

**PENGARUH KECEPATAN DAN PANJANG PEMOTONGAN TERHADAP
KEBULATAN POROS S45C PADA PROSES BUBUT KONVENSIONAL**

SKRIPSI

Diajukan untuk memenuhi persyaratan
memperoleh gelar Sarjana Teknik



Disusun oleh:

ARIZAL

NIM. 105060209111006-62

KEMENTERIAN PENDIDIKAN DAN KEBUDAYAAN

UNIVERSITAS BRAWIJAYA

FAKULTAS TEKNIK

JURUSAN MESIN

MALANG

2013

LEMBAR PERSETUJUAN

**PENGARUH KECEPATAN DAN PANJANG PEMOTONGAN TERHADAP
KEBULATAN POROS S45C PADA PROSES BUBUT KONVENSIONAL**

SKRIPSI

Diajukan untuk memenuhi persyaratan
memperoleh gelar Sarjana Teknik



Disusun oleh:

ARIZAL

NIM. 105060209111006-62

Telah diperiksa dan disetujui oleh:

Dosen Pembimbing I

Dosen Pembimbing II

SUGIARTO, ST., MT.

NIP. 19690417 199512 1 001

FEMIANA GAPSARI M. F., ST., MT.

NIP. 19820704 200812 2 002



LEMBAR PENGESAHAN

**PENGARUH KECEPATAN DAN PANJANG PEMOTONGAN TERHADAP
KEBULATAN POROS S45C PADA PROSES BUBUT KONVENSIONAL**

SKRIPSI

Diajukan untuk memenuhi persyaratan
memperoleh gelar Sarjana Teknik

Disusun Oleh:

ARIZAL

NIM. 105060209111006-62

Skripsi ini telah diuji dan dinyatakan lulus pada
tanggal 31 Januari 2013

Penguji Skripsi I

Penguji Skripsi II

Putu Hadi Setyarini, ST., MT.
NIP. 19770806 200312 2 001

Dr. Eng. Moch. Agus Choiron, ST., MT.
NIP.19720817 200003 1 001

Komprehensif

Dr. Eng. Denny Widhiyanuriawan, ST., MT.
NIP. 19750113 200012 1 001

Mengetahui
Ketua Jurusan Teknik Mesin

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

KATA PENGANTAR

Alhamdulillah, segala puji dan syukur penulis ucapkan kepada 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 Kecepatan Dan Panjang Pemotongan Terhadap Kebulatan Poros S45C Pada Proses Bubut Konvensional**” dapat terselesaikan dengan baik. Shalawat serta salam semoga tetap tercurahkan kepada Nabi Muhammad Sholallahu ‘Alaihi Wassalam.

Penulis menyadari bahwa tanpa bantuan dari berbagai pihak, penyusunan skripsi ini tidak akan tersusun dengan baik. Oleh karena itu, dalam kesempatan kali ini penulis menyampaikan ucapan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada pihak-pihak yang telah membantu dalam penyelesaian skripsi ini:

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. Bapak Sugiarto, ST., MT. selaku Dosen Pembimbing I atas segala bimbingan, nasehat, pengarahan, motivasi, saran, dan masukan yang telah diberikan.
5. Ibu Femiana Gapsari MF, 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.
6. Seluruh Dosen dan Karyawan Jurusan Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Brawijaya Malang yang bersedia berbagi ilmunya. Khususnya Laboratorium Proses Produksi 1 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.

7. Bapak Mujahidin, Emak Muriati, kakak dan adikku yang selalu mendoakan dan mendukung material maupun spiritual yang diberikan selama ini.
8. Nita Refianti dan keluarga, atas semua dukungan moril, semangat, rasa sayang dan kepedulian, motivasi dan semua hal berharga sampai saat ini.
9. Saudara-saudaraku SAP 2009, 2010 dan 2011 terima kasih atas kebersamaan, bantuan, dan doanya selama ini sehingga skripsi ini dapat terselesaikan.
10. Seluruh Keluarga Besar Mahasiswa Mesin Fakultas Teknik Universitas Brawijaya Malang.
11. Semua pihak yang tidak dapat kami sebutkan satu persatu yang senantiasa memberi dukungan dalam penyelesaian skripsi ini.

Akhirnya semoga skripsi ini berguna dan bermanfaat bagi semua. Semoga Allah SWT senantiasa melindungi dan meridhoi setiap langkah dan perbuatan kita. Amin.

Malang, 13 Januari 2013

Penulis



RINGKASAN

ARIZAL, Jurusan Teknik Mesin, Fakultas Teknik Universitas Brawijaya, September 2012, *Pengaruh Kecepatan Dan Panjang Pemotongan Terhadap Kebulatan Poros S45c Pada Proses Bubut Konvensional*, Dosen pembimbing: Sugiarto, Femiana Gapsari M.F.

Proses bubut (*turning*) adalah proses pembentukan logam dengan cara mengurangi dimensi benda kerja yang berputar. Pada proses bubut ada beberapa parameter seperti kecepatan pemakanan, kecepatan pemotongan, kedalaman pemotongan dan juga pahat. Pada proses *finishing* bertujuan untuk memperoleh ukuran dan kebulatan yang sesuai. Pembubutan memanjang merupakan proses pembubutan dengan pergerakan pahat sejajar sumbu putar benda kerja sehingga diperoleh bentuk silinder. Pada proses ini, benda kerja yang panjang akan terjadi defleksi akibat adanya gaya pemotongan, sehingga bergetar dan menurunkan kualitas hasil pembubutan seperti kebulatan poros. Kebulatan merupakan toleransi bentuk dan bagian dari toleransi geometri. Toleransi geometri mencakup toleransi bentuk (penyimpangan bentuk benda kerja yang diizinkan dibandingkan dengan bentuk yang dianggap ideal). Dari uraian di atas maka tujuan dari penelitian ini adalah mengetahui pengaruh kecepatan dan panjang pemotongan terhadap kebulatan poros hasil pembubutan dengan variasi kecepatan pemotongan pada panjang pemotongan.

Pada penelitian ini dilakukan proses pembubutan menggunakan: mesin bubut GAP-BED LATHE C6232A, material benda kerja S45C 22mm, pahat *insert* karbida DCMT 070208-C25 dan pendingin dromus. Benda kerja dipotong sepanjang 100mm, 200mm dan 300mm, karena setiap panjang benda kerja akan mengalami 3 kondisi pemotongan, maka benda kerja berjumlah 9 buah. Kemudian benda kerja dilakukan proses pembubutan dengan kecepatan pemotongan 100,48 m/min, 70,336m/min dan 50,24 m/min dengan kedalaman pemotongan 0,3 mm, kecepatan pemakanan 0,06 mm/rev. Kemudian untuk pengukuran, tiap spesimen dibagi menjadi 3 titik pada bidang melingkarnya, sedangkan arah memanjang dibagi menjadi 5 titik menurut rasio l/d, untuk panjang pemotongan 50 mm yaitu 0,5; 1,0; 1,5; 2,0; 2,5, panjang 150 mm yaitu: 1,5; 3,0; 4,5; 6,0; 7,5, panjang 250 mm yaitu: 2,5; 5,0; 7,5; 10,0; 12,5.

Hasil pengukuran menunjukkan semakin tinggi kecepatan pemotongan, maka penyimpangan kebulatan semakin besar. Pada panjang pemotongan 50 mm maksimumnya sebesar 0,01mm. Pada panjang pemotongan 150 mm sebesar 0,04 mm. Dan pada panjang pemotongan 250 mm sebesar 0,03 mm. Sedangkan semakin panjang pemotongan maka penyimpangan yang terjadi semakin besar, pada kecepatan pemotongan konstan 50,24 m/min penyimpangan terbesar yaitu sebesar 0,04 mm pada panjang pemotongan 150 mm, pada 70,334 m/min penyimpangan terbesar 0,03 mm pada panjang pemotongan 150 mm dan 250 mm. Dan pada kecepatan pemotongan 100,48 m/min penyimpangan terbesar yaitu 0,04 mm pada panjang 150 mm.

Kata kunci: kecepatan pemotongan (V_c), panjang pemotongan (l_t), kedalaman pemotongan (a), kecepatan pemakan (f), kebulatan (*Circularity*)

SUMMARY

ARIZAL, Department of Mechanical Engineering, Faculty of Engineering, University of Brawijaya, September 2013, Effect of Speed and Length Cutting about Cilindricity Shaft S45C Conventional Lathe Process. Academic Supervisor: Sugiarto, Femiana Gapsari MF.

Process lathe (turning) is a metal forming process by reducing the dimensions of the rotating workpiece. On the lathe there are several parameters such as feeding speed, cutting speed, depth of cut and cutting tool. Finishing process aims to obtain the appropriate size and Circularity. Longitudinal turning is a process of turning the rotary movement of the tool parallel to the axis of the workpiece in order to obtain a cylindrical shape. In this process, the length of the workpiece be deflection will occur due to the cutting force, so it vibrates and degrade the quality of the lathe as roundness tolerance. Circularity is form tolerance and part of the geometry tolerance. Tolerance geometry includes the shape tolerance (deviation of the workpiece is allowed compared to a form that is considered ideal). From the description above, the purpose of this study was to determine Effect of Speed and Length Cutting about Cilindricity Shaft S45C Conventional Lathe Process.

In this research, the process of turning used: GAP-BED lathe Lathe C6232A, material objects keja S45C 22mm, carbide cutting tool inserts DCMT 070 208-C25 and cooling water (dromus). Cut along workpiece 100 mm, 200 mm and 300 mm, as any long workpiece will be 3 experience cutting conditions, the workpiece totaling 9 units. Then do the turning workpiece cutting speed 100.48 m / min, 70.336 m / min and 50.24 m / min with a cutting depth of 0.3 mm, feeding speed 0.06 mm / rev. Then for the measurement, each specimen was divided into 3point of circular field, whereas the longitudinal direction is divided into point about ratio l / d , for 50 mm cutting length of 0.5; 1.0, 1.5, 2.0, 2.5 , length 150 mm, is: 1.5, 3.0, 4.5; 6.0; 7.5, length 250 mm, is: 2.5; 5.0; 7.5; 10.0; 12.5 .

The measurement results show the higher cutting speed, the greater the deviation of roundness. At 50 mm maximum cutting length of 0.01 mm. At 150 mm cutting length of 0.04 mm. And at 250 mm cutting length of 0.03 mm. While the longer cuts the deviation is greater, at a constant cutting speed of 50.24 m / min which is the largest deviation of 0.04 mm to 150 mm cutting length, at 70.334 m / min deviation greatest length of 0.03 mm at cutting 150 mm and 250 mm. And the cutting speed 100.48 m / min largest deviation is 0.04 mm at a length of 150 mm.

Keywords: cutting speed (V_c), length of cutting (l_t), depth of cut (a), feeding speed (f), circularity.

DAFATA ISI

	Halaman
LEMBAR PERSETUJUAN	i
LEMBAR PENGESAHAN	ii
KATA PENGANTAR	iii
RINGKASAN	v
SUMMARY	vi
DAFTAR ISI	vii
DAFTAR GAMBAR	x
DAFTAR TABEL	xiii
DAFTAR LAMPIRAN	xii
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	4
2.1 Penelitian Sebelumnya.....	4
2.2 Pemotongan Logam	5
2.3 Mesin Bubut Konvensional.....	6
2.3.1 Bagian-bagian mesin bubut.....	6
2.3.2 Parameter pemotongan	8
2.3.3 Pahat	13
2.3.3.1 Material pahat	17
2.3.3.2 <i>Tool Holder</i>	19
2.3.4 Mekanisme Pembentukan Geram.....	19
2.3.4.1 Komponen gaya pembentukan geram	21
2.3.4.2 Daya dan efisiensi pemotongan	24
2.3.4.3 Gaya pemotongan empirik.....	27
2.3.4.4 Bentuk rumus empirik bagi gaya potong.....	28



2.4 Defleksi	36
2.5 Alat Ukur	38
2.5.1 Jangka sorong	38
2.6 Baja	40
2.6.1 Klasifikasi baja	41
2.7 Toleransi	43
2.7.1 Toleransi geometri	43
2.7.2 Ketentuan umum untuk toleransi geometri	44
2.8 Hipotesis	45
BAB III METODE PENELITIAN	46
3.1 Metode Penelitian	46
3.2 Tempat Penelitian	46
3.3 Variabel Penelitian	46
3.4 Spesifikasi Alat dan Bahan	47
3.4.1 Alat penelitian	47
3.4.2 Bahan penelitian	48
3.5 Prosedur Penelitian	49
3.6 Diagram Alir Penelitian	51
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN	52
4.1 Perhitungan Parameter Pemotongan	52
4.1.1 Perhitungan putaran <i>spindle</i>	52
4.2 Data Hasil Pengujian	53
4.3 Grafik dan Pembahasan	56
4.3.1 Pengaruh kecepatan pemotongan terhadap kebulatan benda kerja pada panjang pemotongan 50 mm	56
4.3.2 Pengaruh kecepatan pemotongan terhadap kebulatan benda kerja pada panjang pemotongan 150 mm	60
4.3.3 Pengaruh kecepatan pemotongan terhadap kebulatan benda kerja pada panjang pemotongan 250 mm	64
4.3.4 Pengaruh panjang pemotongan terhadap kebulatan benda kerja pada kecepatan pemotongan 50, 24 m/min	52



4.3.5 Pengaruh panjang pemotongan terhadap kebulatan benda
 kerja pada kecepatan pemotongan 70,336 m/min69

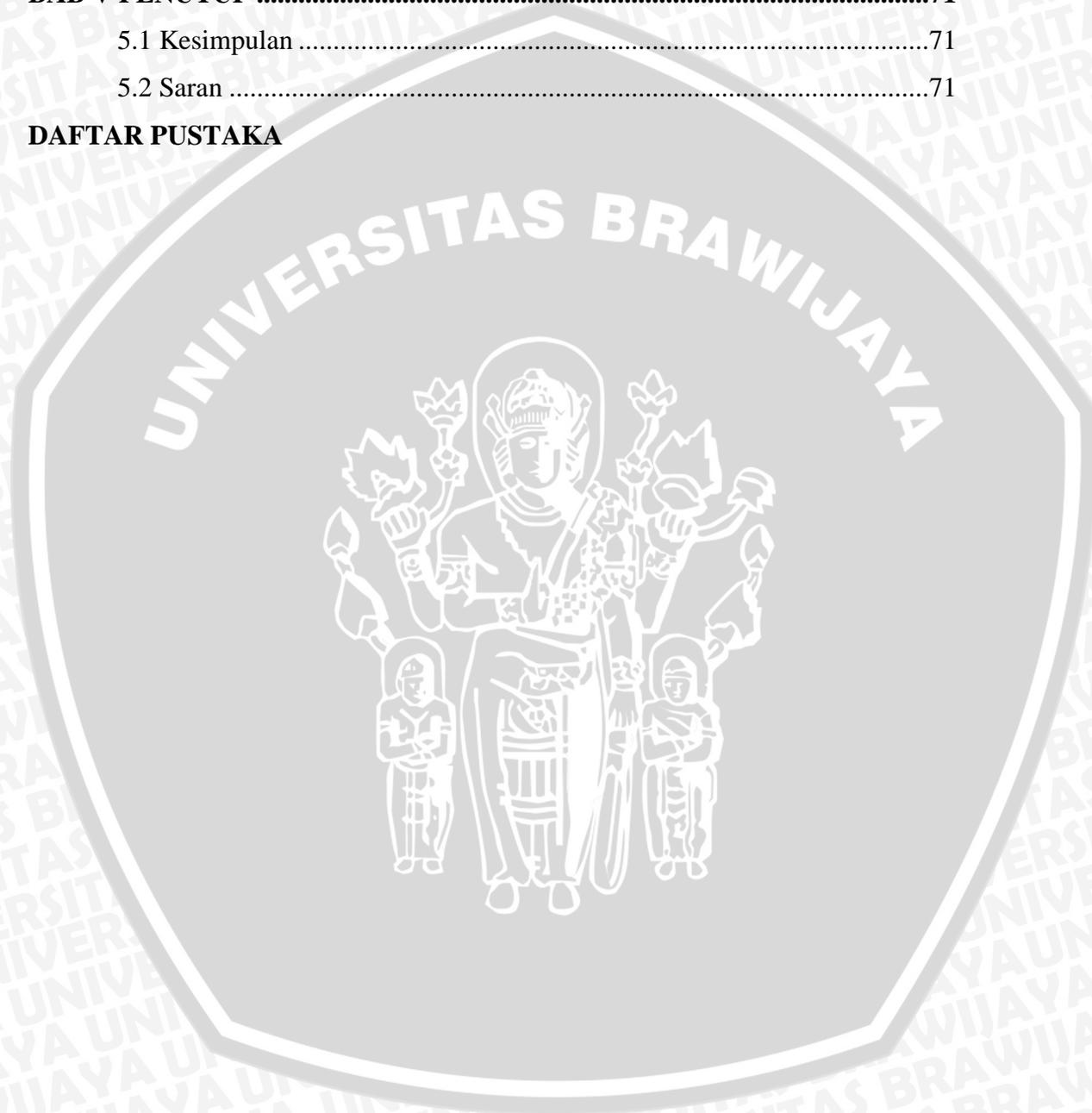
4.3.6 Pengaruh panjang pemotongan terhadap kebulatan benda
 kerja pada kecepatan pemotongan 100,48 m/min70

BAB V PENUTUP71

5.1 Kesimpulan71

5.2 Saran71

DAFTAR PUSTAKA



DAFTAR GAMBAR

No	Judul	Halaman
Gambar 2.1	Bagian-bagian utama mesin bubut.....	6
Gambar 2.2	Elemen dasar pemotongan	8
Gambar 2.3	Diagram pancar	10
Gambar 2.4	Diagram logaritma angka putaran.....	10
Gambar 2.5	Diagram angka putaran pada label mesin	11
Gambar 2.6	Angka putaran dari penyetel angka putaran.....	11
Gambar 2.7	Jenis-jenis pahat bubut.....	13
Gambar 2.8	Geometri pahat bubut HSS (Pahat diasah dengan mesin gerinda pahat).....	14
Gambar 2.9	Geometri pahat bubut sisipan (<i>insert</i>).....	14
Gambar 2.10	Pahat tangan kanan (<i>Right-hand tools</i>) dan pahat tangan kiri (<i>Left-hand tools</i>).....	15
Gambar 2.11	Kode-kode pada pahat insert menurut standar ISO	16
Gambar 2.12	Kode-kode pada pahat insert menurut standar ISO	17
Gambar 2.13	(a) Kekerasan dari beberapa macam material pahat sebagai fungsi dari temperatur, (b) jangkauan sifat material pahat	18
Gambar 2.14	Skema pemasangan pahat pada <i>tool holder</i>	19
Gambar 2.15	Teori tentang pembentukan geram.....	20
Gambar 2.16	Pembentukan geram dan deformasi bahan	21
Gambar 2.17	Lingkaran gaya pemotongan (Lingkaran Merchant)	23
Gambar 2.18	Pengaruh sudut K_r terhadap Gaya Pemotongan F_x , F_y dan F_z	31
Gambar 2.19	Benda kerja yang dicekam pada <i>chuck</i> , dianggap mengalami tumpuan jepit.	36
Gambar 2.20.	Diagram benda bebas dengan tumpuan jepit dan diberibeban sebesar P pada ujungnya.	36
Gambar 2.21.	<i>Second moments of planne areas</i>	37
Gambar 2.22	Bagian-bagian utama jangka sorong	38
Gambar 2.23	Jangka sorong analog	38
Gambar 2.24	Jangka sorong dengan jam ukur.....	39

Gambar 2.25 Jangka sorong digital	39
Gambar 2.26 Cara-cara pengukuran menggunakan jangka sorong	39
Gambar 2.27 Toleransi Bentuk	43
Gambar 3.1 GAP-BED LATHE Tipe C6232A	47
Gambar 3.2 <i>tool holder</i>	47
Gambar 3.3 Jangka sorong.....	47
Gambar 3.4 Mistar baja	48
Gambar 3.5 Kaca mata.....	48
Gambar 3.6 Pahat <i>insert</i>	48
Gambar 3.7 Spesimen	49
Gambar 3.8 Cara Pengukuran penyimpangan kebulatan spesimen	50
Gambar 4.1 Grafik diameter maksimal dan minimal hasil pengukuran dengan panjang pemotongan 50 mm pada kecepatan pemotongan 50,24 m/min.....	56
Gambar 4.2 Grafik diameter maksimal dan minimal hasil pengukuran dengan panjang pemotongan 50 mm padaKecepatan pemotongan 70,336 m/min.....	57
Gambar 4.3 Grafik diameter maksimal dan minimal hasil pengukuran dengan panjang pemotongan 50 mm pada kecepatan pemotongan 100,48 m/min.....	58
Gambar 4.4 Grafik pengaruh kecepatan pemotongan terhadap penyimpangan kebulatan benda kerja pada panjang pemotongan 50 mm.....	59
Gambar 4.5 Grafik diameter maksimal dan minimal hasil pengukuran dengan panjang pemotongan 150 mm pada kecepatan pemotongan 50,24 m/min.....	60
Gambar 4.6 Grafik diameter maksimal dan minimal hasil pengukuran dengan panjang pemotongan 150 mm pada kecepatan pemotongan 70,336 m/min.....	61
Gambar 4.7 Grafik diameter maksimal dan minimal hasil pengukuran dengan panjang pemotongan 150 mm pada kecepatan pemotongan 100,48 m/min.....	62

Gambar 4.8 Pengaruh kecepatan pemotongan terhadap penyimpangan kebulatan benda kerja pada panjang pemotongan 150 mm	63
Gambar 4.9 Grafik diameter maksimal dan minimal hasil pengukuran dengan panjang pemotongan 250 mm pada kecepatan pemotongan 50,24 m/min.....	64
Gambar 4.10 Grafik diameter maksimal dan minimal hasil pengukuran dengan panjang pemotongan 250 mm pada kecepatan pemotongan 70,336 m/min.....	65
Gambar 4.11 Grafik diameter maksimal dan minimal hasil pengukuran dengan panjang pemotongan 250 mm pada kecepatan pemotongan 100,48 m/min.....	66
Gambar 4.12 Pengaruh kecepatan pemotongan terhadap penyimpangan kebulatan benda kerja pada panjang pemotongan 250 mm.	67
Gambar 4.13 Grafik pengaruh panjang pemotongan terhadap kebulatan benda kerja pada kecepatan pemotongan 50,24 m/min	68
Gambar 4.14 Grafik pengaruh panjang pemotongan terhadap kebulatan benda kerja pada kecepatan pemotongan 70,336 m/min	69
Gambar 4.15 Grafik pengaruh panjang pemotongan terhadap kebulatan benda kerja pada kecepatan pemotongan 100,48 m/min	70



DAFTAR TABEL

No	Judul	Halaman
Tabel 2.1.	Jenis pahat HSS	18
Tabel 2.2.	Spesifikasi <i>tool holder</i> SDJCR/L.....	19
Tabel 2.3	Harga gaya potong spesifik	32
Tabel 2.4	Faktor koreksi C_k	33
Tabel 2.5	Faktor koreksi C_τ	33
Tabel 2.6	Faktor koreksi C_{vB}	34
Tabel 2.7	Faktor koreksi C_v	34
Tabel 2.8	Hubungan kekuatan tarik dan kekerasan baja.....	35
Tabel 2.9	Lambang untuk sifat yang diberi toleransi	44
Tabel 2.10	Hubungan antara sifat yang diberi toleransi dan daerah toleransi	45
Tabel 4.1	Data penyimpangan kebulatan pada panjang pemotongan 50 mm	53
Tabel 4.2	Data penyimpangan kebulatan pada panjang pemotongan 150 mm	54
Tabel 4.3	Data penyimpangan kebulatan pada panjang pemotongan 250 mm	55

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1 Setifikat material S45C

Lampiran 2 *Application turning of grades*

Lampiran 3 Tabel spesifikasi pahat

Lampiran 4 *Grade name for coated carbide and chip breaker*

Lampiran 5 *Instruction of eksternal holder*



BAB I PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang

Proses pemesinan merupakan bagian yang sangat penting dalam industri manufaktur untuk memperoleh suatu bentuk yang sesuai dengan kebutuhan. Adapun jenis-jenis proses pemesinan antara lain . Proses bubut (*turning*), proses menyekrap (*shaping dan planing*), proses pembuatan lubang (*drilling*), proses mengfreis (*milling*), proses menggerinda (*grinding*), proses menggergaji (*sawing*), dan proses memperbesar lubang (*boring*). Proses bubut (*turning*) adalah proses pembentukan logam dengan cara mengurangi dimensi benda kerja yang berputar. Pada proses ini dapat digunakan untuk menghasilkan poros, ulir, membuat lubang dan juga bisa untuk meratakan permukaan.

Pada proses bubut ada beberapa parameter seperti kecepatan pemakanan, kecepatan pemotongan, kedalaman pemotongan dan juga pahat. Semua parameter tersebut berpengaruh pada hasil akhir produk seperti kekasaran permukaan dan juga kebulatan pada suatu poros. Kualitas hasil pembubutan dihasilkan dengan mengatur kombinasi *setting* parameter di atas. Pada *setting* kecepatan pemotongan besar, kecepatan pemakanan dan kedalaman pemotongan rendah akan diperoleh permukaan yang halus.

Pada proses *finishing* bertujuan untuk memperoleh ukuran dan kebulatan yang sesuai . Beda dengan *roughing* hanya digunakan untuk pengerjaan kasar. Selain itu, kemampuan mendapatkan kebulatan hal yang penting pada proses pembubutan memanjang dengan menggunakan mesin bubut pahat tunggal. Pada *setting* parameter pembubutan yang sesuai saat proses *finishing* bertujuan diperoleh kebulatan yang sesuai.

