

**KARAKTERISTIK TINGKAT KEKASARAN PERMUKAAN
HASIL PEMBUBUTAN BAJA SS41 AKIBAT PERBEDAAN
NOSE RADIUS DAN KECEPATAN POTONG PADA MESIN
BUBUT CNC**

ADIB ADZKARI

5315116432



**Skripsi ini ditulis untuk memenuhi sebagian persyaratan dalam memperoleh
gelar Sarjana**

PROGRAM STUDI PENDIDIKAN TEKNIK MESIN

FAKULTAS TEKNIK

UNIVERSITAS NEGERI JAKARTA

2017

ABSTRAK

ADIB ADZKARI. Karakteristik Tingkat Kekasaran Permukaan Hasil Pembubutan Baja SS41 Akibat Perbedaan *Nose Radius* Dan Kecepatan Potong Pada Mesin Bubut CNC. Skripsi. Jakarta: Program Studi Pendidikan Teknik Mesin, Jurusan Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Negeri Jakarta, 2017.

Untuk membuat suatu produk yang berkualitas harus didukung oleh proses pemesinan yang baik. Setiap proses pemesinan memiliki ciri tertentu atas permukaan benda kerja yang dihasilkan, salah satunya kekasaran permukaan. Hal ini terjadi karena adanya penyimpangan-penyimpangan pada proses pemotongan. Penelitian ini bertujuan untuk menguji dan membuktikan bagaimana karakteristik nilai kekasaran permukaan yang paling baik dengan penggunaan variasi *nose radius* dan kecepatan potong dalam pemesinan bubut CNC.

Penelitian ini menggunakan metode eksperimen kemudian melakukan pengolahan data kekasaran permukaan hasil pembubutan pada proses *finishing* menggunakan cairan pendingin dengan variasi *nose radius* 0.4 mm dan 0.8 mm pada *insert KYOCERA* tipe D (*rhombic 55°*), variasi kecepatan potong 145 m/min, 160 m/min, 175 m/min dan 190 m/min, kedalaman pemotongan tetap 0.63 mm dan gerak pemakanan tetap 0.17 mm/put. Material yang digunakan baja SS 41 berjumlah 24 spesimen dengan diameter awal 25 mm dan panjang 100 mm.

Pembuatan spesimen sebanyak 24 buah sampel dilakukan di SMK Negeri 26 Jakarta pada semester genap 2016/2017 dan pengukuran nilai kekasaran permukaan dilakukan di lab *Fire, Material & Safety Engineering* Fakultas Teknik, Universitas Negeri Jakarta menggunakan alat *surface tester surfscorder SE300* dengan mengambil 3 titik daerah pengecekan yang berbeda per spesimen. Data yang didapat berupa hasil rata-rata dari harga R_a .

Berdasarkan hasil pengujian, *nose radius* dan kecepatan potong mempunyai pengaruh terhadap kekasaran permukaan benda kerja. Hasil kekasaran permukaan dengan *nose radius* 0.8 mm lebih halus daripada *nose radius* 0.4 mm dan nilai kekasaran terendah didapat pada kecepatan potong 190 m/min. Kekasaran permukaan terendah dengan nilai R_a 1.154 μm terjadi pada penggunaan *nose radius* 0.8 mm dengan kecepatan potong 190 m/min, sedangkan kekasaran permukaan terbesar dengan nilai R_a 2.817 μm terjadi pada penggunaan *nose radius* 0.4 mm dengan kecepatan potong 145 m/min.

Kata kunci : *Nose Radius*, Kecepatan Potong, Kekasaran Permukaan, Bubut CNC

ABSTRACT

ADIB ADZKARI. *Surface Roughness Level Characteristic Of Steel SS41 Lathing Outcome Cause Of Nose Radius And Cutting Speed Differentiation On CNC Lathe Machine.* Thesis. Jakarta: Education of Mechanical Engineering, Faculty of Engineering, State University of Jakarta, 2017.

To make a quality product that must be supported by the good machining process. Each process has a particular characteristic of machining the surface of the workpiece is produced, one of which surface roughness. This happens due to deviations in the process of cutting. This study aims to test and prove how the characteristics of surface roughness values the best with the use of a variation of the nose radius and the speed of the cut in machining CNC lathe.

This research uses experimental methods then perform data processing surface roughness result in the finishing process using liquid cooling with variations of nose radius of 0.4 mm and 0.8 mm on the insert KYOCERA type D (55 ° rhombic), variations in the speed of cut 145 m/min, 160 m/min, 175 m/min and 190 m/min, the depth of the cuts remains 0.63 mm and fixed consumption motion 0.17 mm/put. The material used steel SS 41 numbered 24 specimens with an initial diameter of 25 mm and a length of 100 mm.


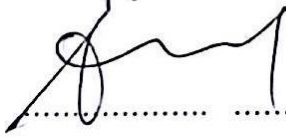



The making of the specimen by as much as 24 fruit samples performed at State Vocational High School 26 Jakarta semester even 2016/2017 and the measurement of surface roughness values are performed in a lab Fire & Materials Engineering, Faculty of Engineering, State University of Jakarta using surface tester surfecorder SE300 by taking 3 different regions the checking point per specimen. The data obtained in the form of the results of the average of the price Ra.

Based on the results of surface roughness, nose radius and the speed of the cut had an influence on workpiece surface roughness. The results of surface roughness with a nose radius of 0.8 mm is more refined than nose radius of 0.4 mm and lowest roughness values obtained at a speed of cut 190 m/min. with the lowest surface roughness value, Ra 1,154 μm occurred on the use of nose radius of 0.8 mm with a speed of cut 190 m/min, while the largest surface roughness value Ra 2,817 μm occurred on the use of nose radius 0.4 mm with a speed of cut 145 m/min.

Keyword : Nose Radius, Cutting Speed, Surface roughness, CNC Lathe.

**LEMBAR PENGESAHAN
SKRIPSI DENGAN JUDUL
KARAKTERISTIK TINGKAT KEKASARAN HASIL PEMBUBUTAN
BAJA SS41 AKIBAT PERBEDAAN *NOSE RADIUS* DAN KECEPATAN
POTONG PADA MESIN BUBUT CNC**

Telah Disetujui Oleh :

Nama	Tanda Tangan	Tanggal
1. <u>Drs. Syaripuddin, M.Pd.</u> NIP. 197603211999031001 (Pembimbing I)	
2. <u>Ahmad Kholil, S.T., M.T.</u> NIP. 197908312005011001 (Pembimbing II)	
Dosen Penguji :		
3. Dr. Riza Wirawan, M.T. NIP. 197804112005011003 (Ketua Sidang)	
4. I Wayan Sugita, S.T., M.T. NIP. 197911142012121001 (Sekretaris)		21/2/2017
5. Ragil Sukarno, S.T., M.T. NIP. 197911022012121001 (Dosen Ahli)	

Mengetahui,
Ketua Program Studi
Pendidikan Teknik Mesin UNJ




Ahmad Kholil, S.T., M.T.
NIP. 197908312005011001

Tanggal Ujian : 20 Februari 2017
Tanggal Lulus : 20 Februari 2017

SURAT PERNYATAAN

Yang bertanda tangan dibawah ini :

Nama : Adib Adzkari

No. Reg : 5315116432

Prodi : Pendidikan Teknik Mesin (S1)

Fakultas : Fakultas Teknik Universitas Negeri Jakarta

Dengan ini saya menyatakan bahwa dalam Skripsi ini benar-benar karya saya sendiri dan tidak terdapat karya yang pernah diajukan untuk memperoleh gelar sarjana pendidikan atau gelar lainnya di suatu perguruan tinggi, dan sepanjang pengetahuan saya juga tidak terdapat karya atau pendapat yang pernah ditulis oleh orang lain, kecuali secara tertulis diacu dalam naskah ini dan dalam daftar pustaka.

Jakarta, Februari 2017

Penulis



Adib Adzkari

No. Reg 5315116432

KATA PENGANTAR

Puji syukur penulis panjatkan kehadirat Allah SWT yang telah melimpahkan rahmat, hidayah serta karunia-Nya, sehingga Penulis diberi kemudahan dan kemampuan dalam menyelesaikan skripsi ini guna memenuhi persyaratan dalam menyelesaikan Program Studi S1 Pendidikan Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Negeri Jakarta.

Dalam penyusunan skripsi ini Penulis banyak mendapat bantuan dari berbagai pihak, maka pada kesempatan ini sepantasnyalah Penulis menyampaikan rasa terima kasih atas bantuannya kepada Penulis terutama kepada :

1. Bapak Ahmad Kholil, ST., MT., selaku Ketua Program Studi S1 Pendidikan Teknik Mesin Fakultas Teknik dan selaku Dosen Pembimbing II, yang telah membina, menyarankan dan membantu penulis menyelesaikan skripsi ini dengan penuh kesabaran.
2. Bapak Drs. Syaripudin, M.Pd., selaku Dosen Pembimbing I, yang telah membina, menyarankan, membantu penulis menyelesaikan skripsi ini dengan penuh kesabaran.
3. Seluruh Dosen Program Studi Teknik Mesin Fakultas Teknik – Universitas Negeri Jakarta.
4. Seluruh Staf Tata Usaha Program Studi Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Negeri Jakarta.
5. Seluruh Staf Laboratorium *Fire, Material & Safety Engineering* Program Studi Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Negeri Jakarta.

6. Seluruh Staf Laboratorium Produksi, Permesinan dan Otomotif Program Studi Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Negeri Jakarta.
7. Bapak Budi Trisnowo, S.Pd yang telah banyak membantu Penulis menyelesaikan skripsi ini dengan penuh kesabaran.
8. Guru - Guru SMKN 26 Jakarta yang banyak membantu Penulis menyelesaikan skripsi ini.
9. Kedua orang tua Penulis, Bapak Chaerul Hadis dan Ibu Siti Masyitoh, yang selalu memberikan dorongan do'a, semangat dan materil selama masa perkuliahan hingga skripsi ini dapat terselesaikan.
10. Saudara kandung Penulis, Masrur Rahmansyah, S.H., Siti Chairuwidha dan Ahmad Haikal Asyroq beserta seluruh keluarga yang selalu memberikan dorongan do'a dan semangat selama masa perkuliahan hingga skripsi ini dapat terselesaikan.
11. Candra Wahyu Setiawan, Predi Setiawan, Adhucha Sukma Putra, Moch. Banu S.Pd, Fajar Dahana Djati S.Pd, Ali Zainudin S.Pd, M. Jaka P S.Pd, M. Azar, Ahmad Qodri, Alfian Mukhtarom, Edi S.Pd, Dedi, Gifari Mihsan, M. Zharot S.Pd, Rahmat Kusnandar S.Pd, Samsudin S.Pd, Ihsan Kamil, M. Rizki, Wiantoro G, Rulycha, dan segenap teman – teman Teknik Mesin Angkatan 2011 yang selalu mendampingi, menemani dan mendukung baik moril ataupun materil sejak masuk bangku kuliah hingga penulisan skripsi ini selesai.

12. Keluarga besar S1 Pendidikan Teknik Mesin dan DIII Teknik Mesin beserta teman-teman seperjuangan Teknik Mesin Univeritas Negeri Jakarta.
13. Keluarga Mahasiswa Pecinta Alam Eka Citra UNJ yang telah banyak memberikan ilmu dan pengalaman kepada Penulis semasa kuliah hingga skripsi ini selesai.
14. Tiwuk Sri Handayani yang telah memberikan semangat dan dukungan baik moril maupun materil dalam proses pengerjaan skripsi ini.

Penulis berusaha menyusun laporan ini dengan sebaik-baiknya. Namun, penulis juga menyadari kemungkinan adanya kekurangan dan kesalahan yang tidak disengaja pada laporan ini. Saran yang bersifat membangun sangat diharapkan untuk menjadikan tulisan ini lebih baik dan bermanfaat. Semoga laporan ini bermanfaat bagi rekan-rekan mahasiswa Teknik Mesin serta pembaca pada umumnya.

Jakarta, Februari 2017

Penulis

DAFTAR ISI

ABSTRAK	i
LEMBAR PENGESAHAN SKRIPSI	ii
LEMBAR PERNYATAAN	iii
KATA PENGANTAR	iv
DAFTAR ISI	vii
DAFTAR GAMBAR	x
DAFTAR TABEL	xii
DAFTAR LAMPIRAN	xiii
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1. Latar Belakang	1
1.2. Identifikasi Masalah	4
1.3. Pembatasan Masalah	5
1.4. Perumusan Masalah	6
1.5. Tujuan Penelitian	6
1.6. Kegunaan Penelitian	7
BAB II KAJIAN PUSTAKA	8
2.1. Proses Permesinan	8
2.2. Proses Bubut	9
2.3. Mesin Bubut CNC	11
2.3.1. Komponen Utama Mesin Bubut CNC	13
2.3.2. Pemrograman CNC	17
2.3.3. <i>Part Setup</i> (Penentuan Titik Nol Benda Kerja)	23
2.4. Parameter Proses Pemesinan	25
2.5. Benda Kerja	34
2.6. Alat Potong (<i>Cutting Tools</i>)	34
2.6.1. Material Pahat Bubut	36
2.6.2. Pahat Sisipan (<i>Insert</i>)	37
2.6.3. Geometri Pahat Bubut	41
2.6.3.1 Radius Pojok (<i>Nose Radius</i>)	41
2.7. Cairan Pendingin (<i>coolant</i>).....	44

2.7.1. Jenis Cairan Pendingin	44
2.7.2. Pemakaian dan Pemilihan Cairan Pendingin	45
2.8. Kekasaran Permukaan	47
2.8.1. Pernyataan Kekasaran Permukaan	49
2.8.2. Toleransi Harga Ra	50
2.8.3. Penyimpangan Rata – Rata Aritmatik	52
2.9. Pemeriksaan Kekasaran Permukaan	53
2.10. Kerangka Konseptual	54
2.11. Hipotesis Penelitian	56
BAB III METODOLOGI PENELITIAN	57
3.1. Tujuan Penelitian	57
3.2. Tempat dan Waktu Penelitian	57
3.3. Metode Penelitian	57
3.4. Metode Pengambilan Data	59
3.5. Instrumen Penelitian	59
3.6. Prosedur Penelitian	59
3.7. Variasi Parameter Pemotongan	60
3.8. Rancangan Penelitian	61
3.9. Prosedur Pemesinan	64
3.9.1. Perencanaan Pembubutan	64
3.9.2 Pelaksanaan Pembubutan	65
3.10 Perencanaan Pengujian	66
BAB IV HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN	70
4.1. Hasil Pemesinan.....	70
4.1.1. Hasil Pemesinan r_e 0.4mm dan V_c 145m/min	70
4.1.2. Hasil Pemesinan r_e 0.4mm dan V_c 160m/min	72
4.1.3. Hasil Pemesinan r_e 0.4mm dan V_c 175m/min	73
4.1.4. Hasil Pemesinan r_e 0.4mm dan V_c 190m/min	74
4.1.5. Hasil Pemesinan r_e 0.8mm dan V_c 145m/min	76
4.1.6. Hasil Pemesinan r_e 0.8mm dan V_c 160m/min	77
4.1.7. Hasil Pemesinan r_e 0.8mm dan V_c 175m/min	78

