \mu\text{m}$ pada *cutting speed* 110 m/min. Dari permodelan matematika pada kecenderungan garis yang terbentuk dapat diketahui titik puncaknya, dimana nilai titik puncak pada kondisi pemotongan ini merupakan nilai kekasaran permukaan paling tinggi yaitu $1,76 \mu\text{m}$.

4.3.3 Hubungan Antara Panjang Pemakanan Dengan Kekasaran Permukaan



Gambar 4.3 Grafik Hubungan Antara Panjang Pemakanan Dengan Kekasaran Permukaan

Pada gambar 4.3 hubungan antara panjang pemakanan dengan kekasaran permukaan dapat diketahui bahwa perubahan panjang pemakanan akan berpengaruh terhadap nilai kekasaran permukaan. Kecenderungan dari masing – masing garis dalam grafik hubungan antara panjang pemakanan dengan kekasaran permukaan adalah menurun dan kemudian naik, dimana setiap penambahan panjang pemakanan akan mengakibatkan penurunan nilai kekasaran permukaan dan kemudian mengalami kenaikan kembali, hal ini dikarenakan pada panjang pemakanan 50 mm tidak digunakan *tail stock* karena keterbatasan tempat sehingga getaran pada benda kerja tidak dapat diminimalisir. Pada panjang pemakanan 100 mm nilai kekasaran permukaan menurun karena getaran pada benda kerja dapat diminimalisir dengan penggunaan *tail stock*, dan pada panjang pemakanan 150 mm nilai kekasaran permukaan kembali meningkat yang disebabkan oleh penumpukan geram pada ujung pahat. Semakin panjang pemakanan maka penumpukan geram pada ujung pahat akan semakin banyak, hal tersebut dapat diminimalisir dengan penggunaan *cutting speed* yang tinggi sehingga dapat mengurangi penumpukan geram pada ujung pahat namun nilai kekasaran permukaan yang dihasilkan tidak dapat lebih baik dari penggunaan panjang pemakanan yang rendah.

Pada kondisi pemotongan dengan *depth of cut* 0,25 mm, *cutting speed* 50 m/min dengan variasi panjang pemakanan 50 mm, 100 mm, 150 mm didapat nilai kekasaran permukaan paling rendah yaitu 1,25 μm pada panjang pemakanan 100 mm. Dari permodelan matematika pada kecenderungan garis yang terbentuk dapat diketahui titik puncaknya, dimana nilai titik puncak pada kondisi pemotongan ini merupakan nilai kekasaran permukaan paling rendah yaitu 1,21 μm .

Pada kondisi pemotongan dengan *depth of cut* 0,25 mm, *cutting speed* 80 m/min dengan variasi panjang pemakanan 50 mm, 100 mm, 150 mm didapat nilai kekasaran permukaan paling rendah yaitu 1,11 μm pada panjang pemakanan 100 mm. Dari permodelan matematika pada kecenderungan garis yang terbentuk dapat diketahui titik puncaknya, dimana nilai titik puncak pada kondisi pemotongan ini merupakan nilai kekasaran permukaan paling rendah yaitu 1,09 μm .

Pada kondisi pemotongan dengan *depth of cut* 0,25 mm, *cutting speed* 110 m/min dengan variasi panjang pemakanan 50 mm, 100 mm, 150 mm didapat nilai kekasaran permukaan paling rendah yaitu 0,64 μm pada panjang pemakanan 100 mm. Dari permodelan matematika pada kecenderungan garis yang terbentuk dapat diketahui titik puncaknya, dimana nilai titik puncak pada kondisi pemotongan ini merupakan nilai kekasaran permukaan paling rendah yaitu 0,60 μm .

Pada kondisi pemotongan dengan *depth of cut* 0,5 mm, *cutting speed* 50 m/min dengan variasi panjang pemakanan 50 mm, 100 mm, 150 mm didapat nilai kekasaran permukaan paling rendah yaitu 1,41 μm pada panjang pemakanan 100 mm. Dari permodelan matematika pada kecenderungan garis yang terbentuk dapat diketahui titik puncaknya, dimana nilai titik puncak pada kondisi pemotongan ini merupakan nilai kekasaran permukaan paling rendah yaitu 1,40 μm .