Pembubutan memanjang merupakan proses pembubutan dengan pergerakan pahat sejajar sumbu putar benda kerja sehingga diperoleh bentuk silinder. Pada proses ini, benda kerja yang panjang akan terjadi defleksi akibat adanya gaya pemotongan, sehingga bergetar dan menurunkan kualitas hasil pembubutan seperti kebulatan poros.

Kebulatan merupakan toleransi bentuk dan bagian dari toleransi geometri. Toleransi geometri mencakup toleransi bentuk (penyimpangan bentuk benda kerja

yang diizinkan dibandingkan dengan bentuk yang dianggap ideal) dan toleransi posisi (penyimpangan posisi yang diizinkan terhadap posisi yang digunakan sebagai patokan (*datum feature*)). Kebulatan merupakan hal penting untuk menyatakan kualitas suatu produk. Kebulatan geometri menunjukkan kemampuan dalam hal membagi beban agar sama rata, getaran yang dihasilkan poros, dan umur dari poros tersebut.

Dari uraian di atas, perlu dilakukan penelitian untuk mengetahui pengaruh parameter kecepatan pemotongan dan panjang pemotongan terhadap kebulatan poros yang dihasilkan dari proses *finishing* pada pembubutan konvensional.

1.2. Rumusan Masalah

Dari latar belakang di atas dapat dirumuskan permasalahan yaitu bagaimana pengaruh kecepatan pemotongan dan panjang pemotongan terhadap kebulatan poros yang dihasilkan dari proses *finishing* pada pembubutan konvensional.

1.3. Batasan Masalah

Agar pembahasan rumusan masalah lebih terarah maka dibatasi pada :

1. Material S45C.
2. Percobaan dilakukan pada mesin bubut konvensional GAB-BED LATHE C6232A .
3. Percobaan tidak menggunakan penyangga tetap atau penyangga berjalan.
4. Kondisi pahat dianggap konstan pada semua proses pembubutan.
5. Tidak membahas perpindahan panas.

1.4. Tujuan Penelitian

Tujuan dari penelitian ini adalah mengetahui pengaruh kecepatan pemotongan dan panjang pemotongan terhadap kebulatan poros hasil pembubutan dengan variasi kecepatan dan panjang pemotongan.

1.5. Manfaat Penelitian

Adapun manfaat yang ingin diperoleh dari penelitian ini adalah :

1. Bagi peneliti, mengetahui pengaruh dari variasi kecepatan pemotongan pada berbagai panjang benda kerja terhadap keselindrisan poros hasil pembubutan.

2. Bagi umum, sebagai referensi tambahan khususnya mahasiswa teknik mesin dalam penelitian-penelitian yang berhubungan dengan pemotongan.
3. Bagi industri pemesinan untuk meningkatkan produktifitas dan kualitas produk yang dihasilkan.



BAB II TINJAUAN PUSTAKA

2.1. Penelitian Sebelumnya

Wijaya, (2007) telah melakukan penelitian tentang pengaruh *tool overhang* sebesar 14 mm, 21 mm, 28 mm, 35 mm dengan *depth of cut* 0,25 mm, 0,5 mm, 0,75 mm terhadap kebulatan benda. Dimana penyimpangan kebulatan semakin besar dengan adanya penambahan *tool overhang* dan *depth of cut*. Peneliti juga menyarankan perlu dilakukan penelitian mengenai pengaruh panjang benda kerja terhadap kebulatan benda.

Mariatanto, (1996) telah melakukan penelitian tentang pengaruh kecepatan pemotongan dan gerak makan terhadap penyimpangan dan kebulatan produk hasil pemesian *cnc turn* 242. Dimana kecepatan pemotongan 176; 214; 251; 189; 327; 364 m/min, kedalaman pemotongan 0,5 mm sedangkan kecepatan pemakanan 0,05; 0,35; 0,6 mm/rev. Dari penelitian tersebut diperoleh bahwa kecepatan pemotongan tidak berpengaruh terhadap penyimpangan diameter dan kebulatannya, tapi gerak makan berpengaruh terhadap kebulatan, semakin besar gerak makan maka penyimpangan diameter semakin besar dan kebulatan semakin rendah.

Tunggal, (1996) telah melakukan penelitian tentang pengaruh parameter potong dan geometri pahat terhadap kebulatan benda kerja hasil proses bubut. Pada penelitian tersebut menggunakan radius pahat 0,4 mm, 0,8 mm dan 1,2 mm, kecepatan pemotongan 155 m/min, 175 m/min, dan 195 m/min sedangkan kedalaman pemotongannya 1 mm, 1,5 mm dan 2 mm. Dari penelitian tersebut disimpulkan bahwa kecepatan pemotongan, kedalaman pemotongan dan radius pahat memberikan pengaruh terhadap penyimpangan kebulatan benda kerja hasil proses bubut.

Wibowo, (2000) telah melakukan penelitian tentang pengaruh kondisi pemotongan pada kecepatan pemotongan yang konstan 300m/min terhadap getaran pahat potong untuk bahan S45C dalam proses *roughing turning* dengan kedalaman pemotongan 0,25; 0,5; 0,75; 1 mm dan kecepatan pemakanan 0,05; 0,1; 0,15; 0,2 mm/rev. Dimana semakin besar *depth of cut* dan *feed motion* akan menghasilkan getaran yang besar pula.

2.2. Pemotongan Logam

Proses pemotongan logam adalah suatu proses yang digunakan untuk mengubah bentuk suatu produk dari logam (komponen mesin) dengan cara memotong. Dari cara pemotongannya, pemotongan logam dikelompokkan menjadi 4, yaitu:

- Proses pemotongan dengan mesin las
- Proses pemotongan dengan mesin press
- Proses pemotongan dengan mesin perkakas
- Proses pemotongan non konvensional (Electric Discharge Machining dan sebagainya).

Dari keempat proses pemotongan logam di atas, yang digunakan dalam skripsi ini adalah proses pemotongan dengan mesin perkakas, atau biasa disebut dengan proses pemotongan logam (*metal cutting processes*) atau proses pemesinan. Proses pemesinan adalah suatu proses pembentukan logam menggunakan mesin. Gerak relatif dari pahat terhadap benda kerja dapat dipisahkan menjadi dua macam komponen gerakan yaitu gerak potong (*cutting movement*) dan gerak makan (*feeding movement*). Selain menurut jenis kombinasi dari gerak potong dan gerak makan kerja, secara lebih terperinci proses pemesinan diklasifikasikan menurut tujuan dan cara pengerjaan atau mesin perkakas yang digunakan yaitu:

- Membubut (*Turning*)
- Menggurdi (*Drilling*)
- Menyekrap (*Shaping, Planing*)
- Mengefreis (*Milling*)
- Menggergaji (*Sawing*)
- Mengkorter/Melebarkan lubang (*Boring*)
- Memarut (*Broaching*)
- Menggerinda (*Grinding*)
- Mengasah (*Honing*)
- Mengasah Halus (*Lapping*)
- Mengasah Super Halus (*Super Finishing*)
- Mengkilapkan (*Polishing dan Buffing*)

2.3. Mesin Bubut Konvensional

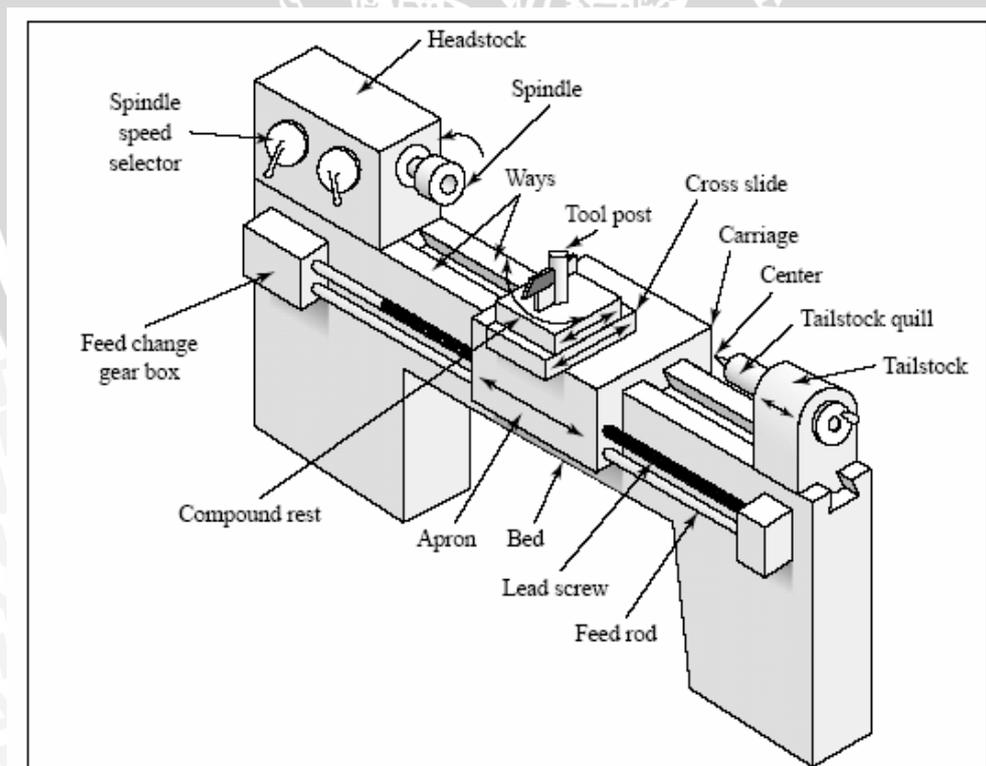
Mesin bubut adalah salah satu mesin perkakas, yang mempunyai gerak utama berputar, dimana gerak utama terdapat pada benda kerja. Benda-benda hasil bubutan biasanya mempunyai penampang silindris. Dengan mesin ini kita dapat mengerjakan pekerjaan menjadi :

1. Bulat lurus, bulat tirus
2. Berulir dan beralur
3. Rata

Pada mesin ini kita dapat pula mengebor, mengetap, menyenai, mereamer, menggerinda, dll. Mengingat fungsinya yang ideal ini, maka tak mengherankan bila pada setiap industri atau perbengkelan-mesin akan selalu terdapat mesin bubut. Selain berfungsi sebagai pembuat peralatan, baik bersifat produksi maupun tidak, juga mesin ini sebagai pesawat dari mesin-mesin lainnya yang bagian-bagiannya memerlukan perbaikan/pembuatan.

2.3.1 Bagian-bagian mesin bubut

Mesin bubut terdiri dari beberapa bagian utama yang terdiri dari:



Gambar 2.1 Bagian-bagian utama mesin bubut

Sumber : Widarto, dkk. (2008 : 153)

a. Kepala Tetap (*Headstock*)

Adalah bagian mesin yang letaknya disebelah kiri mesin, bagian inilah yang memutarakan benda kerja. Didalamnya terdapat kumparan satu seri roda gigi serta roda tingkat atau tunggal. Roda tingkat terdiri atas tiga atau empat buah keping dengan garis tengah yang berbeda, roda tingkat diputar oleh suatu motor yang letaknya di bawah atau disamping roda tersebut melalui suatu ban.

b. Kepala Lepas (*Tailstock*)

Adalah bagian dari mesin bubut yang letaknya disebelah kanan mesin dan dipasang di atas mesin berfungsi:

- Sebagai tempat pemicu ujung benda kerja yang dibubut
- Sebagai tempat kedudukan bor pada waktu mengebor
- Sebagai tempat kedudukan penjepit bor

Kepala lepas dapat bergeser di sepanjang alas mesin.kepala lepas terdiri atas dua bagian : yaitu alas dan ban, kedua bagian itu diikat dengan 2 atau 3 baut ikat dan dapat digerakkan dipenggeser itu diperlukan apabila.

1. Kedudukan kedua senter tersebut tidak sepusat
2. Kedudukan kedua senter tidak harus sepusat misalnya untuk menghasilkan pembubutan yang tirus.

c. Alas (*Ways*)

Fungsi utama alas mesin bubut ada 3 yaitu :

- Tempat kedudukan kepala lepas
- Tempat kedudukan eretan (*cariage/support*)
- Tempat kedudukan penyangga diam(*steady rest*)

Alas yang terbentuk memanjang merupakan tempat tumpuan gaya-gaya pemakanan pahat saat membubut.

d. Eretan (*cariage/support*)

Eretan terdiri dari eretan atas dan eretan lintang.. Gerakan eretan itu melalui roda yang dihubungkan roda batang gigi panjang yang dipasang di bawah alas melalui penghantar.

- Eretan Lintang

Letaknya di atas eretan alas dan kedudukannya melintang terhadap alas. Fungsi eretan lintang adalah untuk memberikan tempat pemakanan pahat saat membubut bagian ujung pahat dengan putaran tiap pembagian ukurannya mengatur pemakanan pada bubut.

- Eretan Atas

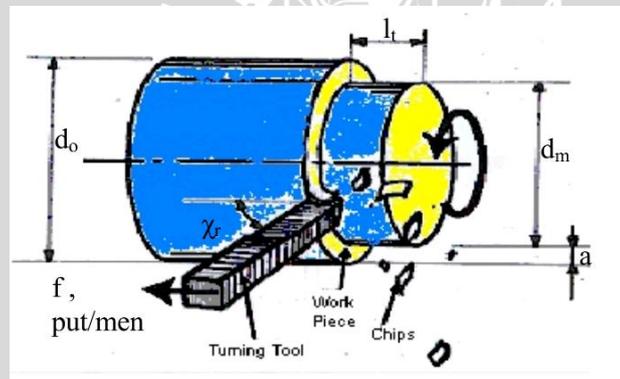
Letak eretan atas berada di atas eretan lintang dan diikat oleh baut dengan mur ikat. Fungsi eretan atas mesin bubut adalah memegang eretan perkakas bubut dan memberi gerakan yang diperlukan.

e. Chuck

Berfungsi sebagai tempat untuk mencekam benda kerja.

2.3.2 Parameter pemotongan

Elemen dasar pemotongan pada proses bubut adalah sebagai berikut:



Gambar 2.2 Elemen dasar pemotongan
Sumber : Widarto, dkk., (2008 : 158)

- Kecepatan pemotongan (*Cutting Speed*)

Kecepatan pemotongan adalah kecepatan keliling dari benda kerja melintasi ujung pahat, kecepatan pemotongan umumnya dinyatakan dalam satuan meter per menit (m/min).

Pemilihan kecepatan pemotongan yang benar adalah harus disesuaikan dengan material dari benda kerja yang dibubut dan material pahat yang digunakan, pemilihan kecepatan pemotongan yang terlalu tinggi menyebabkan ujung pahat mudah tumpul dan aus, sehingga banyak waktu yang terbuang untuk mengasah/menggerinda ataupun

mengganti pahat. Bila pemilihan kecepatan pemotongan terlalu rendah maka efisiensi kerja menjadi rendah.

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

Dimana:

v_c = Kecepatan pemotongan (m/min)

d = Diameter benda kerja (mm)

n = Putaran spindel (rpm)

Sebagian besar material benda kerja (*work piece*) telah dilakukan penelitian tentang besarnya kecepatan pemotongan yang sesuai dengan sifat material tersebut. Dari nilai kecepatan potong yang disarankan ini dapat menentukan kecepatan putaran *spindel* (n) yang sebaiknya digunakan.

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

Dimana:

n = Putaran spindel (rpm)

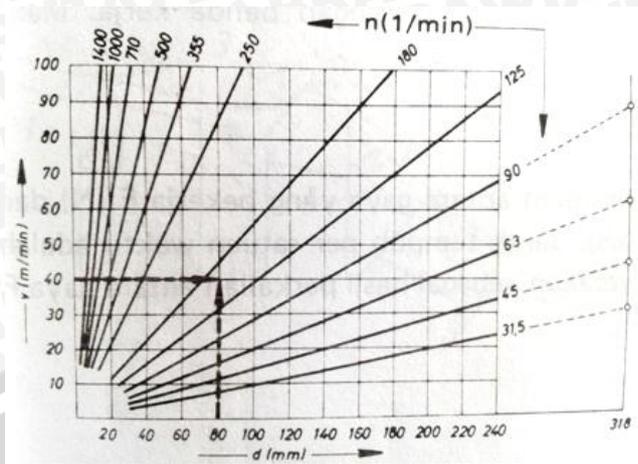
v = Kecepatan pemotongan (m/min)

d = Diameter benda kerja (mm)

Selain dengan cara perhitungan, untuk mengetahui angka putaran mesin yang ideal, dapat digunakan diagram angka putaran yang menampilkan hubungan antara kecepatan pemotongan dengan diameter terhadap angka putaran mesin.

a. Diagram pancar beroperasi

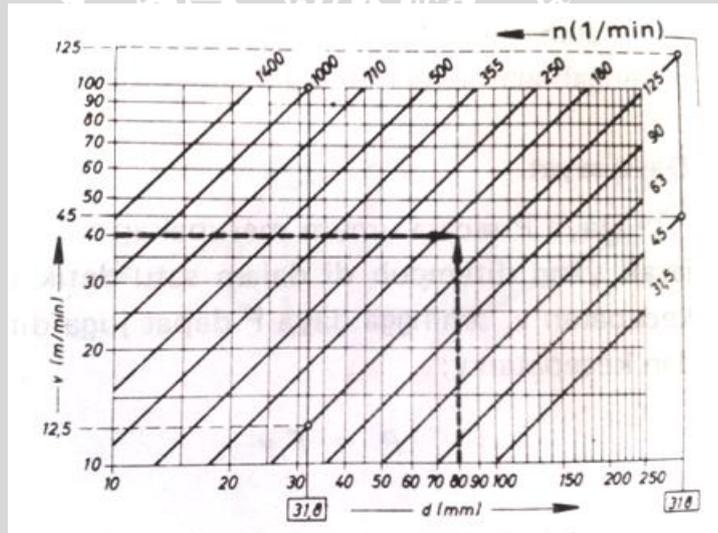
Pada sumbu mendatar disebarkan garis tengah, pada sumbu tegak kecepatan pemotongan dengan skala tertentu. Untuk mendapatkan nilai putaran, tarik garis vertikal pada diameter dan horisontal pada kecepatan pemotongan sehingga akan terjadi perpotongan. Titik potong inilah nilai putaran yang sesuai



Gambar 2.3 Diagram pancar
 Sumber : Schonmetz, 1990.

b. Diagram logaritma angka putaran

Pada diagram logaritma, angka putaran disebarkan pada sumbu mendatar, ukuran (logaritma) untuk garis tengah dan pada sumbu tegak ukuran kecepatan sayat. Garis angka putaran membentuk berkas garis paralel dan membentuk sudut 45° dengan sumbu mendatar.

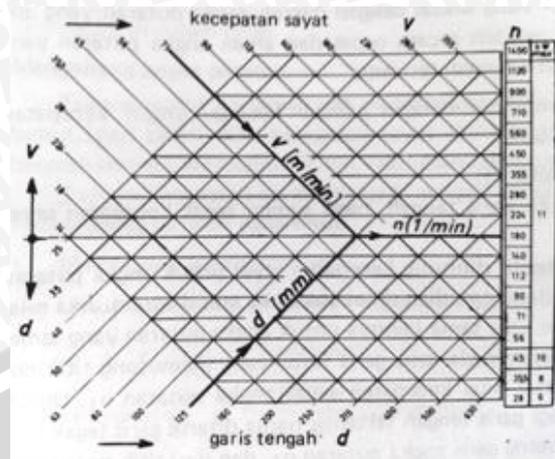


Gambar 2.4 Diagram logaritma angka putaran
 Sumber : Schonmetz, 1990.

c. Diagram angka putaran pada label mesin

Pada beberapa mesin bubut ditempelkan diagram angka putaran yang juga menunjukkan kedudukan engkol yang sesuai untuk menyatel angka putaran tertentu.

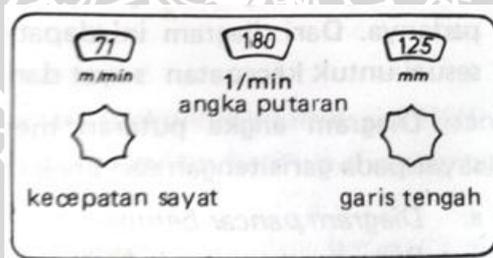




Gambar 2.5 Diagram angka putaran pada label mesin
 Sumber : Schonmetz, 1990.

d. Angka putaran dari penyetal angka putaran

Alat ini biasanya diletakkan pada kepala tetap. Dengan tombol sebelah kiri disetel kecepatan yang direncanakan, dengan garis tengah beda kerja. Maka di tengah alat akan muncul angka putaran yang sesuai.



Gambar 2.6 Angka putaran dari penyetal angka putaran
 Sumber : Schonmetz, 1990.

Kecepatan pemotongan yang akan digunakan dapat ditentukan berdasarkan material benda kerja dan material pahat yang digunakan. Untuk material benda kerja yang semakin keras maka kecepatan pemotongan harus dipilih yang rendah agar pahat tidak mudah aus, sedangkan jika material pahat yang digunakan keras seperti pahat karbida maka dipilih kecepatan yang tinggi untuk meningkatkan efisiensi kerja pembubutan.

- Kecepatan Pemakanan (*Feed Rate*)

Kecepatan pemakanan adalah jarak yang ditempuh oleh pahat potong untuk memotong benda kerja dalam satu putaran benda kerja.

$$v_f = f \cdot n \quad (\text{mm/min}) \quad (2-3)$$

Dimana:

v_f = Kecepatan pemakanan (m/min)

f = Pemakanan (mm)

n = Putaran spindel (rpm)

Contoh : apabila suatu pembubutan dengan kecepatan pemakanan diatur 0,4 mm maka pahat potong akan menempuh jarak 0,4 mm dalam setiap putaran benda kerja, proses pemakan benda kerja dengan variasi *feed*

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 karena kecepatan pemakan yang digunakan adalah rendah.

Dalam pembuatan ulir, *pitch* yang ditentukan juga merupakan besarnya *feed rate* yang dijalankan harus tetap atau konstan hingga akhir pengerjaan ulir.

- Kedalaman pemotongan

Kedalaman pemotongan adalah ketebalan geram (*chip*) yang akan dilepaskan oleh pahat dari benda kerja.

$$a = \frac{D-d}{2} \quad (\text{mm}) \quad (2-4)$$

dimana :

a = kedalaman pemotongan (mm)

D = diameter awal (mm)

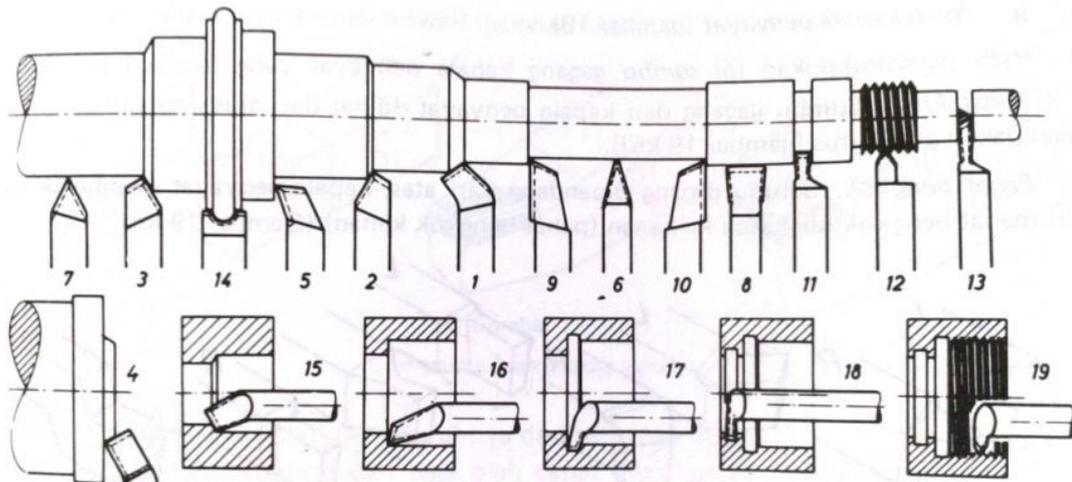
d = diameter akhir (mm)

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 cukup tinggi karena 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 rendah agar didapat kualitas permukaan yang baik.

2.3.3 Pahat

Beragam bentuk benda kerja yang akan dibuat di mesin bubut menuntut berbagai bentuk-bentuk pahat bubut untuk mempermudah dan mempercepat pekerjaan. Gambar berikut menunjukkan bentuk pahat bubut dan bentuk benda kerja yang dihasilkan.



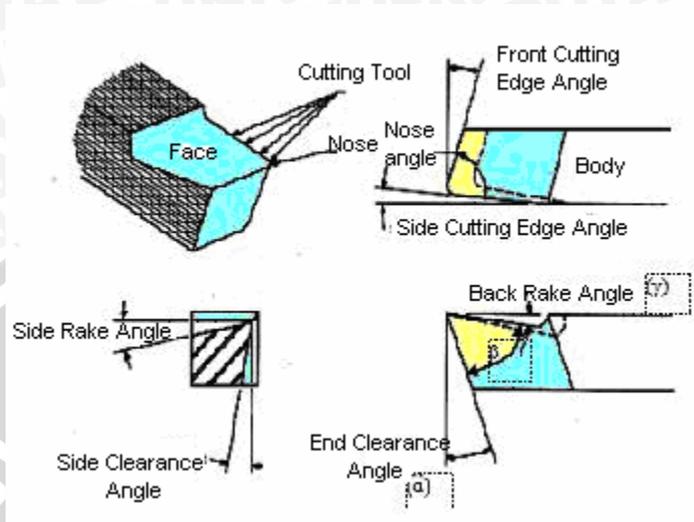
Gambar 2.7 Jenis-jenis pahat bubut
Sumber : Schonmetz, 1990.