4.1.8. Hasil Pemesinan r_e 0.8mm dan V_c 190m/min	79
4.2. Data Hasil Pengujian Kekasaran Permukaan	80
4.3. Pengaruh <i>Nose Radius</i> Terhadap Kekasaran Permukaan	83
4.4. Pengaruh Kecepatan Pemotongan Terhadap Kekasaran Permukaan	86
4.5. Pengaruh Kecepatan Potong Dan <i>Nose Radius</i> Terhadap Kekasaran Permukaan	89
BAB V PENUTUP.....	91
5.1. Kesimpulan.....	91
5.2. Saran	92
DAFTAR PUSTAKA	93
LAMPIRAN	95
DAFTAR RIWAYAT HIDUP	123

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1. Proses Bubut Rata, Permukaan dan Tirus	10
Gambar 2.2. <i>Turret</i> Mesin Bubut CNC <i>Siemens Sinumerik 808D</i>	14
Gambar 2.3. <i>Chuck</i> (Alat Cekam).....	14
Gambar 2.4. <i>Holder</i>	15
Gambar 2.5. <i>Insert Knife</i>	15
Gambar 2.6. Spindel.....	16
Gambar 2.7. Tombol CNC <i>Siemens Sinumerik 808D</i>	16
Gambar 2.8. Titik Nol Sumbu Z Benda Kerja	25
Gambar 2.9. Titik Nol Sumbu X Benda Kerja	25
Gambar 2.10. Gerak Makan dan Kedalaman Potong.....	30
Gambar 2.11. Panjang Pembubutan Rata.....	31
Gambar 2.12. Kosifikasi Pahat Sisipan.....	38
Gambar 2.13. Radius Pojok Pahat Sisipan	42
Gambar 2.14. Pengaruh <i>Nose Radius</i>	43
Gambar 2.15. Penyimpangan Rata – Rata Aritmatik Ra	52
Gambar 2.16. <i>Surface Roughness Tester Surfcoorder SF300</i>	54
Gambar 3.1. <i>Flow Chart</i> Penelitian.....	58
Gambar 4.1. Proses Pemesinan dengan parameter $r\epsilon$ 0.4mm dan V_c 145m/min	71
Gambar 4.2. Hasil Pemesinan dengan parameter $r\epsilon$ 0.4mm dan V_c 145m/min	71
Gambar 4.3. Proses Pemesinan dengan parameter $r\epsilon$ 0.4mm dan V_c 160m/min	72
Gambar 4.4. Hasil Pemesinan dengan parameter $r\epsilon$ 0.4mm dan V_c 160m/min	73
Gambar 4.5. Proses Pemesinan dengan parameter $r\epsilon$ 0.4mm dan V_c 175m/min	73
Gambar 4.6. Hasil Pemesinan dengan parameter $r\epsilon$ 0.4mm dan V_c 175m/min	74
Gambar 4.7. Proses Pemesinan dengan parameter $r\epsilon$ 0.4mm	

	dan Vc 190m/min	75
Gambar 4.8.	Hasil Pemesinan dengan parameter r_e 0.4mm dan Vc 190m/min	75
Gambar 4.9.	Proses Pemesinan dengan parameter r_e 0.8mm dan Vc 145m/min	76
Gambar 4.10.	Proses Pemesinan dengan parameter r_e 0.8mm dan Vc 160m/min	77
Gambar 4.11.	Proses Pemesinan dengan parameter r_e 0.8mm dan Vc 175m/min	78
Gambar 4.12.	Proses Pemesinan dengan parameter r_e 0.8mm dan Vc 190m/min	79
Gambar 4.13.	Grafik Interaksi antara perubahan r_e dengan Vc 145m/min terhadap kekasaran permukaan	83
Gambar 4.14.	Grafik Interaksi antara perubahan r_e dengan Vc 160m/min terhadap kekasaran permukaan	84
Gambar 4.15.	Grafik Interaksi antara perubahan r_e dengan Vc 175m/min terhadap kekasaran permukaan	84
Gambar 4.16.	Grafik Interaksi antara perubahan r_e dengan Vc 190m/min terhadap kekasaran permukaan	85
Gambar 4.17.	Grafik Interaksi antara perubahan Vc dengan r_e 0.4mm terhadap kekasaran permukaan	86
Gambar 4.18.	Grafik Interaksi antara perubahan Vc dengan r_e 0.8mm terhadap kekasaran permukaan	87
Gambar 4.19.	Grafik Interaksi antara perubahan kecepatan potong dan <i>nose</i> <i>radius</i> terhadap kekasaran permukaan	89

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1. Fungsi Abjad Pada <i>Turning</i>	19
Tabel 2.2. Fungsi Kode G	20
Tabel 2.3. Fungsi Kode M.....	21
Tabel 2.4. Kecepatan Potong Bahan	27
Tabel 2.5. Parameter CNC <i>Turning</i>	33
Tabel 2.6. Pemilihan <i>Insert</i> Berdasarkan Proses Pengerjaan	39
Tabel 2.7. <i>Cutting Data Insert</i>	40
Tabel 2.8. Harga Radius Pojok Sesuai Kedalaman Potong	43
Tabel 2.9. Toleransi Harga Kekasaran Rata-Rata (R_a).....	50
Tabel 2.10 Tingkat Kekasaran Rata-Rata Menurut Proses Pengerjaan	51
Tabel 3.1. Variasi <i>Nose Radius</i> dan Kecepatan Potong	60
Tabel 3.2. Rancangan Data Penelitian	63
Tabel 3.3. Nilai <i>Cut Off</i> dan Panjang Pengujian	67
Tabel 3.4. <i>Cut Off</i> dengan <i>Sampling Length</i> dan <i>Evaluation Length</i>	67
Tabel 4.1. Hasil Pengukuran Kekasaran Permukaan R_a rata – rata (μm).....	81
Tabel 4.2. Harga Kekasaran Permukaan Hasil Penelitian.....	82

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1 Mesin Bubut CNC <i>Siemens Sinumerik 808D</i>	95
Lampiran 2 <i>Insert Kyocera</i>	96
Lampiran 3 Proses Pembuatan Spesimen	97
Lampiran 4 Proses Pengujian Kekasaran	98
Lampiran 5 Hasil Pemesinan	99
Lampiran 6 Hasil Pemesinan	100
Lampiran 7 Hasil Pengujian Kekasaran Permukaan	101
Lampiran 8 Tabel Rekomendasi Jenis Cairan Pendingin	113
Lampiran 9 Surat Permohonan Ijin Penelitian	115
Lampiran 10 Surat Pemohonan Ijin Pengujian	116
Lampiran 11 Sertifikat Baja S41	117
Lampiran 12 Pemrograman CNC	118
Lampiran 13 Perhitungan yang digunakan	120

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Pada saat ini proses pemesinan menjadi salah satu jenis proses pembuatan produk yang paling banyak digunakan dalam industri manufaktur. Salah satu proses pemesinan yang digunakan dalam industri manufaktur adalah proses pembubutan.

Proses pembubutan merupakan proses pemesinan yang digunakan untuk membuat komponen/produk berbentuk silindris. Proses tersebut dapat dilakukan dengan menggunakan Mesin Perkakas konvensional atau dengan Mesin Perkakas *CNC* (*Computer Numerically Controlled*).

Seiring dengan kemajuan teknologi, banyak produk yang semakin sulit untuk dikerjakan dengan Mesin Perkakas Konvensional. Selain tuntutan terhadap ketelitian, kualitas kekasaran permukaan yang rendah, kepresisian geometri produk yang tinggi, serta model benda kerja yang semakin kompleks juga menjadi kendala tersendiri.

Oleh karena itu digunakanlah proses pemesinan non - konvensional untuk mengatasi kendala - kendala tersebut. Proses pemesinan non - konvensional yang banyak digunakan salah satunya adalah Mesin *CNC*. Pembubutan merupakan proses pemesinan yang dapat dikerjakan oleh Mesin *CNC*. Apabila dibandingkan dengan mesin bubut konvensional, mesin *CNC* memiliki banyak kelebihan dalam hal akurasi, konsistensi hasil produk dan tidak memerlukan operator pemesinan. Adapun faktor-faktor lain yang

mempengaruhi keunggulan CNC dibandingkan mesin konvensional diantaranya adalah: tidak banyak setting, *tool* berpindah secara otomatis sesuai program yang diminta, pada mesin bubut memakai chuck hidrolik/pneumatis, pergerakan mesin dapat dimonitor pada layar komputer, tingkat error kecil, dan efisiensi waktu.

Pada proses pembubutan, parameter pemesinan sangat mempengaruhi terbentuknya suatu produk yang berkualitas. Untuk itu diperlukan pemilihan parameter pemesinan yang tepat. Salah satu kualitas yang ingin didapat pada proses pemesinan adalah tingkat kekasaran permukaan pada produk yang dihasilkan. Namun, tingkat akurasi dengan menggunakan mesin CNC belum tentu juga dapat menghasilkan hasil pembubutan yang baik, hasil pembubutan yang baik dapat dilihat dari kekasaran permukaan setelah proses pembubutan selesai.

Tingkat kekasaran permukaan hasil proses CNC bubut dapat dipengaruhi oleh dua variabel yaitu: 1) Variabel yang masuk dalam program seperti: kecepatan asutan (f), kecepatan *spindle* (n) dan kedalaman pemakanan (a), dan 2) Variabel yang tidak masuk dalam program seperti: geometri pahat, jumlah mata sayat pahat, material pahat, *coolant* dan material benda kerja yang digunakan.

Pada proses pembubutan akan terjadi sentuhan dan gesekan antara benda kerja dengan mata pahat yang akan menimbulkan panas pada benda kerja maupun pahat bubut yang digunakan. Kekasaran permukaan dapat dipengaruhi oleh kecepatan sayat yang tidak sesuai. Pengaruh kecepatan sayat (*feed rate*)

sangat tinggi terhadap kekasaran permukaan dengan demikian pemilihan variasi *feed rate* dalam melakukan proses pembubutan cukup berpengaruh untuk kekasaran hasil benda kerja. Selain kecepatan sayat, kekasaran permukaan hasil pembubutan juga dapat dipengaruhi oleh kedalaman pemakanan (*depth of cut*) pada saat proses pemesinan. *Depth of cut* mempunyai pengaruh yang signifikan terhadap gaya potong dan kekasaran permukaan. Dalam proses pembubutan, kecepatan putar spindel juga sangat berpengaruh terhadap nilai kekasaran permukaan. Pada prinsipnya bila menginginkan nilai kekasaran yang rendah maka putaran spindel yang diberikan harus ditingkatkan.

Faktor lain yang dapat mempengaruhi nilai kekasaran pada proses pembubutan adalah pahat, pahat merupakan salah satu komponen utama yang digunakan dalam proses pembubutan untuk mengubah bentuk benda kerja sesuai dengan bentuk yang diinginkan. Salah satu jenis pahat yang umumnya digunakan dalam proses pemesinan dengan menggunakan mesin bubut *CNC* untuk meratakan permukaan adalah pahat sisipan (*insert*).

Pada pahat sisipan, terdapat radius geometri ujung pahat bubut yang berfungsi sebagai penyayat benda kerja yang akan dibentuk yang dikenal dengan istilah *nose radius*. *Nose radius* sangat berpengaruh terhadap kualitas produk yang dihasilkan karena *nose radius* langsung bersentuhan dengan benda kerja, dengan demikian dapat diartikan bahwa *nose radius* sangat mempengaruhi nilai kekasaran permukaan hasil pembubutan.

Selain pahat sebagai parameter pemesinan yang tidak termasuk dalam program *CNC*, cairan pendingin (*coolant*) juga mempunyai kegunaan khusus

dalam proses pembubutan. Selain memperpanjang umur pahat, cairan pendingin juga mampu menurunkan gaya gesek dan temperatur, serta memperhalus permukaan produk hasil pemesinan. Oleh karena itu sangat dianjurkan untuk menggunakan cairan pendingin (coolant) pada setiap proses pemesinan.

Berdasarkan latar belakang yang telah dijabarkan di atas, diperlukan penelitian lebih lanjut untuk mengetahui karakteristik nilai kekasaran permukaan benda kerja berdasarkan variasi parameter pemesinan yang telah diteliti sebelumnya dan variasi parameter lainnya yang digunakan guna mendapatkan nilai kekasaran permukaan yang lebih optimal.

Penelitian lanjutan ini akan menggunakan parameter pemesinan lainnya; yakni proses pemesinan basah dengan adanya variasi *nose radius* dan kecepatan potong dalam proses pembubutan pada mesin CNC. Dengan demikian penelitian ini dapat menunjukkan karakteristik tingkat kekasaran permukaan yang paling optimal dari parameter yang digunakan.

1.2 Identifikasi Masalah

Berdasarkan latar belakang yang telah diuraikan, ada beberapa masalah yang dapat diidentifikasi, antara lain :

1. Apakah perbedaan *nose radius* berpengaruh terhadap tingkat kekasaran permukaan hasil pembubutan pada mesin bubut *CNC*?
2. Apakah perbedaan kecepatan potong berpengaruh terhadap tingkat kekasaran permukaan hasil pembubutan pada mesin bubut *CNC*?

3. Bagaimana karakteristik tingkat kekasaran permukaan hasil pembubutan pada mesin bubut *CNC* akibat perubahan *nose radius* dan kecepatan potong?
4. Berapakah *nose radius* yang dapat digunakan untuk mendapatkan tingkat kekasaran permukaan yang paling rendah terhadap hasil pembubutan pada mesin bubut *CNC*?
5. Berapakah kecepatan potong yang optimal untuk mendapatkan tingkat kekasaran permukaan yang paling rendah terhadap hasil pembubutan pada mesin bubut *CNC*?

