PENGARUH *DEPTH OF CUT* DAN DEBIT *CUTTING FLUID* TERHADAP KEKASARAN PERMUKAAN MATERIAL ALUMINIUM 6061 HASIL MESIN BUBUT

SKRIPSI

KONSENTRASI TEKNIK PRODUKSI

Diajukan untuk memenuhi persyaratan
memperoleh gelar Sarjana Teknik

Disusun oleh :

ADCHA AHMAD MUBAROK

NIM. 115060207111013 - 62

KEMENTERIAN RISET TEKNOLOGI DAN PENDIDIKAN TINGGI

UNIVERSITAS BRAWIJAYA

FAKULTAS TEKNIK

JURUSAN MESIN

MALANG

2016

repository.ub.ac.id

UNIVERSITAS BRAWIJAYA

LEMBAR PENGESAHAN

PENGARUH *DEPTH OF CUT* DAN DEBIT *CUTTING FLUID* TERHADAP KEKASARAN PERMUKAAN MATERIAL ALUMINIUM 6061 HASIL MESIN BUBUT

SKRIPSI

TEKNIK MESIN KONSENTRASI TEKNIK PRODUKSI

Diajukan untuk memenuhi persyaratan
memperoleh gelar Sarjana Teknik

ADCHA AHMAD MUBAROK
NIM. 115060207111013

Skripsi ini telah direvisi dan disetujui oleh dosen pembimbing
pada tanggal 17 Mei 2016

Dosen Pembimbing I	**Dosen Pembimbing II**
Prof. Dr. Ir. Rudy Soenoko, M.Eng.Sc	**Bayu Satriya Wardhana, ST., M.Eng.**
NIP. 19490911 198403 1 001	**NIP. 19841007 201212 1 001**

Mengetahui,
Ketua Program Studi S1
Jurusan Teknik Mesin

Dr.Eng. Widya Wijayanti, ST., MT.
NIP. 19750802 199903 2 001

repository.ub.ac.id
UNIVERSITAS BRAWIJAYA

JUDUL SKRIPSI:

PENGARUH *DEPTH OF CUT* DAN DEBIT *CUTTING FLUID* TERHADAP KEKASARAN PERMUKAAN MATERIAL ALUMINIUM 6061 HASIL MESIN BUBUT

Nama Mahasiswa	: Adcha Ahmad Mubarok
NIM	: 115060207111013
Program Studi	: Teknik Mesin
Konsentrasi	: Teknik Produksi

KOMISI PEMBIMBING

Dosen Pembimbing I	: Prof. Dr. Ir. Rudy Soenoko, M.Eng.Sc.
Dosen Pembimbing II	: Bayu Satriya Wardhana, ST., M.Eng.

TIM DOSEN PENGUJI

Dosen Penguji 1	: Dr. Eng. Eko Siswanto, ST.,MT.
Dosen Penguji 2	: Dr. Lilis Yuliati, ST.,MT.
Dosen Penguji 3	: Purnami, ST.,MT.

Tanggal Ujian	: 28 April 2016
SK Penguji	: 464/UN10.6.62/AK/2016

LEMBAR PERNYATAAN ORISINALITAS SKRIPSI

Saya menyatakan dengan sebenar-benarnya bahwa sepanjang pengetahuan saya dan berdasarkan hasil penelusuran berbagai karya ilmiah, gagasan dan masalah ilmiah yang diteliti dan diulas di dalam Naskah Skripsi ini adalah asli dari pemikiran saya. Tidak terdapat karya ilmiah yang pernah diajukan oleh orang lain untuk memperoleh gelar akademik di suatu Perguruan Tinggi, dan tidak terdapat karya atau pendapat yang pernah ditulis atau diterbitkan oleh orang lain, kecuali yang secara tertulis dikutip dalam naskah ini dan disebutkan dalam sumber kutipan dan daftar pustaka.

Apabila ternyata didalam naskah Skripsi ini dapat dibuktikan terdapat unsur-unsur jiplakan, saya bersedia Skripsi ini diproses sesuai dengan peraturan perundang-undangan yang berlaku (UU No. 20 Tahun 2003, pasal 25 ayat 2 dan pasal 70).

Malang, 17 Mei 2016
Mahasiswa,

Adcha Ahmad Mubarok
115060207111013

RINGKASAN

Adcha Ahmad Mubarok., Jurusan Teknik Mesin, Fakultas Teknik Universitas Brawijaya, Mei 2016, *Pengaruh Depth Of Cut Dan Debit Cutting Fluid Terhadap Kekasaran Permukaan Material Aluminium 6061 Hasil Mesin Bubut*, Dosen Pembimbing : Rudy Soenoko dan Bayu Satriya Wardhana.

Dengan semakin berkembangnya proses manufaktur kualitas hasil produksi merupakan bagian penting dari proses manufaktur, salah satu kualitas produk adalah kekasaran permukaan. Beberapa jenis proses manufaktur adalah pengelasan, pengecoran, penempaan, metalurgi serbuk, dan proses permesinan. Salah satu bahan yang banyak digunakan dalam bidang manufaktur adalah aluminium yang memiliki sifat antara lain tahan terhadap korosi, mampu mengalirkan listrik, tidak beracun, mampu cor baik, mudah dipadu dengan unsur lain, sifat mampu bentuk dan sifat mampu mesin.

Pada penelitian ini proses bubut menggunakan mesin bubut Krisbow tipe KW15-485, pembubutan dilakukan dengan menggunkan *cutting fluid* dengan bahan yang diproses adalah aluminium 6061. Selama pembubutan menggunakan variasi *depth of cut* 0,4 mm; 0,6 mm; 0,8 mm dan variasi debit *cutting fluid* 0 liter/menit; 20 liter/menit; 25 liter/menit, jenis *cutting fluid* yang digunakan adalah soluble oil.

Setelah dilakukan penelitian didapatkan hasil kekasaran permukaan tertinggi sebesar 1,91 μm dengan menggunakan depth of cut 0,4 mm dan debit cutting fluid 0 liter/menit. Sedangkan kekasaran permukaan terendah menggunakan depth of cut 0,4 mm dan debit cutting fluid 25 liter/menit sebesar 1,11 μm. Depth of cut yang rendah dan debit cutting fluid yang tinggi akan mengurangi nilai kekasaran permukaan.

Kata kunci : *depth of cut,* debit *cutting fluid, soluble oil,* kekasaran permukaan

KATA PENGANTAR

Segala puji hanya bagi Allah SWT yang telah memberi petunjuk dan hidayah-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi dengan judul "Pengaruh Depth Of Cut Dan Debit Cutting Fluid Terhadap Kekasaran Permukaan Material Aluminium 6061 Hasil Mesin Bubut".

Banyak pihak terkait yang membantu terselesaikannya tugas akhir ini. Pada kesempatan ini, penulis mengucapkan terima kasih kepada :

1. Dr. Eng. Nurkholis Hamidi, ST., M. Eng. selaku Ketua Jurusan Teknik Mesin Universitas Brawijaya .
2. Dr. Eng. Widya Wijayanti, ST., MT. selaku Kepala Prodi S1 Teknik Mesin Universitas Brawijaya.
3. Prof. Dr. Ir. Rudy Soenoko, M.Eng.Sc sebagai pembimbing I yang telah memberikan bimbingan dan arahan dalam penyempurnaan Tugas Akhir ini.
4. Bayu Satriya Wardhana, ST., M.Eng. sebagai pembimbing II yang dengan sabar memberikan bimbingan dan motivasi dalam menyelesaikan Tugas Akhir ini.
5. Semua dosen teknik mesin yang tidak hanya sebagai sumber ilmu dalam belajar.
6. Ahmad Suyuti selaku ayah, Mukowimah selaku ibu dan keluarga terima kasih atas doa dan dukungan baik moril maupun materiil dalam menyelesaikan Tugas Akhir.
7. Dwi Irawati yang telah memberikan dorongan motivasi dalam penyeleseian Tugas Akhir ini.
8. Teman-teman Teknik Mesin angkatan 2011 yang telah memberikan semangat dan dukungannya selama ini.
9. Teman-teman Kontrakan Namex yang selalu membawa keceriaan
10. Semua pihak yang penulis tidak dapat sebutkan satu persatu atas bantuan dan dukungan dalam penyelesaian Tugas Akhir ini.

Penulis menyadari bahwa penyusunan tugas akhir ini tidak lepas dari kesalahan dan kekurangan, maka dari itu penulis mengharapkan kritik dan saran yang sifatnya membangun. Akhirnya penulis berharap semoga tugas akhir ini bermanfaat bagi semua pihak yang membutuhkan tanpa terkecuali dan bisa menjadi ilmu yang barokah.

Malang, 17 Mei 2016

Penyusun

DAFTAR ISI

Halaman

LEMBAR PENGESAHAN i
LEMBAR PERNYATAAN ORISINALITAS SKRIPSI ii
RINGKASAN iii
PENGANTAR iv
DAFTAR ISI v
DAFTAR TABEL vii
DAFTAR GAMBAR viii
DAFTAR LAMPIRAN ix
BAB I PENDAHULUAN 1
1.1 Latar Belakang 1
1.2 Rumusan Masalah 2
1.3 Batasan Masalah 2
1.4 Tujuan Penelitian 2
1.5 Manfaat Penelitian 2
BAB II TINJAUAN PUSTAKA 1
2.1 Penelitian Sebelumnya 3
2.2 Mesin Bubut 4
2.2.1 Bagian-bagian Mesin Bubut 5
2.2.2 Parameter Pemesinan pada Mesin Bubut 6
2.2.3 Gaya Pemotongan Pada Proses Bubut 7
2.2.4 Mekanisme Pembentukan Geram 8
2.3 *Cutting Tool Material* 10
2.3.1 Pahat *High Speed Steel* (HSS) 11
2.4 Paduan Aluminium 11
2.5 *Cutting Fluid* 12
2.5.1 Jenis *Cutting Fluid* 13
2.5.2 *Water Soluble Oil* 14
2.5.3 Metode Pemakaian *Cutting Fluid* 15
2.5.4 Debit *Cutting Fluid* 16
2.6 Kekasaran Permukaan 17
2.7 Hipotesis 18

BAB III METODE PENELITIAN 19
3.1 Metode Penelitian 19
3.2 Tempat dan Waktu Pelaksanaan 19
3.3 Variabel Penelitian 19
3.3.1 Variabel Bebas 19
3.3.2 Variabel Terikat 19
3.3.3 Variabel Kontrol 20
3.4 Alat dan Bahan Penelitian 20
3.4.1 Alat Penelitian 20
3.4.2 Bahan Penelitian 22
3.5 Instalasi Penelitian 24
3.6 Prosedur Penelitian 24
3.7 Diagram Alir Penelitian 25
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN 26
4.1 Data Hasil Pengukuran Kekasaran Permukaan Alumunium 6061 26
4.2 Analisa Grafik dan Pembahasan 27
4.2.1 Grafik Hubungan *Depth of Cut* Terhadap Kekasaran Permukaan Rata-Rata Alumunium 6061 27
4.2.2 Grafik Hubungan Debit *Cutting Fluid* Terhadap Kekasaran Permukaan Rata-Rata Alumunium 6061 29
BAB V PENUTUP 31
5.1 Kesimpulan 31
5.2 Saran 31
DAFTAR PUSTAKA
LAMPIRAN

DAFTAR TABEL

No.	Judul	Halaman
Table 2.1	Rekomendasi nilai kecepatan potong pahat HSS	7
Table 2.2	Properti aluminium paduan pada temperature ruangan	12
Table 2.3	Rekomendasi penggunaan *cutting fluid*	14
Table 2.4	Spesifikasi *cutting fluid shell dromus B*	14
Table 2.5	Standar nilai kekasaran permukaan menurut ISO	17
Table 4.1	Data nilai kekasaran permukaan (Ra) alumunium 6061 dengan variasi debit *cutting fluid* dan *depth of cut*	28

DAFTAR GAMBAR

No.	Judul	Halaman
Gambar 2.1	Contoh proses pemesinan mesin bubut	4
Gambar 2.2	Bagian-bagian mesin bubut	5
Gambar 2.3	Diagram *merchant's*	7
Gambar 2.4	Geram kontinyu	8
Gambar 2.5	Geram *built up edge*	9
Gambar 2.6	Geram tak kontinyu	10
Gambar 2.7	Geometri pahat	10
Gambar 2.8	Pahat gurdi yang diberi lubang untuk cairan pendinginan	15
Gambar 2.9	Prinsip hukum kontinuitas	16
Gambar 2.10	Koordinat untuk menghitung kekasaran permukaan	17
Gambar 2.11	Profil kekasaran pada permukaan	18
Gambar 3.1	Mesin bubut	20
Gambar 3.2	*Surface roughness tester*	21
Gambar 3.3	Pahat bubut HSS	21
Gambar 3.4	Dimensi benda kerja sebelum dibubut	22
Gambar 3.5	Benda kerja setelah dibubut dengan *depth of cut* 0,4 mm	22
Gambar 3.6	Benda kerja setelah dibubut dengan *depth of cut* 0,6 mm	23
Gambar 3.7	Benda kerja setelah dibubut dengan *depth of cut* 0,8 mm	23
Gambar 3.8	Instalasi penelitian	24
Gambar 4.1	Grafik hubungan *depth of cut* terhadap kekasaran permukaan rata-rata alumunium 6061	27
Gambar 4.2	(a) *chip* dengan depth of cut 0,4 mm (b) *chip* dengan depth of cut 0,6 mm (c) *chip* dengan depth of cut 0,8 mm	28
Gambar 4.3	Grafik hubungan debit *cutting fluid* terhadap kekasaran permukaan rata-rata alumunium 6061	29

DAFTAR LAMPIRAN

No.	Judul	Halaman
Lampiran 1	P*rint out* pengujian kekasaran permukaan	xii
Lampiran 2	Foto benda kerja	xxi
Lampiran 3	Komposisi kimia aluminium 6061	xxiii
Lampiran 4	Perhitungan standar deviasi	xxiiii

BAB 1
PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Dengan semakin berkembangnya proses manufaktur kualitas hasil produksi merupakan bagian penting dari proses manufaktur, salah satu kualitas produk adalah kekasaran permukaan. Untuk mencapai kekasaran permukaan yang baik tentunya diperlukan beberapa proses manufaktur. Beberapa jenis proses manufaktur adalah pengelasan, pengecoran, penempaan, metalurgi serbuk, dan proses permesinan.