Berdasarkan bentuknya, pahat bubut di atas dari kiri ke kanan adalah:

- | | |
|------------------------------|------------------------|
| 1. Pahat kikis tekuk kanan | 11. Pahat alur |
| 2. Pahat kikis lurus kanan | 12. Pahat ulir pucuk |
| 3. Pahat kikis lurus kiri | 13. Pahat penggal |
| 4. Pahat kikis samping kanan | 14. Pahat bubut bentuk |
| 5. Pahat pucuk samping kanan | 15. Pahat bubut dalam |
| 6. Pahat poles pucuk | 16. Pahat sudut dalam |
| 7. Pahat poles pucuk | 17. Pahat kait |
| 8. Pahat poles lebar | 18. Pahat kait |
| 9. Pahat bubut samping kanan | 19. Pahat ulir dalam |
| 10. Pahat bubut samping kiri | |

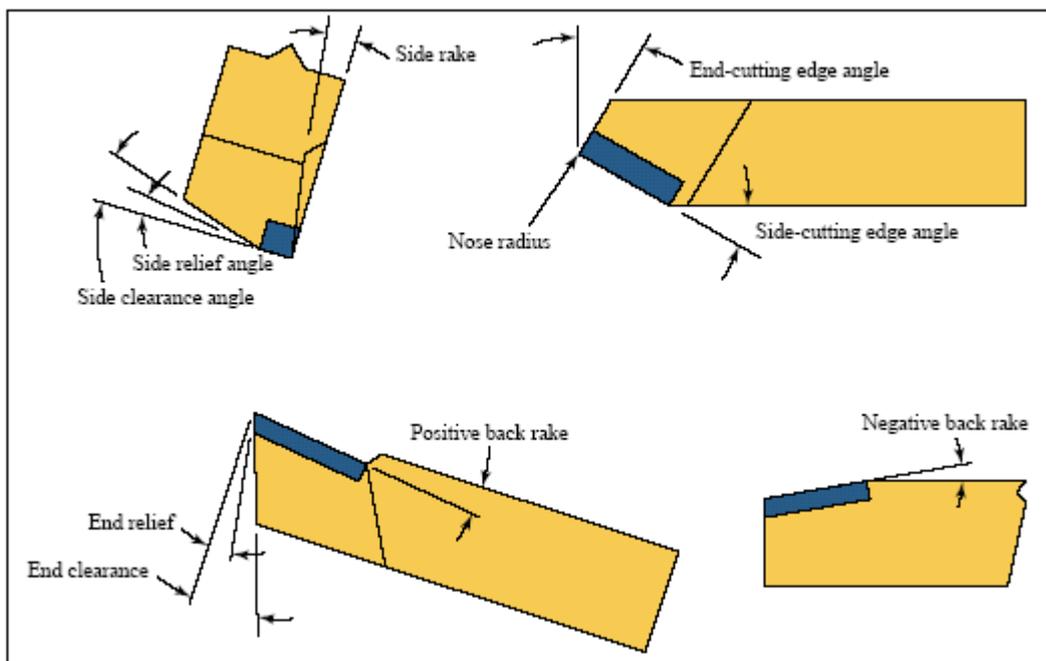
Geometri pahat bubut tergantung pada material benda kerja dan material pahat. Pada pahat ada tiga sudut yang paling pokok yaitu sudut beram (*rake angle*),

sudut bebas (*clearance angle*), dan sudut sisi potong (*cutting edge angle*). Sudut-sudut pahat HSS yang diasah dengan menggunakan mesin gerinda pahat (*Tool Grinder Machine*).



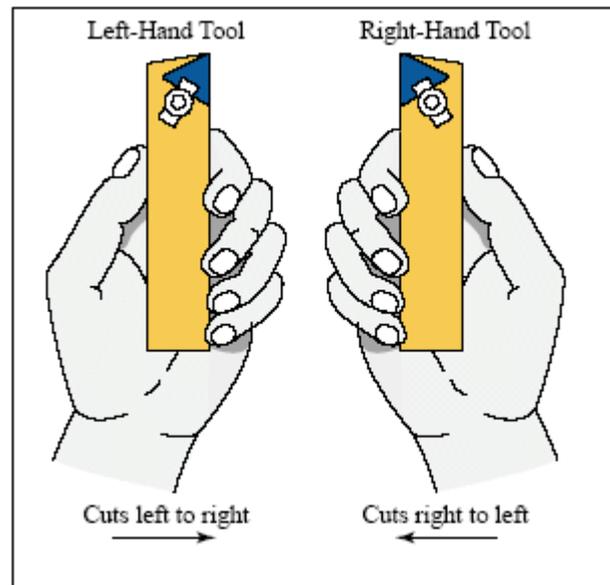
Gambar 2.8 Geometri pahat bubut HSS (Pahat diasah dengan mesin gerinda pahat).
Sumber: Widarto, dkk. (2008 : 155)

Sedangkan bila pahat tersebut adalah pahat sisipan (*insert*), maka dipasang pada *tool holder*.



Gambar 2.9 Geometri pahat bubut sisipan (*insert*).
Sumber: Widarto, dkk. (2008 : 156)

Selain geometri pahat tersebut pahat bubut bisa juga diidentifikasi berdasarkan letak sisi potong (*cutting edge*) yaitu pahat tangan kanan (*Right-hand tools*) dan pahat tangan kiri (*Left-hand tools*),

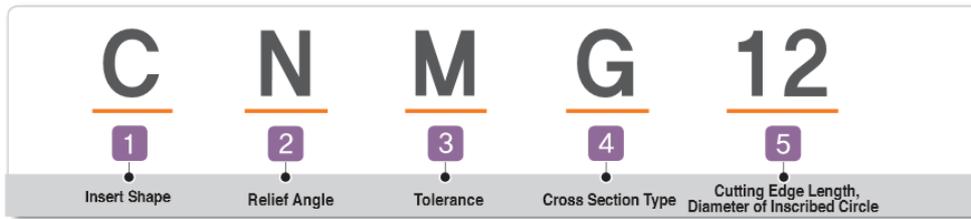


Gambar 2.10 Pahat tangan kanan (*Right-hand tools*) dan pahat tangan kiri (*Left-hand tools*)

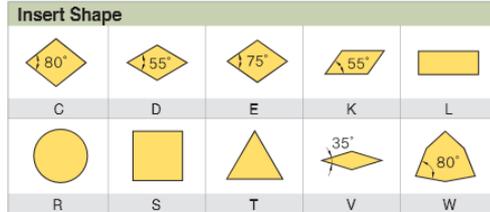
Sumber: Widarto, dkk. (2008 : 157).

Pada pahat insert terdapat kode menurut standart ISO. Dimana kode-kode tersebut menerangkan mulai dari bentuk sampai dengan bentuk *chip breaker*. Sehingga mempermudah dalam pemilihan pahat sesuai dengan kebutuhan.

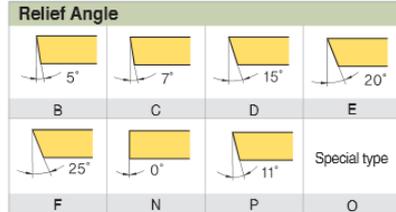
B Turning Insert Code System (ISO)



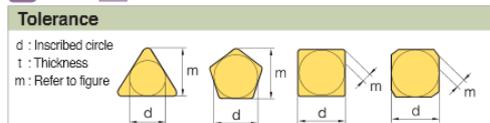
1 C N M G 12 04 08 - VM



2 C N M G 12 04 08 - VM



3 C N M G 12 04 08 - VM



Class	d	m	t
A	±0.025	±0.005	±0.025
C	±0.025	±0.013	±0.025
H	±0.013	±0.013	±0.025
E	±0.025	±0.025	±0.025
G	±0.025	±0.025	±0.13
J*	+0.05 ~ +0.15	±0.005	±0.025
K*	+0.05 ~ +0.15	±0.013	±0.025
L*	+0.05 ~ +0.15	±0.025	±0.025
M*	+0.05 ~ +0.15	±0.08 ~ ±0.20	±0.13
N*	+0.05 ~ +0.15	±0.08 ~ ±0.18	±0.025
U*	+0.08 ~ ±0.25	±0.13 ~ ±0.38	±0.13

*Sides are based on unground insert

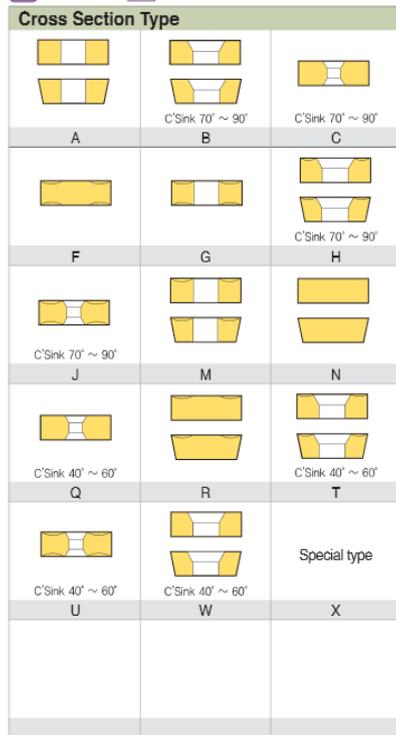
● Tolerance on C,E,H,M,O,P,R,S,T,W Insert Shape (Exceptional case)

d	Tolerance on d		Tolerance on m	
	J, K, L, M, N	U	M, N	U
6.35	±0.05	±0.08	±0.08	±0.13
9.525	±0.05	±0.08	±0.08	±0.13
12.7	±0.08	±0.13	±0.13	±0.20
15.875	±0.10	±0.18	±0.15	±0.27
19.05	±0.10	±0.18	±0.15	±0.27
25.4	±0.13	±0.25	±0.18	±0.38

● Tolerance on D Insert Shape (Exceptional case)

d	Tolerance on d	Tolerance on m
6.35	+0.05	±0.11
9.525	+0.05	±0.11
12.7	+0.08	±0.15
15.875	+0.10	±0.18
19.05	+0.10	±0.18

4 C N M G 12 04 08 - VM



B 14 KORLOY

Gambar 2.11 Kode-kode pada pahat insert menurut standar ISO
Sumber: Katalog pahat Korloy



Turning Insert Code System (ISO) **B**



5 C N M G **12** 04 08 - VM

Cutting Edge Length, Diameter of Incribed Circle

Symbol										IC	
c	d	s	T	R	W						
Metric										Inch	d(mm)
03	04	03	06	03	-	02	1.2(5)	3.97			
04	05	04	08	04	08	S3	1.5(6)	4.76			
05	06	05	09	05	09	03	1.8(7)	5.56			
-	-	-	-	06	-	-	-	6.00			
06	07	06	11	06	11	04	2	6.35			
08	09	07	13	07	13	05	2.5	7.94			
-	-	-	-	08	-	-	-	8.00			
09	11	09	16	09	16	06	3	9.525			
-	-	-	-	10	-	-	-	10.00			
11	13	11	19	11	19	07	3.5	11.11			
-	-	-	-	12	-	-	-	12.00			
12	15	12	22	12	22	08	4	12.70			
14	17	14	24	14	24	09	4.5	14.29			
16	19	15	27	15	27	10	5	15.875			
-	-	-	-	16	-	-	-	16.00			
17	21	17	30	17	30	11	5.5	17.46			
19	23	19	33	19	33	13	6	19.05			
-	-	-	-	20	-	-	-	20.00			
22	27	22	38	22	38	15	7	22.225			
-	-	-	-	25	-	-	-	25.00			
25	31	25	44	25	44	17	8	25.40			
32	38	31	54	31	54	21	10	31.75			
-	-	-	-	32	-	-	-	32.00			

() Symbol for small size insert

6 C N M G 12 **04** 08 - VM

Height of Cutting Edge

Symbol		Height of Cutting Edge(t)	
Metric	Inch	mm	Inch
01	1(2)	1.59	1/16
T0	1.125	1.79	9/128
T1	1.2	1.98	5/64
02	1.5(3)	2.38	3/32
T2	1.75	2.78	7/64
03	2	3.18	1/8
T3	2.5	3.97	5/32
04	3	4.76	3/16
05	3.5	5.56	7/32
06	4	6.35	1/4
07	5	7.94	5/16
09	6	9.52	3/8
11	7	11.11	7/16
12	8	12.70	1/2

() Symbol for small size insert

7 C N M G 12 04 **08** - VM

Nose Radius (Nose R)

Symbol		Corner Radius	
Metric	Inch	Metric	Inch
01	0	0.1	0.004
02	0.5	0.2	0.008
04	1	0.4	1/64
08	2	0.8	1/32
12	3	1.2	3/64
16	4	1.6	1/16
20	5	2.0	5/64
24	6	2.4	3/32
28	7	2.8	7/64
32	8	3.2	1/8
00	-	Round insert(Inch)	
M0	-	Round insert(Metric)	

8 C N M G 12 04 08 - VM

Chip Breaker for Turning



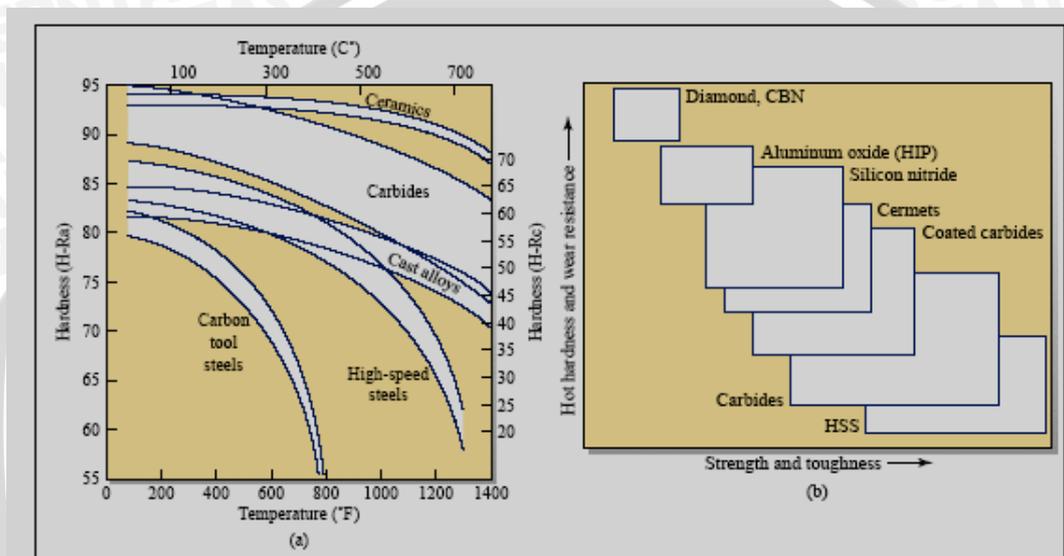
Gambar 2.12 Kode-kode pada pahat insert menurut standar ISO
Sumber: Katalog pahat Korloy

2.3.3.1 Material pahat

Pahat yang baik harus memiliki sifat-sifat tertentu, sehingga nantinya dapat menghasilkan produk yang berkualitas baik dan ekonomis. Kekerasan dan kekuatan dari pahat harus tetap ada pada temperatur tinggi, sifat ini dinamakan *Hot Hardness*.



Ketangguhan (*Toughness*) dari pahat diperlukan, sehingga pahat tidak akan atau retak terutama pada saat melakukan pemotongan dengan beban kejut. Ketahanan aus sangat dibutuhkan yaitu ketahanan pahat melakukan pemotongan tanda terjadi keausan yang cepat. Penentuan material pahat didasarkan pada jenis material benda kerja dan kondisi pemotongan (pengasaran, adanya beban kejut, penghalusan). Material pahat yang ada ialah baja karbon sampai dengan keramik dan intan. Sifat dari beberapa material pahat ditunjukkan di bawah ini.



Gambar 2.13 (a) Kekerasan dari beberapa macam material pahat sebagai fungsi dari temperatur, (b) jangkauan sifat material pahat Material pahat.

Sumber: Widarto, dkk. (2008 : 160)

Material pahat dari HSS (*High Speed Steel*) dapat dipilih jenis M atau T. Jenis M berarti pahat HSS yang mengandung unsur *Molibdenum*, dan jenis T berarti pahat HSS yang mengandung unsur *Tungsten*. Beberapa jenis HSS dapat dilihat pada di bawah ini.

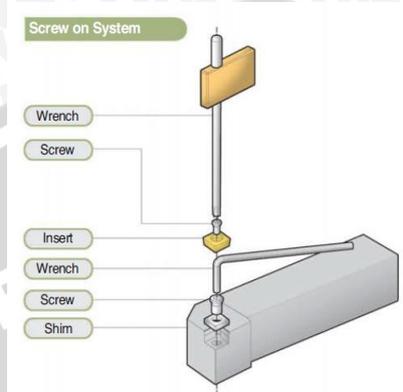
Tabel 2.1. Jenis pahat HSS

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

Sumber: Widarto, dkk. (2008 : 161)

2.3.3.2 Tool holder

Tool holder adalah suatu alat yang digunakan untuk memegang pahat sisipan atau *insert*. Sama seperti pahat *insert*, *tool holder* juga mempunyai berbagai macam bentuk dan ukuran.



Gambar 2.14 Skema pemasangan pahat pada *tool holder*
 Sumber: Katalog pahat Korloy

Tabel 2.2. spesifikasi *tool holder* SDJCR/L

Designation	Stock		H	W	L	S	h	Ø	Insert	Screw	Shim	Shim Screw	Wrench
	R	L											
SDJCR/L 1010-E07	●		10	10	70	12	10	15					
1212-F07	●	●	12	12	80	16	12	15	DC□□0702□□	FTKA0295	-	-	TW07P
1616-H07	●		16	16	100	20	16	18					
2020-K07	●		20	20	125	25	20	15					
1212-F11	●		12	12	80	16	12	15					
1616-H11	●		16	16	100	20	16	24	DC□□11T3□□	FTGA03512	SD3S	SHN0509F	TW15P, HW3SL
2020-K11	●		20	20	125	25	20	24					
2525-M11	●		25	25	150	32	25	29					

(mm)

● : Applicable inserts, see pages B35, B46 ● : Stock item ○ : Under preparing for stock

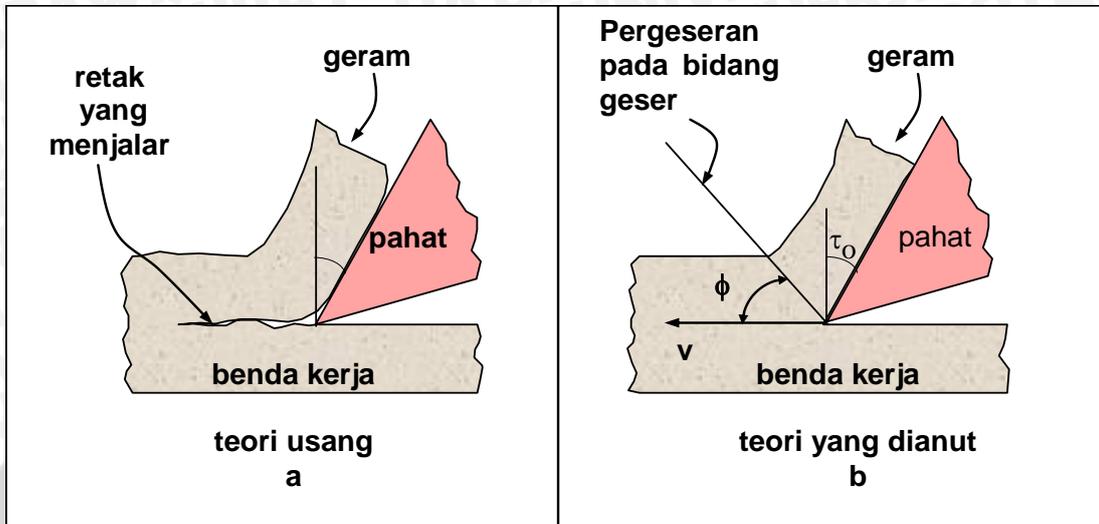
Sumber: Katalog pahat Korloy

2.3.4 Mekanisme Pembentukan Geram

Pada mulanya diperkirakan bahwa geram terbentuk karena adanya retak rambut (*micro crack*) yang timbul pada benda kerja tepat diujung pahat pada saat pemotongan dimulai. Dengan bertambahnya tekanan pahat, retak rambut tersebut menjalar kedepan sehingga terjadilah geram, lihat gambar 2.15a, itu merupakan teori usang, karena logam yang pada umumnya bersifat ulet (*ductile*) apabila mendapat tekanan akan timbul tegangan (*stress*) didaerah sekitar konsentrasi gaya penekanan dari pahat. Tegangan pada logam (benda kerja) tersebut mempunyai orientasi yang kompleks dan pada salah satu arah akan terjadi tegangan geser



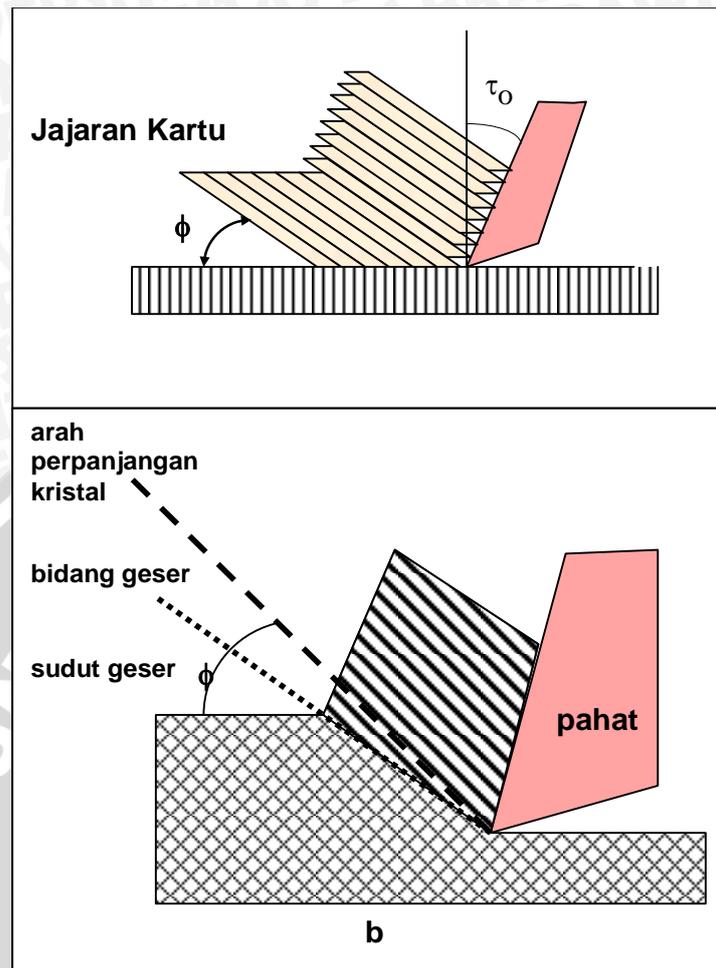
(*shearing stress*) yang maksimum. Apabila tegangan geser ini melebihi kekuatan logam yang bersangkutan maka akan terjadi deformasi plastis (perubahan bentuk) yang menggeser dan memutuskan material benda kerja diujung pahat pada suatu bidang geser (*shear plane*), lihat gambar 2.15b.



Gambar 2.15 Teori tentang pembentukan geram
Sumber: Taufiq Rochim (1985: 22)

Bidang geser mempunyai lokasi tertentu yang membuat sudut terhadap vektor kecepatan potong, dan dinamakan dengan sudut geser (*shear angle*, ϕ). Proses terbentuknya geram tersebut dapat diterangkan dengan analogi tumpukan kartu sebagai berikut :

Bila setumpukan kartu dijajarkan dan diatur dengan sedikit miring (sesuai dengan sudut geser, ϕ) kemudian didorong dengan papan (penggaris) yang membuat sudut terhadap garis vertikal (sesuai dengan sudut geram, τ_0) maka kartu diujung papan akan tergeser keatas relatif terhadap kartu dibelakangnya. Pergeseran itu berlangsung secara berurutan dan kartu terdorong melewati bidang atas papan, lihat gambar 2.16a. Analogi kartu tersebut menerangkan keadaan sesungguhnya dari kristal logam (struktur butir metalograpis) yang terdeformasi sehingga merupakan lapisan tipis yang tergeser pada bidang geser. Arah perpanjangan kristal (*crystal elongation*) membuat sudut (τ_c) sedikit Lebih besar dari sudut geser, lihat gambar 2.16b.



Gambar 2.16 Pembentukan geram dan deformasi bahan
Sumber: Taufiq Rochim (1985: 23)

Proses deformasi tersebut tidak berlangsung secara mendadak pada bidang geser melainkan melalui daerah yang sempit dengan kecepatan regangan geser (*shear strain*) yang sangat cepat ($0,05 \mu/\text{sec}$).