1.3 Pembatasan Masalah

Berdasarkan latar belakang dan identifikasi masalah, maka terdapat pembatasan masalah yang akan dibatasi pada penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Model spesimen yang akan diuji coba memiliki bentuk silindris, berdiameter awal 25mm, panjang 100mm, dan bahan benda uji coba menggunakan baja SS 41.
2. Material pahat sisipan menggunakan jenis karbida *Kyocera* tipe D (*rhombic 55°*) dengan variasi *nose radius* 0,4mm dan 0.8mm.
3. Variasi kecepatan potong 145m/min, 160m/min, 175m/min, dan 190m/min dengan kecepatan asutan (*feeding*) 0.17mm/put dan kedalaman pemakanan (*depth of cut*) 0.63mm.

4. Mesin bubut *CNC* merk *Siemens Sinumerik 808D* dengan getaran mesin diabaikan dan melakukan proses pemesinan basah menggunakan jenis *soluble oil* sebagai cairan pendingin.

1.4 Penentuan nilai kekasaran dilakukan dengan menggunakan *Roughness Tester SurfCorder SE 300*. **Perumusan Masalah**

Berdasarkan dari latar belakang masalah, identifikasi masalah, dan pembatasan masalah, maka penelitian ini dapat dirumuskan sebagai berikut :
“Bagaimanakah karakteristik tingkat kekasaran permukaan hasil pembubutan akibat perbedaan *nose radius* dan kecepatan potong pada mesin bubut *CNC*?”

1.5 Tujuan Penelitian

Berdasarkan latar belakang masalah, identifikasi masalah, pembatasan masalah, dan perumusan masalah maka penelitian ini memiliki tujuan sebagai berikut :

1. Mengetahui bagaimana pengaruh perbedaan *nose radius* terhadap tingkat kekasaran permukaan hasil pembubutan dengan menggunakan mesin bubut *CNC*.
2. Mengetahui bagaimana pengaruh perbedaan kecepatan potong terhadap tingkat kekasaran permukaan hasil pembubutan dengan menggunakan mesin bubut *CNC*.
3. Mengetahui *nose radius insert* dan kecepatan potong yang dapat menghasilkan tingkat kekasaran paling optimal.

1.6 Kegunaan Penelitian

Hasil penelitian ini diharapkan dapat memberikan tambahan referensi kepada pihak akademis tentang pentingnya menentukan *nose radius* dan kecepatan potong yang tepat pada proses pembubutan dengan mesin bubut *CNC*, sehingga dapat memudahkan untuk mencapai tingkat kekasaran yang diinginkan.

Dan diharapkan dapat memberikan tambahan referensi di bidang industri ataupun sekolah kejuruan untuk merencanakan proses pemesinan dengan penggunaan parameter – parameter yang tepat dalam pembuatan produk ataupun penyelesaian tugas *jobsheet* pemesinan bubut. Sehingga proses pemesinan menjadi efektif dan hasil yang diperoleh sesuai dengan kualitas yang diinginkan.

BAB II

KAJIAN PUSTAKA

2.1 Proses Pemesinan

Menurut Taufiq Rochim¹ Proses pemesinan adalah proses pemotongan dengan menggunakan pahat potong yang dipasang pada mesin perkakas. Sedangkan menurut Dalmasius Ganjar Subagio² proses pemesinan merupakan proses pembentukan logam dengan menggunakan alat potong yang biasa disebut pahat potong.

Proses pembuatan produk yang berbahan logam selalu dilakukan perlakuan untuk mendapatkan bentuk yang diinginkan. Salah satu caranya adalah dengan memotong. Pemotongannya bisa dilakukan dengan berbagai macam cara, salah satunya adalah dengan proses pemesinan.

Komponen mesin yang terbuat dari logam mempunyai bentuk yang beraneka ragam. Umumnya dibuat dengan proses pemesinan dari bahan yang berasal dari proses sebelumnya yaitu proses penuangan (*Casting*) atau proses pengolahan bentuk (*Metal Forming*). Karena bentuknya yang beraneka ragam tersebut maka proses pemesinan yang dilakukanpun bermacam-macam sesuai dengan bidang yang dihasilkan yaitu silindrik atau rata.

¹ Taufiq Rochim, *Teori & Teknologi Proses Pemesinan* (Jakarta : Higher Education Development Support Project, 1993)h.1

² Dalmasius Ganjar Subagio, *Teknik Pemrograman Bubut CNC dan Freis* (Jakarta : LIPI, 2008)h.1

Menurut jenis kombinasi dari gerak potong dan gerak makan maka proses pemesinan dikelompokkan menjadi tujuh macam proses yang berlainan yaitu:³

1. Proses bubut (*turning*)
2. Proses gurdung (*drilling*)
3. Proses freis (*milling*)
4. Proses grinda rata (*surface grinding*)
5. Proses grinda silindrik (*cylindrical grinding*)
6. Proses sekrap (*shaping, planing*), dan
7. Proses gergaji atau parut (*sawing, broaching*)

Secara lebih rinci proses pemesinan dapat diklasifikasikan menurut tujuan dan cara pengerjaan atau mesin perkakas yg digunakan.

2.2 Proses Bubut

Menurut Cornel Naibaho⁴ Mesin bubut adalah mesin kerja yang menyebabkan benda kerja berputar dan bersentuhan (kontak) dengan perkakas sehingga sebagian dari benda kerja tersebut dipindahkan.

Menurut Dalmasius Ganjar Subagio⁵ Mesin bubut adalah mesin perkakas yang berfungsi untuk mengerjakan benda kerja yang memiliki bentuk silinder atau diameter lingkaran benda kerja baik yang lurus maupun bertingkat.

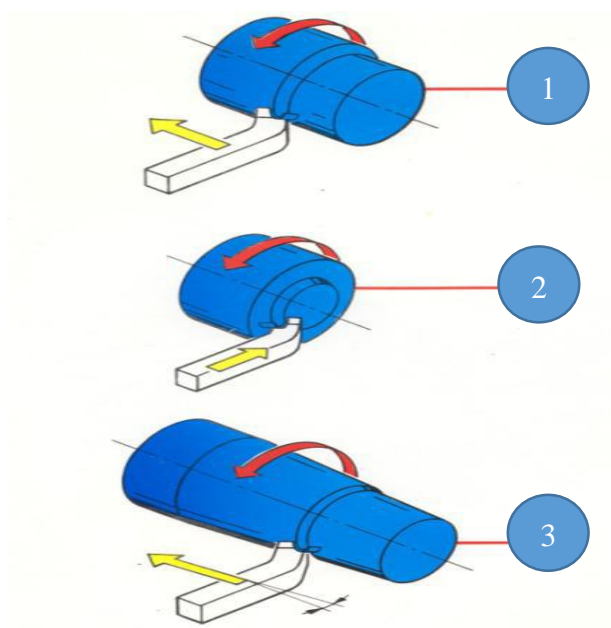
³ Loc.cit

⁴ Ir. Cornel Naibaho, Pengetahuan Pokok Teknik Permesinan (Jakarta : Gramada Offset 1988)h.94

⁵ Dalmasius Ganjar Subagio, Op.cit, h.5

Mesin ini mempunyai gerak utama berputar dan berfungsi sebagai pengaruh bentuk dan ukuran benda dengan jalan menyayat benda tersebut dengan suatu pahat penyayat, posisi benda berputar sesuai dengan sumbu mesin dan pahat diam bergerak ke kanan atau ke kiri searah dengan sumbu mesin bubut menyayat benda pekerjaan.

Bubut adalah proses pemotongan logam yang menggunakan bahan benda kerja berbentuk silinder, dan pada umumnya benda kerja di tempatkan pada spindel dan alat potong memakan atau memotong secara radial, axial ataupun keduanya.⁶ Bentuk dasarnya dapat didefinisikan sebagai proses pemesinan permukaan luar benda silindris atau bubut rata.



Gambar 2.1. (1) Proses Bubut Rata, (2) Bubut Permukaan dan (3) Bubut Tirus⁷

⁶George Schneider, *Cutting Tool Applications Chapter 4 Turning Tools & Operations*, (Lawrence Technological University, 2002), h. 2.

⁷Widarto, *Teknik Pemesinan Jilid 2*, (Jakarta : Direktorat Pembinaan Sekolah Menengah Kejuruan, 2008), h. 144

Proses bubut permukaan / *surface turning* adalah proses bubut yang identik dengan proses bubut rata, tetapi arah gerakan pemakanan tegak lurus terhadap sumbu benda kerja. Proses bubut tirus / *taper turning* sebenarnya identik dengan proses bubut rata, hanya jalannya pahat membentuk sudut tertentu terhadap sumbu benda kerja. Demikian juga proses bubut kontur, dilakukan dengan cara memvariasi kedalaman potong sehingga menghasilkan bentuk yang diinginkan.

Proses bubut secara khusus menggunakan pahat bermata tunggal, tetapi proses bubut bermata potong jamak tetap termasuk proses bubut juga, karena pada dasarnya setiap pahat bekerja sendiri-sendiri.

2.3 Mesin Bubut CNC

Mesin perkakas CNC sebenarnya sama dengan mesin perkakas biasa, yang terdiri dari berbagai jenis. Mesin CNC memerlukan berbagai perangkat lunak (*program*) dalam pengoperasiannya, misalnya program sistem operasi, program-program kelengkapan, dan program-program aplikasi khusus bagi komputer pengontrolnya.

Pemrograman dibuat oleh pembuat sistem kontrol beserta pembuat mesin pada saat sistem kontrol (komputer) dikombinasikan dengan mesin perkakas. Pengguna mesin memanfaatkan program yang telah dibuat dan dimasukkan untuk membuat produk benda.

Fungsi komputer pada sistem CNC dapat dikelompokkan dalam tiga tugas, yaitu⁸ :

1. Mengubah data menjadi instruksi terinci guna dan mengkoordinasikan gerakan sumbu-sumbu mesin perkakas.
2. Mengolah data masuk dan keluar seperti mengkodekan (*encoding*) dan menerjemahkan (*decoding*) data umpan balik dari alat ukur posisi, komunikasi dengan panel kontrol, reaksi terhadap sensor dan *limit switch* dan sebagainya.
3. Mengatur fungsi mesin seperti menjalankan spindel, membuka/menutup cairan pendingin, mengganti pahat, mengganti palet dan sebagainya.

Kelebihan mesin CNC adalah mesin yang dikontrol dengan kode angka ini diantaranya adalah tersistem secara otomatis, akurat dan konsisten dan fleksibel.

1. Sistem Otomatis ; Intervensi operator terhadap hubungan produksi barang dapat dikurangi atau bahkan dihilangkan.
2. Akurat dan Konsisten ; Tingkat akurasi mesin Bubut CNC mampu mencapai 1 micron (0,001 mm). Bubut CNC telah mengembangkan mesin dengan tingkat akurasi dan berkemampuan untuk melakukan proses secara berulang-ulang dalam jumlah besar, artinya saat sebuah program telah dimasukkan ke dalam komputer maka benda kerja dapat dihasilkan secara akurat dan konsisten.

⁸ *Ibid.*, h. 410.

3. Fleksibilitas ; Sebuah mesin bubut CNC dapat digunakan untuk berbagai jenis pengerjaan dan pada setiap pergantian proses perpindahan program dapat dilakukan secara cepat.

Mesin bubut CNC secara umum mempunyai 2 sumbu yaitu sumbu X dan sumbu Z, dengan kondisi benda kerja dicekam pada spindel berputar dan pahat dipasang pada *turret* bergerak translasi kiri-kanan (sumbu z, sumbu spindel) dan maju mundur (sumbu x, tegak lurus spindel; kemungkinan tidak horizontal karena mengikuti posisi meja yang miring). Pengaruh putaran spindel dan gerakan pada kedua sumbu tersebut (sumbu x dan sumbu z) menghasilkan produk silindris, konus atau silindris berprofil.

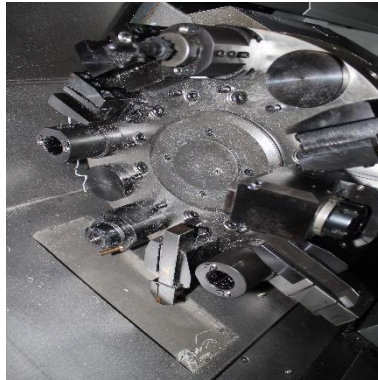
Untuk mesin bubut CNC yang digunakan dalam proses penelitian ini adalah mesin bubut CNC merk *Siemens Sinumerik 808D* dengan 2 *axis*.

2.3.1. Komponen Utama Mesin Bubut CNC

Komponen-komponen utama dari mesin bubut CNC ini adalah sebagai berikut :

1. Turret

Tempat *tool* dipasangkan, pada *turret* terdapat beberapa *tool* yang dipasang dan pemasangannya disesuaikan dengan urutan proses *machining* dan program yang dimasukkan kedalam program.



Gambar 2.2. *Turret* Mesin *Siemens Sinumerik 808D*
Sumber. Dokumentasi Pribadi

2. *Chuck* (alat cekam)

Alat yang mencekam benda kerja pada saat proses pemesian, ukuran *chuck* dapat disesuaikan dengan ukuran diameter benda kerja. Pada umumnya *chuck* dikategorikan sesuai dengan jumlah alat cekamnya, semisalnya *chuck* dengan 2, 3 dan 4 buah cekam.



Gambar 2.3. *Chuck* (alat cekam)
Sumber. Dokumentasi Pribadi

3. *Holder*

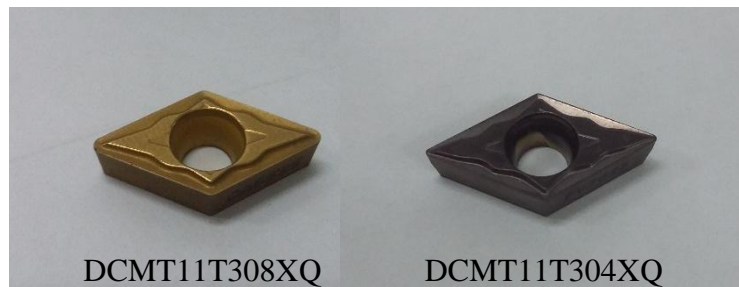
Tempat untuk memasang *insert* / mata pisau pada *turret*. Untuk penjelasan yang lebih rinci mengenai alat ini akan dijelaskan pada sub bab berikutnya.



Gambar 2.4. *Holder*
Sumber. Dokumentasi Pribadi

4. *Insert Knife*

Mata pisau sebagai alat pemotong pada proses bubut. *Insert knife* biasanya dipasang pada holder. Untuk penjelasan insert akan dijabarkan pada sub bab berikutnya.