Salah satu bahan yang banyak digunakan dalam bidang manufaktur adalah aluminium yang memiliki sifat antara lain tahan terhadap korosi, mampu mengalirkan listrik, tidak beracun, mampu cor baik, mudah dipadu dengan unsur lain, sifat mampu bentuk dan sifat mampu mesin. Aplikasi dari aluminium contohnya pada pesawat Boeing 747 mengandung 82% aluminium dan pada Boeing 777 mengandung 70% aluminium. Komponen-komponen dalam pesawat membutuhkan kepresisian yang tinggi dan kekasaran permukaan yang baik.

Kekasaran permukaan sendiri adalah penyimpangan suatu tekstur permukaan yang salah satu penyebabnya adalah proses produksi atau proses pemesinan. Untuk mencapai kualitas produk yang baik dilakukan proses pemesinan, salah satu proses pemesinan adalah proses bubut yang bertujuan untuk mengurangi dimensi benda kerja dengan menentukan parameter pemesinan seperti kecepatan putar spindel, gerak makan, dan kedalaman potong yang memiliki pengaruh terhadap kekasaran permukaan.

Selain parameter pemesinan yang di sebutkan di atas, *cutting fluid* juga berpengaruh pada kekasaran permukaan. Pengertian dari *cutting fluid* adalah *liquid* yang diaplikasikan untuk pengoperasian pemesinan yang berfungsi untuk meningkatkan kualitas hasil pemesinan dalam hal ini kekasaran permukaan.

Berdasarkan hal tersebut, penulis ingin mengetahui pengaruh kedalaman pemotongan terhadap kekasaran permukaan dengan variasi debit *cutting fluid* pada material alumunium 6061 hasil mesin bubut.

1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan dari latar belakang yang disebutkan di atas, maka rumusan masalah yang dibahas adalah bagaimana pengaruh *depth of cut* dan debit *cutting fluid* terhadap kekasaran permukaan pada material aluminium 6061 hasil mesin bubut.

1.3 Batasan Masalah

Agar dalam penyusunan proposal skripsi ini lebih mengarah ke tujuan penelitian dengan membatasi pokok permasalahan sebagai berikut :

1. Fokus penelitian yang dibahas adalah kekasaran permukaan.
2. Tidak memperhitungkan *losses* pada pipa aliran *cutting fluid.*
3. Pahat dijaga dan dianggap tajam.
4. Kekentalan *cutting fluid* dianggap sama.
5. Volume *cutting fluid* di tendon dijaga dan dianggap tetap.
6. Bahan yang digunakan adalah aluminium 6061.
7. Proses bubut menggunakan pahat HSS seri M.

1.4 Tujuan Penelitian

Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengetahui pengaruh *depth of cut* dan debit *cutting fluid* terhadap kekasaran permukaan pada material aluminium 6061 hasil mesin bubut.

1.5 Manfaat Penelitian

1. Bagi peneliti, bermanfaat untuk mengetahui pengaruh *depth of cut* dan debit *cutting fluid* terhadap kekasaran permukaan pada material aluminium 6061 hasil mesin bubut.
2. Bagi umum, dapat digunakan untuk tambahan literature yang berhubungan dengan proses pemesinan.
3. Bagi bidang industri, untuk meningkatkan kualitas hasil produk pemesinan.

BAB II
TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Penelitian Sebelumnya

Septiawan (2012) telah melakukan penelitian dari hasil penelitian tersebut, dapat diketahui nilai kekasaran paling rendah terjadi pada parameter potong log debit cairan pendingin -2L/detik, log putaran spindel 2,46 rpm, dan log kedalaman pemakanan -0,30 mm dengan nilai log kekasaran 0,47 µm.

Romario (2013) Melakukan Penelitian dengan hasil Dari hasil penelitian diperoleh nilai kekasaran dengan menggunakan *soluble oil* sebesar 1,62 µm dan 1,48 µm pada *bio cutting fluid* minyak jarak pada diameter awal benda kerja 50 mm dengan *depth of cut* 0,6 mm.

Dari Fahrulloh (2013) diperoleh bahwa kekasaran permukaan paling rendah pada baja S45C sebesar 0,64 µm terjadi pada putaran *spindle* 1600 rpm dengan *depth of cut* 0,25 mm dan panjang pemakanan 100 mm menggunakan pahat *insert* karbida DCMT 070208-C25.

Bima (2013) dalam penelitiannya didapatkan bahwa Nilai kekasaran permukaan benda kerja paling rendah adalah 15,338 µm, dan nilai kekerasan permukaan paling rendah adalah 60,4 Kg/mm^2. Nilai kekasaran dan kekerasan permukaan benda kerja paling rendah diperoleh dengan menggunakan cairan pendingin Drumus dengan kedalaman pemakanan 0,2 mm.

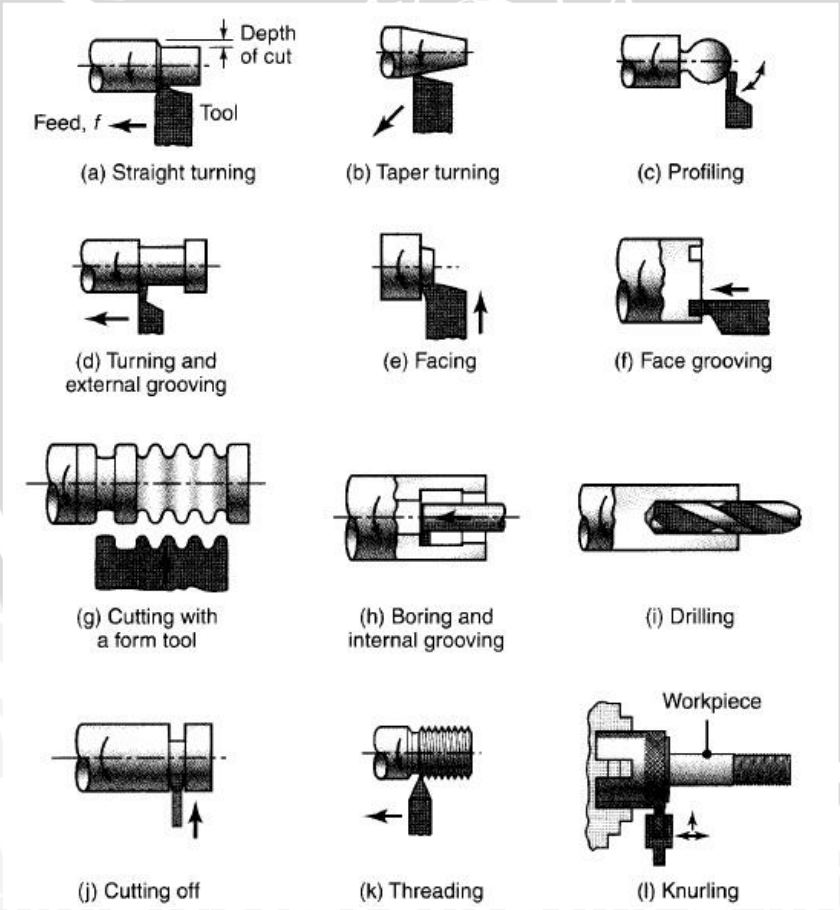
Hasrin (2013) dalam penelitiannya didapat ilai kekasaran permukaan rata-rata yaitu Ra = 2.163 µm pada *depth of cut* 1.5 mm dan kecepatan potong 90 m/min. Sedangkan nilai kekasaran permukaan rata-rata terkecil yaitu Ra = 0.883 µm yang terjadi pada kedalaman potong 0.5 mm dan kecepatan potong 150 m/m.

2.1 Mesin Bubut

Mesin bubut merupakan jenis mesin perkakas yang fungsi utamanya adalah untuk mengurangi volume benda kerja sehingga dapat menjadi suatu bentuk yang diinginkan. Benda kerja dari mesin bubut berbentuk silindris, untuk dapat mengurangi volume benda kerja yang berbentuk silindris tersebut diperlukan putaran pada benda kerja dan kemudian dimakankan pada alat potong yang biasa disebut pahat.

Benda kerja pada mesin bubut dicengkram oleh *chuck* yang berhubungan dengan motor penggerak utama mesin yang akan memutar benda kerja. Sedangkan pahat dipasang pada dudukan pahat dan diatur dengan menggunakan luncuran yang dapat bergerak translasi mendekat atau menjauhi benda kerja. Untuk kecepatan gerak luncuran dapat diatur nilainya sesuai kemampuan masing-masing mesin bubut.

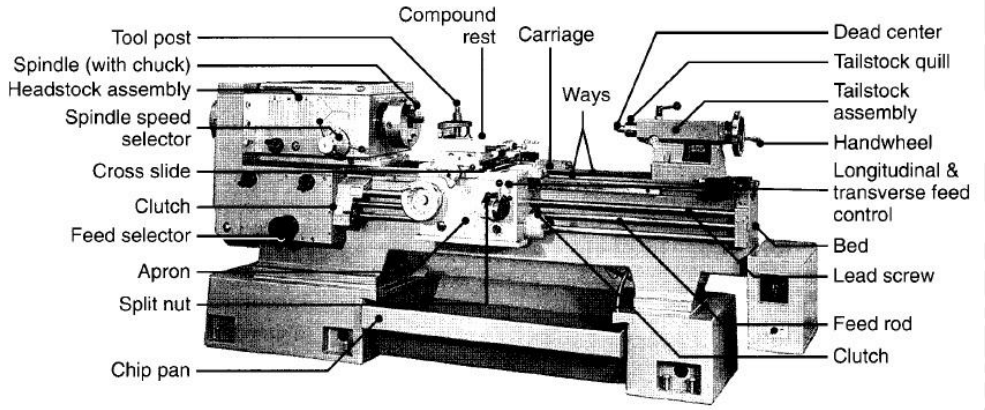
Pada mesin bubut dapat dilakukan beberapa jenis model pemotongan yang dapat dilihat pada gambar 2.1.



Gambar 2.1 Contoh proses pemesinan mesin bubut.

Sumber: Kalpakjian (2009:616).

2.2.1 Bagian-bagian Mesin Bubut



Gambar 2.2 Bagian-bagian mesin bubut

Sumber: Kalpakjian (2009:617)

Beberapa bagian utama mesin bubut antara lain sebagai berikut:

1. *Bed*

   Merupakan tumpuan untuk *relay* dari mesin bubut. Pada bagian *bed* yang berhadapan dengan *headstock*.

2. *Carriage*

   Meja penggerak pahat terletak di atas *apron*, terdapat *compound rest* yang berfungsi untuk tempat pahat.

3. *Headstock*

   Tempat dimana motor dipasang yang juga terdapat *pulley*, *V-belt* yang berfungsi untuk mentransmisikan tenaga ke *spindle*.

4. *Chuck*

   Alat yang berfungsi mencengkeram benda kerja. *Chuck* ini berhubungan langsung dengan *spindle* yang putarannya ditransmisikan dari motor pada *headstock*.

5. *Tailstock*

   Terletak berhadapan dengan *spindle* yang salah satu fungsinya untuk menahan ujung benda kerja saat proses pembubutan. Fungsi yang lain adalah untuk men-*center*-kan benda kerja.

6. *Feed rod and lead screw*

   Feed rod digerakkan oleh gear yang terdapat pada *headstock*. Pada feed rod ini akan mengatur kecepatan pemakanan dalam proses bubut, sedangkan *lead screw* digunakan pada saat pembuatan ulir.

2.2.2 Parameter Pemesinan pada Mesin Bubut

Pada proses pembubutan terdapat beberapa parameter yang dapat diatur langsung oleh operator mesin dan dapat mempengaruhi hasil kualitas dari benda kerja. Parameter tersebut antara lain sebagai berikut:

1. Kedalaman pemotongan (*depth of cut*)

Kedalaman pemotongan adalah kedalaman pahat yang melakukan pemakanan terhadap benda kerja dihitung dari permukaan terluar benda kerja sebelum dilakukan proses pemakanan. Rekomendasi nilai kedalaman pemotongan untuk proses *finishing* antara 0,25-8,8 mm.

$$a = \frac{do - dm}{2} \qquad (2\text{-}1)$$

dengan:

a = *depth of cut* (mm)
do = diameter awal benda kerja (mm)
dm = diameter akhir benda kerja (mm)

2. Feeding

Gerak makan merupakan jarak yang ditempuh pahat dalam sekali gerak putar benda kerja. Untuk menentukan gerak makan ini berdasarkan dengan jenis benda kerja, jenis pahat dan kekuatan mesin. Rekomendasi nilai *feeding* untuk proses *finishing* antara 0,08-0,62 mm/rev.