2.3.4.1 Komponen gaya pembentukan geram

Suatu analisis mekanisme pembentukan geram yang dikemukakan oleh *Merchant* mendasarkan teorinya atas model pemotongan sistem tegak (*orthogonal system*). Sistem pemotongan tegak merupakan penyederhanaan dari sistem pemotongan miring (*oblique system*) dimana gaya dan komponennya hanya dianalisa pada suatu bidang. beberapa asumsi yang digunakan dalam menganalisa model adalah :

- Mata potong pahat sangat tajam tidak menggosok atau menggaruk benda kerja

- Deformasi terjadi hanya dalam dua dimensi.
- Distribusi tegangan yang merata pada bidang geser.
- Gaya aksi tegangan dari pahat terhadap geram adalah sama besar dan segaris (tidak menimbulkan momen kopel),

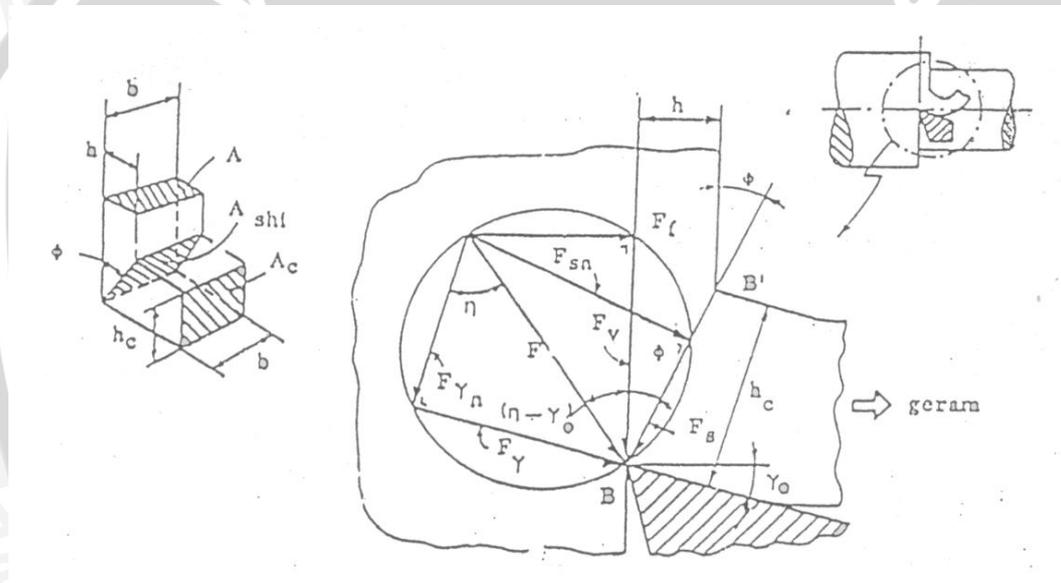
Karena sistem gaya dipandang hanya pada satu bidang (bukan ruang), maka gaya total dapat dipecahkan menjadi dua komponen gaya yang saling tegak lurus. Tergantung dari cara pemisahan komponen, dalam hal ini dapat dikemukakan tiga cara yaitu :

- 1 Gaya total (F) ditinjau terhadap proses deformasi material, dapat dipecahkan kedalam 2 komponen :
 - F_s = gaya geser yang mendeformasikan material pada bidang geser sehingga melampaui batas elastis.
 - F_{sn} = gaya normal pada bidang geser yang menyebabkan pahat tetap menempel pada benda kerja.
- 2 Gaya total (F) dapat diketahui arah dan besarnya dengan cara membuat dinamometer (alat ukur gaya, dimana pahat dipasang padanya dan alat tersebut dipasang pada mesin perkakas) yang mengukur 2 komponen gaya :
 - F_v = gaya potong, searah dengan kecepatan potong.
 - F_f = gaya makan, searah dengan kecepatan makan.
- 3 Gaya total (F) yang bereaksi pada bidang geram (A_τ , *face*, bidang pada pahat dimana geram mengalir) dipecah menjadi dua komponen untuk menentukan koefisien gesek dari geram terhadap pahat :
 - F_τ = gaya gesek pada bidang geram.
 - F_{tn} = gaya normal pada bidang geram.

Karena berasal dari satu gaya yang sama mereka dapat dilukiskan pada suatu lingkaran dengan diameter sama dengan gaya total (F), dari gambar 2.17. Lingkaran tersebut digambarkan persis diujung pahat sedemikian rupa sehingga semua komponen gaya menempati lokasi seperti yang dimaksud. Gambar ini merupakan sistem gaya pada pemotongan orthogonal dan dalam prakteknya dapat didekati

dengan menggunakan pahat dengan sudut $K_r = 90^\circ$ dan sudut $s = 0^\circ$ dengan kecepatan potong jauh lebih tinggi dari pada kecepatan makan.

Sewaktu pemotongan mulai berlangsung, gaya potong F_v akan membesar. Daerah dimuka mata potong akan menderita tegangan geser dengan orientasi dan harga yang bervariasi. Salah satu bidang akan menderita tegangan geser yang terbesar, dan dengan naiknya gaya potong maka tegangan geser pada bidang tersebut (bidang geser) akan melampaui batas elastis (*yield*) sehingga terjadi deformasi plastis yang menyebabkan terbentuknya geram. Bila hal ini telah terjadi maka gaya potong telah mencapai harga maksimum (tak mungkin naik lagi). Berdasarkan analisis geometrik dari lingkaran gaya, gaya potong F dapat diturunkan rumus berdasarkan sebagai berikut :



Gambar 2.17 Lingkaran gaya pemotongan (Lingkaran Merchant)
Sumber: Taufiq Rochim (1985: 25)

$$F_v = F \cos (\phi - \tau_0) \text{ dan } F_s = F \cos (\phi + (\phi - \tau_0)) \quad (2-5)$$

$$\text{Maka } F_v = \frac{F \cos (\phi - \tau_0)}{\cos (\phi + (\phi - \tau_0))}$$

Gaya geser F_s dapat diganti dengan penampang bidang geser dan tegangan geser yang terjadi padanya,

$$F_s = A_{shi} \cdot \sigma_{shi} ; N \quad (2-6)$$

Dimana: σ_{shi} = Tegangan geser pada bidang geser ; N/mm^2

A_{shi} = Penampang bidang geser

$$= A / \sin \emptyset, \text{ mm}^2$$

A = Penampang geram sebelum terpotong

$$= b \cdot h ; \text{ mm}^2$$

Maka dengan demikian rumus gaya potong

$$F_v = \sigma_{shi} \cdot b \cdot h \frac{\cos(\alpha - \tau_0)}{\sin \emptyset \cdot \cos(\emptyset + (\alpha - \tau_0))} ; \text{ N} \quad (2-7)$$

dari rumus (2-7) dapat disimpulkan beberapa variabel yang mempengaruhi gaya pemotongan sebagai berikut :

1. Tegangan geser (dinamis) menentukan besarnya gaya potong, dengan demikian kekuatan benda kerja merupakan faktor penentu dalam proses pemesinan. Dalam praktek telah diketahui bahwa untuk benda kerja aluminium lebih rendah dari pada gaya potong benda kerja baja. Dalam hal ini perlu dicatat bahwa tegangan geser tersebut harganya tidak dapat diukur secara langsung melalui percobaan tarik yang umum dilakukan bagi test kekuatan logam, sebab kecepatan regangnya yang terjadi dalam proses pemesinan sangat tinggi.
2. Semakin besar penampang geram, gaya potong akan semakin besar.
3. Sudut geram, sudut geser dan sudut gesek (ditentukan oleh koefisien gesek μ) menentukan besarnya gaya potong. Dari rumus 2-7) diatas pengaruh dari masing-masing sudut tersebut terhadap gaya potong belum terlihat dengan jelas, untuk itu perlu ditelaah satu persatu.

2.3.4.2 Daya dan efisiensi pemotongan

Daya pemotongan dalam proses pembentukan geram ditentukan oleh gaya pemotongan dengan kecepatan pemotongan (kecepatan pahat relatif terhadap benda kerja), atau momen puntir pada pahat dengan kecepatan putarannya. Gaya atau momen puntir tersebut dapat diukur secara langsung dengan memakai dinamo meter. Karena salah satu komponen gaya tersebut umumnya tidak melakukan gerakan, maka daya pemotongan (pembentukan geram) adalah

$$N_{ct} = N_c + N_f ; \text{ kW} \quad (2-8)$$

dimana: N_{ct} = daya pemotongan total ; kW

$$N_c = \text{ daya potong ; kW}$$

N_f = daya makan ; kW

Untuk proses membusut

$$N_c = \frac{F_v \cdot v}{60.000} ; \text{kW}$$

$$N_c = \frac{F_v \cdot v_f}{60.000} ; \text{kW}$$

dimana: F_v = gaya potong ; N

v = kecepatan potong ; m/min

F_f = gaya makan ; n (1/2 s.d 3/4 F_v tergantung dari kondisi pemotongan)

v_f = kecepatan makan

$$= f \cdot n ; \text{mm/min}$$

Karena N_f jauh lebih kecil dari N_c maka dapat diabaikan sehingga daya total pemotongan adalah

$$N_{ct} = N_c = \frac{F_v \cdot v}{60.000} ; \text{kW} \quad (2-9)$$

Daya pemotongan tersebut diatas adalah daya yang terpakai dalam proses pembentukan geram. Selain daya pemotongan motor mesin perkakas juga harus memikul daya yang hilang untuk menggerakkan kornponen mesin dan karena gesekan dalam sistem transmisi daya pada mesin perkakas yang bersangkutan. maka daya yang dipakai dalam proses pemesinan adalah

$$N_{mc} = N_c + N_{ml} ; \text{kW} \quad (2-10)$$

dimana: N_{mc} = daya pemesinan (*consumed power*), yang dapat diukur dengan WATT meter ; kW

N_c = daya potong (*cutting power*), yang dihitung berdasarkan hasil pengukuran dengan dinamo meter ; kW.

N_{ml} = daya hilang (*power loss*) ; kW.

Oleh karena itu efisiensi pemesinan adalah

$$\eta = \frac{N_c}{N_{ml}} \cdot 100\% \quad (2-11)$$

Efisiensi pemesinan berkisar dari 20 % sampai dengan 75 %, tergantung pada Jenis proses dan kondisi pemotongan. Semakin berat kondisi pemotongan

(penampang geram yang besar atau kecepatan penghasilan geram yang tinggi) umumnya efisiensi pemesinan akan tinggi.

Setiap mesin perkakas mempunyai karakteristik tertentu yang berhubungan dengan daya. Karakteristik daya tersebut dapat diselidiki dengan mengukur daya idel (*idle power*) yaitu daya yang dipakai motor listrik (diukur dengan watt meter) sewaktu mesin perkakas dijalankan dengan benda kerja dalam keadaan terpasang (dan peralatan tambahan jika ada atau akan digunakan) pada berbagai kecepatan potong dan kecepatan makan dalam keadaan tanpa memotong (posisi pahat sedikit dijauhkan dari benda kerja). Berdasarkan daya nominal motor (nominal power) tertulis pada motor listrik) maka daya yang masih tersisa untuk dimanfaatkan dalam proses pemesinan adalah:

$$N_{mr} = N_{mn} + N_{mo} \quad (2-12)$$

dimana: N_{mr} = daya tersedia (*useful power*) ; kW

N_{mn} = daya nominal, tertulis pada motor listrik ; kW

N_{mo} = daya idel (*idle power*), diukur dengan watt meter dalam keadaan tanpa memotong ; kW

Catatan: adanya beban yang lebih besar sewaktu memotong maka gesekan pada komponen transmisi daya mesin perkakas Juga akan lebih besar sehingga umumnya $N_{ml} > N_{mo}$

Dengan demikian karakteristik daya mesin perkakas dapat dinilai berdasarkan efisiensi mekanis, yaitu leh karena itu efisiensi pemesinan adalah

$$\eta_m = \frac{N_{mr}}{N_{mn}} \cdot 100\% \quad (2-13)$$

Pada kondisi yang terberat (putaran tinggi), mesin perkakas dianggap bagus bila efisiensi mekanisnya cukup tinggi. Mesin perkakas direncanakan sesuai dengan kebutuhan. Umumnya motor penggerak yang dipilih mempunyai daya nominal yang sesuai dengan kekuatan (*strength*) serta kekakuan (*rigidity*) dari komponen utama mesin perkakas. Oleh sebab itu sebaiknya daya tersedia kita manfaat sepenuhnya. Dalam praktek hal ini tidak selalu mungkin karena pertimbangan terhadap faktor pembatas teknologis yang lain seperti ketelitian geometris maupun kehalusan permukaan produk. Untuk mengukur sampai seberapa jauh daya yang tersedia tersebut dimanfaatkan, dapat dihitung prosentase beban , yaitu

$$\eta_l = \frac{N_c}{N_{mn}} \cdot 100\% \quad (2-14)$$

Secara mekanis penurunan daya nominal motor mesin perkakas sampai menjadi daya yang digunakan (daya potong). Selain dengan menghitung efisiensi pemesinan (η_c) atau prosentase beban (η_l), maka kondisi suatu proses pemesinan dapat pula dinilai berdasarkan energi pemotongan spesifik (*specific cutting energy*) sebagai berikut :

$$E_{sp} = \frac{N_c}{z} \cdot 60.000 ; J/cm^3 \quad (2-15)$$

dimana: N_c = daya potong ; kW

Z = kecepatan penghasilan geram ; cm^3/min

Selain pengaruh oleh jenis proses pemesinan dan kondisi pemotongan yang digunakan, energi pemotongan spesifik merupakan karakteristik material benda kerja. Oleh sebab itu kadang kala dipakai sebagai salah satu ukuran dalam menentukan tingkat kemudahan material benda kerja untuk dibentuk dalam proses pemesinan, dan disebut sifat mampu mesin (*machinability*).

2.3.4.3 Gaya pemotongan empirik

Besarnya gaya dan daya pemotongan merupakan informasi yang amat diperlukan dalam perencanaan mesin perkakas, karena hal ini merupakan titik tolak setiap perhitungan dan analisa perencanaan bagi setiap Jenis mesin perkakas. Demikian pula dalam halnya dalam perencanaan proses pemesinan, dimana gaya dan daya pemotongan merupakan akan merupakan faktor kendala yang perlu diperhitungkan. Gaya pemotongan yang bereaksi pada pahat dan benda kerja, yang selanjutnya diteruskan pada bagian-bagian tertentu pada mesin perkakas akan mengakibatkan lenturan. Meskipun lenturan itu kecil, mungkin sudah cukup menjadi penyebab terjadinya kesalahan geometrik produk maupun sebagai sumber getaran yang dapat memperpendek umur pahat. Kondisi pemotongan dapat direncanakan, dan dari hasil perhitungan daya pemotongan maka dapat ditentukan ukuran/kemampuan mesin perkakas yang akan dipilih atau mungkin juga diperlukan modifikasi kondisi pemotongan tersebut berhubungan dengan keterbatasan daya mesin perkakas yang tersedia.

Gaya pemotongan teoritik telah dibahas, akan tetapi karena adanya penyederhanaan dan anggapan yang mendasari penurunan rumus tersebut, maka jelas bahwa rumus teoritik ini tidak dapat digunakan dengan leluasa didalam perencanaan proses pemesinan yang sesungguhnya. tetapi tetap dibutuhkan adanya suatu bentuk rumus empirik yang menggambarkan hubungan antara gaya pemotongan dengan variabel-variabel dalam proses pemesinan.

2.3.4.4 Bentuk rumus empirik bagi gaya potong

Dari analisa teoritik tentang proses pembentukan geram telah disinggung bentuk rumus gaya potong, yaitu

$$F_v = \sigma_{shi} \cdot b \cdot h \cdot \frac{\cos(\phi - \tau_o)}{\sin \phi \cdot \cos(\phi + (\phi - \tau_o))} ; N \quad (2-16)$$

Dimana: F_v = gaya potong ; N

σ_{shi} = tegangan geser dinamik, yang merupakan sifat benda kerja dalam hubungannya dengan proses pemotongan ; N/mm^2

A = $b \cdot h$
= penampang geram sebelum terpotong ; mm^2

τ_o = sudut geram, karakteristik geometri pahat ; $^\circ$

ϕ = sudut geser, merupakan sifat benda kerja dalam proses pemotongan dan dipengaruhi oleh material pahat dan geometri pahat serta kondisi pemotongan.

ϕ = sudut gesek, yang menentukan ratio antara gaya normal dan gaya tangensial dari geram pada bidang geram pahat, dipengaruhi oleh kondisi pemotongan.

Rumus teoritik gaya potong diatas diturunkan dalam analisa proses pemotongan orthogonal, yang berate sudut potong utama (K_r) berharga 90° serta sudut miring (s) berharga nol, Pada kondisi tersebut dianggap hanya ada 2 komponen gaya yaitu gaya potong seperti rumus diatas dan gaya makan seperti rumus berikut :

$$F_x = F_v \tan(\phi - \tau_o) ; N \quad (2-17)$$

Dengan memperhatikan rumus teoritiknya, rumus empirik gaya potong dapat diperkirakan sebagai berikut

$$F_v = K_s \cdot A ; N \quad (2-18)$$

Dimana: F_v = gaya potong ; N

K_s = gaya potong spesifik, N/mm²

A = $b \cdot h$

= penampang geram sebelum terpotong ; mm²

Berdasarkan bentuk rumus gaya potong teoritik, jelas bahwa gaya potong spesifik (K_s) dalam rumus empirik diatas akan dipengaruhi pahat (Jenis dan geometrinya), benda kerja (jenis dan kondisi fisik / pengerjaannya), dan kondisi pemotongan serta jenis proses pemesinan yang dapat mempunyai ciri spesifik.

Selanjutnya kedua komponen gaya pemotongan yang lain yaitu gaya makan (F_f) dan gaya radial/normal (F_y) dalam hal ini diusahakan untuk dilihat korelasinya terhadap gaya potong, karena gaya potong dianggap sebagai komponen gaya yang terpenting.

Dari rumus teoritik terlihat bahwa gaya makan berbanding lurus dengan gaya potong, sehingga diharapkan demikian pula halnya dengan rumus empiriknya.

Untuk mengetahui korelasi (hubungan fungsional) antara gaya potong spesifik K_s dengan variabel proses prosedur pemotongan, maka dilakukan percobaan dengan sebagai berikut :

Dipilih suatu kombinasi jenis pahat dan benda kerja yang tertentu.

- Geometri pahat ditentukan dan sementara ini tidak dilakukan perubahan harga-harga sudutnya.
- Batas keausan tepi maksimum ($VB = 0,1$ mm). Untuk pahat dari karbida mungkin cukup diperlukan satu sisipan, sedangkan bagi pahat HSS mungkin diperlukan pengasahan diantara selang tertentu selama percobaan berlangsung yaitu jika keausan melebihi batas keausan maksimum.
- Langkah pertama adalah untuk melihat pengaruh kecepatan potong spesifik, kemudian diikuti dengan perubahan kedalaman potong dan gerak makan untuk melihat pengaruhnya terhadap K_s .

Setelah gaya potong dibagi dengan penampang geram ($A = f \cdot a$), maka hasilnya yaitu K_s diplot terhadap kecepatan potong v , kedalaman potong a , dan gerak makan f , dengan menggunakan kertas grafik skala logaritmik. Kesimpulan dari percobaan tersebut adalah sebagai berikut :

1. Semakin tinggi kecepatan potong, harga K_s akan menurun. Hal ini disebabkan oleh naiknya temperatur pemotongan, dimana kekuatan logam akan melemah dengan naiknya temperatur.
2. Ada kecenderungan penurunan harga K_s bila kedalaman potong a diperbesar. Akan tetapi karena perbedaan harganya relatif kecil maka dalam prakteknya pengaruh tersebut dapat diabaikan.
3. Dengan naiknya gerak makan f , maka harga K_s akan menurun.

Untuk percobaan dengan jenis benda kerja yang lain hasil yang diperoleh menunjukkan kemiripan dengan hasil dari percobaan yang telah dibahas diatas. oleh karena itu sebagai kesimpulan umum dapat dituliskan rumus korelasi antara K_s dengan variabel pemesinan sebagai berikut

$$K_s = K_{s\ 1.1} \cdot h^{-z} \quad (2-19)$$

Dimana: K_s = gaya potong spesifik ; N/mm² atau J/cm³

kadangkala disebut juga dengan nama tahanan potong spesifik (specific cutting resistance) atau energi pemotongan spesifik (specific cutting energy)

$K_{s\ 1.1}$ = Gaya potong spesifik referensi ; N/mm² merupakan harga K_s ekstrapolatif, yaitu untuk proses pemesinan dengan $a \cdot f = 1.1 = 1\text{mm}^2$ dan berlaku bagi sudut potong utama $K_r = 90^\circ$

h = tebal geram sebelum terpotong , mm²

z = tebal geram ; rata-rata berharga - 0,2

Dari percobaan dengan menggunakan beberapa jenis benda kerja dapat diperoleh beberapa harga $K_{s\ 1.1}$ sebagaimana tabel 2-3. Tabel tersebut berlaku bagi proses membubut dengan pahat karbida dengan geometri dan kondisi pemotongan sebagai berikut :

- $K_r = 90^\circ$; $\tau_o = 6^\circ$; $s = 0$; $r_e = 1,8\text{ mm}$
- Kecepatan potong = 100 sampai dengan 200 m/min.
- Keausan tepi belum terlihat dengan Jelas ($< 0,1\text{ mm}$)
- Rasio kerampingan geram (chip slenderness ratio)
- $b/h = 2$ sampai dengan 10.

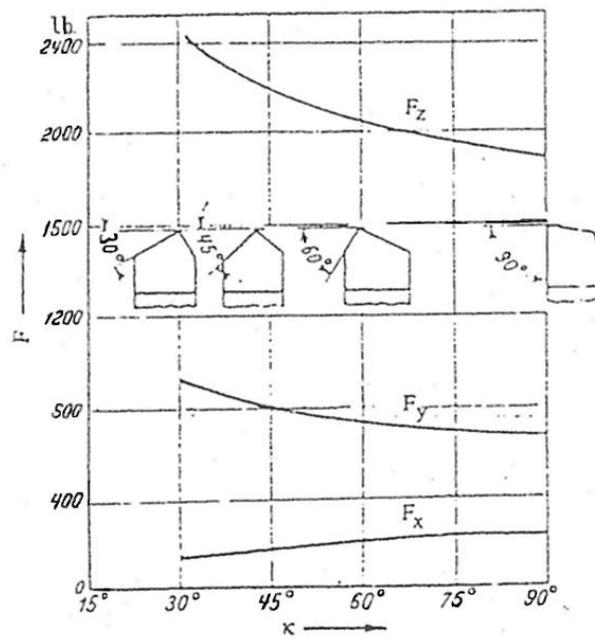
Untuk penentuan harga $K_{S\ 1.1}$ pemotongan tidak sesuai dengan kondisi pemotongan diatas, maka dapat dipakai rumus pendekatan yang sering digunakan dalam praktek, yaitu :

$$K_S = K_{S\ 1.1} \cdot f^{-z} \cdot C_K \cdot C_\tau \cdot C_{VB} \cdot C_V \quad (2-20)$$

dimana harga C_K , C_τ , C_{VB} dan C_V adalah faktor koreksi yang harganya didasarkan dari beberapa hasil percobaan sebagai berikut :

1. Pengaruh Sudut Potong Utama K_r

Semakin kecil harga sudut K_r maka harga $K_{S\ 1.1}$ akan semakin besar sehingga harga gaya potong F_V atau F_Z dan gaya radial F_Y akan membesar dan sebaliknya gaya potong F_X akan menurun seperti pada gambar 2.18. Faktor korelasi akibat pengecilan sudut K_r ada pada tabel 2.4.



Gambar 2.18 Pengaruh sudut K_r terhadap Gaya Pemotongan F_x , F_y dan F_z
Sumber: Taufiq Rochim (1985: 192)

Tabel 2.3 Harga gaya potong spesifik

Benda Kerja	σ_u , Kekuatan Tarik (UTS), atau kekerasan Brinell: N/mm ²	Pangkat h rata-rata Z - 0,2
		k_s 1.1 (N/mm ²)
Baja struktur C 0,35 % C 0,25 - 0,6 % C 0,6 - 1 %	500	1500
	500 s.d 700	1650
	700 s.d 1000	1800
Baja Paduan (kondisi annealed)	700 s.d 850	1650
	700 s.d 1000	1800
	1000 s.d 1400	1950
	1400 s.d 1800	2170
Baja Maganese, M _n Steel (annealed)	500 s.d 800	1650
Baja Antikarat (Stainless Steel) Kondisi = Austenitic Ferrite	-	1720
	-	1500
Baja Tuang (Cast Steel) GS 40 GS 50 GS 65	500	1300
	500 s.d 650	1420
	650	1570
Besi Tuang (Cast Iron) White Cast Iron Annealed Cast Iron	BHN < 200	960
	BHN > 200	1300
	BHN < 500	2020
	BHN > 500	2250
Tembaga (Copper)	-	750
Perunggu (Phosphor Bronze)	-	1200
Kuningan (Brass)	-	530
Paduan Al. Mg	-	370
Plastik, Ebonit, Fiber	-	190

Sumber: Taufiq Rochim (1985: 193)

Berdasarkan data tersebut maka dapat dicari korelasi antara gaya potong spesifik referensi dengan kekuatan tarik, dan hanya berlaku bagi berbagai jenis baja,

$$\text{yaitu: } K_{s\ 1,1} = 144 \cdot \sigma_u^{0.37}$$

Tabel 2.4 Faktor koreksi C_k

Kr	Jenis Pahat	
	Karbida	Keramik
90°	1	1
80°	1.014	1.016
60°	1.041	1.059
55°	1.057	1.083
50°	1.077	1.110
45°	1.102	1.149

Sumber: Taufiq Rochim (1985: 192)

2. Pengaruh Sudut Geram τ_o

Semakin kecil sudut geram, maka harga $K_{s\ 1,1}$ akan semakin besar. Sebagai gambaran umum, setiap perubahan sudut geram 1° akan merubah harga $K_{s\ 1,1}$ sebesar 1% .