Pada kondisi pemotongan dengan *depth of cut* 0,5 mm, *cutting speed* 80 m/min dengan variasi panjang pemakanan 50 mm, 100 mm, 150 mm didapat nilai kekasaran permukaan paling rendah yaitu 1,27 μm pada panjang pemakanan 100 mm. Dari permodelan matematika pada kecenderungan garis yang terbentuk dapat diketahui titik puncaknya, dimana nilai titik puncak pada kondisi pemotongan ini merupakan nilai kekasaran permukaan paling rendah yaitu 1,26 μm .

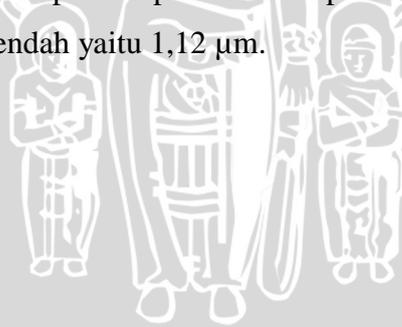
Pada kondisi pemotongan dengan *depth of cut* 0,5 mm, *cutting speed* 110 m/min dengan variasi panjang pemakanan 50 mm, 100 mm, 150 mm didapat nilai kekasaran permukaan paling rendah yaitu 1,12 μm pada panjang pemakanan 100 mm. Dari permodelan matematika pada kecenderungan garis yang terbentuk dapat diketahui titik

puncaknya, dimana nilai titik puncak pada kondisi pemotongan ini merupakan nilai kekasaran permukaan paling rendah yaitu 1,11 μm .

Pada kondisi pemotongan dengan *depth of cut* 0,75 mm, *cutting speed* 50 m/min dengan variasi panjang pemakanan 50 mm, 100 mm, 150 mm didapat nilai kekasaran permukaan paling rendah yaitu 1,44 μm pada panjang pemakanan 100 mm. Dari permodelan matematika pada kecenderungan garis yang terbentuk dapat diketahui titik puncaknya, dimana nilai titik puncak pada kondisi pemotongan ini merupakan nilai kekasaran permukaan paling rendah yaitu 1,42 μm .

Pada kondisi pemotongan dengan *depth of cut* 0,75 mm, *cutting speed* 80 m/min dengan variasi panjang pemakanan 50 mm, 100 mm, 150 mm didapat nilai kekasaran permukaan paling rendah yaitu 1,34 μm pada panjang pemakanan 100 mm. Dari permodelan matematika pada kecenderungan garis yang terbentuk dapat diketahui titik puncaknya, dimana nilai titik puncak pada kondisi pemotongan ini merupakan nilai kekasaran permukaan paling rendah yaitu 1,30 μm .

Pada kondisi pemotongan dengan *depth of cut* 0,75 mm, *cutting speed* 110 m/min dengan variasi panjang pemakanan 50 mm, 100 mm, 150 mm didapat nilai kekasaran permukaan paling rendah yaitu 1,19 μm pada panjang pemakanan 100 mm. Dari permodelan matematika pada kecenderungan garis yang terbentuk dapat diketahui titik puncaknya, dimana nilai titik puncak pada kondisi pemotongan ini merupakan nilai kekasaran permukaan paling rendah yaitu 1,12 μm .



BAB V

KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan

Dari hasil penelitian dan pembahasan grafik dapat diambil kesimpulan sebagai berikut :

1. Perubahan *cutting speed*, *depth of cut*, panjang pemakanan pada penggunaan pahat *carbide insert* tipe DCMT 070208-C25 mempengaruhi kekasaran permukaan pada proses pembubutan.
2. Kombinasi parameter pemotongan dengan panjang pemakanan 100 mm, *cutting speed* 110 m/min (putaran *spindle* 1600 rpm) , dan *depth of cut* 0,25 mm memiliki nilai kekasaran permukaan paling rendah yaitu sebesar 0,64 μm . Sedangkan kombinasi parameter pemotongan dengan panjang pemakanan 50 cm, *cutting speed* 50 m/min (putaran *spindle* 800 rpm), dan *depth of cut* 0,75 mm memiliki nilai kekasaran permukaan paling tinggi yaitu sebesar 1,97 μm .

5.2 Saran

Saran yang dapat penulis sampaikan adalah sebagai berikut :

1. Sebelum memberi lubang *center* untuk *tail stock*, lebih baik lakukan pembubutan dengan *depth of cut* yang rendah untuk meratakan permukaan melingkar benda kerja, agar lubang center yang terbentuk tepat berada di tengah.
2. Penggunaan metode penelitian yang lebih efektif dalam pengumpulan data sehingga dapat menekan biaya penelitian.