3. Kecepatan potong (*cutting speed*)

Kecepatan potong adalah kecepatan pahat untuk menempuh panjang tiap satuan menit. Di bawah ini merupakan rumus untuk mencari kecepatan potong.

$$v = \frac{\pi . D . n}{1000} \qquad (2\text{-}2)$$

dengan:

v = kecepatan potong (m/menit)
D = diameter rata-rata (mm)
n = putaran *spindle* (rpm)

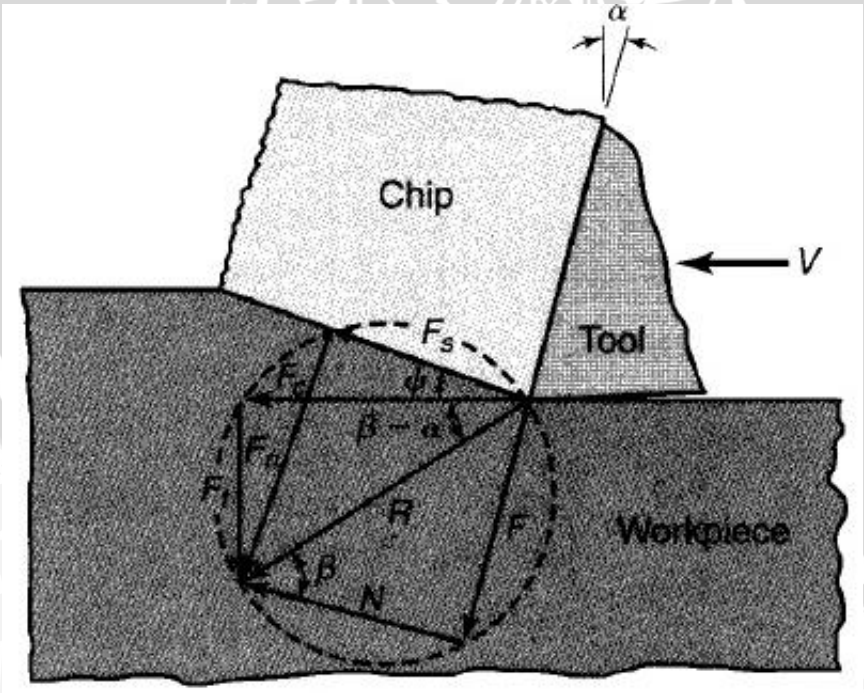
Tabel 2.1 Rekomendasi nilai kecepatan potong pahat HSS

MATERIAL	PEMBUBUTAN DAN PENGEBORAN				PENGULIRAN	
	PEKERJAAN KASAR		PEKERJAAN PENYELESAIAN			
	m/menit	ft/menit	m/menit	ft/menit	m/menit	ft/menit
Baja Mesin	27	90	30	100	11	35
Baja Perkakas	21	70	27	90	9	30
Besi Tuang	18	60	24	80	8	25
Perunggu	27	90	30	100	8	25
Aluminium	61	200	93	300	18	60

Sumber: Wirawan Sumbodo (2008:261)

2.2.3 Gaya Pemotongan pada Proses Bubut

Pada proses bubut tegak (*orthogonal*) *cutting force* (Fc) menyediakan energi yang dibutuhkan selama proses pemotongan dan memiliki arah yang sama dengan *cutting speed*. Dan juga terdapat *thrust force* (Ft) yang arahnya tegak lurus dengan *cutting force.* Dengan diketahuinya dua gaya tersebut kemudian akan membentuk resultan gaya (R).



Gambar 2.3 Diagram *merchant's*

Sumber: Kalpakjian (2009:569)

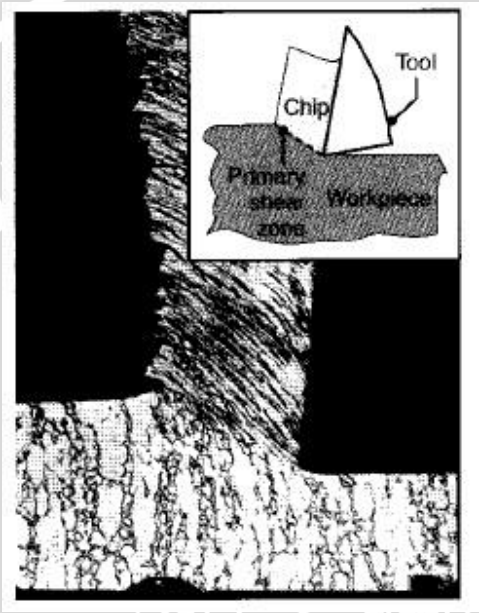
Dengan diketahuinya nilai R maka nilai F (gaya gesek antara pahat dengan geram) dan N (gaya normal antara pahat dengan geram) dapat diketahui.

2.2.4 Mekanisme Pembentukan Geram

Geram terbentuk ketika gaya geser yang diberikan pahat lebih besar dari gaya geser yang mampu ditahan oleh benda kerja, sehingga terjadi deformasi plastis pada benda kerja dan terbentuklah geram. Ada 3 jenis geram antara lain sebagai berikut:

a. Geram kontinyu (*continuous chips*).

Geram kontinyu dihasilkan saat pemakanan dengan kecepatan tinggi dan sudut potong besar dengan material yang ulet.

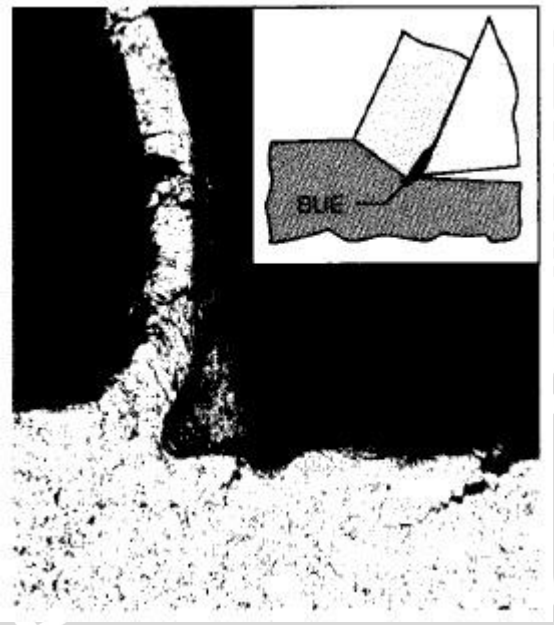


Gambar 2.4 Geram kontinyu

Sumber: Kalpakjian (2009:562)

Deformasi benda kerja terletak pada daerah yang disebut *primary shear zone* karena besarnya gesekan antara pahat dengan benda kerja (Kalpakjian:2009).

b. Geram *built up edge.*

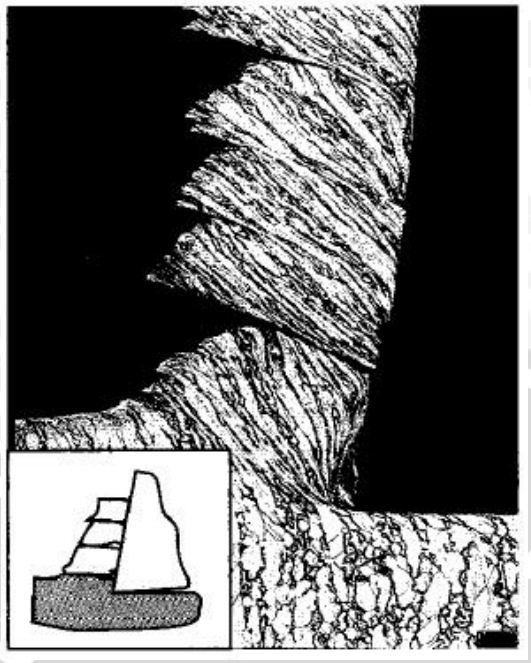


Gambar 2.5 Geram *built up edge*
Sumber: Kalpakjian (2009:562)

Geram jenis ini timbul dari proses permesinan bahan yang ulet yang koefisien geseknya agak tinggi. Karena gesekan yang tinggi itu menimbulkan penempelan geram pada mata potong berlapis- lapis. Geram jenis ini dapat menyebabkan benda kerja yang dipotong menjadi kasar.

c. Geram tak kontinyu (*discontinuous*).

Geram ini didapatkan dalam proses pemesinan bahan yang rapuh seperti besi cor. Umur pahat cukup panjang dan kerusakan biasanya terjadi sebagai akibat dari aksi penggerusan pada permukaan singgung pahat. Geram tak kontinyu dapat juga terbentuk pada beberapa bahan ulet kalau koefisien gesek tinggi tetapi geram semacam ini pada bahan ulet menunjukkan kondisi pemotongan yang buruk.

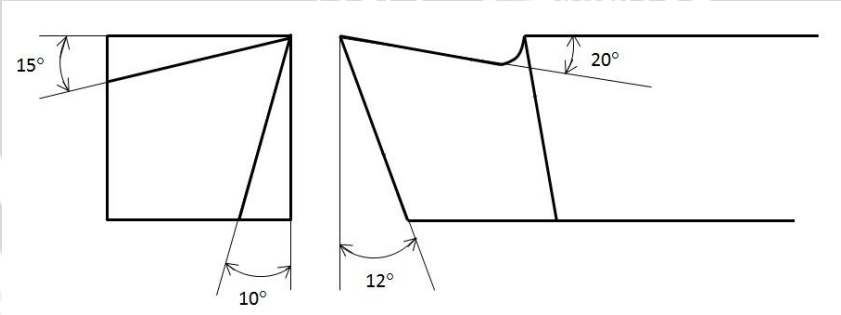


Gambar 2.6 Geram tak kontinyu

Sumber: Kalpakjian (2009:562)

2.3 *Cutting Tool Material*

Pemilihan pahat dan propertinya merupakan faktor paling penting dalam proses pemesinan (Kalpakjian, 2009). Pahat akan mengalami temperatur yang tinggi, kontak tekan dan gesekan dengan permukaan benda kerja selama proses pemesinan.



Gambar 2.7 Geometri pahat

Sumber: Dokumentasi pribadi

Beberapa karakteristik yang harus dimiliki pahat antara lain sebagai berikut:

- Kekerasan: kemampuan mempertahankan kekerasan pada suhu pemotongan yang tinggi. Nilai kekerasan pahat tentunya juga harus melebihi kekerasan dari benda kerja.
- Keuletan: sifat ini dibutuhkan untuk menerima beban kejut yang terjadi saat proses pemesinan.

- Ketahanan aus: kemampuan untuk mempertahankan ketajaman dan umur pahat sebelum pahat itu diganti atau diasah kembali.
- *Chemical stability*: karakteristik ini dimiliki untuk meminimalisir reaksi kimia merugikan yang mungkin terjadi antara pahat dan benda kerja.

2.3.1 Pahat *High Speed Steal* (HSS)

Pahat HSS merupakan salah satu jenis pahat yang digunakan dalam proses pemesinan, penamaan HSS sendiri karena pahat jenis ini memiliki kekerasan yang tinggi sehingga dapat digunakan untuk proses pemesinan dengan kecepatan tinggi (sampai dengan 3 kali kecepatan potong patah *Carbon Tool Steels* (CTS) yang dikenal pada saat itu sekitar 10 m/menit) (Rochim, 1993). Unsur yang terdapat pada pahat HSS adalah sebagai berikut:

- *Tungsten/Wolfram* (W): dengan adanya unsur ini dapat meningkatkan *hot hardness*. *Wolfram* dapat membentuk karbida (Fe_4W_2C).
- *Chromium* (Cr): *chrom* ini merupakan elemen yang membentuk karbida yang memiliki fungsi menaikkan *hardenability* dan *hot hardness*.
- *Vanadium* (V): *vanadium* juga elemen pembentuk karbida yang dapat menghaluskan besar butir.
- *Molybdenum* (Mo): dari unsur ini pahat akan menjadi lebih ulet sehingga mampu menahan beban kejut yang diterima pahat.
- *Cobalt* (Co): unsur ini memiliki fungsi untuk menaikkan hot hardness dan ketahanan aus pada pahat, juga dapat memperhalus besar butir sehingga ujung-ujung pahat yang runcing terjaga selama dilakukan proses *heat treatment*.

Terdapat dua tipe dasar dari pahat HSS, yaitu *tungsten* (*T-series*) dan *Molybdenum* (*M-series*). (*M-series*) merupakan mayoritas pahat yang dibuat untuk pahat HSS, mengandung lebih dari 10% Mo dengan Cr, V, W dan Co sebagai unsur paduan yang memiliki ketahanan aus lebih tinggi dibandingkan dengan *T-series*. Sedangkan *T-series* mengandung 12 sampai 18% W dengan Cr, V, dan Co sebagai unsur paduan (Kalpakjian, 2009).

2.4 Paduan Aluminium

Aluminium memiliki beberapa sifat yang menguntungkan antara lain tahan terhadap korosi, mampu mengalirkan listrik, tidak beracun, mampu cor baik, mudah dipadu dengan unsur lain, sifat mampu bentuk dan sifat mampu mesin. Penggunaan aluminium pada bidang transportasi, arsitektur, komponen elektronik dan lain-lain.

Tabel 2.2 Properti aluminium paduan pada temperature ruangan

Paduan	*Temper*	*Ultimate tensile strength* (MPa)	*Yield strength* (MPa)	*Elongation in 50 mm* (%)
1100	H14	125	120	9-20
2024	H14	470	325	19-20
3003	H14	150	145	8-16
5052	H14	260	215	10-14
6061	H14	310	275	12-17
7075	H14	570	500	11

Sumber: Kalpakjian (2009:153)

Pengklasifikasian aluminium dengan penamaan empat angka, angka pertama menunjukkan paduan yang ada pada aluminium.

- 1xxx untuk aluminium murni.
- 2xxx dengan paduan tembaga (Cu).
- 3xxx dengan paduan mangan (Mn).
- 4xxx dengan paduan silicon (Si).
- 5xxx dengan paduan magnesium (Mg).
- 6xxx dengan paduan magnesium dan silicon (Mg-Si).
- 7xxx dengan paduan zink (Zn).
- 8xxx dengan paduan lain.