Tabel 2.5 Faktor koreksi C_τ

τ_o	C_τ
15°	0.91
10°	0.96
6°	1.00
0°	1.06
-6°	1.12

Sumber: Taufiq Rochim (1985: 194)

3. Pengaruh Panjang Keausan Tepi VB

Setiap kenaikan panjang keausan tepi sebesar 0.1 mm , akan menaikkan gaya potong sebesar 4%

Tabel 2.6 Faktor koreksi C_{VB}

VB	C_{VB}
0.1	1.04
0.2	1.08
0.3	1.12
0.4	1.16
0.5	1.20
0.6	1.24
0.7	1.28
0.8	1.30

Sumber: Taufiq Rochim (1985: 194)

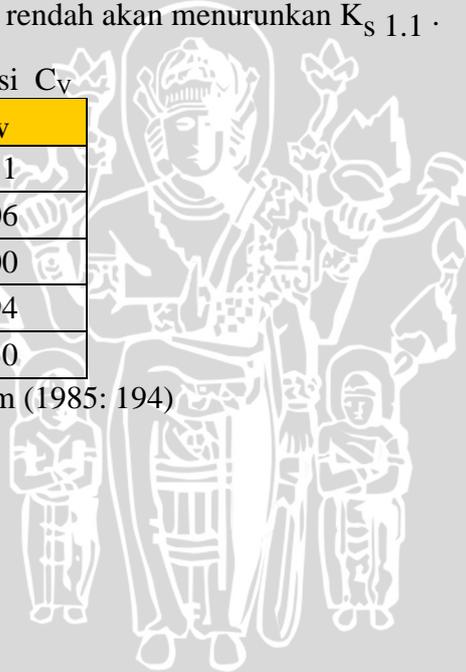
4. Pengaruh Kecepatan Potong v

Kecepatan potong yang rendah akan menaikkan K_s 1.1 , sedangkan kecepatan potong yang rendah akan menurunkan K_s 1.1 .

Tabel 2.7 Faktor koreksi C_v

V	C_v
30 - 50	1.11
50 -100	1.06
100 - 200	1.00
> 200	0.94
0.8	1.30

Sumber: Taufiq Rochim (1985: 194)



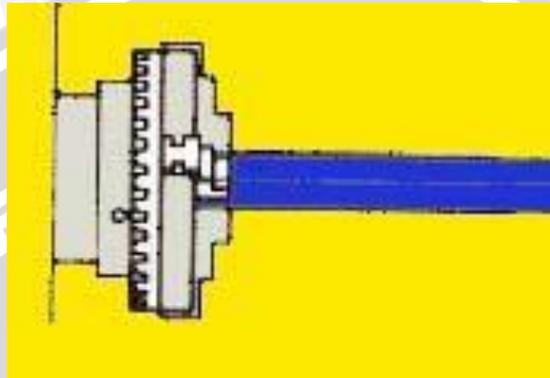
Tabel 2.8 Hubungan kekuatan tarik dan kekerasan baja

σ_u N/mm ²	Kekerasan				σ_u N/mm ²	Kekerasan			
	Brinnel	Vickers	Rockwell			Brinnel	Vickers	Rockwell	
	HB	HV	HRB	HRC		HB	HV	HRB	HRC
285	86	90			1190	352	370		37.0
320	95	100	56.2		1220	361	380		38.8
350	105	110	62.3		1255	371	390		39.8
385	114	120	66.7		1290	380	400		40.8
415	124	130	71.2		1320	390	410		42.7
450	133	140	75.0		1350	399	420		43.6
480	143	150	78.7		1385	409	430		43.6
510	152	160	81.7		1420	418	440		44.5
545	162	170	85.0		1475	428	450		45.3
575	171	180	87.1		1485	437	460		46.1
610	181	190	89.5		1520	447	470		46.9
640	190	200	91.5		1555	456	480		47.7
675	199	210	93.5		1595	466	490		48.4
705	209	220	95.0		1630	475	500		49.1
740	219	230	96.7		1665	475	510		49.8
770	228	240	98.1		1700	494	520		50.9
800	238	250	115.1		1740	504	530		51.1
820	242	255		23.1	1775	513	540		51.7
850	252	265		24.8	1810	523	550		52.3
880	261	275		26.4	1845	532	560		53.0
900	266	280		27.1	1880	542	570		53.6
930	276	290		28.5	1920	551	580		54.1
950	280	295		29.2	1955	561	590		54.7
995	295	310		31.0	1995	570	600		55.2
1030	304	320		32.2	2030	580	610		55.7
1060	314	330		33.3	2070	589	620		56.3
1095	323	340		34.4	2105	599	630		56.8
1125	333	350		35.5	2145	608	640		57.3
1155	342	360		36.6	2180	618	650		57.8

Sumber: Taufiq Rochim (1985: 196)

2.4 Defleksi

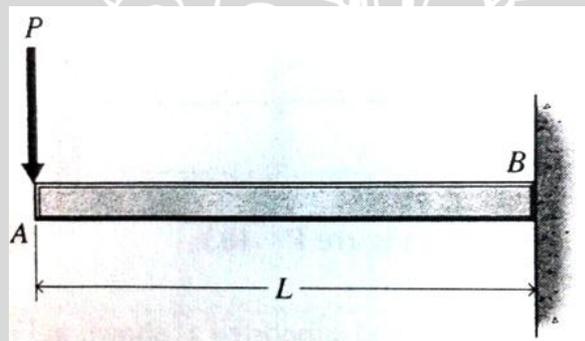
Defleksi adalah perubahan kedudukan/posisi pada suatu elemen struktur akibat adanya pembebanan searah yang dilihat dari 1 (satu) dimensi yang diberikan pada elemen tersebut. Macam-macam tumpuan : tumpuan engsel, tumpuan rol, tumpuan jepit. Pada proses pembubutan benda kerja dicekam pada *chuck* yang menunjukkan pada proses ini benda mengalami tumpuan jepit.



Gambar 2.19 Benda kerja yang dicekam pada *Chuck*, dianggap mengalami tumpuan jepit.

Sumber: Widarto, dkk. (2008 : 84)

Defleksi dapat dihitung dengan salah satu cara yaitu dengan metode integrasi untuk mengetahui besarnya defleksi pada jarak tertentu.



Gambar 2.20. Diagram benda bebas dengan tumpuan jepit dan diberi beban sebesar P pada ujungnya.

Sumber : William F.R, 1999

$$EI \frac{d^2y}{dx^2} = M(x)$$

$$EI \frac{d^2y}{dx^2} = -P \cdot x$$

$$EI \frac{d^2y}{dx^2} = -P \cdot L$$

$$EI \frac{dy}{dx} = -P \cdot L \cdot x + C_1$$

$$EIy = \frac{-P \cdot L \cdot x^2}{2} + C_1x + C_2$$

Dari kondisi batas

$$\frac{dy}{dx} = 0 \quad \text{saat } x=L \quad C_1 = PL^2$$

$$y=0 \quad \text{saat } x=L \quad C_2 = -\frac{PL^3}{2}$$

persamaan elastisitas

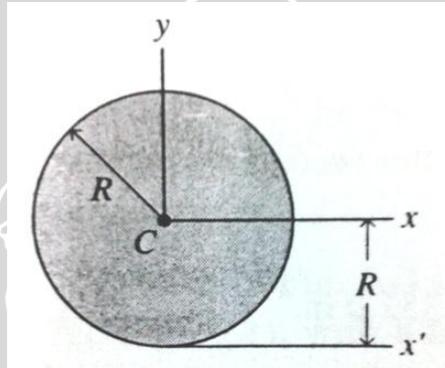
$$y = \frac{-P \cdot L}{EI} \left(\frac{x^2}{2} - Lx + \frac{L^2}{2} \right)$$

sehingga besarnya defleksi yang terjadi pada ujung saat $x=0$

$$y = \frac{-P \cdot L^3}{2EI} \quad (2-4)$$

tanda negativ(-) menunjukkan defleksi yang terjadi arahnya ke bawah.

Sedangkan *second moments of planne areas*



Gambar 2.21. *second moments of planne areas*

Sumber : William F.R, 1999

$$I_x = \frac{\pi R^2}{4}$$

dimana :

y = Defleksi (mm)

P = Beban terpusat (N)

E = Modulus elastisitas bahan (Pascal)

I = Momen inersia (m^2)

L = Panjang batang (m)

R = Jari-jari lingkaran (m)

2.5 Alat ukur

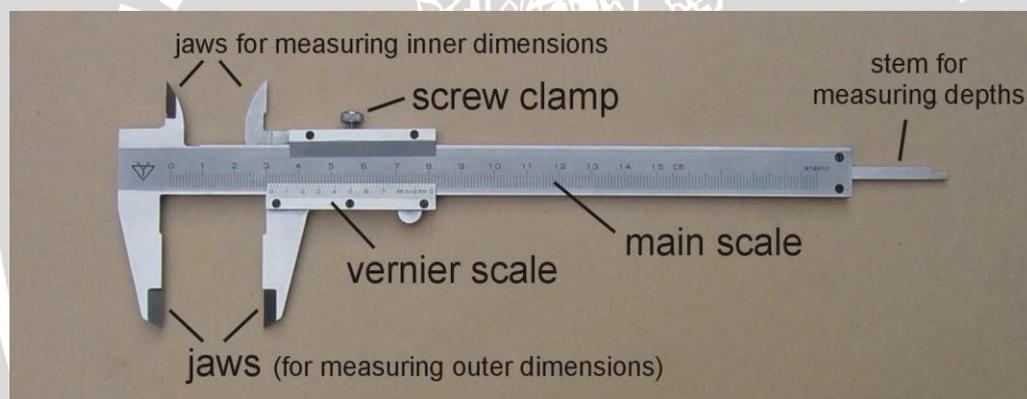
2.5.1 Jangka sorong

Jangka sorong adalah alat ukur yang ketelitiannya dapat mencapai seperseratus milimeter. Terdiri dari dua bagian, bagian diam dan bagian bergerak.

Kegunaan jangka sorong adalah:

- Untuk mengukur suatu benda dari sisi luar dengan cara diapit.
- Untuk mengukur sisi dalam suatu benda yang biasanya berupa lubang (pada pipa, maupun lainnya) dengan cara diulur.
- Untuk mengukur kedalaman celah/lubang pada suatu benda dengan cara menancapkan/menusukkan bagian pengukur. Bagian pengukur tidak terlihat pada gambar karena berada di sisi pemegang.

Jangka sorong mempunyai bagian-bagian dasar seperti yang ditunjukkan gambar di bawah ini:

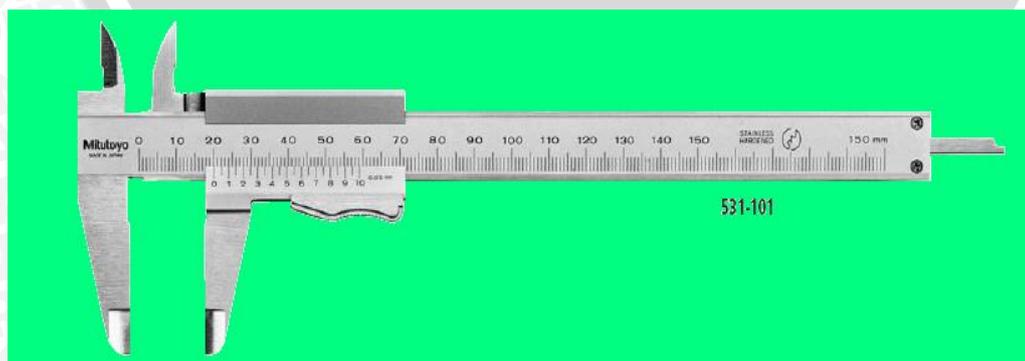


Gambar 2.22 Bagian-bagian utama jangka sorong

Sumber : Widarto, dkk. (2008 : 84)

Ada 3 jenis jangka sorong :

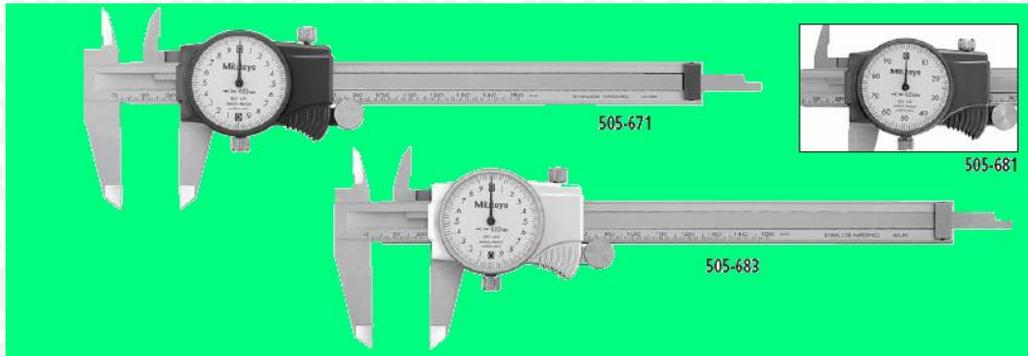
- jangka sorong analog



Gambar 2.23 Jangka sorong analog

Sumber : Widarto, dkk. (2008 : 84)

- Jangka sorong dengan jam ukur



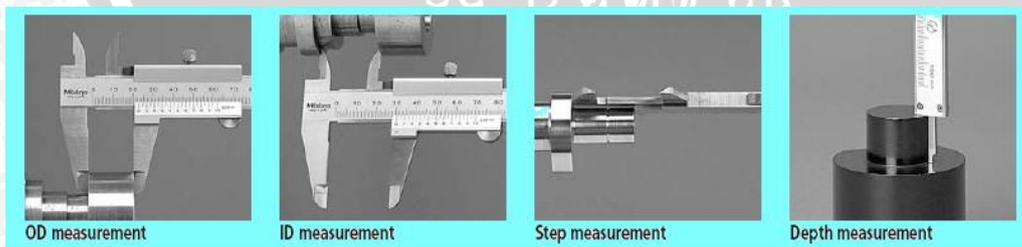
Gambar 2.24 Jangka sorong dengan jam ukur
 Sumber : Widarto, dkk. (2008 : 84)

- Jangka Sorong Digital



Gambar 2.25 Jangka sorong digital
 Sumber : Widarto, dkk. (2008 : 84)

Cara-cara pengukuran menggunakan jangka sorong antara lain: mengukur panjang dengan rahangnya, kedalaman dengan ekornya, lebar celah dengan sensor bagian atas.



Gambar 2.26 Cara-cara pengukuran menggunakan jangka sorong
 Sumber : Widarto, dkk. (2008 : 83)

Cara pembacaan pengukuran jangka sorong analog adalah sebagai berikut:

1. Untuk mengukur sisi luar dari suatu benda
 - Putar pengunci berlawanan arah dengan arah jarum jam.



- Geser rahang kanan.
 - Masukkan benda yang akan diukur ke antara kedua rahang bawah jangka sorong.
 - Geser rahang sampai tepat pada tepi benda.
 - Putar pengunci searah jarum jam agar rahang tidak bergeser.
 - Baca skala utama dan skala noniusnya.
2. Untuk mengukur sisi dalam suatu benda
- Putar pengunci berlawanan arah dengan arah jarum jam.
 - Masukkan rahang bagian atas ke dalam benda yang akan diukur.
 - Geser rahang tepat pada benda dan putar pengunci searah jarum jam agar rahang tidak bergeser.
 - Bacalah skala utama dan skala noniusnya.
3. Untuk mengukur kedalaman suatu benda
- Putar pengunci berlawanan arah dengan arah jarum jam.
 - Buka rahang jangka sorong hingga ujung lancip menyentuh dasar benda.
 - Putar pengunci searah jarum jam agar rahang tidak bergeser.
 - Bacalah skala utama dan skala noniusnya.

Sedangkan untuk jangka sorong dengan jam ukur dilakukan dengan cara membaca skala utama ditambah jarak yang ditunjukkan oleh jam ukur. Dan untuk jangka sorong dengan penunjuk pembacaan digital, hasil pengukuran dapat langsung dibaca pada monitor digitalnya

2.6 Baja

Baja adalah logam paduan antara besi (Fe) dan karbon (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. Dalam proses pembuatan baja akan terdapat unsur-unsur lain selain karbon seperti mangan (Mn), Silikon (Si), Kromium (Cr), Vanadium (V) dan unsur lain.

2.6.1 Klasifikasi baja

Baja diklasifikasikan berdasarkan komposisi kimianya seperti kadar karbon dan paduan yang digunakan.

1. Baja karbon (*Carbon Steel*)

Baja karbon terdiri dari besi dan karbon. Perbedaan prosentase kandungan karbon dalam campuran logam baja menjadi salah satu pengklasifikasian baja.

Berdasarkan kandungan karbon, baja dibagi menjadi tiga macam yaitu:

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

Baja karbon rendah adalah baja yang mengandung karbon kurang dari 0,3%C. Baja karbon rendah merupakan baja paling murah diproduksi, mudah dimachining dan dilas, serta keuletan dan ketangguhannya sangat tinggi tetapi kekerasannya rendah dan tahan aus. 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-lain.

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

Baja karbon menengah adalah baja yang mengandung karbon 0,3%C-0,6%C. Baja karbon menengah memiliki kelebihan jika dibandingkan dengan karbon rendah yaitu kekerasannya lebih tinggi dari pada baja karbon rendah, kekuatan tarik dan batas regang yang tinggi, tidak mudah dibentuk oleh mesin, lebih sulit dilakukan proses pengelasan dan dapat dikeraskan (*Quenching*) dengan baik. Baja karbon menengah banyak digunakan untuk poros, rel kereta api, roda gigi, pegas, baut, komponen mesin yang membutuhkan kekuatan tinggi.

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

Baja karbon tinggi adalah baja yang mengandung karbon 0,6%C-1,7%C dan memiliki tahan panas yang tinggi, kekerasan tinggi, namun keuletannya lebih rendah. Baja karbon tinggi mempunyai kekuatan tarik paling tinggi dan banyak digunakan untuk material *tools*. Salah satu aplikasi dari baja ini adalah dalam pembuatan kawat baja dan kabel baja. Berdasarkan jumlah karbon yang terkandung dalam baja, maka baja karbon

ini banyak digunakan dalam pembuatan pegas dan alat-alat perkakas seperti palu, gergaji atau pahat potong. Selain itu, baja jenis ini banyak digunakan untuk keperluan industri seperti pembuatan kikir, pisau dan sebagainya.

2. Baja paduan (*Alloy Steel*)

Baja paduan didefinisikan sebagai suatu baja yang dicampur dengan satu atau lebih unsur campuran seperti nikel, mangan, molibdenum, kromium, vanadium dan wolfram yang berguna untuk memperoleh sifat-sifat baja yang dikehendaki seperti sifat kekuatan, kekerasan dan keuletan. Paduan dari beberapa unsur yang berbeda memberikan sifat baja yang khas dari baja. Misalnya baja dipadu dengan Ni dan Cr akan menghasilkan baja yang mempunyai sifat keras dan ulet. Berdasarkan kadar paduannya baja paduan dibagi menjadi tiga macam yaitu:

a. Baja paduan rendah (*Low Alloy Steel*)

Baja paduan rendah merupakan baja paduan yang elemen paduannya kurang dari 2,5% wt misalnya unsur Cr, Mn, Ni, S, Si, P, dan lain-lain.

b. Baja paduan menengah (*Medium Alloy Steel*)

Baja paduan menengah merupakan baja paduan yang elemen paduannya 2,5%-10% wt misalnya unsur Cr, Mn, Ni, S, Si, P, dan lain-lain.

c. Baja paduan tinggi (*Hight Alloy Steel*)

Baja paduan tinggi merupakan baja paduan yang elemen paduannya lebih dari 10% wt misalnya unsur Cr, Mn, Ni, S, Si, P, dan lain-lain.

Pada umumnya, baja paduan mempunyai sifat yang unggul dibandingkan dengan baja karbon biasanya, antara lain:

- Keuletan yang tinggi tanpa pengurangan kekuatan tarik
- Tahan terhadap korosi dan keausan yang tergantung pada jenis paduannya
- Tahan terhadap perubahan suhu, ini berarti bahwa sifat fisisnya tidak berubah
- Memiliki butiran yang halus dan homogen

3. Baja JIS S45C

Baja JIS S45C merupakan salah satu jenis baja karbon sedang dengan unsur paduan 0,44% C , 0,23% Si , 0,64% Mn , 0,008% P , 0,009% S , 0,06% Cr , 0,03% Cu. Baja ini setara dengan Thyssen 1191, DIN CK45/C4, ASSAB 760,

EMS45, AISI 1045. Baja JIS S45C biasanya digunakan sebagai: gandar, poros, pin, batang piston, bagian mesin, baut, gear dan lain-lain. Biasanya tersedia dalam *billet bar* atau berupa lembaran. Sifat mekanik dari baja ini mempunyai kekerasan : 160 – 220 HB dan kekuatan tarik : 569 - 686 Mpa.

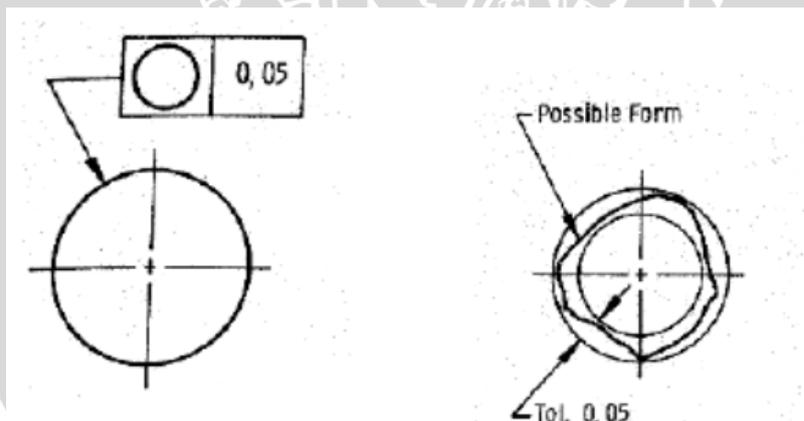
2.7 Toleransi

Toleransi adalah perbedaan dua batas ukuran , sehingga ukuran pada benda kerja boleh terletak antara dua batas yang diizinkan. Macam-macam toleransi :

- Toleransi linear
- Toleransi sudut
- Toleransi geometri

2.7.1 Toleransi geometri

Toleransi geometrik mencakup toleransi bentuk, posisi, tempat dan penyimpangan putar. Toleransi bentuk adalah penyimpangan bentuk benda kerja yang diizinkan apabila dibandingkan dengan bentuk yang dianggap ideal. Seperti pada gambar di bawah ini.



Gambar 2.27 Toleransi Bentuk
Sumber : G. Sato (1999 : 168)

Tabel 2.9 Lambang untuk sifat yang diberi toleransi

Elemen dan toleransi		Sifat yang diberi toleransi	Lambang	
Elemen tunggal	Toleransi bentuk	Kelurusan	—	
		Kedataran	▭	
		Kebulatan	○	
		Kesilindrisan	∅	
Elemen tunggal atau yang berhubungan	Toleransi bentuk	Profil garis	⌒	
		Profil permukaan	⌒	
Elemen-elemen yang berhubungan	Toleransi orientasi	Kesejajaran	//	
		Ketegak lurus	⊥	
		Ketirusan	∠	
	Toleransi lokasi	Posisi	⊕	
		Konsentrisitas dan koaksialitas	⊙	
		Kesimetrisan	≡	
	Toleransi putar	Toleransi putar	Putar tunggal	↻
			Putar total	↻↻

Sumber : G. Sato, 1999

Toleransi geometrik membuat bagian-bagian yang mampu tertukar, atau bagian-bagian yang lebih teliti, meskipun dalam pabrik-pabrik yang berbeda dengan peralatan dan pengalaman yang bermacam-macam pula, toleransi geometrik hanya diperinci bila mana diperlukan, sampai sejauh mana hal ini diperlukan pada suatu saat tertentu, hanya dapat diputuskan, ditinjau dari segi persyaratan fungsional, kemampuan tukar dan keadaan pembuatan yang memungkinkan.

2.7.2 Ketentuan umum untuk toleransi geometri

Sebuah toleransi geometrik dari suatu elemen menentukan daerah di dalam mana elemen tersebut harus berada. Sesuai dengan sifat yang akan diberikan toleransi, dan cara memberi ukurannya, daerah toleransi adalah salah satu daerah yang disebut dalam daftar berikut:

- Luas dalam lingkaran
- Luas antara dua lingkaran sepusat
- Luas anantara dua garis berjarak sama, atau dua garis lurus sejajar.
- Ruang dalam bola.
- Ruang dalam silinder.
- Ruang antara dua silinder bersumbu sama.
- Ruang antara dua permukaan berjarak sama atau dua bidang sejajar.
- Ruang dalam sebuah kubus.

Elemen yang diberi toleransi dapat berbentuk apa saja, atau posisi dalam daerah toleransi, kecuali dikatakan lain. Toleransi berlaku untuk seluruh panjang garis atau permukaan, kecuali ditentukan lain.

Tabel 2.10 Hubungan antara sifat yang diberi toleransi dan daerah toleransi

Daerah toleransi		Daerah dalam lingkaran	Daerah antara dua lingkaran konsentris	Daerah antara dua garis berjarak sama atau dua garis lurus sejajar	Ruang dalam bola	Ruang dalam silinder	Ruang dalam dua silinder koaksial	Ruang antara dua garis berjarak sama atau dua garis lurus sejajar	Ruang dalam paralel epipedum
Sifat-sifat yang diberi toleransi	Lambang								
Kelurusan	—			○		○		○	○
Kedataran	▭							○	
Kebulatan	○		○						
Kesilindrisan	∩						○		
Profil garis	∩			○					
Profil permukaan	∩							○	
Kesejajaran	//			○		○		○	○
Ketegak lurus	⊥			○		○		○	○
Ketirusan	∠			○				○	○
Posisi	⊕	○		○	○	○		○	○
Konsentrisitas dan koaksialitas	⊙	○				○			
Kesimetrisan	≡			○				○	○
Putar tunggal	↗		○	○					
Putar total	↗↖							○	○

Sumber : G. Sato, 1999

2.8 Hipotesis

Semakin tinggi kecepatan pemotongan, penyimpangan kebulatan benda kerja semakin rendah sedangkan semakin panjang pemotongan, penyimpangan kebulatan semakin besa, karena semakin tinggi kecepatan pemotongan maka daya pemotongan semakin kecil, sedangkan semakin panjang benda kerja maka defleksi akibat gaya pemotongan dari pahat membuat defleksi benda kerja semakin besar.