Gambar 2.5. *Insert Knife*
Sumber. Dokumentasi Pribadi

5. *Spindle*

Bagian mesin yang menggerakkan / memutar *chuck* / *collet* saat proses *machining* berlangsung. Putaran spindle dapat diseting sesuai dengan kebutuhan, karena tingkat putaran spindle sangat berpengaruh pada hasil kehalusan benda kerja



Gambar 2.6. Spindel
Sumber. Dokumentasi Pribadi

6. Tombol-Tombol Pelayanan dan Pengendalian CNC

Tombol pelayanan yang ada pada CNC *Siemens Sinumerik 808D* berguna untuk mengedit serta memasukan program ke dalam mesin. Berikut di bawah ini adalah tampilan dari tombol mesin bubut CNC, untuk tampilan tombol-tombol pada mesin bubut memang banyak yang berbeda namun pada umumnya mempunyai fungsi dan tugas yang sama.



Gambar 2.7. Tombol CNC *Siemens Sinumerik 808D*
Sumber. Dokumentasi Pribadi

2.3.2. Pemrograman CNC

Mesin *CNC* dioperasikan dengan cara memberikan instruksi berupa program. Seluruh operasi pemesinan termasuk putaran *spindle*, penyayatan alat potong dan pemberian cairan pendingin dapat dikendalikan melalui program. Pemrograman adalah pernyataan intruksional yang memuat isi rencana yang tertulis untuk mengkonfirmasi suatu pekerjaan dengan aturan tertentu⁹.

Program yang dibuat dapat disimpan dalam *NC memory*, oleh karena itu perlu dibuat penomoran program yang dikenal dengan *program number*, agar tidak tertukar program yang satu dengan yang lainnya. *Program number* ini diawali dengan huruf O dan diikuti dengan angka, didalam *program number* terdapat *sequence number* yang berfungsi untuk mengidentifikasi posisi perintah dilaksanakan dan untuk mempermudah mencari bagian program yang akan dirubah. *Sequence number* diawali dengan kode huruf N dan diikuti dengan angka.

Informasi yang berhubungan dengan pelaksanaan proses pemakanan suatu alat potong disampaikan oleh part program. Tiap proses pemakanan berisi 1 *part program*, didalam *part program*

⁹Fanuc, *Panduan Pelatihan Manual Untuk Turning*, (Bekasi : Gerfa Manunggal Teknindo, 2011), h. 4.

terdapat *address* dan data yang posisinya selalu berdampingan. Gabungan antara *address* dan data ini disebut *words*.

Perintah minimum yang ada untuk proses operasi mesin dan dalam pembuatan part program dinamakan *block*. Tiap *block* program diakhiri dengan tanda (;).

Berikut contoh *block* dapat dilihat dibawah ini :

```
O0001; ..... Block pertama  
N1; ..... Block kedua  
G50 S2000; ..... Block ketiga
```

Sebuah program disusun dengan menggunakan abjad untuk menunjukkan fungsi dan angka untuk menunjukkan nilai. Pada mesin bubut CNC, fungsi-fungsi paling utama adalah fungsi G, M, S, F dan T.

Tabel 2.1. Fungsi Abjad Pada *Turning*¹⁰

Code	Fungsi
G Code	Menjelaskan metode mesin dalam tiap blok program atau pergerakan sepanjang <i>axis</i> .
M Code	Menjelaskan <i>control</i> untuk ON / OFF operasi mesin. Termasuk <i>Coolant Discharge</i> , Rotasi <i>Spindle</i> , dll. Contoh: M08 <i>Coolant Discharge</i> M09 <i>Coolant Discharge Stop</i>
S Code	Menjelaskan kecepatan <i>spindle</i> dan <i>cutting speed</i> .
F Code	Menjelaskan <i>Federate</i> dari <i>Tool</i> . Pada penyayatan, fungsi F menjelaskan pemakanan.
T code	Menjelaskan nomor <i>Tool</i> dan nomor <i>Offset Tool</i> . Contoh: T0700 <i>Tool # 7</i> dan <i>Offset Tool # 7</i> .

Dari tabel diatas dapat dilihat G-Code yang disebut juga sebagai fungsi persiapan. G-Code ini berisi *address* G dan nilai angka dibelakangnya yang mencerminkan metode pemakanan dan gerakan *axis* pada tiap blok.

¹⁰*Ibid.*, h. 9.

Tabel 2.2. Fungsi Kode G¹¹

No.	Kode	Keterangan
1	G00	Pindah posisi <i>axis</i> dengan kecepatan penuh
2	G01	Pindah posisi <i>axis</i> secara linier (<i>feed rate</i>)
3	G02	Pindah posisi <i>axis</i> berputar searah jarum jam
4	G03	Pindah posisi <i>axis</i> berputar berlawanan arah jarum jam
5	G04	Waktu tunda (<i>dwell</i>)
6	G17	Pindah posisi <i>axis</i> X-Y dipakai pada G02 dan G03
7	G18	Pindah posisi <i>axis</i> Y-Z dipakai pada G02 dan G03
8	G19	Pindah posisi <i>axis</i> X-Z dipakai pada G02 dan G03
9	G28	Mengembalikan ke posisi otomatis
10	G32	Membuat ulir pada mesin bubut
11	G40	Pembatalan kompensasi diameter pahat
12	G41	Kompensasi diameter pahat kiri
13	G42	Kompensasi diameter pahat kanan
14	G43	Kompensasi panjang arah positif
15	G44	Kompensasi panjang arah negative
16	G49	Pembatalan kompensasi panjang pahat
17	G54	Sistem koordinat 1
18	G55	Sistem koordinat 2
19	G56	Sistem koordinat 3
20	G57	Sistem koordinat 4
21	G58	Sistem koordinat 5
22	G59	Sistem koordinat 6
23	G80	Membatalkan <i>fixed cycle</i>
24	G81	<i>Fixed cycle</i> untuk pengeboran (<i>drilling</i>)
25	G83	<i>Fixed cycle</i> untuk <i>counter bore</i> dengan waktu tunda
26	G84	<i>Fixed cycle</i> untuk pengetapan (<i>tapping</i>)
27	G85	<i>Fixed cycle</i> untuk <i>reamer</i>
28	G86	<i>Fixed cycle</i> untuk <i>boring</i>
29	G90	Program <i>absolute</i>
30	G91	Program <i>incremental</i>
31	G92	Koordinat referensi benda kerja
32	G98	Pengembalian pahat pada Z awal
33	G99	Pengembalian pahat pada jarak yang ditentukan

¹¹Dalmasius Ganjar Subagio, Op.cit, h.16

Selain G-Code, terdapat pula M-Code juga sering disebut “fungsi pelengkap”. M-Code berguna melengkapi dan membantu semua fungsi yang telah dipanggil oleh fungsi G-Code, contohnya untuk mengaktifkan atau menonaktifkan pendinginan (*coolant*), memutar *spindle* dan lain-lain.

Tabel 2.3. Fungsi Kode M¹²

No.	Kode	Keterangan
1	M02	Program selesai
2	M03	<i>Spindle</i> berputar searah jarum jam
3	M04	<i>Spindle</i> berputar berlawanan arah jarum jam
4	M05	<i>Spindle stop</i>
5	M06	Pergantian <i>tool</i>
6	M08	Pompa pendingin aktif
7	M09	Pompa pendingin mati
8	M30	Akhir program dan mengembalikan posisi <i>tool</i> terakhir
9	M98	Masuk ke subprogram
10	M99	Keluar ke subprogram

Untuk memanggil alat potong yang akan digunakan pada stasiun alat potong menggunakan kode T pada program. Dengan membaca nomor *tool* yang diisikan dalam kode T tersebut, mesin akan memutar *turret* secara sekuensial *tool station* yang akan digunakan pada posisi persiapan penyayatan. Sebagai contoh sebuah mesin yang mempunyai *tool station* sebanyak 12 buah, akan mempunyai kode T 01 – T 12.

¹²Loc.cit.

Untuk mengontrol putaran *spindle* menggunakan *S-Code*, sedangkan untuk mengontrol gerakan penyayatan menggunakan *F-Code*. *F-Code* ini digunakan bersamaan dengan *G-Code* yang menyatakan penyayatan baik interpolasi linear (G01) maupun interpolasi melingkar (G02, G03).

Pembuat program dalam hal ini disebut *programmer*. *Programmer* bertugas menulis program dan mengamati urutan poin pengerjaan untuk memastikan akurasi, efisiensi pekerjaan dengan memperhatikan keselamatan kerja. Berikut ini beberapa persyaratan yang harus dilakukan oleh *programmer* :

- a. Memiliki pengetahuan tentang teori pemakanan.
- b. Memiliki pengetahuan tentang peralatan pemegang benda kerja.
- c. Memahami kemampuan mesin yang digunakan.
- d. Memahami perangkat pengaman dan fitur fungsi interlock mesin yang digunakan.
- e. Memahami fungsi yang berkaitan dengan pemrograman.

Pembuatan program harus dilakukan dengan memperhatikan tahapan-tahapan berikut ini¹³:

- a. *Checking*, pelajari gambar kerja untuk menentukan bagian yang memerlukan proses pemesinan.
- b. *Examine*, periksa bagian yang akan dikerjakan, fixture, dan alat potong yang dibutuhkan.

¹³Fanuc, Op.cit., h. 4.

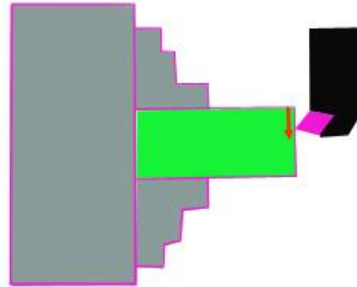
- c. *Determine*, tentukan proses pemesinan sesuai dengan kebutuhan dan dimensi yang ada pada gambar kerja.
- d. *Create*, buat program dengan menggunakan tulisan berupa huruf dan angka sesuai dengan proses pemesinan.
- e. Ketika selesai membuat program periksa dengan teliti.

2.3.3. *Part Setup* (penentuan titik nol benda kerja)

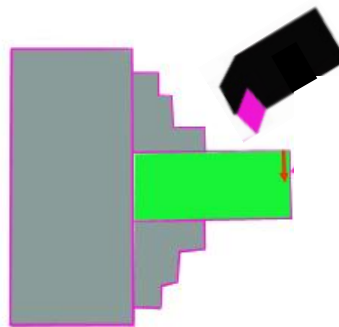
Sebelum melakukan *part setup*, yang harus dilakukan adalah pemanggilan sebuah *tool* yang akan digunakan pada menu MDI. Untuk memanggil *tool* digunakan fungsi T, maka akan merotasi *turret* ke indeks *tool* yang dipanggil. Dalam proses pembubutan ini *tool* yang digunakan adalah *tool* T7. *Part setup* berfungsi untuk menentukan titik nol dari benda kerja terhadap titik nol mesin. Berikut ini langkah pengukuran benda kerja dalam menentukan titik nol benda kerja menggunakan *tool* T7 pada mesin bubut CNC *Siemens Sinumerik 808D* :

1. Tekan tombol *Machine* “**M**” pada PPU (*panel processing unit*).
2. Tekan tombol **JOG** pada MCP (*machine mode navigation*) dan perhatikan layar PPU.
3. Tekan tombol menu yang menunjukkan “**T,S,M**” di layar PPU dan masukkan angka pada keterangan “**T**” untuk memanggil *tool* yang ingin digunakan. Contoh : “**T**” : 7.
4. Tekan tombol **INPUT** pada PPU dan tekan tombol **CYCLE START** untuk menggerakkan *turret*.

5. Tekan tombol **HAND WHEEL** untuk mengaktifkan mode *offset setting*.
6. Atur *feed rate* yang diinginkan dengan menekan tombol “1”/”10”/”100” untuk mengatur laju pergerakan *axis X* dan *axis Z*.
7. Untuk menggerakkan sumbu X atau Z, putar MPG (*manual pulse generator*) sesuai arah yang diinginkan.
8. Untuk menentukan titik nol benda kerja pada sumbu X, tekan tombol “X” pada MCP, putar MPG dan sentuhkan ujung *tool* ke permukaan badan benda kerja secara perlahan dengan *spindle* dalam keadaan tidak berputar.
9. Pada titik pertemuan ujung *tool* dengan benda kerja, masukkan nilai *part setup* dengan menekan menu **MEASUREMENT TOOL**, tentukan nilai diameter benda kerja pada kolom X kemudian tekan tombol “**SET LENGTH X**”.
10. Untuk menentukan titik nol benda kerja pada sumbu Z, tekan tombol “Z” pada MCP, putar MPG dan sentuhkan ujung *tool* ke ujung benda kerja secara perlahan dengan *spindle* dalam keadaan tidak berputar.
11. Pada titik pertemuan ujung *tool* dengan ujung benda kerja, masukkan nilai *part setup* dengan menekan menu **MEASUREMENT TOOL**, tentukan nilai pada kolom Z dengan angka 0 kemudian tekan tombol “**SET LENGTH Z**”.



Gambar 2.8 Titik nol sumbu Z benda kerja



Gambar 2.9 Titik nol sumbu X benda kerja

2.4 Parameter Proses Pemesinan

Pada proses pembubutan, parameter pemesinan sangat mempengaruhi terbentuknya suatu produk yang berkualitas. Untuk itu diperlukan pemilihan parameter pemesinan yang tepat. Salah satu kualitas yang ingin didapat pada proses pemesinan adalah tingkat kekasaran permukaan pada produk yang dihasilkan.

Dalam proses pemesinan ada beberapa hal yang menjadi parameter utama, parameter – parameter ini memiliki pengaruh cukup

signifikan terhadap kekasaran permukaan benda kerja. Parameter tersebut adalah sebagai berikut :

1. Kecepatan Potong

Kecepatan potong (*cutting speed*) merupakan kemampuan alat potong dalam melakukan proses pemotongan benda kerja dengan aman dalam satuan panjang/waktu (m/min atau ft/min). Pada gerak putar seperti mesin bubut, kecepatan potongnya adalah keliling benda kerja dikalikan dengan putaran spindle (n), yang dituliskan dengan formula sebagai berikut :

$$V_c = \frac{\pi D n}{1000} \text{ m/menit ... }^{14}$$

Keterangan:

V_c : kecepatan potong (m/min)

D : diameter benda kerja (mm)

n : putaran mesin/benda kerja (putaran/menit - Rpm)

Sejalan dengan perkembangan dunia industri, telah banyak penelitian yang dilakukan oleh para ahli dalam penentuan kecepatan potong yang disesuaikan dengan jenis pahat potong dan benda kerja yang digunakan dan sudah dipatenkan kedalam tabel kecepatan potong. Sehingga dalam

¹⁴Windarto, Op.cit., h.146.

penggunaannya tinggal menyesuaikan antara jenis bahan yang akan dibubut dan jenis alat potong yang digunakan.