Angka kedua menunjukkan modifikasi dari paduan aluminium. Untuk seri 1xxx angka ketiga dan keempat menunjukkan nilai minimum alumunium pada paduan. Contoh 1050 menunjukkan nilai minimal aluminium adalah sebesar 99,50%. Sedangkan untuk seri lainnya untuk angka ketiga dan keempat mengidentifikasikan dalam kelompok paduan yang berbeda dan tidak memiliki makna numerik (Kalpakjian, 2009).

2.5 *Cutting Fluid*

Cutting fluid merupakan cairan yang digunakan pada saat proses pemesinan yang berfungsi untuk menurunkan temperatur pemotongan, karena temperatur pemotongan yang terlalu tinggi adan menyebabkan kerusakan permukaan benda kerja. Semakin banyak *cutting fluid* yang dialirkan maka akan semakin banyak menyerap panas yang timbul.

Dengan menurunnya temperatur pemotongan berpengaruh pada laju keausan pahat, laju keausan pahat ini akan mempengaruhi kekasaran permukaan. Ada beberapa macam fungsi dari *cutting fluid,* antara lain adalah:

- Mengurangi gesekan dan keausan, sehingga menambah umur pahat .
- Mendinginkan daerah pemotongan, sehingga menambah umur pahat dan mengurangi temperature pemotongan.
- Mengurangi gaya dan energi pemotongan.
- Membantu menghilangkan geram dalam daerah pemotongan (Kalpakjian, 2009).

Untuk mencapai fungsi di atas, *cutting fluid* sebaiknya memiliki beberapa karakteristik untuk menunjang fungsinya. Di bawah ini merupakan karakteristik yang baik dari *cutting fluid.*

1. Tahan lama, yang dimaksud dengan tahan lama adalah dapat digunakan kembali dan tidak menyumbat system sirkulasi.
2. Cocok digunakan untuk variasi jenis pahat dan benda kerja dan keadaan pemesinan.
3. Memiliki sifat lubrikasi yang tinggi, tahan panas, mudah mengalir dan tidak menempel pada benda kerja.
4. Transparan, dimana untuk memudahkan melihat kepresisian dimensi.
5. Tidak merusak benda kerja dan tidak berbahaya bagi operator.

2.5.1 Jenis *Cutting Fluid*

Cutting Fluid yang biasa dipakai dalam proses pemesinan dapat dikategorikan dalam empat jenis utama yaitu :

1. Oli (*straight oils*).

Termasuk mineral, sintetik oil biasanya digunakan untuk kenaikan temperature yang tidak signifikan.

2. Cairan emulsi (*soluble oils*).

Merupakan campuran dari air, minyak dan zat *additive,* umumnya digunakan untuk pengoperasian kecepatan tinggi.

3. Cairan semisintetik.

Cairan ini mengandung sedikit mineral oli, dan dengan additive akan mengurangi ukuran partikel oli sehingga lebih efektif. Dapat berupa jenis minyak yang sangat jenuh (*super fatted*) atau jenis EP (*extreme pressure*) (Rochim, 1993).

4. Cairan sintetik.

Merupakan jenis larutan murni, tidak digunakan untuk melumasi tetapi untuk menyerap panas yang tinggi dan mencegah korosi.

Tabel 2.3 Rekomendasi penggunaan *cutting fluid*

Material	Tipe *cutting fluid*
Aluminium	D, MO, E, MO + FO, CSN
Beryllium	MC, E, CSN
Tembaga	D, E, CSN, MO + FO
Magnesium	D, MO + FO
Nikel	MC, E, CSN

Sumber: Kalpakjian (2009:625)

dimana CS = *chemicals and synthetics*; D = *dry*; E = *emulsion*; EP = *extreme pressure*; FO = *fatty oil*; dan MO = *mineral oil.*

2.5.2 *Water Soluble Oil*

Cutting fluid jenis ini digunakan untuk 90% dari semua proses pemesinan dan proses gerinda karena harganya lebih murah dibanding dengan jenis *cutting fluid* yang lain. Pengemulsi akan memecah oli menjadi partikel lebih kecil dan menjaganya tetap bercampur dengan air. Untuk kerja pemotongan dicampur dengan air dengan perbandingan 1:15-20. Air akan menambah keefektifan sebagai media pendingin sedangkan minyak akan mengurangi kecenderungan air untuk mengalami oksidasi. Keuntungan pemakaian jenis *cutting fluid* ini adalah bagus untuk kerja pelumasan dan penghantaran panasnya bagus (Widarto, 2008) serta dapat digunakan untuk pengoperasian kecepatan tinggi. Dalam penelitian ini menggunakan cutting fluid dengan merek *shell dromus B* dengan spesifikasi sebagai berikut:

Tabel 2.4 Spesifikasi *cutting fluid shell dromus B*

Massa jenis pada temperatur 15°	0,93 kg/l
Viskositas kinematic	400 mm^2/s
Konsentrasi pada air	1:20

Sumber: Karmin dan Muchtar Ginting (2012:3)

2.5.3 Metode Pemakaian *Cutting Fluid*

Untuk menunjang fungsi *cutting fluid* agar berjalan dengan baik, aliran *cutting fluid* dijaga dan diarahkan ke daerah pembentukan geram. Karena daerah pembentukan geram merupakan daerah dengan distribusi temperatur yang tinggi. Terdapat beberapa metode untuk pemakaian *cutting fluid*, antara lain sebagai berikut:

a. Manual.

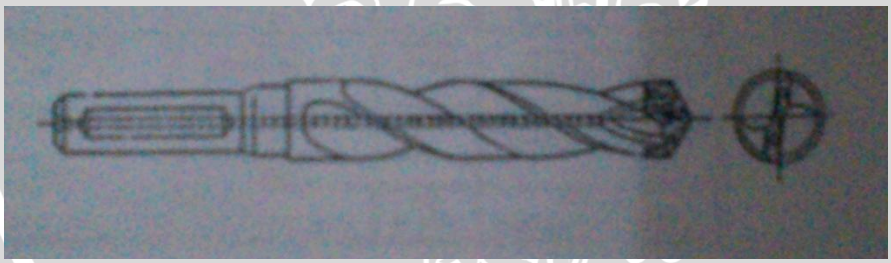
Metode ini digunakan ketika suatu mesin perkakas tidak memiliki system cairan pendingin. Solusinya menggunakan kuas yang telah diberi pelumas kemudian digunakan untuk membersihkan pahat dari geram. Cara lain adalah dengan membuat penetes oli sederhana sehingga akan menjamin keteraturan pemberian pelumas.

b. Dikucurkan (*flooding*).

Metode ini terdiri dari suatu system yang memiliki komponen seperti pompa, saluran, tangki dan nozel. Debit yang digunakan yaitu 10 L/menit untuk pahat tunggal sampai 225 L/menit untuk pahat banyak dengan tekanan antara 700 sampai 1400 kPa.

c. Ditekan lewat saluran pahat.

Cairan pendingin bertekanan dialirkan melalui saluran pahat, tentunya jenis pahat dirancang khusus untuk sistem pendinginan jenis ini. Metode ini digunakan untuk proses pendinginan yang tidak dapat dijangkau dengan penyemprot biasa (*deep hole drill*).



Gambar 2.8 Pahat gurdi yang diberi lubang untuk cairan pendinginan
Sumber: Rochim (1993:447)

d. Dikabutkan (*mist*).

Cairan pendingin seperti cairan sintetik, semi sintetik atau emulsi disemprotkan melalui sebuah alat yang prinsip kerjanya cairan dalam tabung naik melalui pipa berdiameter kecil, karena daya vakum akibat aliran udara di atas pipa, dan menjadi kabut yang menyemprot keluar (Rochim, 1993).

2.5.4 Debit *Cutting Fluid*

Perubahan debit aliran dapat dilakukan dengan cara merubah luas penampang *input* dari *cutting fluid*, karena debit memiliki hubungan dengan luas penampang seperti rumus berikut:

$$Q = A.v \qquad (2\text{-}3)$$

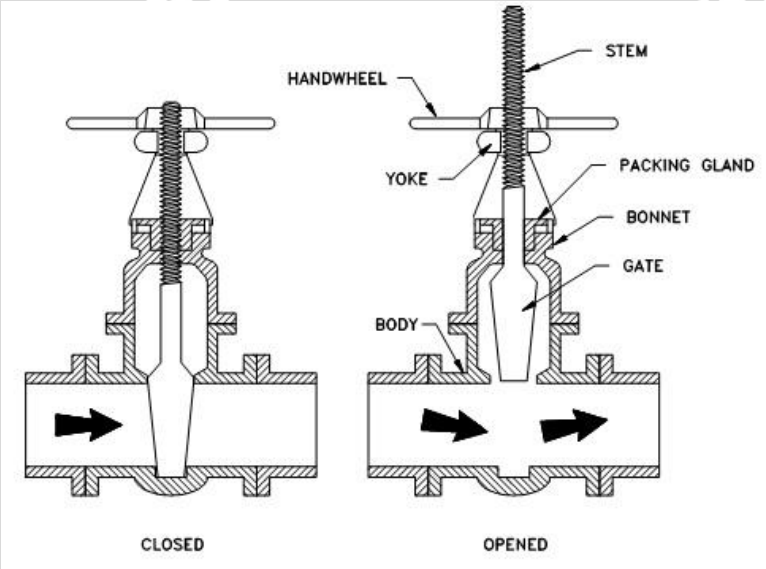
dengan:

Q = Debit (m^3/s)

A = luas penampang pipa (m^2)

V = kecepatan aliran (m/s)

Luas penampang *input* dari *cutting fluid* dirubah dengan cara mengatur bukaan dari katup yang terdapat pada instalasi.



Gambar 2.9 Ilustrasi bukaan katup

Sumber: Marine (2012)

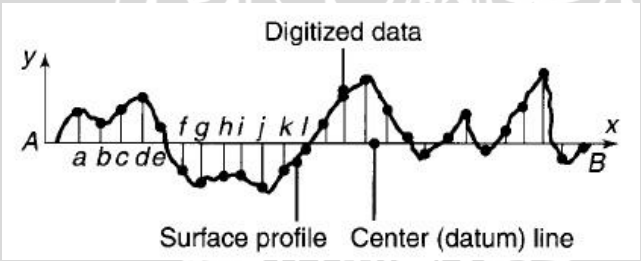
2.6 Kekasaran Permukaan

Permukaan adalah batas yang memisahkan benda dari benda sekelilingnya, sedangkan kekasaran permukaan adalah suatu penyimpangan tekstur dari suatu permukaan benda. Pada proses pemesinan, kekasaran permukaan benda kerja disebabkan oleh terjadinya getaran pada mesin, ketidakteraturan dalam proses pemakanan, terdapat cacat pada benda kerja dan kerusakan akibat arah aliran geram. Nilai kekasaran permukaan dapat berpengaruh terhadap kualitas produk dari proses permesinan, karena nilai kekasaran dapat mempengaruhi kemampuan benda kerja dalam terjadinya korosi pada permukaan suatu benda. Guratan atau kawah yang ada dapat menampung sesuatu bersifat korosif.

Tabel 2.5 Standar nilai kekasaran permukaan menurut ISO

Harga Kekasaran (Ra)	Angka kelas kekasaran	Panjang sampel (mm)
50	N12	8
25	N11	
12,5	N10	2,5
6,3	N9	
3.2	N8	0,8
1.6	N7	
0.8	N6	
0.4	N5	
0.2	N4	0,25
0.1	N3	
0.05	N2	
0.025	N1	0,08

Sumber: Rochim (1993)



Gambar 2.10 Koordinat untuk menghitung kekasaran permukaan

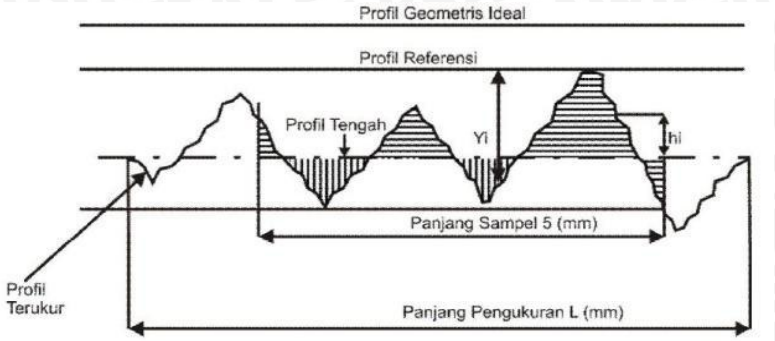
Sumber: Kalpakjian (2009:955)

Nilai Ra dapat ditentukan dengan rumus:

$$Ra = \frac{a + b + c + d + e + f + \cdots}{n}$$

dimana a, b, c, d, …, nilai absolut sedangkan n adalah jumlah pembacaan data.

Dalam melakukan pengukuran kekasaran permukaan maka peraba *(stylus*) dari alat ukur harus digerakkan mengikuti lintasan yang berupa garis lurus dengan jarak yang ditentukan lebih dahulu. Jarak tersebut disebut *cutoff* yang memiliki nilai antara 0,08 sampai 25 mm (Kalpakjian, 2009).



Gambar 2.11 Profil kekasaran pada permukaan

Sumber : Sudji (2009:227)

Beberapa istilah profil yang penting:

1. Profil geometris ideal adalah profil dari permukaan geometris ideal yang dapat berupa garis lurus, lingkaran, atau garis lengkung.
2. Profil terukur adalah profil dari permukaan terukur.
3. Profil referensi atau profil puncak adalah profil yang digunakan sebagai referensi untuk menganalisa ketidakteraturan dari konfigurasi permukaan.
4. Profil dasar adalah profil referensi yang digeserkan ke bawah sehingga menyinggung titik terendah dari profil terukur.
5. Profil tengah adalah profil referensi yang digeserkan ke bawah sehingga jumlah luas daerah di atas profil tengah sampai ke profil terukur adalah sama dengan jumlah luas dari daerah-daerah di bawah profil tengah sampai ke profil terukur.