DAFTAR PUSTAKA

- Andriyanto, Ichlas Nur. 2009. Pengaruh Variabel pemotongan terhadap kualitas permukaan produk dalam meningkatkan produktifitas. Skripsi. Jurusan teknik mesin politeknik negeri padang, padang.
- Anonymous. www.itl.nist.gov/div898/handbook/pri/section3/pri3361.htm, diakses 25 November 2012.
- Rochim, Taufiq. 1985. Teori dan Teknologi Proses Pemesinan. Jakarta: Higher Education Development Support Project.
- Sato, T. Hartanto, N S. 1981. Menggambar Mesin Menurut Standart ISO. Jakarta : PT. Dainippon Gitakarya Printing.
- Wibolo Achmad. 2012. Model Prediksi Terhadap Kekasaran Permukaan Dan Kecepatan Penghasilan Geram Pada Mesin Bubut CNC Menggunakan Response Surface Methodology. Skripsi. Jurusan Teknik Mesin Politeknik Negeri Bali, Bali.
- Widarto, Sentot B., Wijanarka, Sutopo, Paryanto. 2008. Teknik Pemesinan, Jalarta : Direktorat Jenderal Manajemen Pendidikan Dasar dan Menengah Direktorat Pembinaan Sekolah Menengah Kejuruan Departemen Pendidikan Nasional.
- Yusri, Zuhendri. 2008. Penggunaan Metode Parameter Taguchi Dalam Mengidentifikasi Kekasaran Permukaan Optimum Proses Bubut. Skripsi. Jurusan Teknik Mesin Politeknik Negeri Padang, Padang.
- www.Scribd.com (diakses 25 November 2012)
- www.Korloy.com (diakses 25 November 2012)
- www.amazon.com (diakses 25 November 2012)



LAMPIRAN





SHIJIAZHUANG IRON & STEEL CO., LTD
Inspection Certificate



STEEL GRADE: S45C STANDARD: TECHNICAL AGREEMENT
 SIZE: DIA 22mm DELIVERY CONDITION: HOT ROLLED
 WEIGHT: 30.119MT SURFACE QUALITY: QUALIFIED
 BUNDLES: 20 NO. 19885Y-75319

Heat No.	8205069										
Chemical Composition (%)	C	Si	Mn	P	S	Cr	NI	Cu			
	0.44	0.23	0.64	0.008	0.009	0.06	0.00	0.03			
Macro Structure (Grade)											
Scattered porosity	Center porosity	Segregation	General point segregation	Edge point segregation	S	C	R	Cold band	Forging test	Crack Detection	
0	0.5	0.5	-	-	-	-	-	-	OK	UT	ET
0	0.5	0	-	-	-	-	-	-		-	-
-	-	-	-	-	-	-	-	-		-	-
-	-	-	-	-	-	-	-	-		-	-
-	-	-	-	-	-	-	-	-		-	-
Mechanical Properties											
Yield Strength	Tensile Strength	Percentage Elongation	Reduction of area	Charpy Impact Test	Hardness HBW	Hardness HRC	-	-	-	DI	
MPa	MPa	%	%	J	-	-	-	-	-	in	
-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
Non-metallic Inclusions (Grade)											
Athin		Bthin		Cthin		Dthin		Decarburized layer	Grain Size	Bands	Graphite carbon
Aheavy		Bheavy		Cheavy		Dheavy		mm	Grade	Grade	Grade
-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Step Down											
First			Second			Third					
Total Strip	Total Length(mm)	Max Length(mm)	Total Strip	Total Length(mm)	Max Length(mm)	Total Strip	Total Length(mm)	Max Length(mm)			
-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
NOTE:											