Kecepatan potong maksimal yang diijinkan tergantung pada¹⁵ :

- a. Bahan benda kerja : Makin tinggi tahanan dari benda kerja, makin rendah kecepatan potong.
- b. Material alat potong : Pahat karbida memungkinkan kecepatan potong yang lebih tinggi dari pahat HSS.
- c. Besar pemakanan : Makin besar pemakanan, makin kecil kecepatan potong.
- d. Dalamnya pemotongan : makin besar dalamnya pemotongan, makin kecil kecepatan potong.

Tabel. 2.4. Kecepatan Potong Bahan¹⁶

Bahan	Pahat Bubut HSS		Pahat Bubut Karbida	
	m/men	Ft/min	M/men	Ft/min
Baja lunak(<i>Mild Steel</i>)	18 – 21	60 – 70	30 – 250	100 – 800
Besi Tuang(<i>Cast Iron</i>)	14 – 17	45 – 55	45 - 150	150 – 500
Perunggu	21 – 24	70 – 80	90 – 200	300 – 700
Tembaga	45 – 90	150 – 300	150 – 450	500 – 1500
Kuningan	30 – 120	100 – 400	120 – 300	400 – 1000
Aluminium	90 - 150	300 - 500	90 - 180	b. – 600

¹⁵ Agus Dudung, *Pemrograman Mesin Control Numerik*, (Jakarta : Teknik Mesin UNJ, 2010), h. 1.

¹⁶ Direktorat Pembinaan Sekolah Menengah Kejuruan, *Teknik Pemesinan Bubut 1*, (Jakarta : Dirjen Pendidikan Menengah Kemendikbud, 2013), h. 119.

2. Kecepatan putaran mesin bubut

Kecepatan putaran mesin bubut adalah kemampuan putar mesin bubut untuk melakukan pemotongan atau penyayatan dalam satuan putaran/menit. Maka dari itu untuk mencari besarnya putaran mesin sangat dipengaruhi oleh seberapa besar kecepatan potong dan keliling benda kerjanya. Mengingat nilai kecepatan potong untuk setiap jenis bahan sudah ditetapkan secara baku, maka komponen yang bisa diatur dalam proses penyayatan adalah putaran mesin/benda kerjanya. Dengan demikian rumus dasar untuk menghitung putaran mesin bubut adalah¹⁷:

$$n = \frac{V_c 1000}{\pi D} \text{put/menit}$$

Keterangan :

V_c = Kecepatan Potong (m/menit)

D = Diameter benda kerja (mm)

n = Jumlah putaran tiap menit (rpm)

3. Kecepatan pemakanan

Kecepatan pemakanan ditentukan dengan mempertimbangkan beberapa faktor, diantaranya: kekerasan bahan, kedalaman penyayatan, sudut-sudut sayat alat potong, bahan alat potong, ketajaman alat potong dan kesiapan mesin

¹⁷ *Ibid*, h. 120.

yang akan digunakan. Kesiapan mesin ini dapat diartikan, seberapa besar kemampuan mesin dalam mendukung tercapainya kecepatan pemakanan yang optimal¹⁸.

Besarnya kecepatan pemakanan (F) pada mesin bubut ditentukan oleh seberapa besar pergeseran pahat bubut (f) dalam satuan mm/putaran dikalikan dengan putaran mesinnya (n) yang digunakan. Maka rumus untuk mencari kecepatan pemakanan (F) adalah:

$$F = f \times n \text{ (mm/menit) } \dots\dots\dots^{19}$$

Keterangan:

f= besar pemakanan atau bergesernya pahat (mm/putaran)

n= putaran mesin (putaran/menit)

4. Gerak pemakanan (*feed rate*)

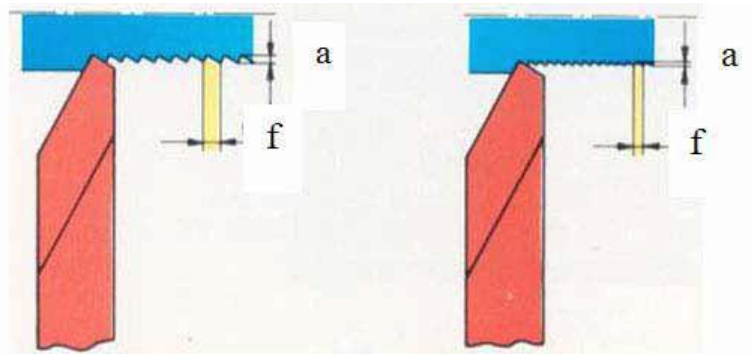
Gerak pemakanan adalah jarak yang ditempuh pahat setiap benda kerja berputar satu kali. Gerak makan ditentukan berdasarkan kekuatan mesin, material benda kerja, material pahat, bentuk pahat, dan terutama kehalusan permukaan benda kerja yang diinginkan.

Gerak makan dapat ditentukan dengan menghubungkannya dengan kedalaman potong, gerak makan berharga antara $\frac{1}{3}$ sampai $\frac{1}{20}$ kedalaman potong atau sesuai

¹⁸ *Ibid*, h. 122.

¹⁹ *Ibid*, h. 123.

dengan kehalusan permukaan yang diinginkan. Gambar berikut menjelaskan hubungan antara gerak makan (*feed rate*) dengan kedalaman pemotongan (*depth of cut*).



Gambar 2.10. Gerak makan (f) dan kedalaman potong (a)²⁰

5. Kedalaman potong (*depth of cut*)

Kedalaman pemotongan adalah tebal bagian benda kerja yang dibuang dari benda kerja atau jarak antara permukaan yang dipotong terhadap permukaan yang belum terpotong²¹. Ketika pahat pahat memotong sedalam a (lihat Gambar 2.10) maka diameter benda kerja akan berkurang $2a$, karena bagian permukaan benda kerja yang dipotong ada di dua sisi akibat dari benda kerja yang berputar.

6. Waktu pemesinan bubut rata

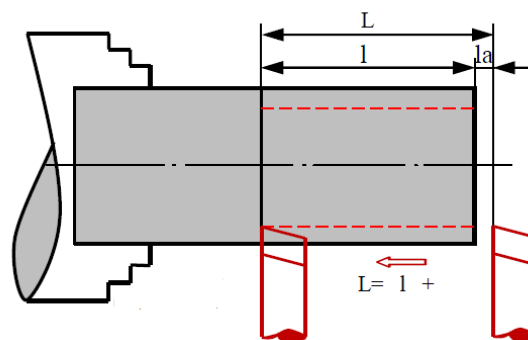
Dalam membuat suatu produk atau komponen pada mesin bubut, lamanya waktu proses pemesinannya perlu

²⁰ Windarto, Op.cit., h. 146.

²¹George Schneider, Op.cit, h. 8.

diketahui/dihitung. Hal ini penting karena dengan mengetahui kebutuhan waktu yang diperlukan, perencanaan dan kegiatan produksi dapat berjalan lancar. Apabila diameter benda kerja, kecepatan potong dan kecepatan penyayatan/ penggeseran pahatnya diketahui, waktu pembubutan dapat dihitung²².

Faktor-faktor yang mempengaruhi waktu pemesinan bubut rata adalah seberapa besar panjang atau jarak tempuh pembubutan (L) dalam satuan mm dan kecepatan pemakanan (F) dalam satuan mm/menit. Pada gambar dibawah menunjukkan bahwa, panjang total pembubutan (L) adalah panjang pembubutan rata ditambah jarak mula pahat (ℓ_a), atau: $L_{\text{total}} = \ell_a + \ell$ (mm).



Gambar 2.11. Panjang pembubutan rata
Sumber. Direktorat Pembinaan Sekolah Menengah Kejuruan

²² Direktorat Pembinaan Sekolah Menengah Kejuruan, Op.cit., h. 124.

Berdasarkan prinsip-prinsip yang telah diuraikan di atas, maka perhitungan waktu pemesinan bubut rata (t_m) dapat dihitung dengan rumus²³:

$$\text{Waktu pemesinan bubut rata } (t_m) = \frac{\text{Panjang pembubutan rata (L) mm}}{\text{Kecepatan Pemakanan (F) mm/menit}} \text{ Menit.}$$

dengan ;

$$L = \ell_a + \ell \text{ (mm).}$$

$$F = f \cdot n \text{ (mm/putaran).}$$

Keterangan:

$$f = \text{feeding (mm/put)}$$

$$n = \text{putaran benda kerja (Rpm)}$$

$$\ell = \text{panjang pembubutan (mm)}$$

$$\ell_a = \text{jarak mula pahat (mm)}$$

$$L = \text{panjang total pembubutan rata (mm)}$$

$$F = \text{kecepatan pemakanan (mm/menit)}$$

²³*Ibid*, h. 125..

Parameter – parameter diatas bisa saja ditentukan oleh berbagai faktor seperti pahat yang akan digunakan, bahan benda kerja yang akan dilakukan proses pemesinan, atau diameter benda kerja yang akan dilakukan proses *machining*.

Penentuan juga dapat diliaht dari tabel yang sudah ada sehingga dengan mudah dapat menentukan parameter-parameter yang akan digunakan, berikut ini adalah tabel parameter untuk mesin CNC *turning*.

Tabel 2.5. Parameter CNC *Turning*²⁴

Material	Finish*	Turning								
		High-speed steel tool				Carbide tool				
		Depth of cut		Speed spm (CS)	Feed		Speed spm (CS)		Feed	
		in.	mm		ipr	mm	Brazed	Throw-away	ipr	mm
Aluminium alloys	R	0.150	3.81	600	0.015	0.38	1100	1500	0.020	0.50
Wrought	F	0.025	0.63	800	0.007	0.17	1400	1800	0.010	0.25
Brass	R	0.150	3.81	400	0.015	0.38	800	925	0.020	0.50
330-340-353	F	0.025	0.63	480	0.007	0.17	960	1100	0.007	0.17
Cast iron	R	0.150	3.81	145	0.015	0.38	500	550	0.020	0.50
Soft	F	0.025	0.63	185	0.007	0.17	650	725	0.010	0.25
Cast iron	R	0.150	3.81	80	0.015	0.38	300	340	0.015	0.38
Hard	F	0.025	0.63	120	0.007	0.17	360	410	0.007	0.17
Carbon steel (Lo)	R	0.150	3.81	120	0.015	0.38	400	485	0.020	0.50
1010-1020	F	0.025	0.63	160	0.007	0.17	475	625	0.007	0.17
Carbon steel (Med)	R	0.150	3.81	75	0.015	0.38	300	375	0.020	0.50
1030-1055	F	0.025	0.63	105	0.007	0.17	385	475	0.007	0.17
Carbon steel (Hi)	R	0.150	3.81	65	0.015	0.38	275	345	0.015	0.38
1060-1095	F	0.025	0.63	85	0.007	0.17	360	440	0.007	0.17
Alloy steel (Med C)	R	0.150	3.81	90	0.015	0.38	300	400	0.020	0.50
4130-4140	F	0.025	0.63	120	0.007	0.17	400	500	0.007	0.17
Tool steel (HS)	R	0.150	3.81	60	0.015	0.38	250	290	0.015	0.38
M-3, M-4, M-7	F	0.025	0.63	65	0.007	0.17	275	320	0.007	0.17
Stainless steel	R	0.150	3.81	105	0.015	0.38	425	475	0.015	0.38
300 Series	F	0.025	0.63	125	0.007	0.17	475	520	0.007	0.17
Stainless steel	R	0.150	3.81	150	0.015	0.38	475	525	0.015	0.38
400 Series	F	0.025	0.63	170	0.007	0.17	525	590	0.007	0.17

*R designates rough cut depths; F designates finish cut depths.

²⁴Steve Krar, Arthur Gill. *CNC Technology and Programming*, (New York : McGraw-Hill Publishing Company, 2007), h. 208

2.5 Benda Kerja

Benda kerja merupakan benda berbentuk silindris yang dikerjakan dalam proses pemesinan menjadi suatu produk yang diinginkan. Pada proses pemesinan bubut, benda kerja diletakkan pada cekam mesin dan diputar dengan motor *spindle*. Material benda kerja yang dipakai dapat menentukan parameter – parameter pemesinan yang akan digunakan untuk pemotongan. Material yang digunakan dalam penelitian ini adalah baja SS41 yang termasuk dalam kelompok baja karbon rendah dengan kandungan karbon 0,15 dan memiliki *tensile strength* 630 MPa.²⁵

Fungsi karbon dalam baja adalah sebagai unsur penguat dengan mencegah dislokasi bergeser pada kisi kristal atom besi. Unsur paduan lain yang biasanya di tambahkan selain karbon adalah mangan, krom, vanadium dan tungsten. Kandungan karbon dan unsur paduan lainnya berbagai jenis kualitas baja bisa didapatkan. Penambahan kandungan karbon pada baja dapat meningkatkan kekerasan dan kekuatan tariknya, namun disisi lain membuatnya menjadi getas serta menurunkan keuletannya²⁶.

2.6 Alat Potong (*Cutting Tools*)

Alat potong merupakan komponen yang paling vital menurut Taufiq Rochim sebagai mana penjelasan yang dituliskan diawal halaman dalam bukunya yang berjudul *Perkakas & Sistem Pemerkakasan*. Sebab alat potong bergerak melalui benda kerja dan menjadi faktor utama

²⁵ PT. Growth Sumatra Industry, *Mill Test Certificate*, (Medan, 2015).

²⁶Usman Sudjadi, *Logam Paduan*, (Jakarta : Mitra Wacana Media, 2012), h. 1.

pembentukan geram saat bersentuhan dengan benda kerja pada proses pemesinan.

Alat potong yang digunakan pada proses pemesinan bubut biasa dikenal dengan sebutan pahat bubut. Pahat bubut merupakan salah satu alat potong yang sangat diperlukan pada proses pembubutan, karena pahat bubut dengan berbagai jenisnya dapat membuat profil benda kerja dengan berbagai bentuk sesuai tuntutan pekerjaan, misalnya dapat digunakan untuk membubut permukaan/ *facing*, rata, bertingkat, alur, *champer*, tirus, memperbesar lubang, ataupun ulir.