BAB III METODE PENELITIAN

3.1 Metode Penelitian

Metode penelitian yang digunakan adalah metode eksperimental. Metode penelitian eksperimental yaitu melakukan pengamatan untuk mencari data sebab akibat dalam suatu proses melalui eksperimen sehingga dapat mengetahui pengaruh variasi kecepatan pemotongan dan panjang pemotongan terhadap kebulatan poros S45C.

3.2 Tempat Penelitian

Tempat pelaksanaan penelitian adalah Laboratorium Proses Produksi 1 Teknik Mesin Universitas Brawijaya. Penelitian dimulai tanggal 07 September 2012 sampai dengan tanggal 24 Desember 2012.

3.3 Variabel Penelitian

Variabel-variabel yang digunakan dalam penelitian ini adalah :

1. Variabel bebas

Variabel bebas adalah variabel yang tidak dipengaruhi oleh variabel yang lain. Variabel bebas dalam penelitian ini adalah :

- *Cutting Speed* (V_c) (m/min) : 50,24; 70,336; dan 100,48
- Panjang pemotongan (l_t) (mm) : 50, 150 dan 250

2. Variabel terikat

Variabel terikat yaitu variabel yang dapat dipengaruhi oleh variabel bebas yang telah ditentukan. Variabel terikat dalam penelitian ini adalah kebulatan.

3. Variabel terkontrol

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

- *Depth of Cut* (a) : 0,3 mm
- *Feeding* (f) : 0,06 mm/rev

3.4 Spesifikasi Alat dan Bahan

3.4.1 Alat penelitian

1. Spesifikasi mesin bubut

- Merk : GAP-BED LATHE
- Tipe : C6232A



Gambar 3.1 GAP-BED LATHE Tipe C6232A

2. Tool Holder

Tipe : SDJCR 1210 d07



Gambar 3.2 tool holder

3. Alat ukur

Jangka sorong

- Merek : TRICLE BRAND
- Ketelitian: 0,01 mm



Gambar 3.3 Jangka sorong

4. Mistar baja



Gambar 3.4 Mistar baja

5. Kaca mata



Gambar 3.5 Kaca mata

3.4.2 Bahan penelitian

1. Benda kerja

- Diameter : 22 mm
- Panjang : 80 mm, 180 mm, dan 280 mm
- Jenis benda kerja : S45C
- 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 *insert* karbida

- Jenis : Pahat *insert* karbida
- Tipe : DCMT 070208-C25

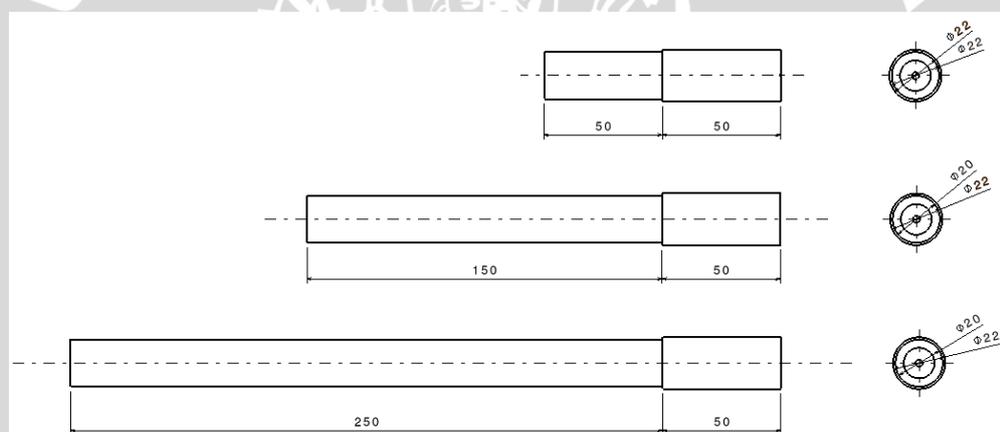
Gambar 3.6 Pahat *insert*Sumber : *Korloy Cutting Tools Catalogue*

3. Pendingin dromus

3.5 Prosedur Penelitian

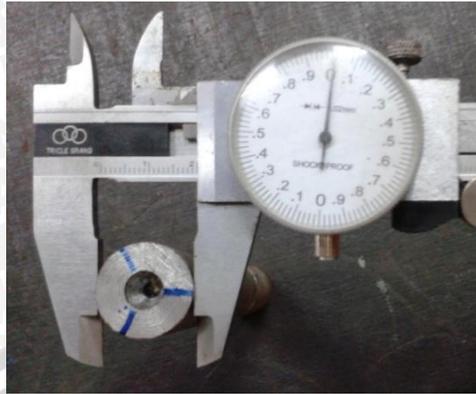
Prosedur penelitian yang dilakukan adalah sebagai berikut :

1. Mempersiapkan benda kerja yang akan dibubut yaitu baja S45C dengan diameter 22 mm panjang 100 mm, 200 mm, 300 mm.
2. Mempersiapkan mesin bubut yang akan digunakan. Langkah-langkah yang akan digunakan adalah sebagai berikut :
 - a. Memasang pahat pada *tool post* dan mengepaskan ujung pahat pada ujung senter putar untuk mendapatkan titik tengah dari benda kerja.
 - b. Memasang benda kerja pada pencekam.
 - c. Mengatur parameter yang akan digunakan dalam proses *roughing* dan *finishing*.
3. Setelah proses persiapan mesin bubut selesai, dilakukan proses pembubutan pada benda kerja dengan parameter yang telah ditentukan sampai diperoleh diameter akhir 20 mm.



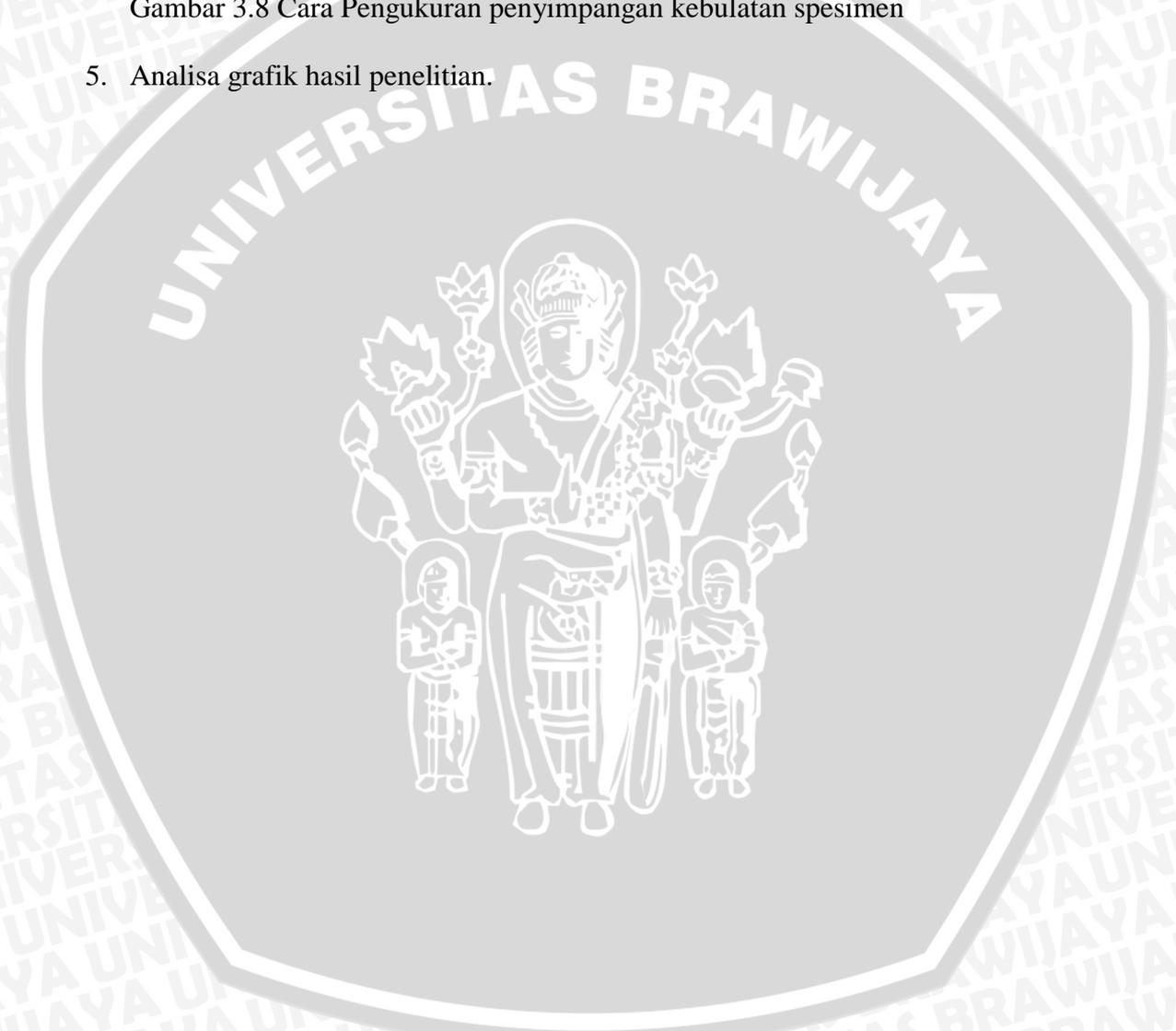
Gambar 3.7 Spesimen

4. Pengukuran kebulatan pada benda kerja yang telah dibubut dengan jangka sorong dengan ketelitian 0,01mm. Langkah-langkah pengukuran kebulatan adalah sebagai berikut :
 - Setiap benda kerja dibagi menjadi 5 titik pada arah memanjangnya, sedangkan pada permukaan melingkarnya dibagi menjadi 3 titik.
 - Lakukan pengukuran tiap titik memanjang pada 3 titik melingkarnya, untuk mendapatkan besarnya diameter.



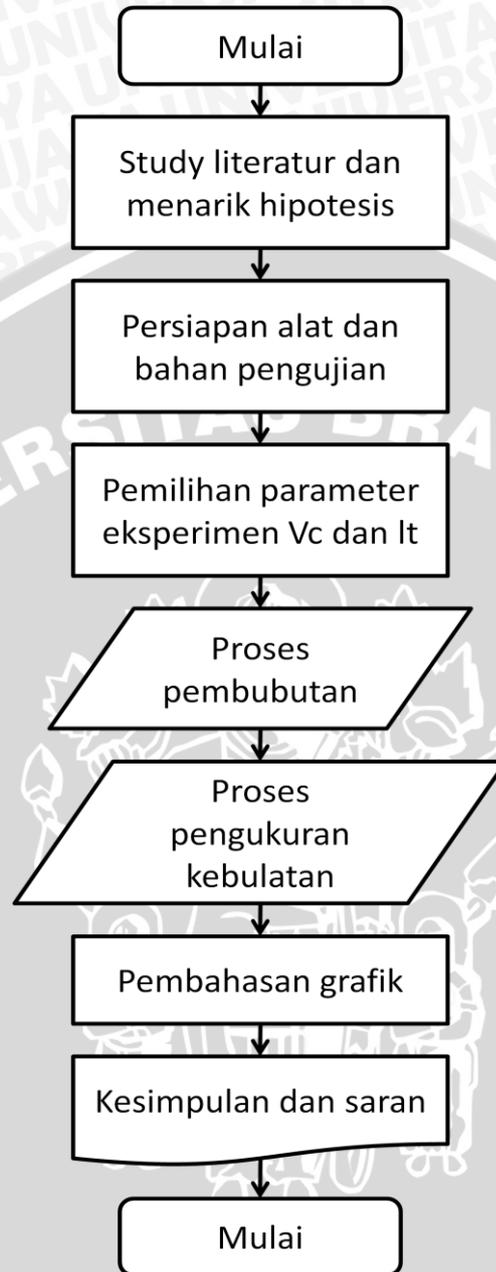
Gambar 3.8 Cara Pengukuran penyimpangan kebulatan spesimen

5. Analisa grafik hasil penelitian.



3.6 Diagram Alir Penelitian

Alur penelitian berdasarkan diagram alir sebagai berikut ini :



BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 Perhitungan Parameter Pemotongan

4.1.1 Perhitungan putaran *spindle*

$$1. \quad n = \frac{v \cdot 1000}{\pi \cdot d}$$
$$n = \frac{110 \cdot 1000}{\pi \cdot 20} = 1752 \text{ Rpm}$$

Karena tidak tersedia putaran tersebut pada mesin bubut maka digunakan putaran yang terdekat dengan perhitungan yaitu 1600 Rpm, sehingga kecepatan pemotongannya menjadi 100,48 m/menit.

$$2. \quad n = \frac{v \cdot 1000}{\pi \cdot d}$$
$$n = \frac{80 \cdot 1000}{\pi \cdot 20} = 1274 \text{ Rpm}$$

Karena tidak tersedia putaran tersebut pada mesin bubut maka digunakan putaran yang terdekat dengan perhitungan yaitu 1120 Rpm, sehingga kecepatan pemotongannya menjadi 70,336 m/menit.

$$3. \quad n = \frac{v \cdot 1000}{\pi \cdot d}$$
$$n = \frac{60 \cdot 1000}{\pi \cdot 20} = 955 \text{ Rpm}$$

Karena tidak tersedia putaran tersebut pada mesin bubut maka digunakan putaran yang terdekat dengan perhitungan yaitu 800 Rpm, sehingga kecepatan pemotongannya menjadi 50,24 m/menit.

4.2 Data Hasil Pengujian

Data hasil pengukuran kebulatan dengan cara mengambil simpangan terbesar dari proses pengukuran.

Tabel 4.1 Data penyimpangan kebulatan pada panjang pemotongan 50 mm

Spesimen	Vc (m/min)	Diameter	Rasio lt/d				
			0,5	1,0	1,5	2,0	2,5
1	50,24 (m/min)	1	20,010	20,010	20,010	20,000	20,000
		2	20,010	20,010	20,010	20,010	20,000
		3	20,010	20,010	20,010	20,010	20,010
		Rata-rata	20,010	20,010	20,010	20,007	20,003
		Minimal	20,010	20,010	20,010	20,000	20,000
		Maksimal	20,010	20,010	20,010	20,010	20,010
		Error	0,000	0,000	0,000	0,010	0,010
2	70,336 (m/min)	1	20,040	20,030	20,020	20,010	20,010
		2	20,040	20,030	20,020	20,010	20,010
		3	20,040	20,030	20,020	20,010	20,000
		Rata-rata	20,040	20,030	20,020	20,010	20,007
		Minimal	20,040	20,030	20,020	20,010	20,000
		Maksimal	20,040	20,030	20,020	20,010	20,010
		Error	0,000	0,000	0,000	0,000	0,010
3	100,48 (m/min)	1	20,020	20,020	20,010	20,010	20,000
		2	20,020	20,020	20,010	20,010	20,000
		3	20,020	20,020	20,010	20,010	20,010
		Rata-rata	20,020	20,020	20,010	20,010	20,003
		Minimal	20,020	20,020	20,010	20,010	20,000
		Maksimal	20,020	20,020	20,010	20,010	20,010
		Error	0,000	0,000	0,000	0,000	0,010

Tabel 4.2 Data penyimpangan kebulatan pada panjang pemotongan 150 mm

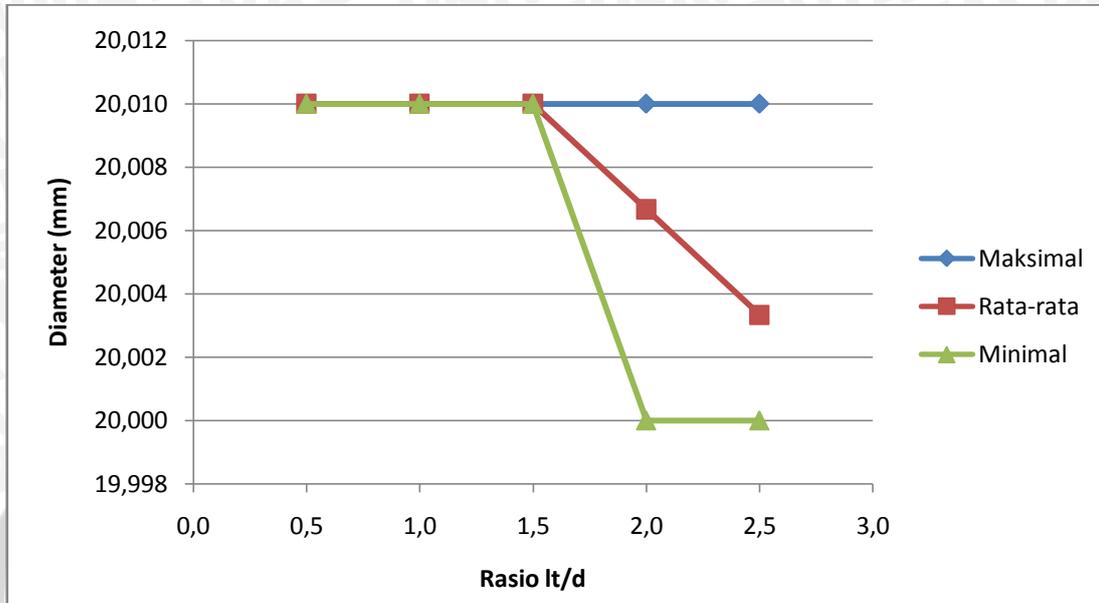
Spesimen	Vc (m/min)	Diameter	Rasio lt/d				
			1,5	3,0	4,5	6,0	7,5
1	50,24 (m/min)	1	20,170	20,150	20,110	20,080	20,040
		2	20,180	20,140	20,090	20,070	20,040
		3	20,170	20,130	20,090	20,050	20,000
		Rata-rata	20,173	20,140	20,097	20,067	20,027
		Minimal	20,170	20,130	20,090	20,050	20,000
		Maksimal	20,180	20,150	20,110	20,080	20,040
		Error	0,010	0,020	0,020	0,030	0,040
2	70,336 (m/min)	1	20,110	20,080	20,060	20,020	20,000
		2	20,120	20,100	20,060	20,040	20,030
		3	20,110	20,080	20,040	20,010	20,020
		Rata-rata	20,113	20,087	20,053	20,023	20,017
		Minimal	20,110	20,080	20,040	20,010	20,000
		Maksimal	20,120	20,100	20,060	20,040	20,030
		Error	0,010	0,020	0,020	0,030	0,030
3	100,48 (m/min)	1	20,170	20,150	20,130	20,010	20,000
		2	20,180	20,170	20,150	20,010	19,990
		3	20,170	20,150	20,130	20,040	20,030
		Rata-rata	20,173	20,157	20,137	20,020	20,007
		Minimal	20,170	20,150	20,130	20,010	19,990
		Maksimal	20,180	20,170	20,150	20,040	20,030
		Error	0,010	0,020	0,020	0,030	0,040

Tabel 4.3 Data penyimpangan kebulatan pada panjang pemotongan 250 mm

Spesimen	Vc (m/min)	Diameter	Rasio lt/d				
			2,5	5,0	7,5	10,0	12,5
1	50,24 (m/min)	1	20,230	20,180	20,120	20,020	20,000
		2	20,240	20,190	20,130	20,040	20,020
		3	20,230	20,200	20,140	20,020	20,000
		Rata-rata	20,233	20,190	20,130	20,027	20,007
		Minimal	20,230	20,180	20,120	20,020	20,000
		Maksimal	20,240	20,200	20,140	20,040	20,020
		Error	0,010	0,020	0,020	0,020	0,020
2	70,336 (m/min)	1	20,190	20,170	20,110	20,050	20,030
		2	20,200	20,150	20,090	20,030	20,020
		3	20,190	20,170	20,090	20,050	20,000
		Rata-rata	20,193	20,163	20,097	20,043	20,017
		Minimal	20,190	20,150	20,090	20,030	20,000
		Maksimal	20,200	20,170	20,110	20,050	20,030
		Error	0,010	0,020	0,020	0,020	0,030
3	100,48 (m/min)	1	20,190	20,150	20,120	20,060	20,020
		2	20,180	20,150	20,110	20,060	20,000
		3	20,180	20,160	20,110	20,050	20,000
		Rata-rata	20,183	20,153	20,113	20,057	20,007
		Minimal	20,180	20,150	20,110	20,050	20,000
		Maksimal	20,190	20,160	20,120	20,060	20,020
		Error	0,010	0,010	0,010	0,010	0,020

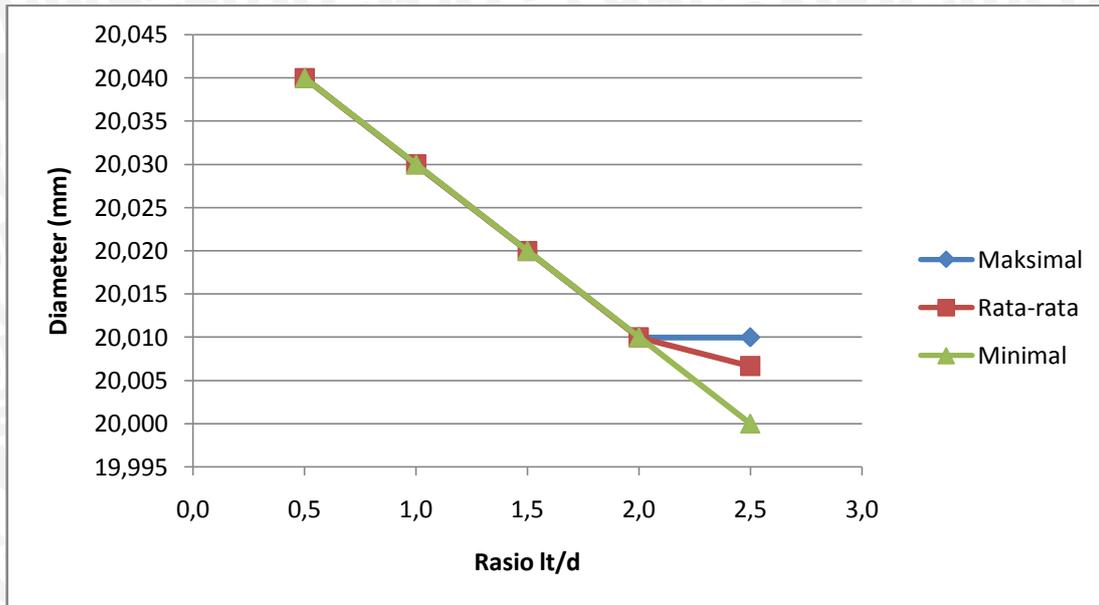
4.3 Grafik dan Pembahasan

4.3.1 Pengaruh kecepatan pemotongan terhadap kebulatan benda kerja pada panjang pemotongan 50 mm



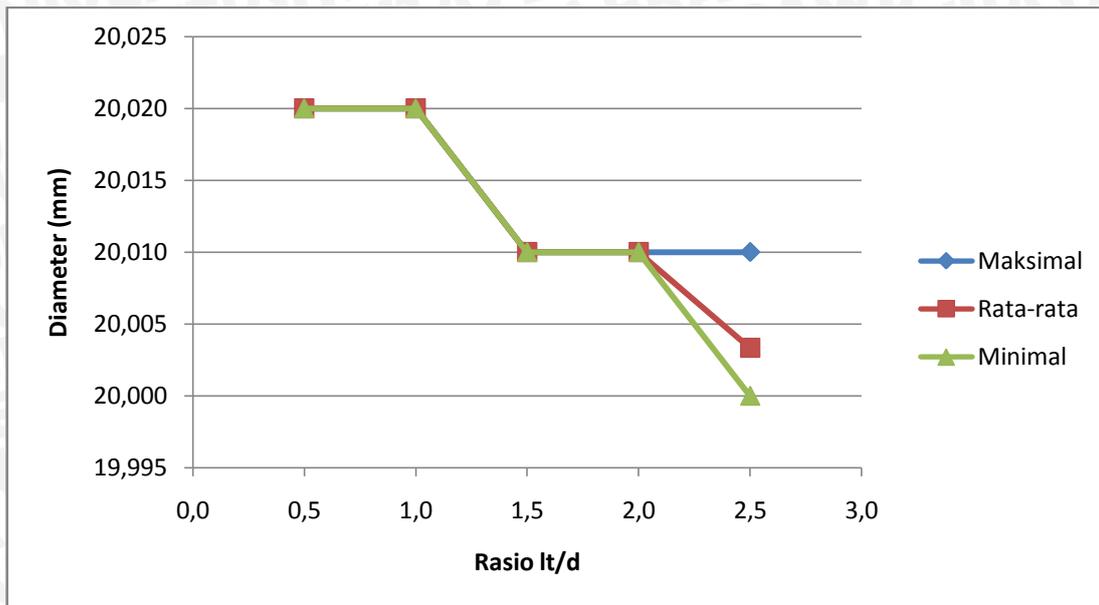
Gambar 4.1 Grafik diameter maksimal dan minimal hasil pengukuran dengan panjang pemotongan 50 mm pada kecepatan pemotongan 50,24 m/min

Dari grafik diameter maksimal dan minimal hasil pengukuran pada panjang pemotongan 50 mm dengan kecepatan pemotongan 50,24 m/min dapat dilihat tidak terjadi penyimpangan sampai pada rasio $lt/d = 1,5$, setelah itu terjadi penyimpangan sampai rasio $lt/d = 2,5$. Besarnya penyimpangan dapat dilihat pada grafik selisih antara diameter tertinggi dengan diameter terendah sama pada $lt/d = 2$ dan $2,5$ yaitu sebesar 0,01 mm. Hal ini disebabkan karena pada proses pemakanan awal lebih banyak material yang terbuang sehingga daya pemotongannya lebih besar.