FORM : PT. BENTENG RANGRANG SEJAHTERA FAX NO. : 9 NOV 2012 4:05PM P1



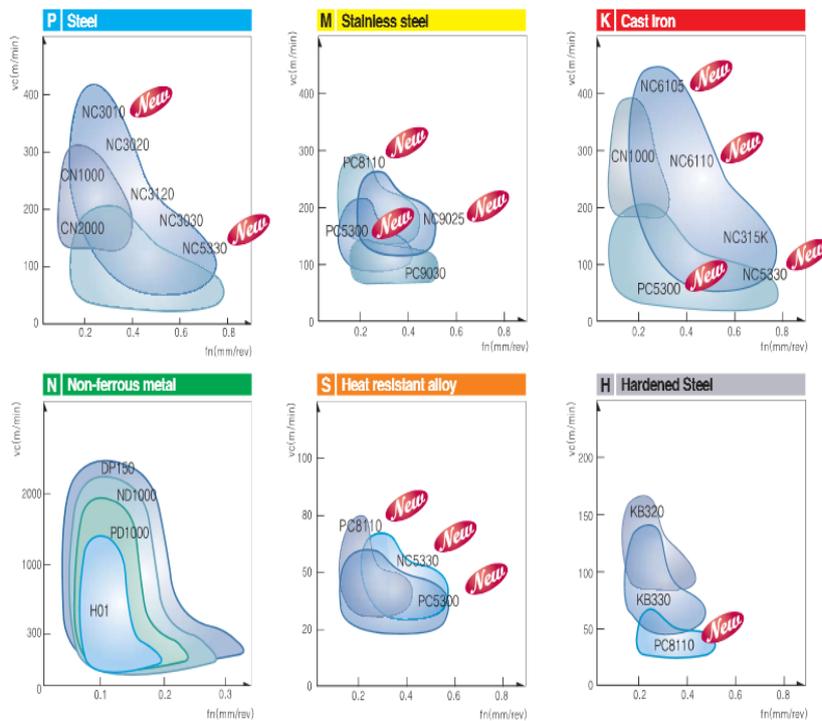
Turning Grades **A**

The best way to choose KORLOY turning inserts

Selection system

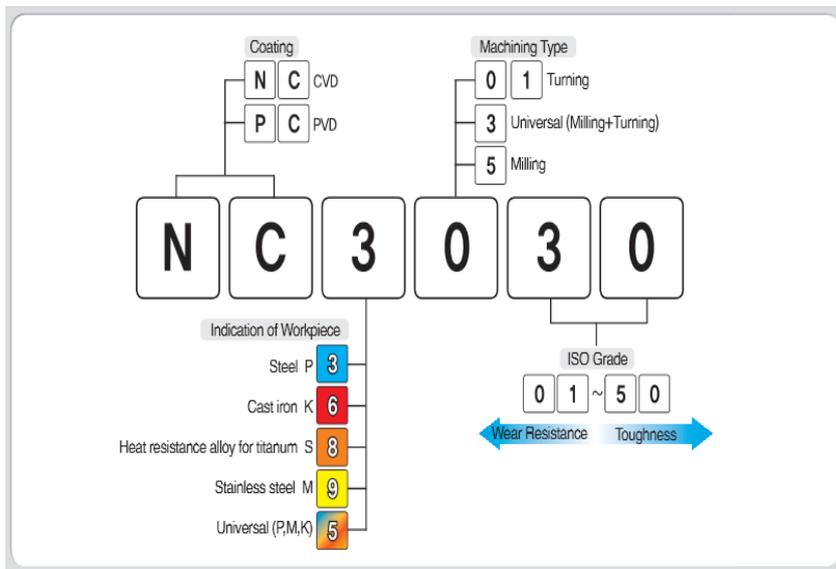
Workpiece	Steel					Stainless steel				Cast Iron			Nonferrous			HRSA				Hardened					
	P01	P10	P20	P30	P40	P50	M10	M20	M30	M40	K01	K10	K20	K30	N10	N20	N30	S01	S10	S20	S30	H01	H10	H20	
Coated carbide	NC3010 <i>New</i>	NC3020	NC3120	NC3090	NC5330 <i>New</i>	NC500H	PC8110 <i>New</i>	NC9025 <i>New</i>	PC5900 <i>New</i>	PC9030	NC6105 <i>New</i>	NC6110 <i>New</i>	NC315K <i>New</i>	NC5330 <i>New</i>	PC5300 <i>New</i>	ND1000			PC8110 <i>New</i>	PC8110 <i>New</i>	PC5330 <i>New</i>	PC5300 <i>New</i>	PC8110 <i>New</i>		
Cermet	CN1000 <i>New</i>	CN2000 <i>New</i>	CN20								CN1000 <i>New</i>														
cBN / PCD											KB350	KB960			DP150							KB320	KB330		
Uncoated carbide	ST05	ST10	ST15	ST20	ST30N	ST40	ST30	ST45	ST46	U10	U20	U40	H02	H01	H05	H10	G10						H01		