Kemampuan pahat bubut dalam melakukan pemotongan sangat dipengaruhi oleh beberapa faktor diantaranya, jenis bahan/ material yang digunakan, geometris pahat bubut, sudut potong pahat bubut dan apakah teknik penggunaannya sudah sesuai petunjuk dalam katalog. Apabila beberapa faktor tersebut diatas dapat terpenuhi berdasarkan standar yang telah ditentukan, maka pahat bubut akan bekerja secara optimal.

Dengan pesatnya perkembangan di dunia industri dan manufaktur, setiap produsen pembuat pahat bubut biasanya sudah memiliki buku katalog tersendiri untuk penentuan parameter pemesinan sesuai dengan jenis pahat bubut yang digunakan dengan mencantumkan spesifikasi produk berdasarkan ketentuan misalnya dengan standar *ISO (International Standardization Organization)*, *JIS (Japan Industrial Standards)*, dll.

2.6.1. Material Pahat Bubut

Pada proses pemesinan diperlukan material pahat bubut yang lebih unggul dibandingkan dengan benda kerja yang dipakai. Dengan telah diketahuinya bahan benda kerja yang akan digunakan dalam proses penelitian ini maka dapat ditentukan pula penggunaan pahat bubut yang sesuai dengan material yang digunakan. Persyaratan dalam penggunaan pahat bubut untuk dapat digunakan dapat dibagi menjadi tiga, yaitu²⁷:

1. Keausan penyayat harus rendah waktu pembentukan serpih (waktu ketahanan).
2. Kebutuhan gaya untuk menyerpih harus kecil.
3. Hasil kerja yang dikehendaki harus terjadi dalam waktu kerja yang sesingkat mungkin.

Dengan melihat persyaratan yang telah ditentukan, maka untuk melakukan penyayatan benda kerja dalam penelitian ini menggunakan jenis pahat berbahan karbida dari beberapa jenis pahat yang ada seperti pahat keramik, pahat baja karbon (*high carbon steel*), pahat HSS (*high speed steel*) dan pahat paduan cor *non fero*.

Karbida adalah pahat yang buat dengan cara menyinter serbuk karbida (nitrida dan oksida) dengan bahan pengikat yaitu *cobalt*. Ada 3 jenis utama pahat karbida yaitu :

²⁷Alois Schonmetz, Peter Sinnl, dan Johann Heuberger, *Pengerjaan Logam dengan Mesin*, (Jakarta :Angkasa, 2013), h. 27.

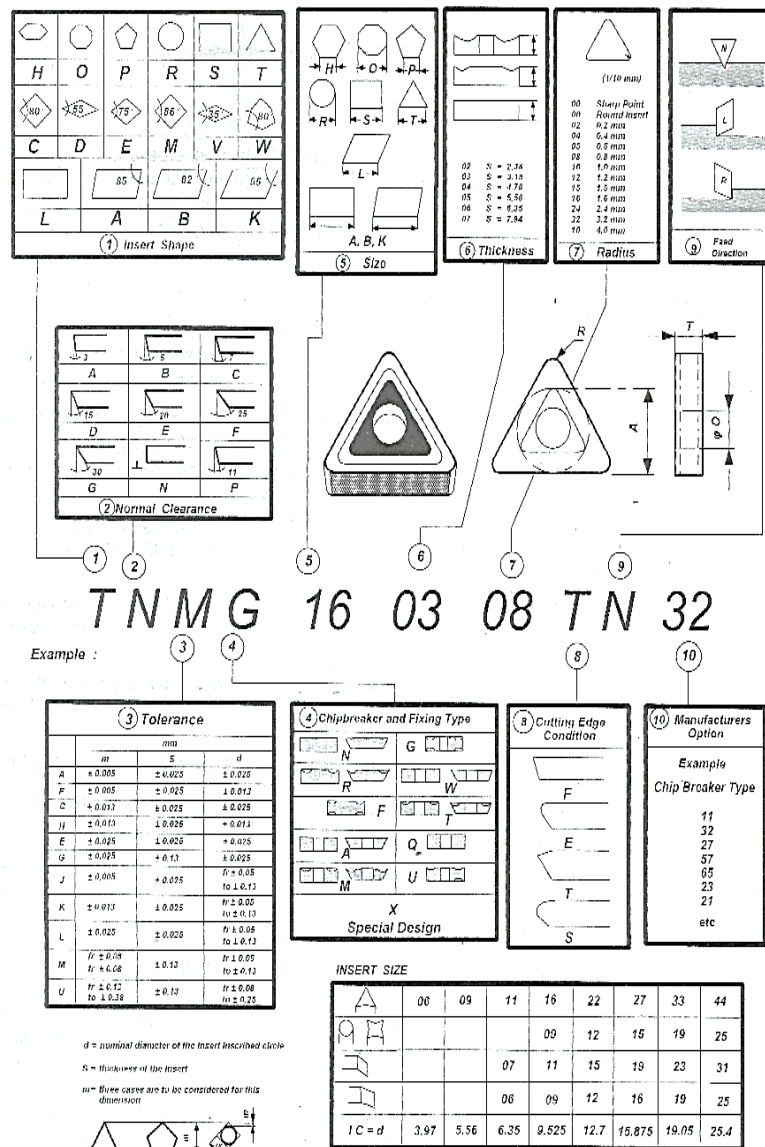
1. Karbida tungsten, merupakan jenis pahat karbida yang digunakan untuk memotong besi tuang.
2. Karbida tungsten paduan, merupakan jenis pahat karbida digunakan untuk memotong baja.
3. Karbida lapis, yang merupakan jenis karbida tungsten yang di lapis (satu atau beberapa lapisan) karbida, nitride, atau oksida lain yang lebih rapuh tetapi ketahanan terhadap panasnya lebih tinggi.

2.6.2. Pahat Sisipan (Insert)

Mesin CNC pada umumnya menggunakan jenis pahat sisipan yang dipasang pada pemegang pahat (*tool holder*). Pahat sisipan atau *insert* dapat dipasang dengan secara tetap dengan cara patri keras (*brazing*) atau secara tidak tetap dengan menggunakan klem atau dibaut L sebagai pengikat pada badan pahat (*insert*).

Pahat dengan sisipan yang terpasang tetap biasanya diasah kembali apabila telah mengalami keausan. Sedangkan pahat dengan sisipan yang diklem tak perlu diasah dan ketika mata potong mengalami keausan pahat sisipan jenis ini harus diganti dengan yang baru dengan membalik posisi pemasangan sisipan tersebut (atau menggantikan dengan sisipan baru bila seluruh sisi aktif /kedua mata potongnya telah aus).

Untuk memungkinkan pemakaian secara luas, ISO telah membuat standar bentuk dan ukuran pahat sisipan, berikut kodifikasi pahat sisipan (*insert*):











Gambar. 2.12. Kodifikasi Pahat Sisipan²⁸

²⁸Taufiq Rochim, *Proses Pemesinan Buku 2: Perangkat dan Sistem Pemerkakan*, (Bandung: ITB, 2007), h. 60.

Bila dilihat dari Gambar 2.12, pahat sisipan juga dapat menentukan kondisi pemotongan. Dengan menentukan insert, penentuan jenis pengerjaan pemesinan juga dapat diketahui, apakah pahat sisipan yang digunakan untuk melakukan pengerjaan kasar (*roughing*) atau untuk pengerjaan pengalusan permukaan (*finishing*).

Tabel. 2.6. Pemilihan *insert* berdasarkan proses pengerjaan²⁹

Insert shape	Insert size	Cutting depth (a_p), mm, inch													mm inch
		Finishing						Roughing							
		Medium													
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13			
		.04	.08	.12	.16	.20	.24	.28	.31	.35	.40	.43	.47	.51	
 80°	06 1/4														
	09 3/8														
	12 1/2														
	16 5/8														
	19 3/4														
	25 1														
 55°	07 1/4														
	11 3/8														
	13 .512														
	15 1/2														
	05 .197														
 R	06 .236														
	08 .315														
	10 .394														
	12 .472														
	15 .591														
	16 .630														
	19 .748														
	20 .787														
	25 .984														
	32 1.260														
 S 90°	09 3/8														
	12 1/2														
	15 5/8														
	19 3/4														
	25 1														
 T 60°	05 1/8														
	06 5/32														
	09 7/32														
	11 1/4														
	16 3/8														
	22 1/2														
	27 5/8														
33 3/4															
 V 35°	11 1/4														
	13 .512														
	16 3/8														
	22 1/2														
 W 80°	02 5/32														
	04 1/4														
	06 3/8														
	08 1/2														
 X 55°	16 .640														

²⁹Sandvik Coromant, *Turning Tools*, 2015, h.A6.

Selain itu pemilihan insert juga dapat menentukan parameter pemesinan, sebagai contoh dengan adanya keterangan *chipbreaker insert* yang digunakan, dapat ditentukan harga kedalaman pemotongan, kecepatan potong ataupun kecepatan asutan yang masih dalam kapasitas kekuatan *insert* tersebut.

Tabel. 2.7. *Cutting data insert*³⁰

Kyocera Insert Turning Catalog				
Insert type	DCMT11T304XQ		DCMT11T308XQ	
rε(mm)	0.4		0.8	
Chipbreaker type	XQ (<i>low carbon steel, medium finishing</i>)			
Vc (m/min)	100	190	120	240
Doc (mm)	0.50	1.50	0.50	1.50
Feed rate (mm/r)	0.10	0.25	0.10	0.25

Berdasarkan tabel diatas *insert* yang digunakan pada proses pemesinan akhir (*finishing*) dalam penelitian ini menggunakan tipe *insert* DCMT11T304XQ dan DCMT11T308XQ dengan kedalaman pemakanan 0,63mm, feed rate 0,17mm/put dan kecepatan potong 145m/min - 190m/min.

³⁰Kyocera, *Kyocera Cutting Tools: Turning Catalog*, h.B61.

2.6.3. Geometri Pahat Bubut

Pada proses pemesinan bubut, geometri pahat bubut merupakan suatu faktor penting yang menentukan keberhasilan proses pemotongan. Geometri pahat harus dipilih dengan benar disesuaikan dengan jenis material benda kerja, material pahat, dan kondisi pemotongan sehingga tujuan pemotongan dapat tercapai. Beberapa tujuan tersebut antara lain; tingginya umur pahat, rendahnya daya pemotongan, halusnya permukaan dan ketelitian geometri produk. Seorang perencana proses harus mampu memilih pahat, menentukan sudut – sudut pahat yang cocok bagi suatu jenis pekerjaan supaya proses pemesinan dapat dioptimumkan³¹.

Proses pemesinan bubut CNC umumnya menggunakan pahat sisipan sebagai pembentuk benda kerja dalam proses pemotongan. Dalam penelitian ini jenis *insert* yang digunakan adalah pahat sisipan tidak tetap yang dikencangkan dengan baut L untuk mengikatnya agar tidak lepas dari *holder*. Pada pahat bubut jenis ini terdapat geometri pahat bubut pada ujungnya yang dikenal dengan *nose radius*.

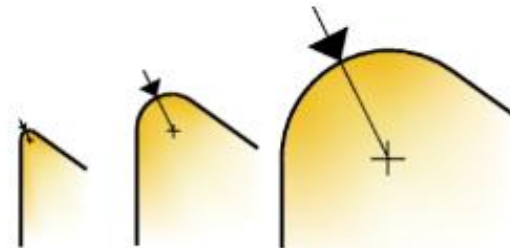
2.6.3.1. Radius Pojok (*nose radius*)

Radius pojok ($r\epsilon$) berfungsi untuk memperkuat ujung pertemuan mata potong utama S dengan mata potong minor S', selain itu *nose radius* juga menentukan

³¹Taufiq Rochim, Op.cit., h.22.

kehalusan permukaan hasil pemotongan karena bersentuhan langsung dengan benda kerja saat proses pemotongan.

Perlu diperhatikan bahwa semakin besar nilai radius pojok pada pahat dapat menurunkan nilai kekasaran permukaan benda kerja, sebaliknya semakin kecil nilai radius pojok yang digunakan dalam proses pemotongan maka nilai kekasaran permukaan akan meningkat.

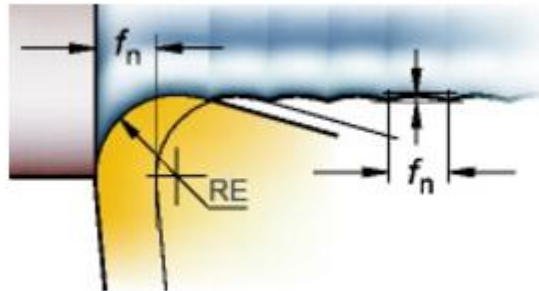


Gambar 2.13 Radius pojok pahat sisipan³²

Namun demikian, semakin besar radius pojok yang digunakan dapat memperbesar pula gaya radial yang dihasilkan, sehingga untuk sistem pemotongan yang cenderung tidak kaku (poros panjang dengan diameter relatif kecil) memungkinkan terjadinya getaran mesin yang akan menurunkan kualitas geometri produk. Oleh karena itu sebelum melakukan proses pemesinan, kesiapan

³²http://www.sandvik.coromant.com/en-gb/knowledge/general_turning/how-to-achieve-good-component-quality/insert-information/insert-nose-radius.

kondisi mesin yang digunakan harus dipastikan dalam keadaan baik sehingga getaran mesin dapat diabaikan.



Gambar 2.14 Pengaruh *nose radius*

Nose radius yang dipilih juga harus memperhatikan pemakanan geram, baik kedalaman pemotongan maupun kecepatan asutan yang dipakai. Semakin besar pemakanan yang dilakukan, maka pojok radius yang digunakan harus lebih kuat. Berikut penjelasan harga *nose radius* yang dianjurkan sesuai dengan kedalaman pemotongan yang dipilih melalui tabel.

Tabel. 2.8. Harga radius pojok sesuai kedalaman potong³³

Kedalaman pemotongan (a ; mm)	Radius pojok (r_e ; mm)
0 s.d 3	0.5 s.d 0.8
3 s.d 10	0.8 s.d 1.5
10 s.d 20	1.5 s.d 2.0

³³Taufiq Rochim, Op.cit., h.27.

2.7 Cairan Pendingin (*coolant*)

Cairan pendingin pemesinan mempunyai kegunaan yang khusus dalam proses pemesinan. Selain untuk memperpanjang umur pahat cairan pendingin dalam beberapa kasus mampu menurunkan gaya potong dan memperhalus permukaan produk hasil pemesinan. Selain itu, cairan pendingin juga berfungsi sebagai pembersih/pembawa geram dan melumasi elemen pembimbing mesin perkakas serta melindungi benda kerja dan komponen mesin dari korosi³⁴.