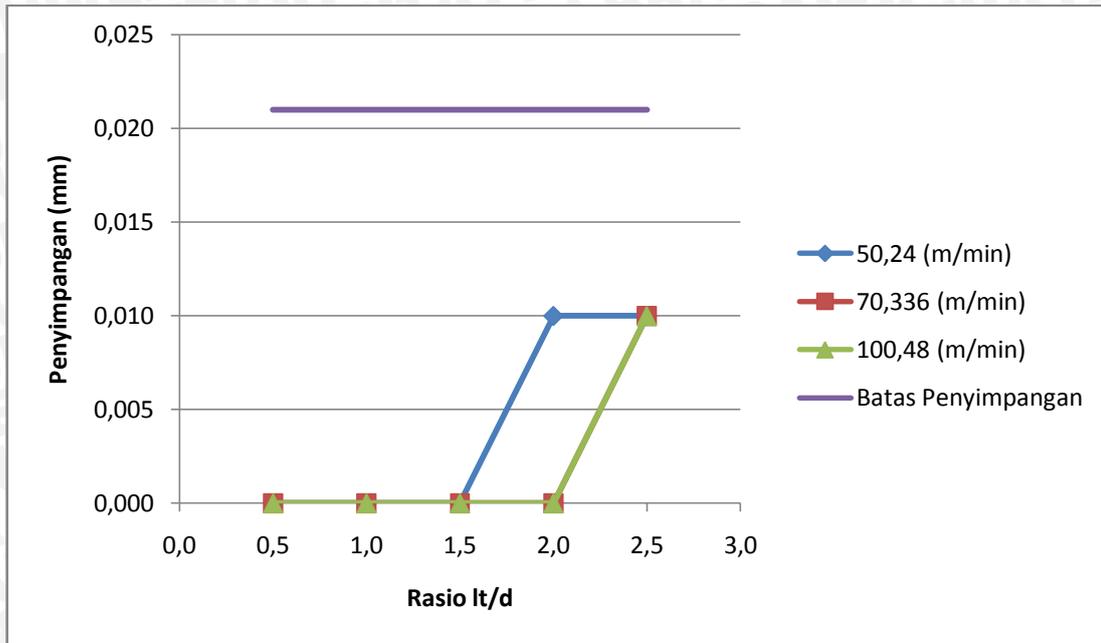
Gambar 4.2 Grafik diameter maksimal dan minimal hasil pengukuran dengan panjang pemotongan 50 mm pada kecepatan pemotongan 70,336 m/min

Dari grafik diameter maksimal dan minimal hasil pengukuran pada panjang pemotongan 50 mm dengan kecepatan pemotongan 70,336 m/min dapat dilihat tidak terjadi penyimpangan sampai pada rasio $lt/d = 2$, tapi diameter terus turun dari 20,040 mm sampai 20,010 mm. Sedangkan penyimpangan terjadi pada rasio $lt/d = 2,5$. Besarnya penyimpangan dapat dilihat pada grafik selisih antara diameter tertinggi dengan diameter terendah pada rasio $lt/d = 2,5$ yaitu sebesar 0,01 mm. Hal ini disebabkan karena pada proses pemakanan awal lebih banyak material yang terbuang sehingga daya pemotongannya lebih besar.



Gambar 4.3 Grafik diameter maksimal dan minimal hasil pengukuran dengan panjang pemotongan 50 mm pada kecepatan pemotongan 100,48 m/min

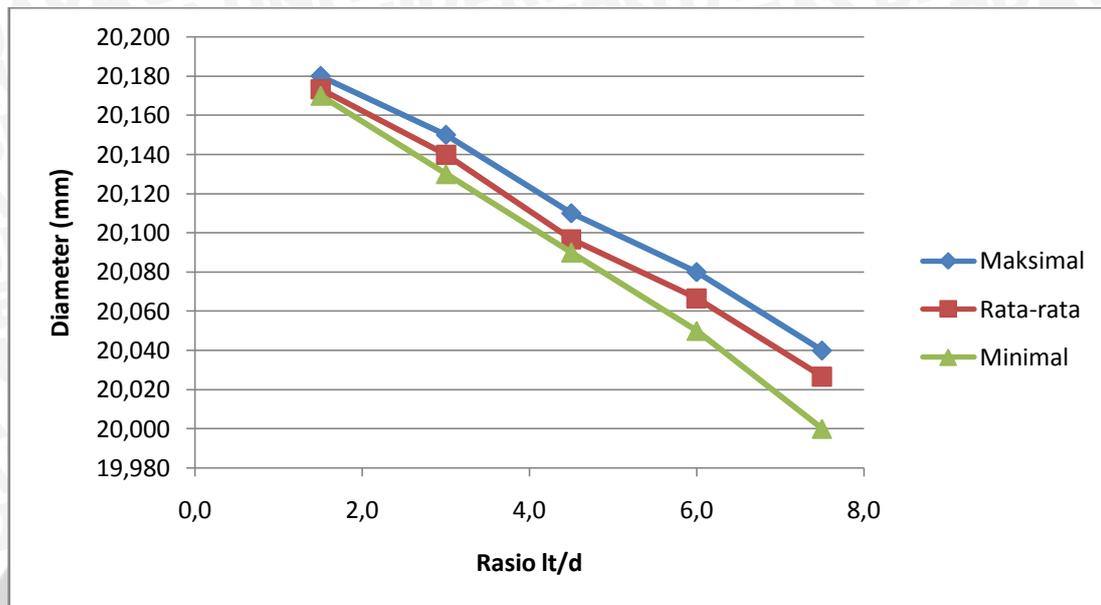
Dari grafik diameter maksimal dan minimal hasil pengukuran pada panjang pemotongan 50 mm dengan kecepatan pemotongan 100,48 m/min dapat dilihat tidak terjadi penyimpangan sampai pada rasio $lt/d = 2$, setelah itu terjadi penyimpangan pada rasio $lt/d = 2,5$. Besarnya penyimpangan dapat dilihat pada grafik selisih antara diameter tertinggi dengan diameter terendah pada rasio $lt/d = 2,5$ yaitu sebesar 0,01 mm. Hal ini disebabkan karena pada proses pemakanan awal lebih banyak material yang terbuang sehingga daya pemotongannya lebih besar.



Gambar 4.4 Grafik pengaruh kecepatan pemotongan terhadap penyimpangan kebulatan benda kerja pada panjang pemotongan 50 mm.

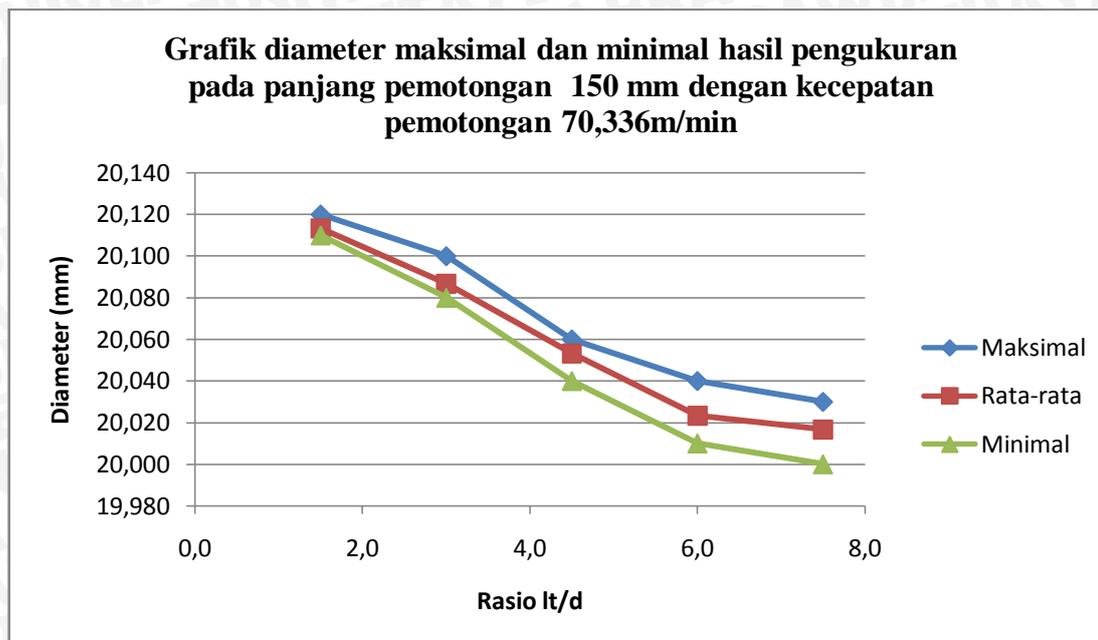
Dapat dilihat juga pada gambar 4.4. Grafik pengaruh kecepatan pemotongan terhadap penyimpangan kebulatan benda kerja pada panjang pemotongan 50 mm, penyimpangan yang terjadi tidak melebihi dari yang ditargetkan yaitu 0,021 mm (20 μ m). Hal ini disebabkan semain tinggi kecepatan pemotongan (V_c) dengan panjang pemotongan (l_t), kedalaman pemotongan (a) dan kecepatan pemakanan (f) konstan maka gaya pemotongan (K_s) semakin kecil yang menyebabkan getaran semakin kecil sehingga penyimpangan kebulatan semakin rendah.

4.3.2 Pengaruh kecepatan pemotongan terhadap kebulatan benda kerja pada panjang pemotongan 150 mm



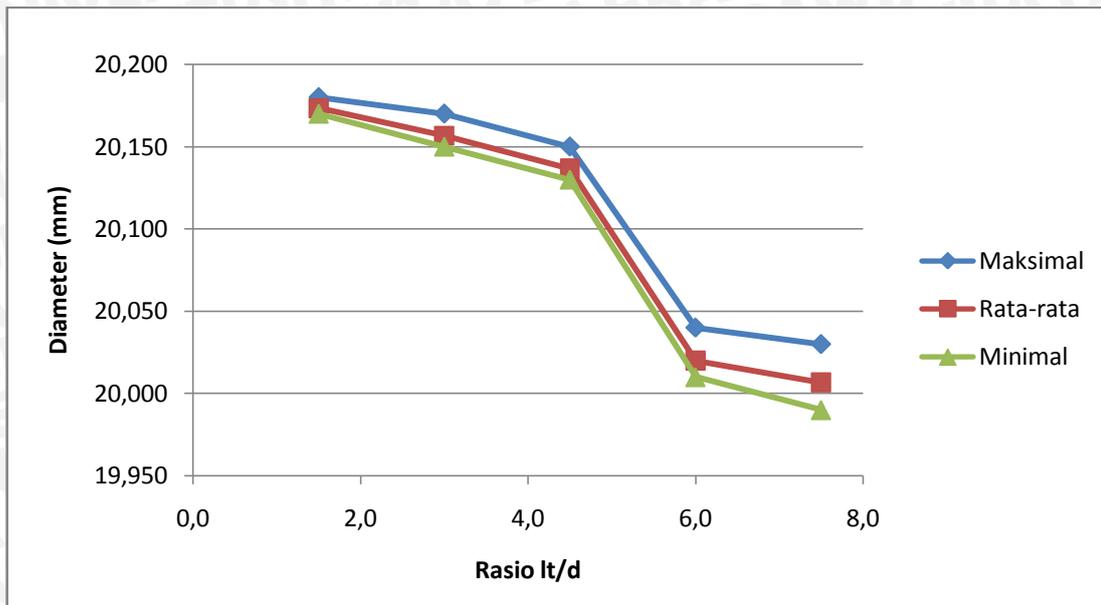
Gambar 4.5 Grafik diameter maksimal dan minimal hasil pengukuran dengan panjang pemotongan 150 mm pada kecepatan pemotongan 50,24 m/min

Dari grafik diameter maksimal dan minimal hasil pengukuran dengan panjang 150 mm dengan kecepatan pemotongan 50, 24 m/min dapat dilihat terjadi penyimpangan sepanjang panjang pemotongan, Besarnya penyimpangan dapat dilihat pada grafik selisih antara diameter tertinggi dengan diameter terendah yaitu cenderung naik, tapi pada rasio $lt/d = 3$ dan $4,5$ sama yaitu sebesar $0,020$ mm kemudian naik sampai ujung benda kerja dengan selisih $0,04$ mm. Hal ini disebabkan karena pada proses pemakanan awal lebih banyak material yang terbuang sehingga daya pemotongannya lebih besar.



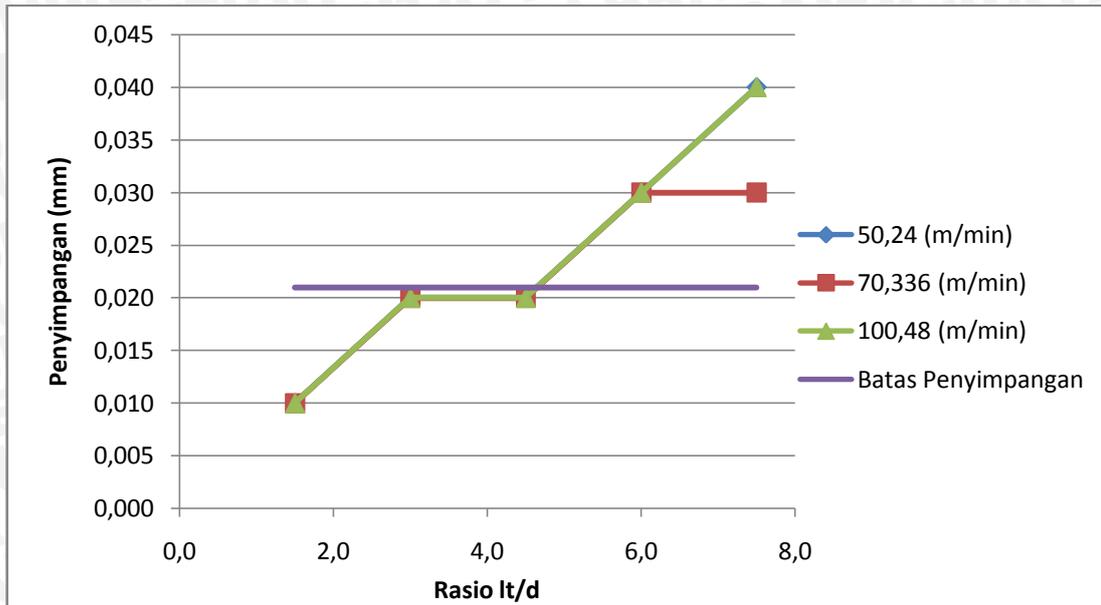
Gambar 4.6 Grafik diameter maksimal dan minimal hasil pengukuran dengan panjang pemotongan 150 mm pada kecepatan pemotongan 70,336 m/min

Dari grafik diameter maksimal dan minimal hasil pengukuran dengan panjang 150 mm dengan kecepatan pemotongan 70,336 m/min dapat dilihat terjadi penyimpangan sepanjang panjang pemotongan, Besarnya penyimpangan dapat dilihat pada grafik selisih antara diameter tertinggi dengan diameter terendah yaitu cenderung naik, tapi pada rasio $lt/d = 3$ dan $4,5$ sama yaitu sebesar $0,020$ mm kemudian naik sampai ujung benda kerja dengan selisih $0,03$ mm. Hal ini disebabkan karena pada proses pemakanan awal lebih banyak material yang terbuang sehingga daya pemotongannya lebih besar.



Gambar 4.7 Grafik diameter maksimal dan minimal hasil pengukuran dengan panjang pemotongan 150 mm pada kecepatan pemotongan 100,48 m/min

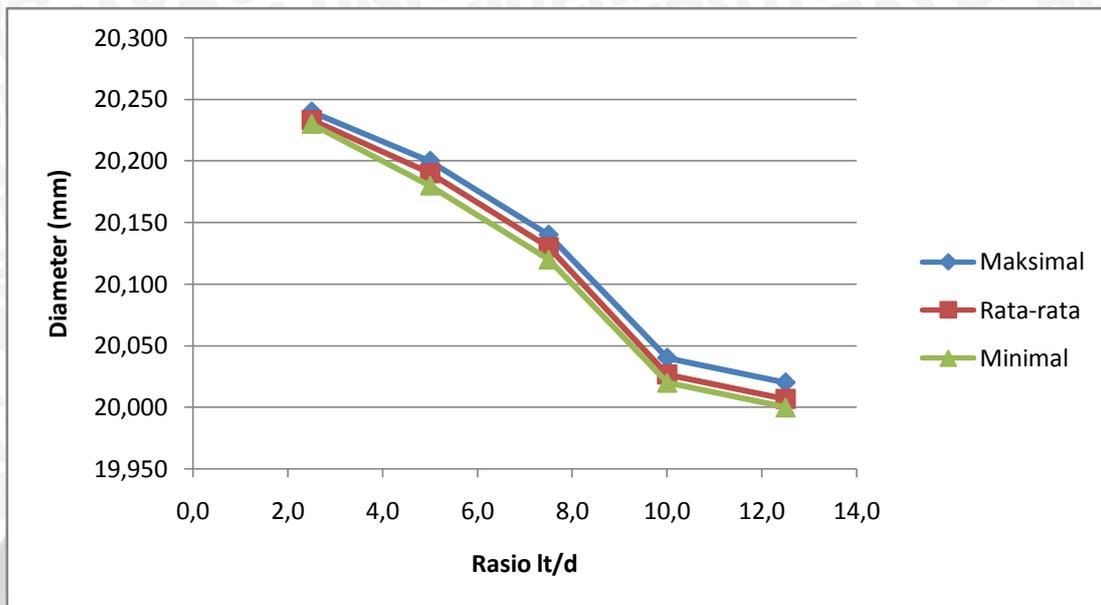
Dari grafik penyimpangan kebulatan pada panjang pemotongan 150 mm dengan kecepatan pemotongan 100,48 m/min dapat dilihat terjadi penyimpangan sepanjang panjang pemotongan, Besarnya penyimpangan dapat dilihat pada grafik selisih antara diameter tertinggi dengan diameter terendah yaitu cenderung naik, tapi pada rasio $lt/d = 3$ dan $4,5$ sama yaitu sebesar 0,020 mm kemudian naik sampai ujung benda kerja dengan selisih 0,04 mm. Hal ini disebabkan karena pada proses pemakanan awal lebih banyak material yang terbuang sehingga daya pemotongannya lebih besar.



Gambar 4.8 Pengaruh kecepatan pemotongan terhadap penyimpangan kebulatan benda kerja pada panjang pemotongan 150 mm

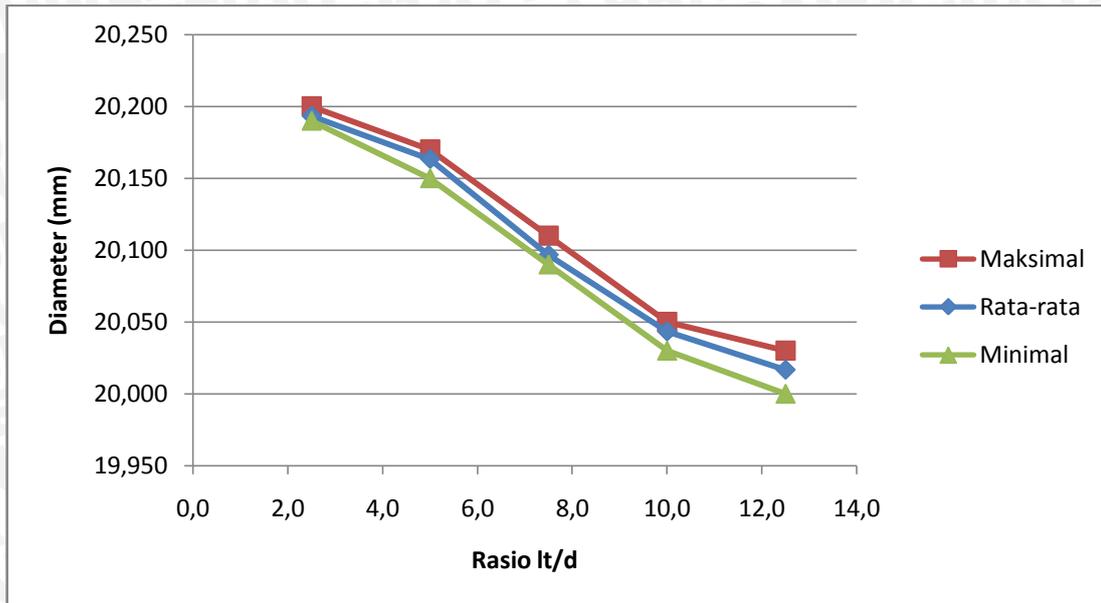
Dapat dilihat juga pada gambar 4.8 Grafik pengaruh kecepatan pemotongan terhadap penyimpangan kebulatan benda kerja pada panjang pemotongan 150 mm, penyimpangan yang terjadi melebihi dari yang ditargetkan yaitu 0,021 mm (20m6) setelah melewati rasio $lt/d = 4$, sehingga perlu diperhatikan pada proses pembubutan. Hal ini disebabkan semain tinggi kecepatan pemotongan (V_c) dengan panjang pemotongan (lt), kedalaman pemotongan (a) dan kecepatan pemakanan (f) konstan maka gaya pemotongan (k_s) semakin kecil yang menyebabkan getaran semakin kecil sehingga penyimpangan kebulatan semakin rendah.

4.3.3 Pengaruh kecepatan pemotongan terhadap kebulatan benda kerja pada panjang pemotongan 250 mm



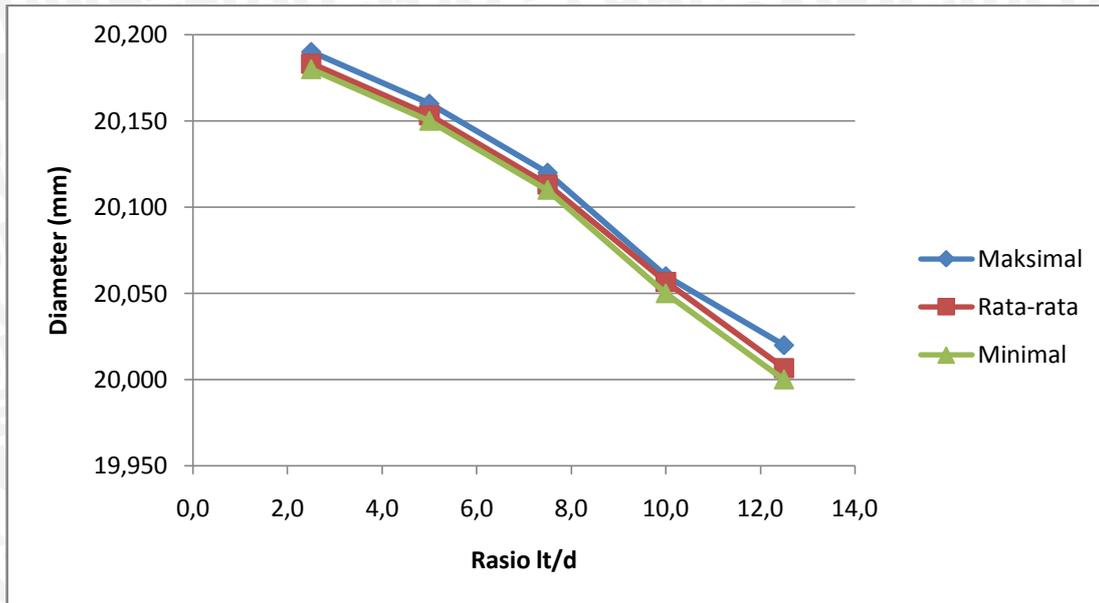
Gambar 4.9 Grafik diameter maksimal dan minimal hasil pengukuran dengan panjang pemotongan 250 mm pada kecepatan pemotongan 50,24 m/min

Dari grafik diameter maksimal dan minimal hasil pengukuran dengan panjang pemotongan 150 mm dengan kecepatan pemotongan 50,24 m/min dapat dilihat terjadi penyimpangan dari daerah yang dekat dengan *chuck* sampai pada ujung benda kerja. Besarnya penyimpangan dapat dilihat pada grafik selisih antara diameter tertinggi dengan diameter terendah yaitu cenderung naik, pada rasio lt/d = penyimpangan sebesar 0,010 mm kemudian naik pada rasio lt/d = 5 sebesar 0,020 mm kemudian konstan sampai ujung benda kerja. Hal ini disebabkan karena pada proses pemakanan awal lebih banyak material yang terbuang sehingga daya pemotongannya lebih besar.