2.7 Hipotesis

Dalam skripsi ini hipotesis pertama yang dapat dikemukakan adalah dengan semakin kecil nilai *depth of cut* maka nilai kekasaran permukaan akan semakin menurun, hal ini karena semakin meningkatnya *depth of cut* maka semakin tebal geram yang dihasilkan sehingga gaya potong akan semakin besar. Hal ini membuat kinerja pahat dan proses pemotongan tidak maksimal, sehingga membuat permukaan benda kerja menjadi kasar. Hipotesis kedua semakin bertambahnya debit *cutting fluid* maka kekasaran permukaan akan menurun, karena ketika debit ditambah maka jumlah aliran *cutting fluid* yang kontak dengan benda kerja dan pahat juga semakin banyak, panas yang diserap *cutting fluid* juga semakin banyak sehingga dapat menurunkan suhu pemotongan. pemakaian *cutting fluid* akan mengurangi gesekan antara pahat dan benda kerja sehingga gaya pemotongannya pun akan menurun, dengan gaya potong maka kerja pahat akan semakin maksimal, sehingga kekasaran permukaan akan menurun.

BAB III
METODE PENELITIAN

3.1 Metode Penelitian

Metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah experimental yang bertujuan untuk mengetahui pengaruh *depth of cut* dan debit *cutting fluid* terhadap kekasaran permukaan pada material aluminium 6061 hasil mesin bubut.

3.2 Tempat dan Waktu Pelaksanaan

Penelitian ini akan dilaksanakan di dua laboratorium yaitu di Laboratorium Proses Produksi 1 Jurusan Mesin Fakultas Teknik Universitas Brawijaya dan Laboratorium Metrologi Industri Jurusan Mesin Fakultas Teknik Universitas Brawijaya dan dilaksanakan pada bulan mei 2015 sampai juli 2015.

3.3 Variabel Penelitian

Dalam suatu penelitian umumnya terdapat tiga variable yang digunakan, adalah variable bebas, variable terikat dan variable kontrol.

3.3.1 Variabel Bebas

Variabel bebas adalah variabel yang mempengaruhi nilai dari variabel terikat yang besarnya ditentukan oleh peneliti. Variabel bebas dalam penelitian ini adalah :

- *Depth of cut* : 0,4; 0,6; 0,8 (mm)
- Debit *cutting fluid* : 0; 20; 25 (liter/menit)

3.3.2 Variabel Terikat

Variabel terikat merupakan variabel yang nilainya bergantung pada variabel bebas yang telah ditentukan oleh peneliti. Dalam penelitian ini variable terikat adalah kekasaran permukaan aluminium 6061.

3.3.3 Variabel Kontrol

Variabel terkontrol adalah variabel yang nilainya dijaga konstan selama penelitian. Variabel yang dijaga konstan selama penelitian ini adalah :

- Kecepatan *spindle* : 1095 rpm
- *Feeding* : 0,105 mm/rev
- Panjang pemakanan : 20 mm
- Sudut pahat : 20^{o}
- Diameter awal benda kerja : 30 mm

3.4 Alat dan Bahan Penelitian

3.4.1 Alat Penelitian

1. Mesin Bubut

Gambar 3.1 Mesin bubut

Sumber : Laboratorium Proses Produksi 1 Teknik Mesin Universitas Brawijaya

Spesifikasi :

- Merk : Krisbow
- Model : KW15-485
- *Max Length Work Piece* : 310 mm
- *Max Swing Over Cross Slide* : 180 mm
- *Range Of Spindle Speed* : 65 – 1810 rpm

2. *Surface Roughness Tester*

Gambar 3.2 *Surface roughness tester*

Sumber : Laboratorium Metrologi Industri Teknik Mesin Universitas Brawijaya

Spesifikasi :

- Merk : Mitutoyo Surftest SJ-301 (Jepang)
- *Measuring Range* : X axis (12,5 mm) dan Z axis (350 mm)
- *Measuring Speed* : 0,25 m/s dan 0,5 m/s
- *Stylus Tip Material* : *Diamond*
- Dimensi : 325 x 185 x 95 mm

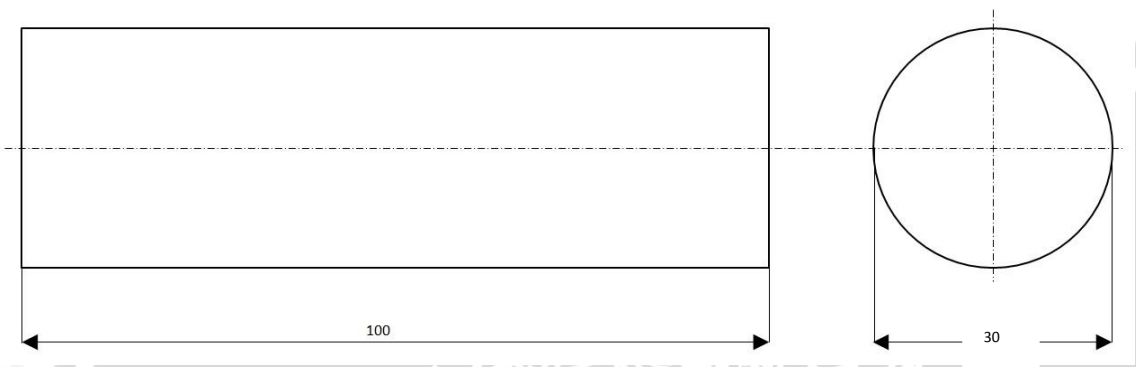
3. Pahat Bubut HSS

Gambar 3.3 Pahat bubut HSS

Sumber : Dokumentasi pribadi

3.4.2 Bahan Penelitian

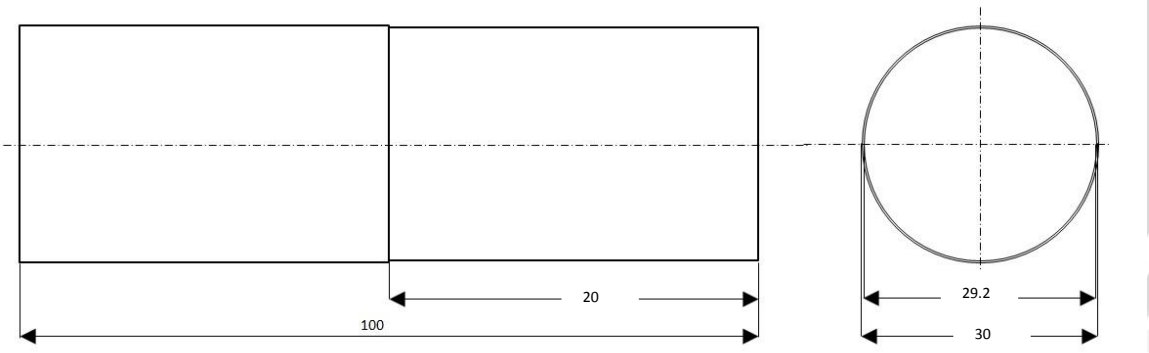
1. Benda kerja yang digunakan dalam penelitian ini adalah Alumunium dengan spesifikasi sebagai berikut :
   - Jenis material : Aluminium A6061
   - Profil : *Round*
   - Diameter : 30 mm
   - Panjang : 100 mm



Gambar 3.4 Dimensi benda kerja sebelum dibubut

Sumber : Dokumentasi Pribadi

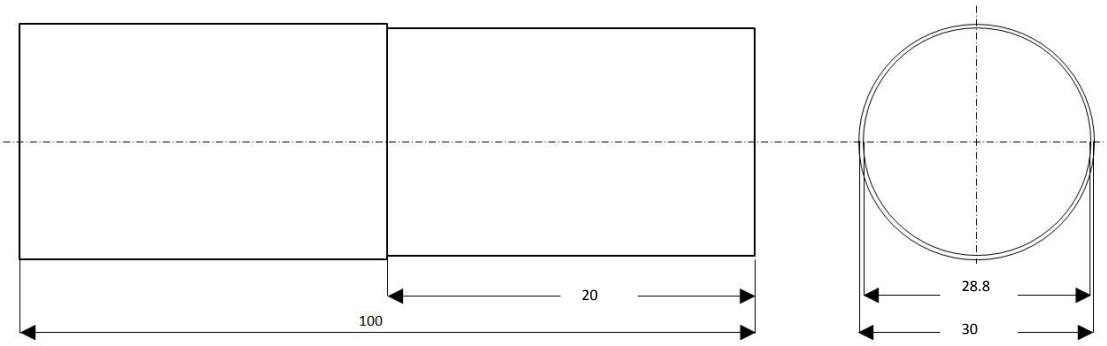
- Benda kerja setelah dibubut dengan *depth of cut* 0,4 mm



Gambar 3.5 Benda kerja setelah dibubut dengan *depth of cut* 0,4 mm

Sumber: Dokumentasi Pribadi

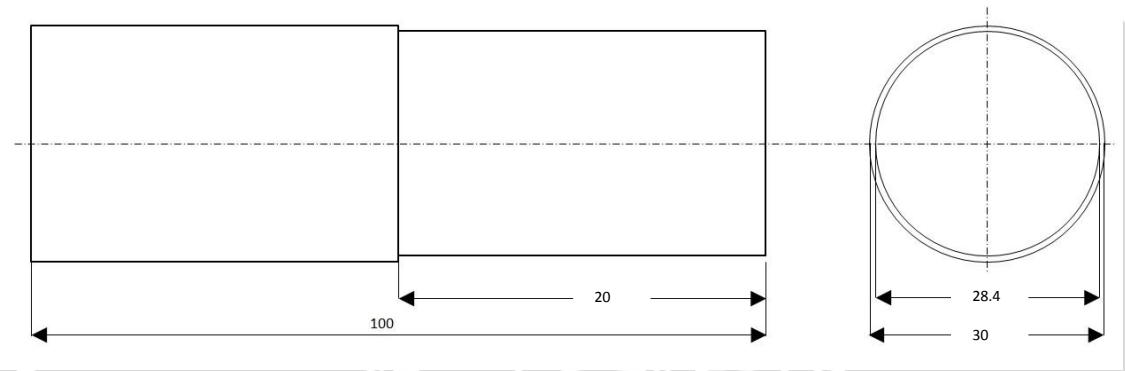
- Benda kerja setelah dibubut dengan *depth of cut* 0,6 mm



Gambar 3.6 Benda kerja setelah dibubut dengan *depth of cut* 0,6 mm

Sumber: Dokumentasi Pribadi

- Benda kerja setelah dibubut dengan *depth of cut* 0,8 mm

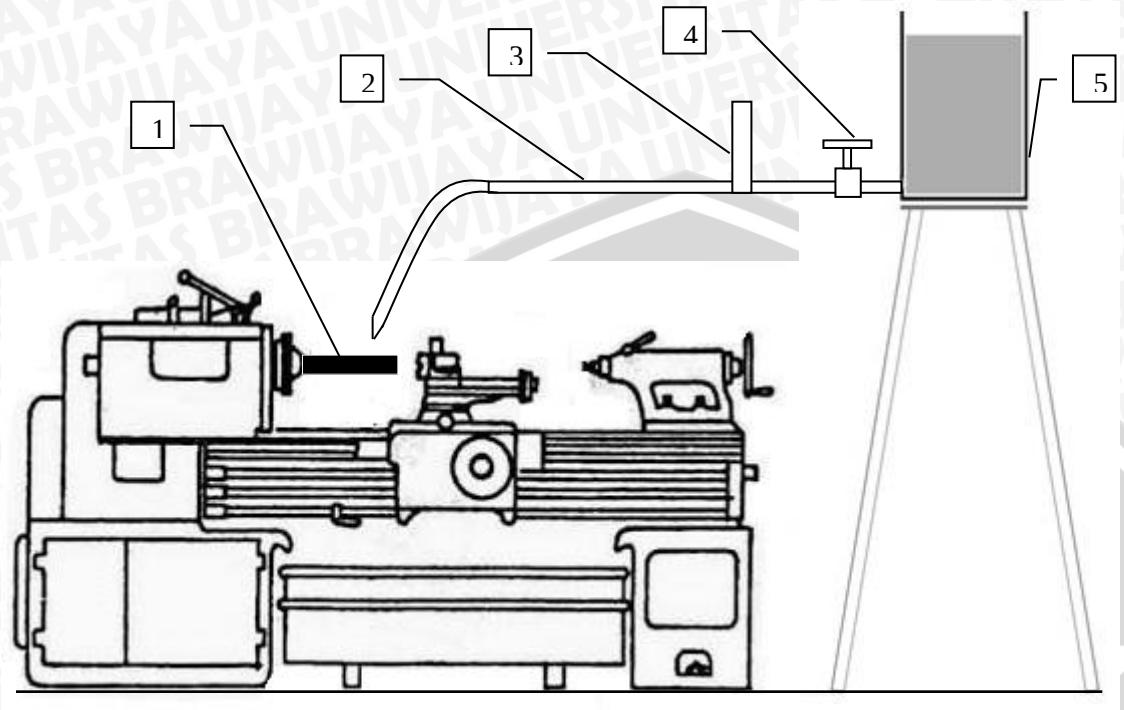


Gambar 3.7 Benda kerja setelah dibubut dengan *depth of cut* 0,8 mm

Sumber: Dokumentasi Pribadi

2. Bahan *cutting fluid* yang digunakan dalam penelitian ini adalah *water soluble oil* merk *shell dromus B.*

3.5 Instalasi Penelitian



Gambar 3.8 Instalasi penelitian

Keterangan:

1. Benda kerja
2. Selang air
3. *Flowmeter*
4. Katup
5. Tendon air

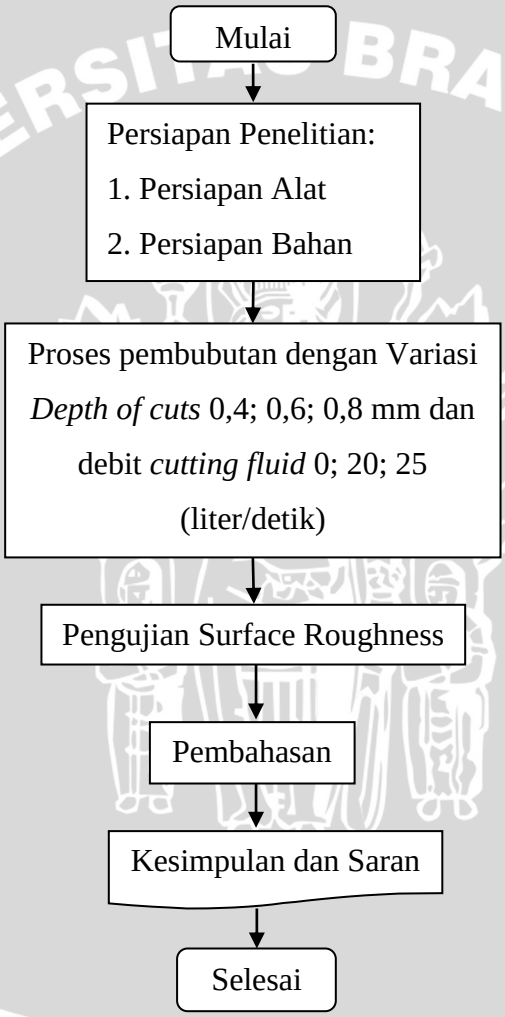
3.6 Prosedur Penelitian

Prosedur pada penelitian ini adalah sebagai berikut :

1. Mempersiapkan alat dan bahan yang digunakan yaitu pahat bubut HSS, benda kerja alumunium 6061 dan bahan *cutting fluid.*
2. Pemotongan benda kerja sesuai dengan ukuran yang telah ditentukan yaitu panjang 100 mm dan diameter 30 mm.
3. Mempersiapkan mesin bubut dengan langkah-langkah sebagai berikut :
   a. Mengatur parameter-parameter pemesinan yang telah ditentukan.
   b. Mencari titik nol benda kerja.
   c. Memasukkan bahan *cutting fluid* ke dalam tandon yang ada di mesin bubut

4. Proses pemotongan berlangsung sesuai dengan variabel-variabel yang telah ditentukan.
5. Pengukuran kekasaran permukaan dengan menggunakan *Surface Roughness Tester* Mitutoyo SJ-301.
6. Pengolahan data dan analisis grafik
7. Penarikan kesimpulan dari hasil yang telah didapatkan.

3.7 Diagram Alir Penelitian



BAB IV
HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 Data Hasil Pengukuran Kekasaran Permukaan Alumunium 6061

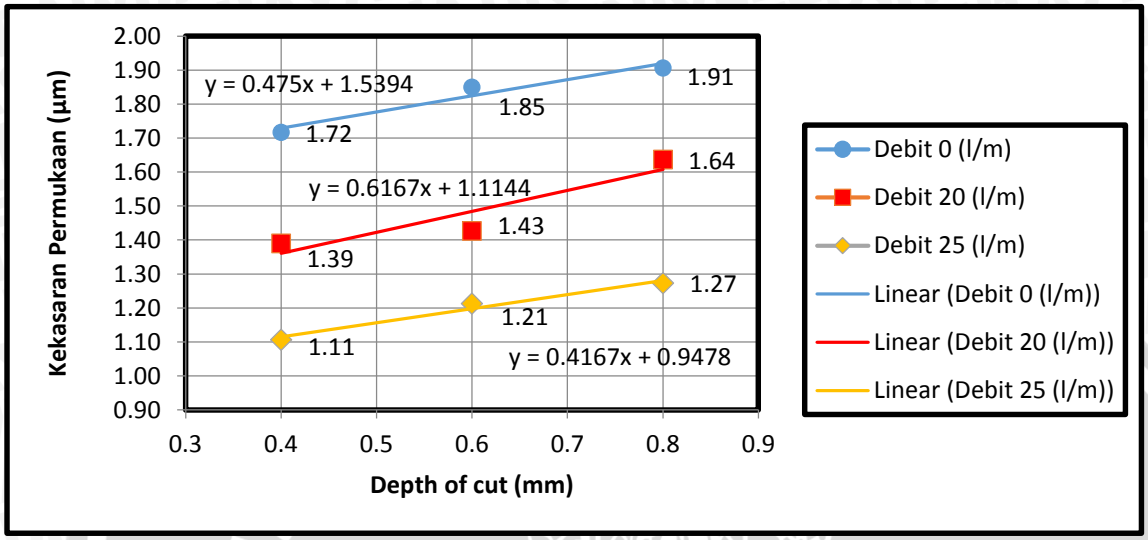
Setelah dilakukan penelitian, maka dilakukan pengambilan data penelitian yaitu kekasaran permukaan dari material aluminium 6061 dengan variabel debit *cutting fluid* dan *depth of cut*. Data hasil pengujian dapat dilihat pada tabel 4.1.

Tabel 4.1 Data nilai kekasaran permukaan (Ra) alumunium 6061 dengan variasi debit *cutting fluid* dan *depth of cut.*

No.	Debit *cutting fluid (l/m)*	*Depth of cut (mm)*	Pengulangan	*Surface Roughness* (µm)	*Surface Roughness* Rata-rata (µm)
1	0	0.4	1	1.74	1.72
			2	1.7	
			3	1.71	
		0.6	1	1.86	1.85
			2	1.84	
			3	1.85	
		0.8	1	1.92	1.91
			2	1.91	
			3	1.89	
2	20	0.4	1	1.33	1.39
			2	1.39	
			3	1.45	
		0.6	1	1.43	1.43
			2	1.35	
			3	1.5	
		0.8	1	1.58	1.64
			2	1.67	
			3	1.66	
3	25	0.4	1	1.01	1.11
			2	1.15	
			3	1.16	
		0.6	1	1.28	1.21
			2	1.21	
			3	1.15	
		0.8	1	1.29	1.27
			2	1.26	
			3	1.27	

4.2 Analisa Grafik dan Pembahasan

4.2.1 Grafik Hubungan *Depth of Cut* Terhadap Kekasaran Permukaan Rata-Rata Alumunium 6061



Gambar 4.1 Grafik hubungan *depth of cut* terhadap kekasaran permukaan rata-rata alumunium 6061

Gambar 4.1 menunjukan grafik hubungan antara *depth of cut* dengan kekasaran permukaan rata-rata alumunium 6061. *Depth of cut* sendiri merupakan kedalaman pemakanan yang dilakukan pahat terhadap benda kerja. Pada saat proses pembubutan semakin besar *depth of cut* maka kekasaran permukaan semakin bertambah.

Pada gambar 4.1 dapat dilihat ketika debit *cutting fluid* 0 liter/menit (tidak ada *cutting fluid* yang dialirkan) dan *depth of cut* 0,4 mm memiliki nilai kekasaran rata-rata sebesar 1,72 µm. Kemudian pada depth of cut 0,6 mm memiliki nilai kekasaran rata-rata 1,85 µm. sedangkan pada *depth of cut* 0,8 tercapai nilai kekasaran permukaan rata-rata 1,91 µm. Dari grafik 4.1 menunjukkan kecenderungan nilai kekasaran rata-rata meningkat ketika seiring dengan penambahan *depth of cut* pada nilai debit *cutting fluid* yang sama.

Pada data debit *cutting fluid* 20 liter/menit dan *depth of cut* 0,4 mm memiliki nilai kekasaran rata-rata 1,39 µm sedangkan pada depth of cut 0,6 mm memiliki kekasaran rata-rata 1,43 µm dan pada *depth of cut* 0,8 mencapai nilai kekasaran permukaan 1,64 µm. Dengan demikian grafik juga menunjukkan kecenderungan bertambahnya nilai kekasaran ketika nilai *depth of cut* bertambah.

Pada debit *cutting fluid* 25 liter/menit dan *depth of cut* 0,4 menunjukkan nilai kekasaran rata-rata 1,11 µm, dan pada *depth of cut* 0,6 mm nilai kekasaran permukaan rata-rata 1,21 µm sedangkan pada *depth of cut* 0,8 menunjukkan nilai kekasaran rata-rata 1,27. Data tersebut menunjukkan kecenderungan yang sama dengan nilai debit yang lain yaitu cenderung meningkat ketika *depth of cut* bertambah.

Secara umum kecenderungan nilai kekasaran permukaan rata-rata pada hasil pengujian adalah bertambah seiring dengan bertambahnya *depth of cut* hal ini dapat terjadi karenakan semakin meningkatnya *depth of cut* maka semakin tebal geram yang dihasilkan, dan dengan semakin tebal geram maka gaya potong akan semakin besar, besarnya gaya potong akan membuat gesekan antara pahat dengan benda kerja semakin besar. Hal ini membuat kinerja pahat dan proses pemotongan tidak maksimal, sehingga membuat permukaan benda kerja menjadi kasar. (Muktiwibowo:2014)

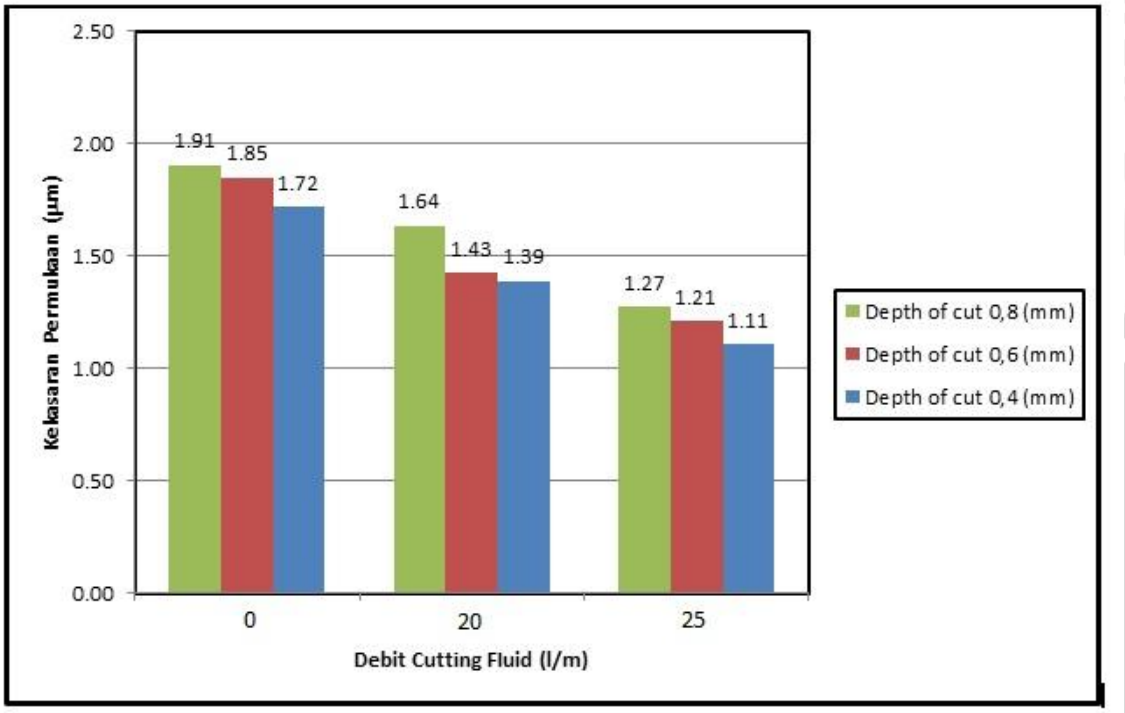
(a)

(b)

(c)

Gambar 4.2 (a) *chip* dengan depth of cut 0,4 mm (b) *chip* dengan depth of cut 0,6 mm (c) *chip* dengan depth of cut 0,8 mm

4.2.2 Grafik Hubungan Debit *Cutting Fluid* Terhadap Kekasaran Permukaan Rata-Rata Alumunium 6061



Gambar 4.3 Grafik hubungan debit *cutting fluid* terhadap kekasaran permukaan rata-rata alumunium 6061

Gambar 4.3 menunjukkan hubungan antara debit *cutting fluid* terhadap kekasaran permukaan rata-rata alumunium 6061. Dapat dilihat pada *depth of cut* 0,8 mm dan debit 0 liter/menit menunjukkan nilai kekasaran rata-rata 1,91 µm. Pada debit 20 liter/menit nilai kekasaran rata-rata adalah 1,64 µm sedangkan pada debit 25 liter/menit memiliki nilai kekasaran rata-rata 1,27 µm. Sehingga dapat dinyatakan ketika nilai debit dari *cutting fluid* bertambah menyebabkan nilai kekasaran permukaan menurun.

Pada *depth of cut* 0,6 mm dan debit 0 liter/menit diketahui nilai kekasaran rata-rata adalah 1,85 µm, sedangkan pada debit 20 liter/menit nilai kekasaran rata-ratanya 1,43 µm dan untuk debit 25 liter/menit adalah 1,21 µm. Sedangkan pada nilai *depth of cut* 0,4 mm dengan debit 0 liter/menit nilai kekasaran permukaannya adalah 1,72 µm sedangkan untuk debit 20 liter/menit dan 25 liter/menit berturut-turut nilai kekasaran rata-rata adalah 1,39 µm dan 1,11 µm. Ini menunjukkan kecenderungan semakin menurunnya nilai kekasaran permukaan rata-rata.