2.7.1. Jenis Cairan Pendingin

Cairan pendingin yang biasa dipakai dalam proses pemesinan dapat dikategorikan dalam empat jenis utama sebagai berikut :

1. Minyak murni (*Straight oils*), merupakan minyak yang berasal salah satu atau kombinasi dari minyak bumi, minyak binatang, minyak ikan, atau minyak nabati.
2. Cairan emulsi (*Soluble oils*), merupakan air yang mengandung partikel minyak (5 s.d 20 μm). Unsur pengemulsi ditambahkan dalam minyak yang kemudian dilarutkan dalam air.
3. Cairan sintetik (*Synthetic fluids*), merupakan larutan murni yang tidak bersifat melumasi dan biasanya dipakai untuk sifat penyerapan panas yang tinggi dan melindungi terhadap korosi. Sementara itu bila adanya penambahan unsur lain sebagai zat aditif, daya lumas cairan ini akan naik.

³⁴Taufiq Rochim, Op.cit., h.113.

4. Cairan semi sintetis (*Semisynthetic fluids*), merupakan perpaduan antara cairan sintetis dan cairan emulsi yang memiliki karakteristik sebagai berikut, 1. kandungan minyaknya 10% s.d 45% lebih sedikit dari jenis cairan emulsi. 2. Cairan pengemulsinya lebih banyak daripada jenis cairan sintetis.

2.7.2. Pemakaian dan Pemilihan Cairan Pendingin

Cairan pendingin jelas hanya akan berfungsi dengan baik jikalau cairan ini diarahkan dan dijaga alirannya pada daerah pembentukan geram. Dalam praktek sering ditemui bahwa cairan tersebut tidak sepenuhnya diarahkan langsung pada bidang geram pahat dimana geram terbentuk karena keteledoran operator. Mungkin pula, karena daerah kerja mesin tidak diberi tutup, operator sengaja mengarahkan semprotan cairan tersebut ke lokasi lain sebab takut cairan terpercari ke semua arah akibat perputaran pahat/benda kerja. Pemakaian cairan pendingin yang tidak berkesinambungan akan mengakibatkan bidang aktif pahat mengalami beban termal yang berfluktuasi. Bila pahat merupakan jenis karbida atau keramik (relative getas), pemuaian dan pengerutan yang berulang kali akan menimbulkan retak mikro yang akhirnya justru menjadikan penyebab kerusakan fatal³⁵.

Dari ulasan singkat diatas dapat disimpulkan bahwa selain dipilih cairan pendingin harus juga dipakai dengan cara yang benar.

³⁵*Ibid*, h.118.

Banyak cara yang dipraktekkan untuk mengefektifkan pemakaian cairan pendingin sbagai berikut.

1. Manual, bila mesin perkakas tidak dilengkapi dengan system cairan pendingin, pada umumnya operator memakai kuas untuk memerciki pahat dengan minyak pendingin. Selama hal ini dilakukan secara teratur dan kecepatan potong yang digunakan tidak begitu tinggi, umur pahat bias sedikit diperlama.
2. Dikucurkan / dibanjirkan (*flooding*), sistem pendingin yang terdiri ats pompa, saluran, nozel dan tangki, dimiliki hampir semua mesin perkakas. Satu atau beberapa nozel dengan slang fleksibel diatur sehingga cairan pendingin disemprotkan pada bidang aktif pemotongan.
3. Ditekan lewat saluran pada pahat, cairan pendingin dialirkan dengan tekanan tinggi melewati saluran pahat.
4. Dikabutkan (*mist*), cairan pendingin disemprotkan berupa kabut yang bekerja dengan prinsip seperti semprotan nyamuk.

Cairan pendingin perlu dipilih dengan baik. Berikut merupakan petunjuk umum pemilihan cairan pendingin berdasarkan jenis benda kerja, proses pemesinan, dan pahat yang digunakan (Lampiran 8). Cairan pendingin yang dianjurkan diurutkan sesuai prioritas, mulai dari yang utama sampai dengan yang kurang baik. Bila pada table menunjukkan satu kelompok cairan dengan nomor, misalnya 3.1-3.12, maka semua cairan sama efektifnya. Keterangan nomor cairan

pendingin dapat dilihat pada (lampiran 9), sementara keterangan mengenai cara pemakaian adalah sebagai berikut.

- **F** (*flood*) ; dikucuri/dibanjiri, minimum 10 l/min per nozel.
- **M** (*mist*) ; dikabutkan.
- **P** (*high pressure*) ; ditekan (400 s.d 13000 kN/m²) melalui lubang pada pahat.
- **V** (*high velocity jet*) ; kondisi khusus untuk menurunkan temperature pada pemakaian kecepatan potong yang sangat tinggi; perlu dilakukan pada ruang kerja tertutup.
- **H** (*hand*) ; pemakaian secara manual dengan kuas, diteteskan atau dioleskan sebelum melakukan pemotongan.
- **I** (*immersion*) ; dengan merendam benda kerja pada cairan pendingin.

2.8 Kekasaran Permukaan

Salah satu karakteristik geometris yang ideal dari suatu komponen adalah permukaan yang halus. Dalam prakteknya memang sulit untuk mendapatkan suatu komponen dengan permukaan yang benar - benar halus. Hal ini disebabkan oleh beberapa faktor, misalnya faktor manusia (operator) dan faktor-faktor dari mesin-mesin yang digunakan untuk membuatnya³⁶.

³⁶Sudji Munadi, *Dasar Dasar Metrologi Industri*, (Jakarta : Proyek Pengembangan Lembaga Kependidikan, 1988), h.223.

Oleh karena itu, dalam perencanaan dan pembuatan suatu produk harus dipertimbangkan lebih dulu mengenai alat dan parameter pemesinan yang digunakan. Sehingga produk yang dihasilkan sesuai dengan profil dan kekasaran yang dikehendaki.

Menurut istilah keteknikan, permukaan adalah suatu batas yang memisahkan benda padat dengan sekitarnya. Dalam prakteknya, bahan yang digunakan untuk benda padat kebanyakan dari besi atau logam³⁷. Logam yang setelah dilakukan proses pemesinan pasti akan membentuk sebuah profil hasil pemesinan ataupun pemotongan. Istilah profil yang dalam hal ini dikaitkan dengan permukaan yaitu garis hasil pemotongan secara normal atau serong dari suatu penampang permukaan.

Dengan melihat profil suatu benda hasil pemesinan maka bentuk suatu permukaan pada dasarnya dapat dibedakan menjadi dua yaitu permukaan yang kasar (*roughness*) dan permukaan yang bergelombang (*wiveness*)³⁸. Permukaan yang kasar berbentuk gelombang pendek yang tidak teratur karena getaran pisau (pahat) potong atau proporsi yang kurang tepat dari pemakanan (*feed*) pisau potong dalam proses pemesinannya.

Sedangkan permukaan yang bergelombang mempunyai gelombang yang lebih panjang dan tidak teratur yang terjadi karena beberapa faktor misalnya posisi senter yang tidak tepat, adanya gerakan tidak lurus (*non linear*) dari gerak pemakanan (*feed*) dan getaran mesin.³⁹

³⁷Loc.cit.

³⁸ *Ibid*, h.224.

³⁹ Loc.cit.

Dalam dunia industri, pembuatan suatu produk dengan proses pemesinan banyak menggunakan material berbahan logam, misalnya dalam proses pemesinan bubut. Benda kerja dapat menjadi produk yang diinginkan setelah mengalami perlakuan pada proses bubut yang meliputi pengurangan ukuran karena pemakanan oleh pahat yang terjadi pada saat pemotongan.

Hasil bubut dapat dikatakan baik atau buruk didasarkan pada dua faktor, yaitu ketepatan pada kepresisian dan tingkat kualitas kehalusan permukaan yang dihasilkan. Berdasarkan dari dua faktor tersebut, maka hasil proses pemesinan dapat dikatakan baik apabila benda yang dihasilkan sesuai dengan ukuran yang dikehendaki dan permukaan benda kerja mempunyai tingkat kekasaran yang rendah (halus).

Benda kerja yang dikerjakan dengan mesin dan dilakukan penyayatan pada permukaannya tidak dapat rata atau halus, tetapi akan meninggalkan bekas berupa alur-alur yang disebut *machining pattern*. Kekasaran permukaan disebabkan oleh dalamnya alur pemakanan pahat yang terjadi karena proses penyayatan dan kecepatan penyayatan.

2.8.1. Pernyataan Kekasaran Permukaan

Kekasaran permukaan dapat dinyatakan dengan berbagai cara. Umumnya cara yang digunakan adalah dengan menyatakan penyimpangan rata-rata aritmatik dan garis rata-rata profil (R_a). Namun ada juga yang menyatakan dalam sepuluh titik ketinggian

dari ketidakrataan (R_z) atau ketinggian maksimum dari ketidakrataan (R_{max}).

2.8.2. Toleransi harga R_a

Seperti halnya toleransi ukuran (lubang dan poros), kekasaran rata-rata R_a juga memiliki toleransi harga kekasaran. Masing-masing harga kekasaran mempunyai kelas kekasaran yaitu dari N_1 sampai N_{12} . Besarnya toleransi untuk R_a biasanya diambil antara 50% ke atas dan 25% ke bawah. Untuk menunjukkan harga kekasaran permukaan rata-rata beserta toleransinya dapat dilihat pada tabel berikut ini:

Tabel 2.9. Toleransi Harga Kekasaran Rata-Rata (R_a)⁴⁰

Kelas Kekasaran	Harga C.L.A Mm	Harga R_a (μm)	Toleransi	Panjang sampel (mm)
N1	1	0.0025	0.02 - 0.04	0.08
N2	2	0.05	0.04 - 0.08	0.25
N3	4	0.1	0.08 - 0.15	
N4	8	0.2	0.15 - 0.3	
N5	16	0.4	0.3 - 0.6	0.8
N6	32	0.8	0.6 - 1.2	
N7	63	1.6	1.2 - 2.4	
N8	125	3.2	2.4 - 4.8	
N9	250	6.3	4.8 - 9.6	2.5
N10	500	12.5	9.6 - 18.75	
N11	1000	25.0	18.75 - 37.5	8
N12	2000	50.0	37.5 - 75.0	

⁴⁰ *Ibid*, h. 230.

Toleransi harga kekasaran rata-rata R_a suatu permukaan juga tergantung pada proses pengerjaannya. Berikut ini acuan harga kelas kekasaran rata-rata menurut proses pengerjaannya adalah :

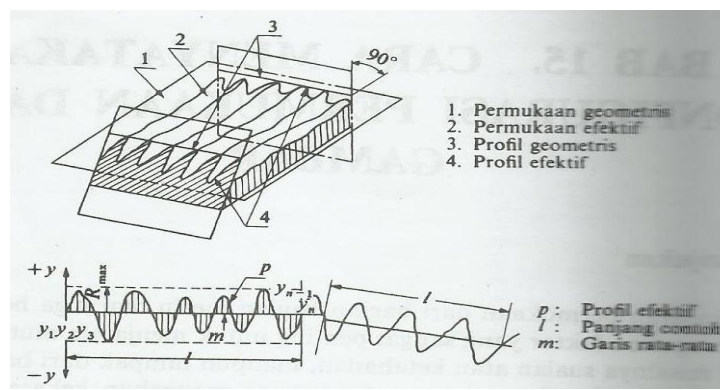
Tabel 2.10. Tingkat Kekasaran Rata-Rata Permukaan Menurut Proses Pengerjaan⁴¹

Cara Pengerjaan	Kategori Kekasaran															
	N12	N11	N10	N9	N8	N7	N6	N5	N4	N3	N2	N1				
	R_a dalam μm															
	200	100	50	25	12,5	6,3	3,2	1,6	0,8	0,4	0,2	0,1	0,05	0,025	0,012	0,006
Flame cutting	200	100	50	25	12,5	6,3	3,2	1,6	0,8	0,4	0,2	0,1	0,05	0,025	0,012	0,006
Sawing	200	100	50	25	12,5	6,3	3,2	1,6	0,8	0,4	0,2	0,1	0,05	0,025	0,012	0,006
Abrasive cutting	200	100	50	25	12,5	6,3	3,2	1,6	0,8	0,4	0,2	0,1	0,05	0,025	0,012	0,006
Shearing fine blanking	200	100	50	25	12,5	6,3	3,2	1,6	0,8	0,4	0,2	0,1	0,05	0,025	0,012	0,006
Sand blasting	200	100	50	25	12,5	6,3	3,2	1,6	0,8	0,4	0,2	0,1	0,05	0,025	0,012	0,006
Ball blasting	200	100	50	25	12,5	6,3	3,2	1,6	0,8	0,4	0,2	0,1	0,05	0,025	0,012	0,006
Turning	200	100	50	25	12,5	6,3	3,2	1,6	0,8	0,4	0,2	0,1	0,05	0,025	0,012	0,006
Superfine turning	200	100	50	25	12,5	6,3	3,2	1,6	0,8	0,4	0,2	0,1	0,05	0,025	0,012	0,006
Planning, shaping	200	100	50	25	12,5	6,3	3,2	1,6	0,8	0,4	0,2	0,1	0,05	0,025	0,012	0,006
Drilling, boring	200	100	50	25	12,5	6,3	3,2	1,6	0,8	0,4	0,2	0,1	0,05	0,025	0,012	0,006
Countersinking	200	100	50	25	12,5	6,3	3,2	1,6	0,8	0,4	0,2	0,1	0,05	0,025	0,012	0,006
Reaming	200	100	50	25	12,5	6,3	3,2	1,6	0,8	0,4	0,2	0,1	0,05	0,025	0,012	0,006
Face milling	200	100	50	25	12,5	6,3	3,2	1,6	0,8	0,4	0,2	0,1	0,05	0,025	0,012	0,006
Peripheral milling	200	100	50	25	12,5	6,3	3,2	1,6	0,8	0,4	0,2	0,1	0,05	0,025	0,012	0,006
Broaching	200	100	50	25	12,5	6,3	3,2	1,6	0,8	0,4	0,2	0,1	0,05	0,025	0,012	0,006
Scraping	200	100	50	25	12,5	6,3	3,2	1,6	0,8	0,4	0,2	0,1	0,05	0,025	0,012	0,006
Face grinding	200	100	50	25	12,5	6,3	3,2	1,6	0,8	0,4	0,2	0,1	0,05	0,025	0,012	0,006
Peripheral grinding	200	100	50	25	12,5	6,3	3,2	1,6	0,8	0,4	0,2	0,1	0,05	0,025	0,012	0,006
Plain grinding	200	100	50	25	12,5	6,3	3,2	1,6	0,8	0,4	0,2	0,1	0,05	0,025	0,012	0,006
Honing	200	100	50	25	12,5	6,3	3,2	1,6	0,8	0,4	0,2	0,1	0,05	0,025	0,012	0,006
Superfinish	200	100	50	25	12,5	6,3	3,2	1,6	0,8	0,4	0,2	0,1	0,05	0,025	0,012	0,006
Plain lapping	200	100	50	25	12,5	6,3	3,2	1,6	0,8	0,4	0,2	0,1	0,05	0,025	0,012	0,006
Round lapping	200	100	50	25	12,5	6,3	3,2	1,6	0,8	0,4	0,2	0,1	0,05	0,025	0,012	0,006
Polishing	200	100	50	25	12,5	6,3	3,2	1,6	0,8	0,4	0,2	0,1	0,05	0,025	0,012	0,006
Spark erosion	200	100	50	25	12,5	6,3	3,2	1,6	0,8	0,4	0,2	0,1	0,05	0,025	0,012	0,006

⁴¹M. Suratman, *Menggambar Teknik Mesin dengan Standar ISO* (Bandung : CV. Pustaka Grafika, 2012), h. 243.