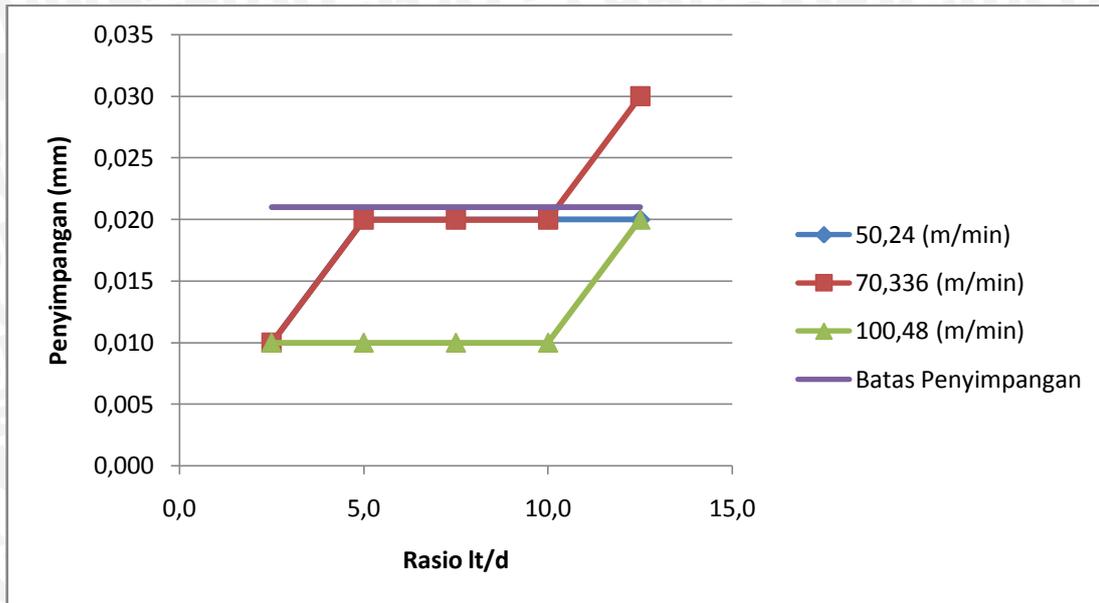
Gambar 4.10 Grafik diameter maksimal dan minimal hasil pengukuran dengan panjang pemotongan 250 mm pada kecepatan pemotongan 70,336 m/min

Dari diameter maksimal dan minimal hasil pengukuran dengan panjang pemotongan 150 mm dengan kecepatan pemotongan 70,336 m/min dapat dilihat terjadi penyimpangan dari daerah yang dekat dengan *chuck* sampai pada ujung benda kerja. Besarnya penyimpangan dapat dilihat pada grafik selisih antara diameter tertinggi dengan diameter terendah yaitu cenderung naik, pada rasio lt/d = penyimpangan sebesar 0,010 mm kemudian naik pada rasio lt/d = 5 sebesar 0,020 mm sampai pada rasio lt/d = 10, kemudian naik lagi pada ujung benda kerja atau pada rasio lt/d = 12,5 dengan penyimpangan sebesar 0,03 mm. Hal ini disebabkan karena pada proses pemakanan awal lebih banyak material yang terbuang sehingga daya pemotongannya lebih besar.



Gambar 4.11 Grafik diameter maksimal dan minimal hasil pengukuran dengan panjang pemotongan 250 mm pada kecepatan pemotongan 100,48 m/min

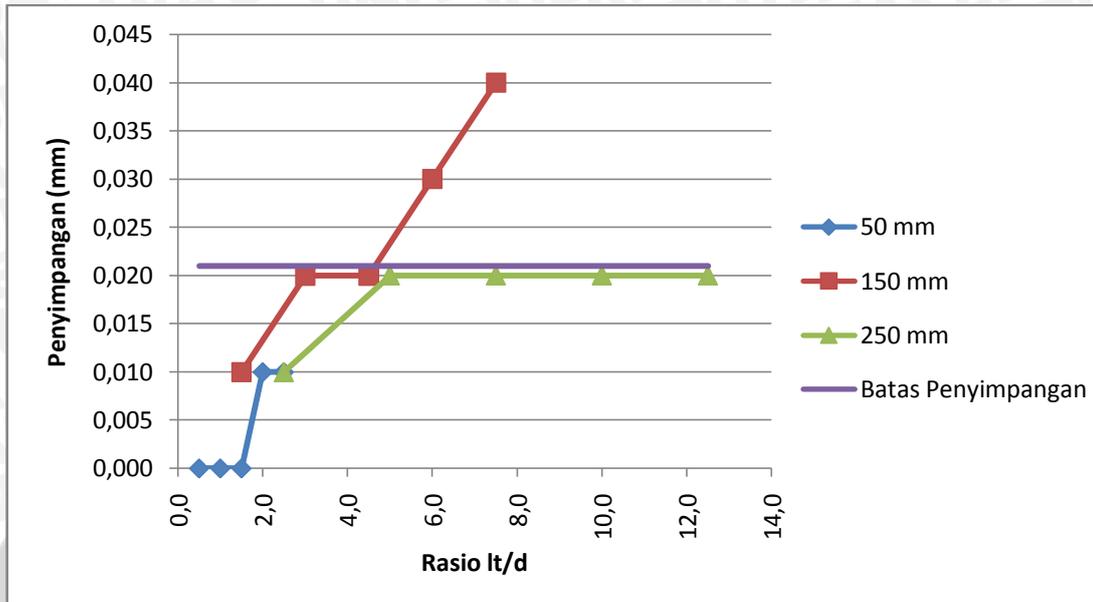
Dari diameter maksimal dan minimal hasil pengukuran dengan panjang pemotongan 150 mm dengan kecepatan pemotongan 100,48 m/min dapat dilihat terjadi penyimpangan dari daerah yang dekat dengan *chuck* sampai pada ujung benda kerja, Besarnya penyimpangan dapat dilihat pada grafik selisih antara diameter tertinggi dengan diameter terendah yaitu cenderung naik, pada rasio lt/d = penyimpangan sebesar 0,010 mm dan konstan samapi rasio lt/d = 10, kemudian naik lagi pada ujung benda kerja atau pada rasio lt/d = 12,5 dengan penyimpangan sebesar 0,02 mm. Hal ini disebabkan karena pada proses pemakanan awal lebih banyak material yang terbuang sehingga daya pemotongannya lebih besar.



Gambar 4.12 Pengaruh kecepatan pemotongan terhadap penyimpangan kebulatan benda kerja pada panjang pemotongan 250 mm.

Dapat dilihat juga pada gambar 4.12 grafik pengaruh kecepatan pemotongan terhadap penyimpangan kebulatan benda kerja pada panjang pemotongan 250 mm, penyimpangan yang terjadi melebihi dari yang targetkan yaitu 0,021 mm (20m6) setelah rasio $lt/d = 10$, sehingga perlu diperhatikan pada proses pembubutan. Hal ini disebabkan semakin tinggi kecepatan pemotongan (V_c) dengan panjang pemotongan (lt), kedalaman pemotongan (a) dan kecepatan pemakanan (f) konstan maka gaya pemotongan (K_s) semakin kecil yang menyebabkan getaran semakin kecil sehingga penyimpangan kebulatan semakin rendah.

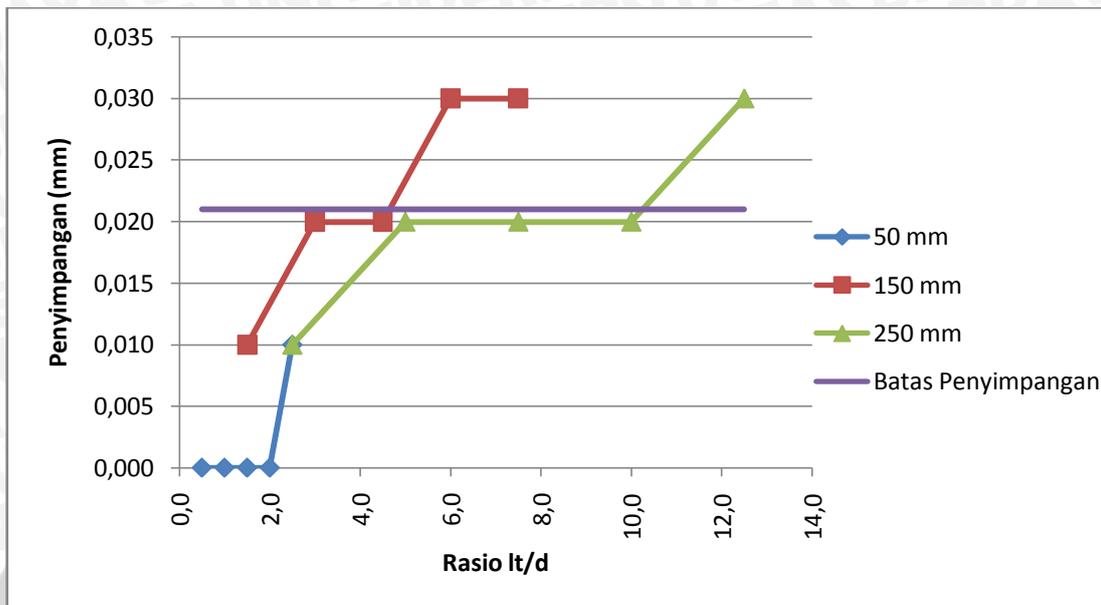
4.3.4 Pengaruh panjang pemotongan terhadap kebulatan benda kerja pada kecepatan pemotongan 50, 24 m/min



Gambar 4.13 Grafik pengaruh panjang pemotongan terhadap kebulatan benda kerja pada kecepatan pemotongan 50,24 m/min

Dari grafik pengaruh panjang pemotongan terhadap kebulatan benda kerja pada kecepatan pemotongan 50,24 m/min, dapat dilihat kecenderungan dari grafik adalah sebanding dengan penyimpangannya karena semakin panjang pemotongan maka defleksi akibat pahat terhadap benda kerja semakin besar sehingga kebulatan benda kerja semakin rendah. Urutan penyimpangan dari yang terbesar sampai terkecil yaitu pada panjang pemotongan 50 mm kemudian pada panjang pemotongan 250 mm kemudian 150 mm. Penyimpangan ini disebabkan getaran yang terjadi pada mesin bubut selama proses pembubutan, karena semakin panjang pemotongan maka getaran yang terjadi semakin besar, sehingga pemotongan tidak stabil (kedalaman pemotongan berubah-ubah) dan menurunkan kualitas seperti kebulatan. Selain itu ada penyimpangan yang melebihi dari target yaitu 0,021 mm (20m6), pada panjang pemotongan 150 mm setelah melewati rasio $lt/d = 4,5$, sehingga perlu diperhatikan pada proses pembubutan.

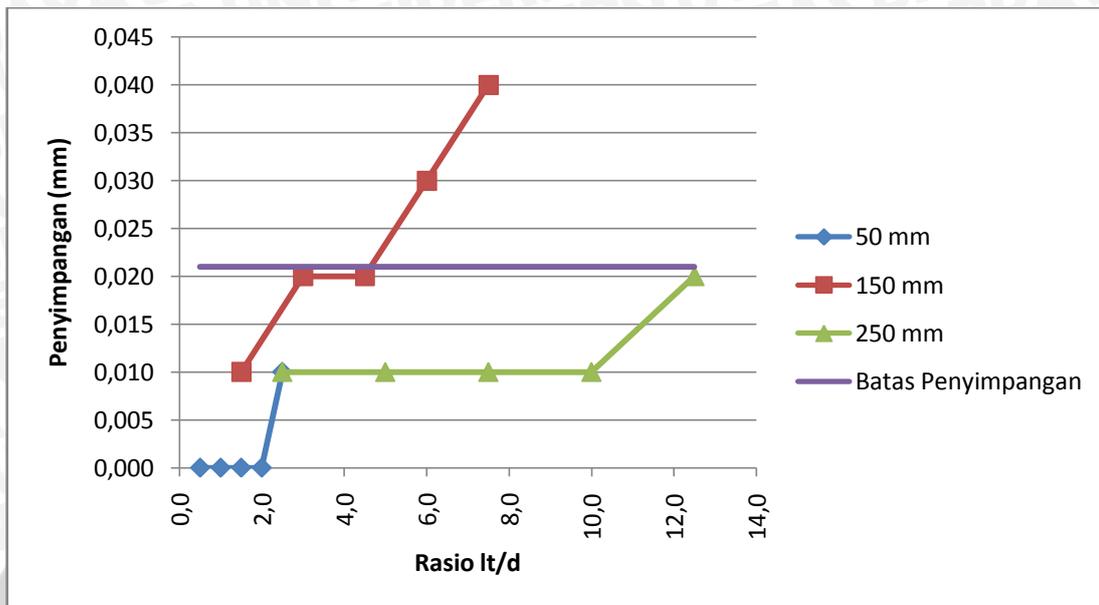
4.3.5 Pengaruh panjang pemotongan terhadap kebulatan benda kerja pada kecepatan pemotongan 70,336 m/min



Gambar 4.14 Grafik pengaruh panjang pemotongan terhadap kebulatan benda kerja pada kecepatan pemotongan 70,336 m/min

Dari grafik pengaruh panjang pemotongan terhadap kebulatan benda kerja pada kecepatan pemotongan yang konstan 70,336 m/min, dapat dilihat kecenderungan dari grafik adalah sebanding dengan penyimpangannya karena semakin panjang pemotongan maka defleksi akibat pahat terhadap benda kerja semakin besar sehingga kebulatan benda kerja semakin rendah. Urutan penyimpangan dari yang terbesar sampai terkecil yaitu pada panjang pemotongan 50 mm kemudian pada panjang pemotongan 250 mm kemudian 150 mm. Penyimpangan ini disebabkan getaran yang terjadi pada mesin bubut selama proses pembubutan, karena semakin panjang pemotongan maka getaran yang terjadi semakin besar, sehingga pemotongan tidak stabil (kedalaman pemotongan berubah-ubah) dan menurunkan kualitas seperti kebulatan. Selain itu ada penyimpangan yang melebihi dari target yaitu 0,021 mm (20m6), pada panjang pemotongan 150 mm setelah melewati rasio lt/d = 4,5 dan pada panjang pemotongan 250 setelah melewati rasio lt/d = 10, sehingga perlu diperhatikan pada proses pembubutan.

4.3.6 Pengaruh panjang pemotongan terhadap kebulatan benda kerja pada kecepatan pemotongan 100,48 m/min



Gambar 4.15 Grafik pengaruh panjang pemotongan terhadap kebulatan benda kerja pada kecepatan pemotongan 100,48 m/min

Dari grafik pengaruh panjang pemotongan terhadap kebulatan benda kerja pada kecepatan pemotongan yang konstan 100,48 m/min, dapat dilihat kecenderungan dari grafik adalah sebanding dengan penyimpangannya karena semakin panjang pemotongan maka defleksi akibat pahat terhadap benda kerja semakin besar sehingga kebulatan benda kerja semakin rendah. Urutan penyimpangan dari yang terbesar sampai terkecil yaitu pada panjang pemotongan 50 mm kemudian pada panjang pemotongan 250 mm kemudian 150 mm. Penyimpangan ini disebabkan getaran yang terjadi pada mesin bubut selama proses pembubutan, karena semakin panjang pemotongan maka getaran yang terjadi semakin besar, sehingga pemotongan tidak stabil (kedalaman pemotongan berubah-ubah) dan menurunkan kualitas seperti kebulatan. Selain itu ada penyimpangan yang melebihi dari target yaitu 0,021 mm (20m6), pada panjang pemotongan 150 mm setelah melewati rasio $Lt/d = 4,5$, sehingga perlu diperhatikan pada proses pembubutan.

BAB V PENTUTUP

5.1 Kesimpulan

Dari hasil penelitian diperoleh bahwa kecepatan pemotongan dan panjang pemotongan berpengaruh terhadap kebulatan benda kerja. Semakin tinggi kecepatan pemotongan, maka penyimpangan kebulatan semakin kecil, sedangkan semakin panjang pemotongan, maka penyimpangan kebulatan semakin besar.

5.2 Saran

1. Sebelum memberi lubang center untuk senter putar, lebih baik lakukan pembubutan dengan *depth of cut* yang kecil untuk meratakan permukaan melingkar benda kerja, agar lubang center yang terbentuk tepat berada di tengah-tengah.
2. Pastikan mesin bubut yang digunakan sudah *dileveling* dan diberi peredam pada lantai untuk meredam getaran yang terjadi.
3. Pada proses pengukuran penyimpangan kebulatan, sebaiknya menggunakan *dial indicator digital* untuk mempermudah dalam mengenolkan pada titik acuan, sehingga pengambilan data bisa lebih cepat dan menggunakan metode jari-jari.

DAFTAR PUSTAKA

- B. Budi Mariatanto. 1996. Pengaruh kecepatan pemotongan dan gerak makan terhadap penyimpangan dan kebulatan produk hasil pemesinan *cnc turn* 242.
- Heuberger, Schonmetz sinnl reiter. 1990. Pengerjaan Logam Dengan Mesin.
- Korloy Inc. 2010-2022. Cutting Tools Korloy. Korea.
- Rilley, William F., Sturges, Leroy D. dan Morris, Don H. 1999. *Mechanic of Materials, fifth edition, New York* : John Willey & Sons, Inc.
- Rochim, Taufiq. 1985. Teori dan Teknologi Proses Pemesinan. Jakarta: Higher Education Development Support Project.
- Sato G. Takhesi & H. N. Sugiarto. 1999. Menggambar Mesin Menurut Standar ISO, edisi ke-10, Jakarta : PT. Parandya Paramita.
- Tunggal, Djaja. 1997. pengaruh parameter potong dan geometri pahat terhadap kebulatan benda kerja hasil proses bubut.
- Wibowo, Wahyu. 2000. Pengaruh kondisi pemotongan pada kecepatan pemotongan yang konstan terhadap getaran pahat potong untuk bahan S45C dalam proses *roughing turning*.
- Widarto, Sentot B., Wijanarka, Sutopo, Paryanto. 2008. Teknik Pemesinan, Jakarta : Direktorat Jenderal Manajemen Pendidikan Dasar dan Menengah Direktorat Pembinaan Sekolah Menengah Kejuruan Departemen Pendidikan Nasional.
- Wijaya, Prima. 2007. Pengaruh *tool overhang* dan *depth of cut* terhadap kebulatan benda kerja hasil proses pembubutan dengan mesin CNC ET 24.

UNIVERSITAS BRAWIJAYA

Lampiran-lampiran



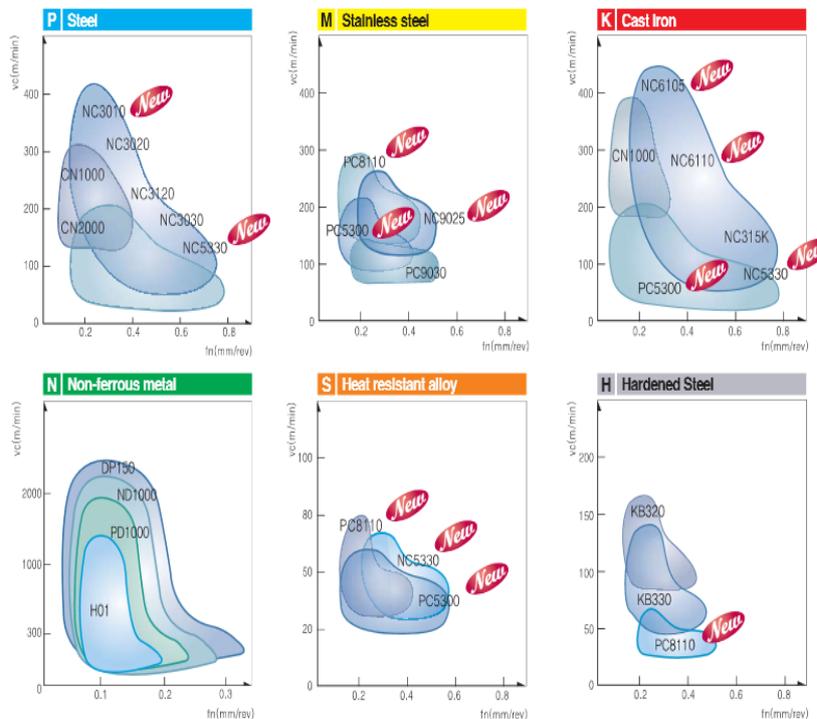
Turning Grades **A**

The best way to choose KORLOY turning inserts

Selection system

Workpiece	P Steel					M Stainless steel				K Cast Iron				N Nonferrous			S HRSA				H Hardened		
	P01	P10	P20	P30	P40	P50	M10	M20	M30	M40	K01	K10	K20	K30	N10	N20	N30	S01	S10	S20	S30	H01	H10
Coated carbide	NC3010 <i>New</i>					PC8110 <i>New</i>				NC6105 <i>New</i>				ND1000			PC8110 <i>New</i>				PC8110		
	NC3020					NC9025				NC6110 <i>New</i>				PD1000			NC5330 <i>New</i>				PC5300		
	NC3120					PC6300 <i>New</i>				NC315K <i>New</i>													
	NC3030					PC9030				NC5330 <i>New</i>													
	NC5330 <i>New</i>									PC5300 <i>New</i>													
Cermet	CN1000 <i>New</i>									CN1000 <i>New</i>													
	CN2000 <i>New</i>																						
	CN20																						
cBN / PCD										KB350				DP150							KB320		
										KB360											KB330		
Uncoated carbide	ST05					U10				H02				H01							H01		
	ST10					U20				H01													
	ST16					U40				H05													
	ST20									H10													
	ST30N									G10													
	ST40																						
	ST30																						
ST46																							
ST45																							

Application range of turning grades

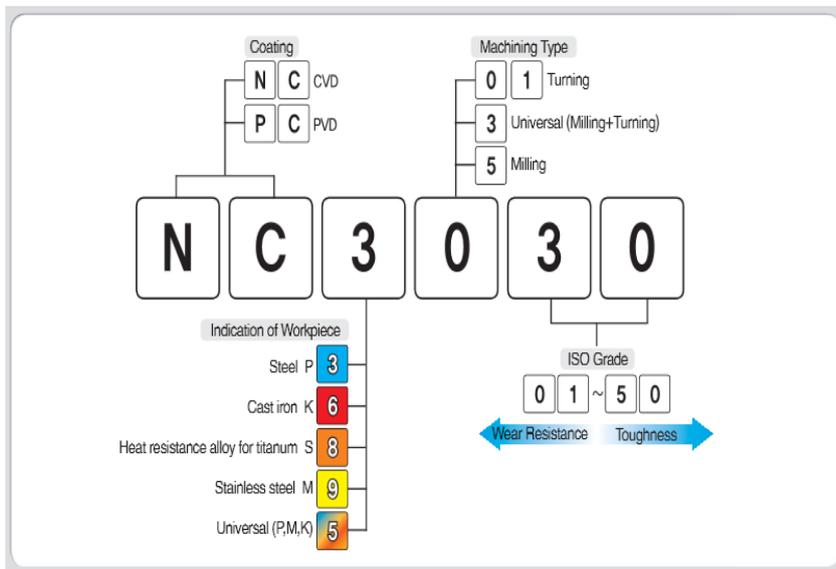


Lampiran 2 Application turning of grades

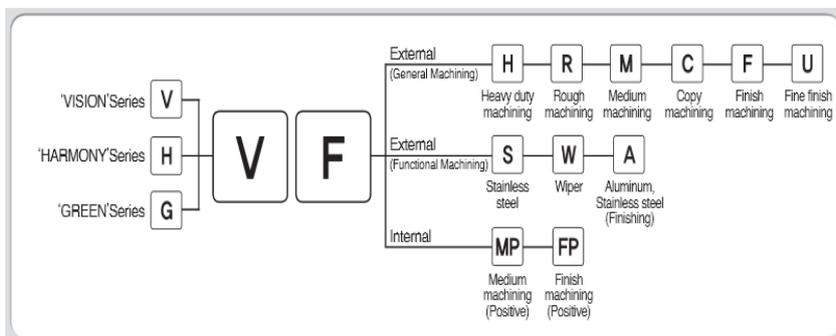


KORLOY Inc. Code System

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	N.m
Feed per minute	vf	mm/min	Thrust	Tc	N
Feed per revolution	fn	mm/rev	Cycle time	tc	min
Feed per tooth	fz	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			



Lampiran 4 Grade name for coated carbide and chip breaker



B Instruction of External Holder

Instruction of External Holder

Turning

Turning C/B

Turning Inserts

External Holder

Boring Bar

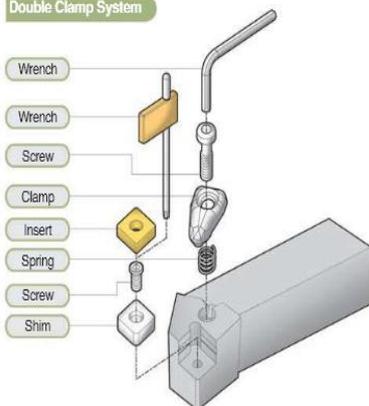
HSK / KM Tooling system

Cartridge

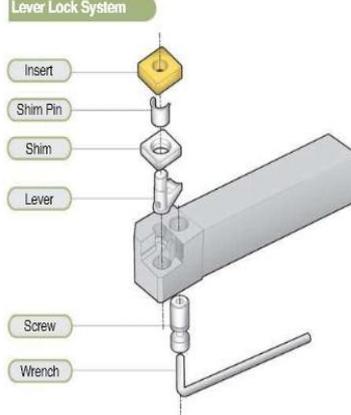
Auto Tools

MSB

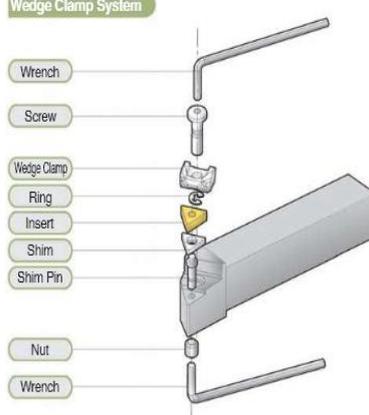
Double Clamp System



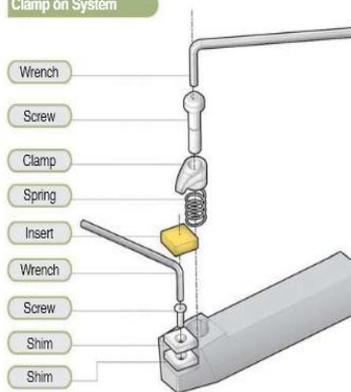
Lever Lock System



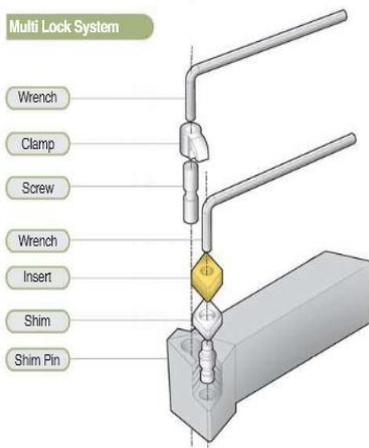
Wedge Clamp System



Clamp on System



Multi Lock System



Screw on System