Penyebab menurunnya nilai kekasaran permukaan dikarenakan ketika debit ditambah maka jumlah aliran *cutting fluid* yang kontak dengan benda kerja dan pahat juga semakin banyak, panas yang diserap *cutting fluid* juga semakin banyak sehingga dapat menurunkan suhu pemotongan. pemakaian *cutting fluid* akan mengurangi gesekan antara pahat dan benda kerja sehingga gaya pemotongannya pun akan menurun, dengan gaya potong maka kerja pahat akan semakin maksimal, sehingga kekasaran permukaan akan menurun. (Muktiwibowo:2014)

BAB V
PENUTUP

5.1 Kesimpulan

Variabel yang diteliti selama pengujian yaitu *depth of cut* dan debit *cutting fluid* mempengaruhi nilai kekasaran kekasaran permukaan. *Depth of cut* berbanding lurus terhadap kekasaran permukaan, sedangkan debit *cutting fluid* berbanding terbalik dengan kekasaran permukaan.

5.2 Saran

1. Hendaknya penelitian ini dapat dilakukan dengan parameter pemotongan yang lain dan dengan *range* nilai variabel yang berbeda.
2. Penulis berharap dilakukan penelitian lebih lanjut agar lebih memperkaya data guna menunjang pengaplikasiaanya dalam bidang manufaktur.

DAFTAR PUSTAKA

Aditya, Bima. 2013. *Pengaruh Kedalaman dan Cairan Pendingin Terhadap Kekasaran dan Kekerasan Pada Proses Bubut Konvensional*. Jurnal Skripsi Jurusan Pendidikan Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Negeri Surabaya, Surabaya.

Fahrulloh, Revani. 2013. *Pengaruh Parameter Pemotongan Terhadap Kekasaran Permukaan Proses Pembubutan Konvensional*, Jurnal Skripsi Jurusan Mesin Fakultas Teknik Universitas Brawijaya, Malang.

Hasrin. 2013. *Pengaruh Tebal Pemakanan Dan Kecepatan Potong Pada Pembubutan Kering Menggunakan Pahat Karbida Terhadap Kekasaran Permukaan Material ST-60*, Jurnal Teknologi Politeknik Negeri Lhokseumawe, Lhokseumawe.

Karmin. 2012. *Analisis Peningkatan Kekerasan Baja Amutit Mengunakan Media Pendingin Dromus,* Jurnal Jurusan Teknik Mesin Politeknik Negeri Sriwijaya.

Maulana, Azwar. 2013. *Pengaruh Laju Aliran Cairan Pendingin Bertekanan Tinggi Terhadap Keausan Tepi Pahat Pada Proses Bubut*, Jurnal Teknik Mesin Universitas Syiah Kuala, Banda Aceh

Muktiwibowo, Satrio. 2014. *Pengaruh Depth Of Cut dan Variasi Cutting Fluid Terhadap Surface Roughness Aluminium 6061 Hasil Proses Turing*, Jurnal Teknik Mesin Universitas Brawijaya, Malang

Romarion, Bernadus. 2013. *Pengaruh Bio Cutting Fluid Minyak Jarak dan Parameter Pemotongan Terhadap Kekasaran Permukaan dan Formasi Chip Baja ST-45*. Jurnal Skripsi Jurusan Mesin Fakultas Teknik Universitas Brawijaya, Malang.

Septiawan, Eka. 2012. *Analisis Kekasaran Permukaan Benda Kerja Hasil Proses Bubut Pada Baja ST 42 Akibat Variasi Debit Cairan Pendingin*, Jurnal Skripsi Jurusan Mesin Fakultas Teknik Universitas Jember, Jember.

Frank, M, White. 2009 *Fluid Mechanics Seventh Edition*, McGraw-Hill Co.

Kalpakjian, Serope. 2009. *Manufacturing and engineering and technology*. Illinois: Addison Wesley Publishing Co.

Rochim, Taufiq. 1993. *Teori dan Teknologi Proses Pemesinan*. Jakarta: Higher Education Development Support Project

Rochim, Taufiq. 2001. Spesifikasi, Metrologi & Kontrol Kualitas Geometrik. Bandung: ITB Bandung

Sumbodo, Wirawan. 2008. *Teknik Produksi Mesin Industri*. Jakarta: Direktorat Pembinaan Sekolah Menengah Kejuruan

Widarto, dkk. 2008. *Teknik Pemesinan*. Jakarta: Departemen Pendidikan Nasional

Hoose, Frank. 2002. *Mini Lathe Tool Grinding*
http://www.mini-lathe.com/Mini_lathe/Tool_grinding/tool_bits2_y.jpg (diakses april 2015).

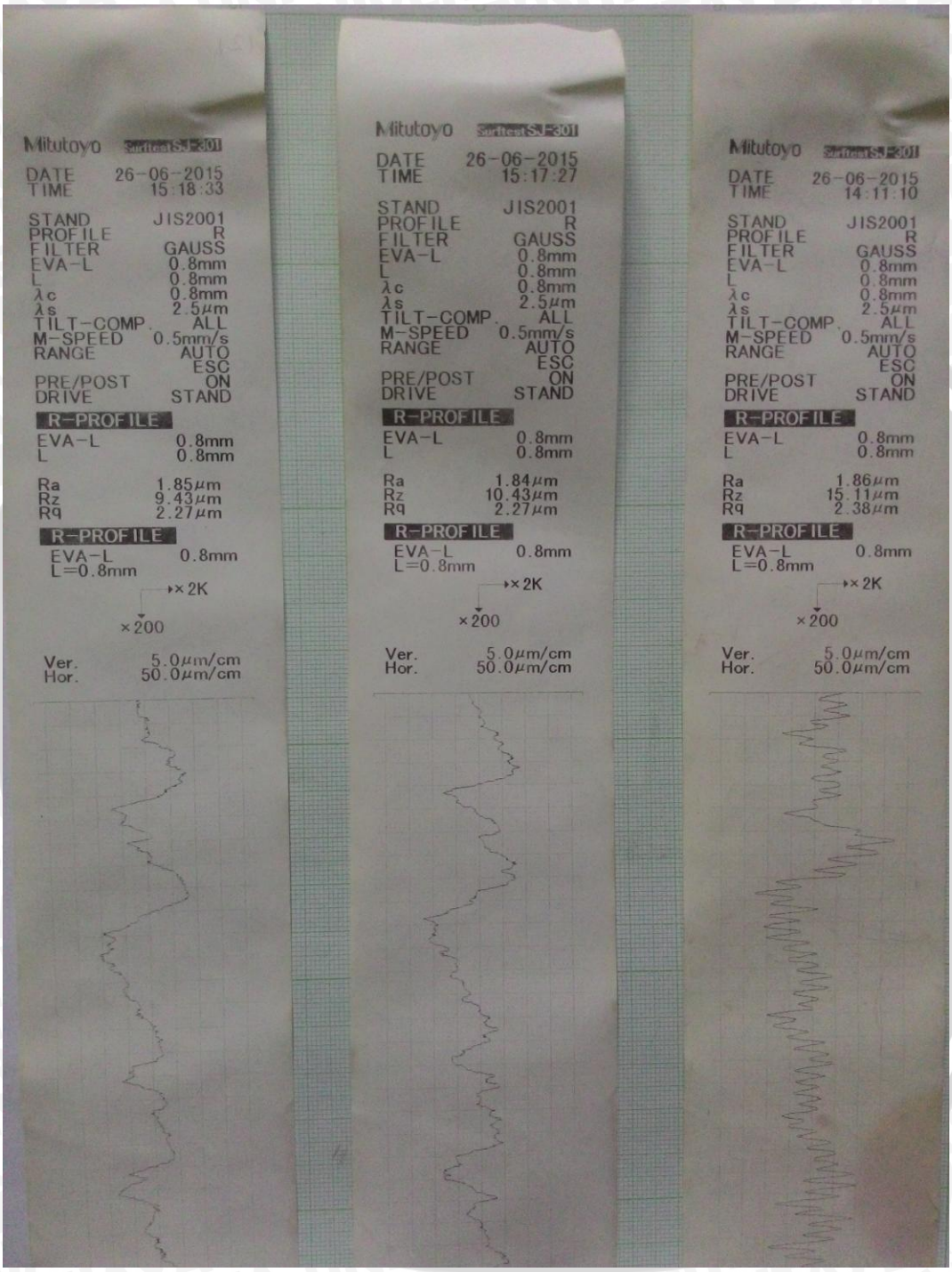
Marine. 2012 www.marinesight.com/wp-content/uploads/2012/08/photo-11.jpg (diakses mei 2016).

Lampiran 1

P*rint out* pengujian kekasaran permukaan

P*rint out* pengujian kekasaran permukaan dengan debit *cutting fluid* 0 liter/menit dan *depth of cut* 0.4 mm

Print out pengujian kekasaran permukaan dengan debit *cutting fluid* 0 liter/menit dan *depth of cut* 0.6 mm

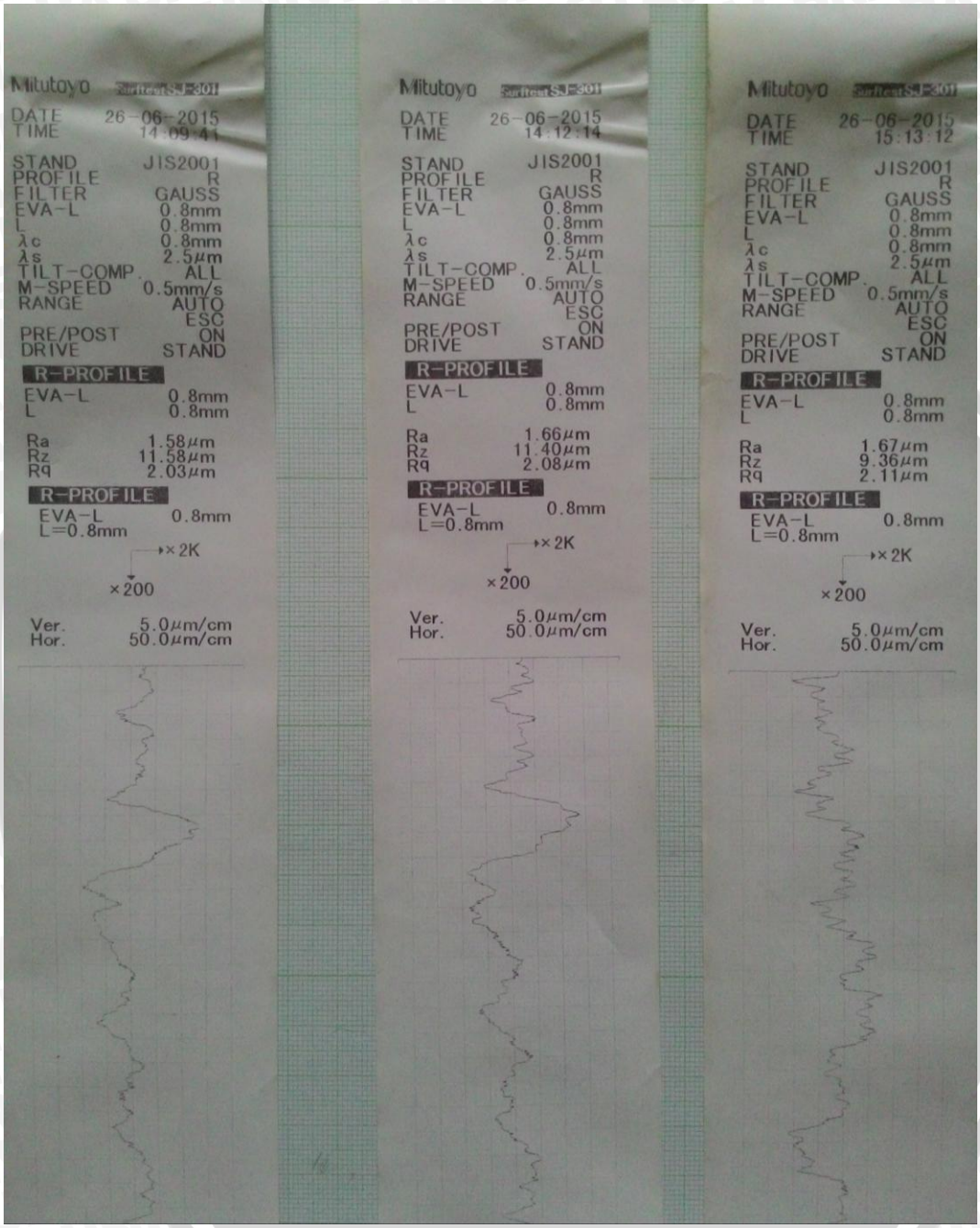


Print out pengujian kekasaran permukaan dengan debit *cutting fluid* 0 liter/menit dan *depth of cut* 0.8 mm

Print out pengujian kekasaran permukaan dengan debit *cutting fluid* 20 liter/menit dan *depth of cut* 0.4 mm