Application range of turning grades

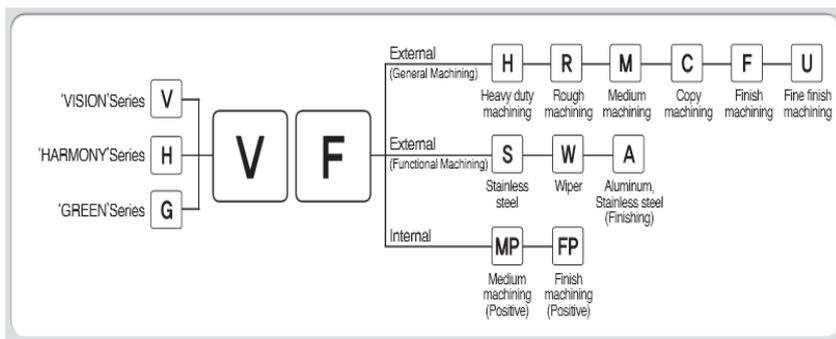


KORLOY Inc. Code System

Grade Name for Coated Carbide



Chip Breaker



Terminology of tool formula

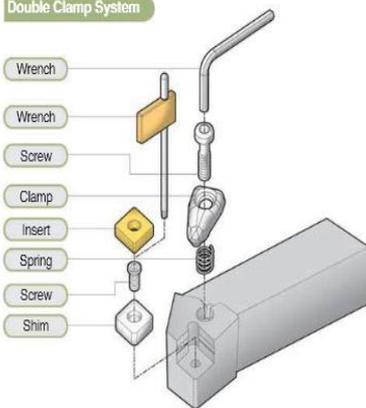
TERM	CODE	UNIT	TERM	CODE	UNIT
Tool diameter	D	mm	Horse power requirement	Pc	kW
Cutting speed	vc	m/min	Specific cutting resistance	kc	MPa
Revolution per minute	n	min ⁻¹	Torque	Mc	Nm
Feed per minute	vf	mm/min	Thrust	Tc	N
Feed per revolution	fn	mm/rev	Cycle time	tc	min
Feed per tooth	tz	mm/t	Tool life	T	min
Tooth	z		Flank wear	Vs	mm
Axial depth of cut	ap	mm	Crater wear	Kt	mm
Radial depth of cut	ae	mm	Nose radius	r	mm
Peak feed	pf	mm			

B Instruction of External Holder

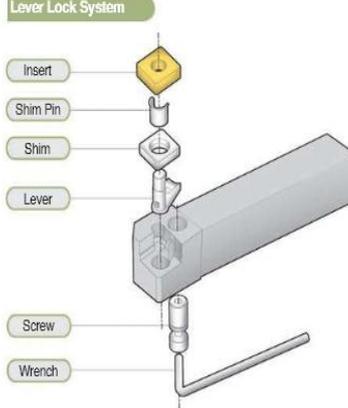
Instruction of External Holder

- Turning
- Turning C/B
- Turning Inserts
- External Holder
- Boring Bar
- HSK / KM Tooling system
- Cartridge
- Auto Tools
- MSB

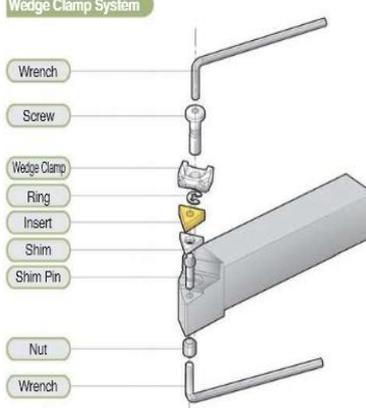
Double Clamp System



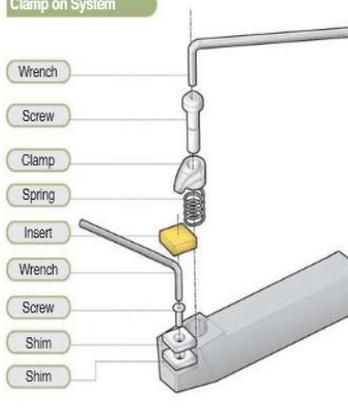
Lever Lock System



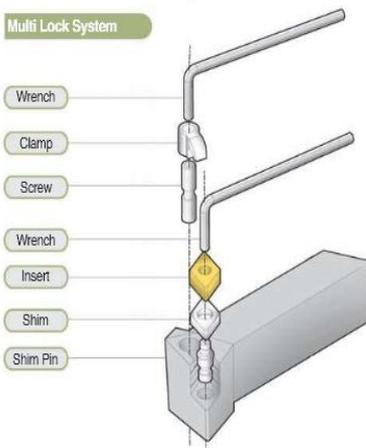
Wedge Clamp System



Clamp on System



Multi Lock System



Screw on System