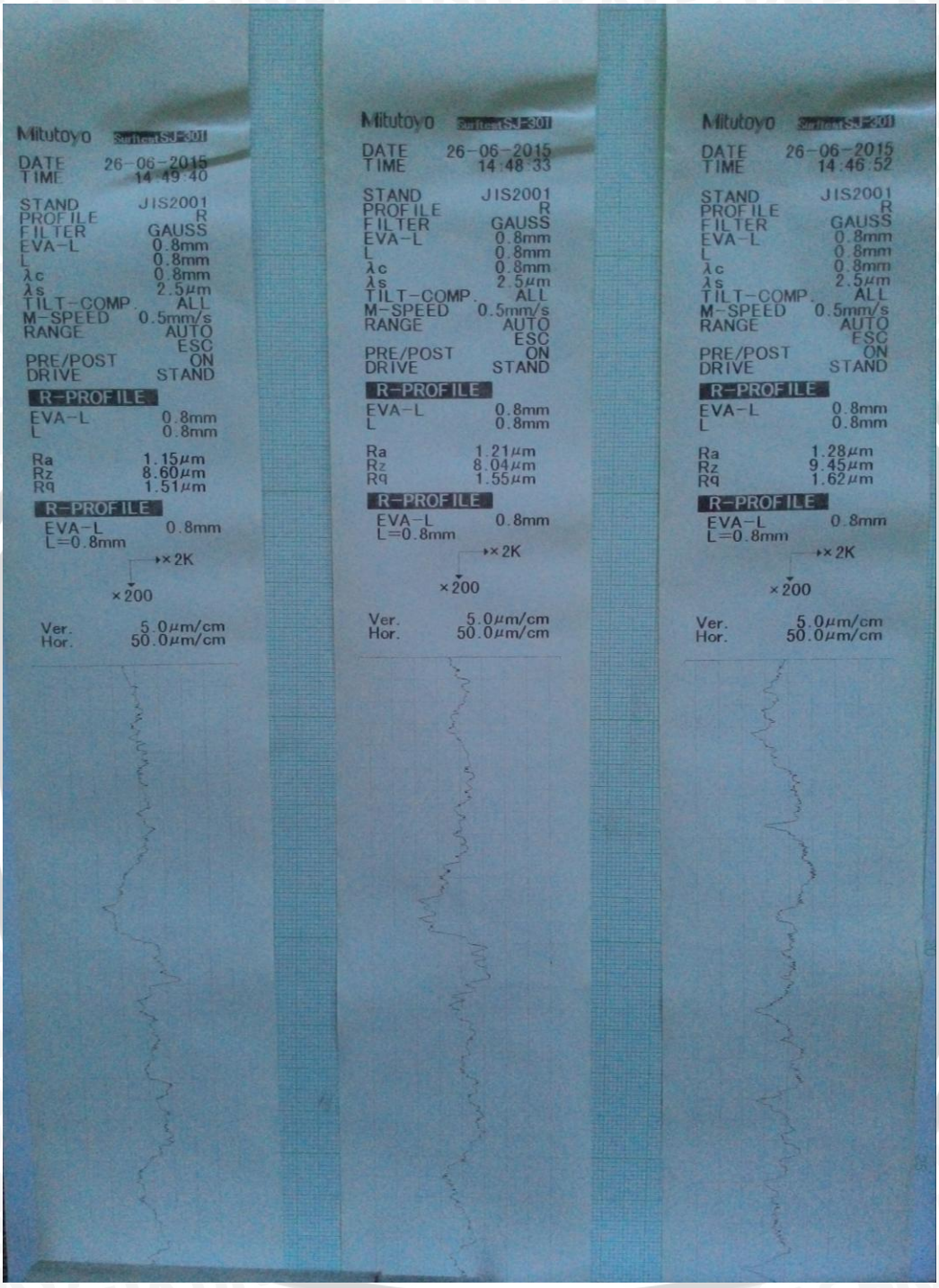
Print out pengujian kekasaran permukaan dengan debit *cutting fluid* 20 liter/menit dan *depth of cut* 0.6 mm

Print out pengujian kekasaran permukaan dengan debit *cutting fluid* 20 liter/menit dan *depth of cut* 0.8 mm



Print out pengujian kekasaran permukaan dengan debit *cutting fluid* 25 liter/menit dan *depth of cut* 0.4 mm

Print out pengujian kekasaran permukaan dengan debit *cutting fluid* 25 liter/menit dan *depth of cut* 0.6 mm



Print out pengujian kekasaran permukaan dengan debit *cutting fluid* 25 liter/menit dan *depth of cut* 0.8 mm

Lampiran 2

Foto benda kerja

Benda kerja dengan debit *cutting fluid* 0 liter/menit dan *depth of cut* 0.8 mm, 0.6 mm, 0.4 mm

Benda kerja dengan debit *cutting fluid* 20 liter/menit dan *depth of cut* 0.8 mm, 0.6 mm, 0.4 mm

Benda kerja dengan debit *cutting fluid* 25 liter/menit dan *depth of cut* 0.8 mm, 0.6 mm, 0.4 mm

UNIVERSITAS BRAWIJAYA
repository.ub.ac.id

Lampiran 3

Komposisi kimia aluminium 6061

FROM :

FAX NO. :

SPECTRO

Element Concentration

Sample No.: OV.8176CETAK 1

Sample ID: . 6061

	Si	Fe	Cu	Mn	Mg	Cr	Zn	Ti
	%	%	%	%	%	%	%	%
1	0.585	0.276	0.246	0.0234	0.887	0.0818	0.0496	0.0144
2	0.587	0.289	0.254	0.0236	0.909	0.0810	0.0504	0.0134
3	0.570	0.275	0.246	0.0234	0.883	0.0817	0.0495	0.0145

	Na	Ca	Ni	Pb	P	Sn	Sb	Sr
	%	%	%	%	%	%	%	%
1	0.00089	0.00019	0.0078	0.0020	< 0.00050	0.00070	< 0.00040	0.00015
2	0.00090	0.00019	0.0081	0.0020	< 0.00050	0.00071	< 0.00040	0.00016
3	0.00090	0.00021	0.0078	0.0020	< 0.00050	0.00070	< 0.00040	0.00015

	Be	Zr	Bi	Cd	Al
	%	%	%	%	%
1	0.00006	0.0014	< 0.00030	< 0.00010	97.8
2	0.00007	0.0014	< 0.00030	< 0.00010	97.8
3	0.00007	0.0014	< 0.00030	< 0.00010	97.8

Lampiran 4

Perhitungan standar deviasi

Perhitungan standar deviasi untuk variasi debit *cutting fluid* 0 l/m dan *depth of cut* 0,4 mm

No.	x	$[x - \bar{x}]$	$[x - \bar{x}]^2$
1.	1,76	0,04	0,0016
2.	1,7	-0,02	0,0004
3.	1,71	-0,01	0,0001
Rata-rata	1,72		
Jumlah	5,15		0,0021

- Kekasaran permukaan rata-rata

$$\bar{x} = \frac{\varepsilon x}{n} = \frac{5,15}{3} = 1,72$$

- Standar deviasi

$$\delta = \frac{\sqrt{\varepsilon(x - \bar{x})^2}}{n - 1}$$

$$= \frac{\sqrt{0,0021}}{2} = 0,022$$

- Standar deviasi rata-rata

$$\bar{\delta} = \frac{\delta}{\sqrt{n}}$$

$$= \frac{0,022}{\sqrt{3}} = 0,012$$

Perhitungan standar deviasi untuk variasi debit *cutting fluid* 0 l/m dan *depth of cut* 0,6 mm

No.	x	$[x-\bar{x}]$	$[x-\bar{x}]^2$
1.	1,86	0,01	0,0001
2.	1,84	-0,01	0,0001
3.	1,85	0	0
Rata-rata	1,85		
Jumlah	5,55		0,0002

- Kekasaran permukaan rata rata

$$\bar{x} = \frac{\varepsilon x}{n} = \frac{5,55}{3} = 1,85$$

- Standar deviasi

$$\delta = \frac{\sqrt{\varepsilon(x-\bar{x})^2}}{n-1}$$

$$= \frac{\sqrt{0,0002}}{2} = 0,007$$

- Standar deviasi rata-rata

$$\bar{\delta} = \frac{\delta}{\sqrt{n}}$$

$$= \frac{0,007}{\sqrt{3}} = 0,004$$

Perhitungan standar deviasi untuk variasi debit *cutting fluid* 0 l/m dan *depth of cut* 0,8 mm

No.	x	$[x-\bar{x}]$	$[x-\bar{x}]^2$
1.	1,92	0,01	0,0001
2.	1,91	0	0
3.	1,89	-0,02	0,0004
Rata-rata	1,91		
Jumlah	5,72		0,0005

- Kekasaran permukaan rata rata

$$\bar{x} = \frac{\varepsilon x}{n} = \frac{5,72}{3} = 1,91$$

- Standar deviasi

$$\delta = \frac{\sqrt{\varepsilon(x-\bar{x})^2}}{n-1}$$

$$= \frac{\sqrt{0,0005}}{2} = 0,011$$

- Standar deviasi rata-rata

$$\bar{\delta} = \frac{\delta}{\sqrt{n}}$$

$$= \frac{0,011}{\sqrt{3}} = 0,006$$

Perhitungan standar deviasi untuk variasi debit *cutting fluid* 20 l/m dan *depth of cut* 0,4 mm

No.	x	$[x-\bar{x}]$	$[x-\bar{x}]^2$
1.	1,33	-0,06	0,0036
2.	1,39	0	0
3.	1,45	0.06	0,0036
Rata-rata	1,39		
Jumlah	4,17		0,0072

- Kekasaran permukaan rata rata

$$\bar{x} = \frac{\varepsilon x}{n} = \frac{4,17}{3} = 1,39$$

- Standar deviasi

$$\delta = \frac{\sqrt{\varepsilon(x-\bar{x})^2}}{n-1}$$

$$= \frac{\sqrt{0,0072}}{2} = 0,042$$

- Standar deviasi rata-rata

$$\bar{\delta} = \frac{\delta}{\sqrt{n}}$$

$$= \frac{0,042}{\sqrt{3}} = 0,024$$

Perhitungan standar deviasi untuk variasi debit *cutting fluid* 20 l/m dan *depth of cut* 0,6 mm

No.	x	$[x-\bar{x}]$	$[x-\bar{x}]^2$
1.	1,43	0	0
2.	1,35	-0.08	0.0064
3.	1,5	0,07	0,0049
Rata-rata	1,43		
Jumlah	4,28		0,011

- Kekasaran permukaan rata rata

$$\bar{x} = \frac{\varepsilon x}{n} = \frac{4,28}{3} = 1,43$$

- Standar deviasi

$$\delta = \frac{\sqrt{\varepsilon(x-\bar{x})^2}}{n-1}$$

$$= \frac{\sqrt{0,011}}{2} = 0,052$$

- Standar deviasi rata-rata

$$\bar{\delta} = \frac{\delta}{\sqrt{n}}$$

$$= \frac{0,052}{\sqrt{3}} = 0,03$$

Perhitungan standar deviasi untuk variasi debit *cutting fluid* 20 l/m dan *depth of cut* 0,8 mm

No.	x	$[x-\bar{x}]$	$[x-\bar{x}]^2$
1.	1,58	-0,06	0,0036
2.	1,67	0,03	0,0009
3.	1,66	0,02	0,0004
Rata-rata	1,64		
Jumlah	4,91		0,0049

- Kekasaran permukaan rata rata

$$\bar{x} = \frac{\varepsilon x}{n} = \frac{4,91}{3} = 1,64$$

- Standar deviasi

$$\delta = \frac{\sqrt{\varepsilon(x-\bar{x})^2}}{n-1}$$

$$= \frac{\sqrt{0,0049}}{2} = 0,035$$

- Standar deviasi rata-rata

$$\bar{\delta} = \frac{\delta}{\sqrt{n}}$$

$$= \frac{0,035}{\sqrt{3}} = 0,0202$$

Perhitungan standar deviasi untuk variasi debit *cutting fluid* 25 l/m dan *depth of cut* 0,4 mm

No.	x	$[x-\bar{x}]$	$[x-\bar{x}]^2$
1.	1,01	-0,1	0,01
2.	1,15	0.04	0,0008
3.	1,16	0,05	0,0025
Rata-rata	1,11		
Jumlah	3,32		0,0133

- Kekasaran permukaan rata rata

$$\bar{x} = \frac{\varepsilon x}{n} = \frac{3,32}{3} = 1,11$$

- Standar deviasi

$$\delta = \frac{\sqrt{\varepsilon(x-\bar{x})^2}}{n-1}$$

$$= \frac{\sqrt{0,0133}}{2} = 0,057$$

- Standar deviasi rata-rata

$$\bar{\delta} = \frac{\delta}{\sqrt{n}}$$

$$= \frac{0,057}{\sqrt{3}} = 0,033$$

Perhitungan standar deviasi untuk variasi debit *cutting fluid* 25 l/m dan *depth of cut* 0,6 mm

No.	x	$[x-\bar{x}]$	$[x-\bar{x}]^2$
1.	1,28	0,07	0,0049
2.	1,21	0	0
3.	1,15	-0,06	0,0036
Rata-rata	1,21		
Jumlah	3,64		0,0085

- Kekasaran permukaan rata rata

$$\bar{x} = \frac{\varepsilon x}{n} = \frac{3,64}{3} = 1,21$$

- Standar deviasi

$$\delta = \frac{\sqrt{\varepsilon(x-\bar{x})^2}}{n-1}$$

$$= \frac{\sqrt{0,0085}}{2} = 0,046$$

- Standar deviasi rata-rata

$$\bar{\delta} = \frac{\delta}{\sqrt{n}}$$

$$= \frac{0,046}{\sqrt{3}} = 0,026$$

Perhitungan standar deviasi untuk variasi debit *cutting fluid* 25 l/m dan *depth of cut* 0,8 mm

No.	x	$[x-\bar{x}]$	$[x-\bar{x}]^2$
1.	1,29	0,02	0,0004
2.	1,26	-0,01	0,0001
3.	1,27	0	0
Rata-rata	1,27		
Jumlah	3,82		0,0005

- Kekasaran permukaan rata rata

$$\bar{x} = \frac{\varepsilon x}{n} = \frac{3,82}{3} = 1,27$$

- Standar deviasi

$$\delta = \frac{\sqrt{\varepsilon(x-\bar{x})^2}}{n-1}$$

$$= \frac{\sqrt{0,0005}}{2} = 0,011$$

- Standar deviasi rata-rata

$$\bar{\delta} = \frac{\delta}{\sqrt{n}}$$

$$= \frac{0,011}{\sqrt{3}} = 0,0063$$