2.8.3. Penyimpangan rata - rata aritmatik dari garis rata – rata profil

Penyimpangan rata-rata aritmatik (R_a) ialah harga rata dari ordinat-ordinat profil efektif garis rata-ratanya. Profil efektif berarti garis bentuk (*contour*) dari potongan permukaan efektif oleh sebuah bidang yang telah ditentukan secara konvensional terhadap permukaan geometris ideal⁴².



Gambar 2.15 Penyimpangan rata-rata aritmatik R_a dari garis rata - rata profil⁴³

Ordinat-ordinat yang ada ($y_1, y_2, y_3, \dots, y_n$) dijumlahkan tanpa memperhitungkan tandanya.

$$Ra = \frac{l}{l} \int_0^l \frac{l}{l} |y| dx$$

$$\text{Sehingga; } Ra = \frac{\sum_1^n |y|}{n}$$

⁴²G. Takeshi Sato, *Menggambar Mesin Menurut Standard ISO*, Cet. 11(Jakarta : Pradnya Paramita, 2005), h. 181.

⁴³ *Ibid.*, h. 182.

2.9 Pemeriksaan Kekasaran Permukaan

Pemeriksaan kekasaran permukaan yang dilakukan pada penelitian ini yaitu pemeriksaan kekasaran permukaan secara langsung dengan menggunakan peralatan *surface roughness tester* yang terdapat di Lab *Fire, Material & Safety Engineering* Fakultas Teknik, Universitas Negeri Jakarta.

Roughness atau kekasaran adalah ketidakhalusan bentuk hasil proses produksi yang disebabkan oleh pengerjaan mesin. Pada *surface roughness tester* terdapat alat peraba yang disebut *stylus*. “*Stylus* merupakan peraba dari alat ukur kekasaran permukaan yang bentuknya konis atau piramida”⁴⁴. Bagian ujung *stylus* ini ada yang berbentuk rata serta ada yang berbentuk radius.

Prinsip kerja alat ukur ini menggunakan sistem elektronik dengan *stylus* berbentuk diamond dan terdapat motor penggerak sehingga *stylus* dapat bergerak bebas maju mundur sepanjang garis lurus permukaan benda uji. Hasil pengukuran juga dapat dilihat langsung pada layar operasi sehingga nilai kekasaran permukaan dapat langsung diketahui. Jika hasil uji ingin dicetak, dapat dilakukan dengan menggunakan kertas karbon dan menekan tombol *print* pada panel kontrol.

⁴⁴ Sudji Munadi, Op.cit., h 327.



Gambar 2.16 *Surface roughness tester surfecorder SE300*
Sumber. Dokumentasi Pribadi

2.10 Kerangka Konseptual

Pada saat ini proses pemesinan menjadi salah satu jenis proses pembuatan produk yang paling banyak digunakan dalam industri manufaktur. Salah satu proses pemesinan yang digunakan dalam industri manufaktur adalah proses pembubutan.

Seiring dengan kemajuan teknologi, banyak produk yang semakin sulit untuk dikerjakan dengan Mesin Perkakas Konvensional. Selain tuntutan terhadap ketelitian, kualitas kekasaran permukaan yang rendah, kepresisian geometri produk yang tinggi, serta model benda kerja yang semakin kompleks juga menjadi kendala tersendiri.

Pembubutan merupakan proses pemesinan yang dapat dikerjakan oleh Mesin CNC. Apabila dibandingkan dengan mesin bubut konvensional, mesin CNC memiliki banyak kelebihan dalam hal akurasi, konsistensi hasil produk dan tidak memerlukan operator.

Dalam pengerjaan proses pemesinan bubut CNC diperlukan persiapan dan perencanaan pemesinan yang matang, karena kesalahan pada saat proses pemesinan akan mengakibatkan kegagalan pembuatan produk. Seringkali kekeliruan dalam persiapan dan perencanaan pemesinan mengakibatkan waktu pengerjaan yang tidak efektif dan hasil produk yang tidak sesuai kekasaran yang diinginkan.

Oleh karena itu penentuan parameter – parameter pemotongan yang digunakan dalam persiapan dan perencanaan pemesinan harus sesuai agar mendapatkan hasil yang optimal dan waktu pengerjaan efektif. Sehingga produk yang dihasilkan tidak masuk dalam katagori *non good*.

Proses pemesinan bubut memiliki parameter – parameter yang mempengaruhi nilai kekasaran permukaan produk yang dihasilkan. Parameter tersebut meliputi kecepatan potong, kecepatan asutan, kedalaman pemakanan, geometri alat potong, dan material benda kerja yang digunakan. Penentuan parameter – parameter ini dapat disesuaikan dengan material benda kerja yang dipakai dalam proses pemesinan. Selain itu parameter – parameter pemotongan juga dapat ditentukan dengan menyesuaikan material dan geometri pahat bubut yang dipakai. Sehingga proses pemesinan menjadi optimal dan produk yang dihasilkan mendapatkan kualitas nilai kekasaran yang diinginkan.

Berdasarkan uraian yang telah dijabarkan pada sub bab sebelumnya, salah satu parameter pemesinan yang memiliki pengaruh terhadap kualitas kekasaran permukaan benda kerja adalah kecepatan

potong. Selain kecepatan potong, kekasaran permukaan juga dipengaruhi oleh radius pojok pahat sisipan yang digunakan pada proses pemesinan bubut CNC karena radius pojok bersentuhan langsung dengan benda kerja, yang berarti *nose radius* ini merupakan alat pembentuk benda kerja menjadi produk yang diinginkan.

Untuk proses pembubutan rata pada benda kerja dengan material baja SS41 yang tergolong dalam baja karbon rendah dengan penggunaan pahat sisipan jenis karbida, kecepatan potong yang diijinkan adalah 25 m/min s.d 250 m/min. Pahat sisipan jenis karbida ini juga memiliki *range nose radius* disesuaikan dengan tiap tipe jenis insertnya, yang dalam prinsipnya semakin besar nilai r_n dalam proses pemesinan maka nilai kekasaran permukaan akan semakin kecil.

2.11 Hipotesis Penelitian

Berdasarkan deskripsi teoritis dan kerangka konseptual yang telah dijabarkan dalam sub bab sebelumnya maka hipotesis yang diajukan dalam penelitian ini adalah : **“Kekasaran permukaan hasil proses pembubutan baja SS41 menggunakan mesin bubut CNC *Siemens Sinumerik 808D* memiliki hubungan yang positif dengan adanya perubahan *diameter nose radius* dan kecepatan pemotongan”**.

BAB III

METODOLOGI PENELITIAN

3.1 Tujuan Penelitian

Tujuan dilakukannya penelitian ini adalah untuk menguji dan membuktikan ada atau tidaknya pengaruh perbedaan *nose radius* dan kecepatan potong terhadap tingkat kekasaran permukaan hasil pembubutan pada baja SS41 dengan menggunakan mesin bubut CNC *Siemens Sinumerik 808D*. Penelitian ini diharapkan dapat berguna dalam pembelajaran penentuan perencanaan pemesinan yang tepat sehingga hasil pemesinan sesuai dengan kualitas yang diinginkan.

3.2 Tempat dan Waktu Penelitian

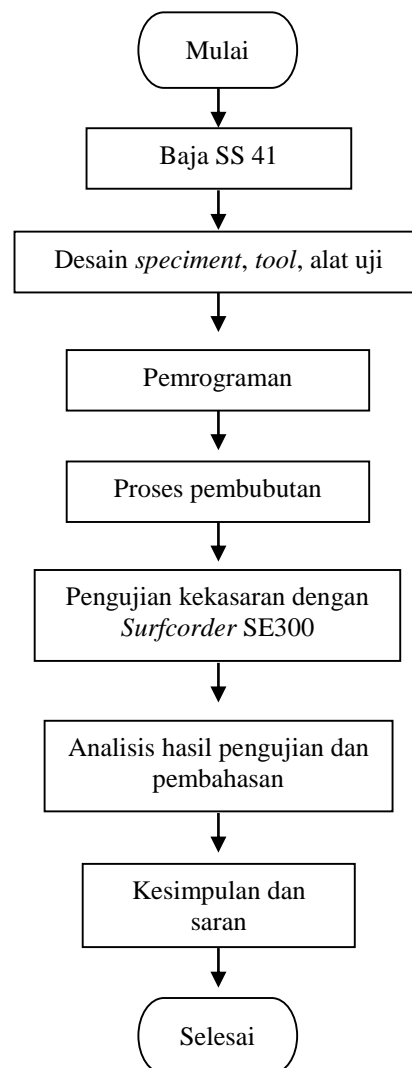
1. Tempat pembuatan : SMK Negeri 26 Jakarta
2. Tempat pengujian : Laboratorium *Fire, Material & Safety Engineering* Fakultas Teknik, UNJ
3. Waktu pembuatan : 16 – 26 Januari 2017
4. Waktu pengujian : 1 – 4 Februari 2017

3.3 Metode Penelitian

Metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah eksperimental yang sebenarnya (*True Experimental*). Penelitian *True Experimental* adalah penelitian untuk menyelidiki pengaruh (sebab - akibat) pada satu atau lebih kelompok yang diberi perlakuan

(eksperimental) terhadap satu atau lebih kelompok yang tidak diberi perlakuan (kontrol)⁴⁵.

Alur penelitian dapat digambarkan dalam bentuk diagram alir (*flow chart*) proses penelitian seperti yang terdapat pada gambar dibawah ini :



Gambar 3.1 *Flow Chart* Penelitian

⁴⁵ Edi Riadi, *Metode Statistika Parametrik & Nonparametrik*, (Tangerang: Pustaka Mandiri, 2014), h.10

3.4 Metode Pengambilan Data

Metode pengambilan data yang digunakan dalam penelitian ini adalah metode observasi dengan melakukan proses pengujian dengan langkah-langkah sebagai berikut: persiapan alat dan bahan, pemrograman, pembuatan *speciment*, pengujian kekasaran permukaan.

3.5 Instrumen Penelitian

Alat dan bahan yang digunakan dalam melakukan penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Mesin Bubut CNC *Siemens Sinumerik 808D*
2. Pahat *insert* menggunakan jenis karbida *Kyocera* tipe D (*rhombic 55°*) dengan variasi *nose radius* 0.4mm dan 0.8mm untuk proses *finishing*.
3. Benda kerja SS 41 berbentuk silindris dengan diameter 25 mm dan panjang 100 mm.
4. Alat ukur kekasaran permukaan *Surfcorder SE300*.

3.6 Prosedur Penelitian

Prosedur penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Menyiapkan gambar kerja.
2. Menyiapkan benda kerja SS 41 berbentuk silindris dengan diameter 25 mm dan panjang 100 mm.
3. Menyiapkan program *CNC*.
4. Menyiapkan dan memasang *holder* dan *insert* dengan *nose radius* 0.4mm dan 0.8mm untuk proses *finishing* pada *turret* mesin.
5. Memasang benda kerja pada cekam *spindle*.

6. Input program *CNC*.
7. Melakukan pembubutan sesuai dengan SOP (*Standart Operating Prosedur*).
8. Mengkalibrasi *surfcorde SE300* pada sampel standar menggunakan *cut off* 0,8 mm.
9. Pengukuran kekasaran permukaan benda kerja dengan menggunakan *surfcorder SE300* dengan terlebih dahulu membersihkan permukaan benda.

3.7 Variasi Parameter Pemotongan

Setelah melakukan studi pustaka serta jurnal, maka peneliti menentukan variasi parameter kecepatan potong dan *nose radius* untuk mendapatkan data hasil kekasaran permukaan. Adapun variasi kecepatan potong dan *nose radius* yang digunakan adalah sebagai berikut:

Tabel 3.1. Variasi *nose radius* dan kecepatan potong

<i>Nose radius</i> (r_n ; mm)	Kecepatan Pemotongan (V_c ;m/min)	Kecepatan asutan (f ; mm/put)	Kedalaman pemakanan (a ; mm)
0.4	145	0.17	0.63
	160		
	175		
	190		
0.8	145		
	160		
	175		
	190		

3.8 Rancangan Penelitian

Rancangan penelitian menggunakan desain faktorial, yaitu suatu percobaan yang perlakuannya terdiri atas semua kemungkinan kombinasi kategori dari beberapa faktor⁴⁶. Material yang digunakan dalam penelitian ini adalah baja SS 41 dengan ukuran awal diameter 25 mm, panjang 100 mm berjumlah 24 batang dengan perincian sebagai berikut:

1. Spesimen dikerjakan dengan *nose radius* 0.4 mm :
 - 1) 3 buah sampel dikerjakan dengan kecepatan potong 145 (m/min,) kedalaman pemakanan 0.63 mm dan gerak pemakanan 0,17 (mm/rev).
 - 2) 3 buah sampel dikerjakan dengan kecepatan potong 160 (m/min,) kedalaman pemakanan 0.63 mm dan gerak pemakanan 0,17 (mm/rev).
 - 3) 3 buah sampel dikerjakan dengan kecepatan potong 175 (m/min,) kedalaman pemakanan 0.63 mm dan gerak pemakanan 0,17 (mm/rev).
 - 4) 3 buah sampel dikerjakan dengan kecepatan potong 190 (m/min,) kedalaman pemakanan 0.63 mm dan gerak pemakanan 0,17 (mm/rev).

⁴⁶ *Ibid.*, p. 12

2. Spesimen dikerjakan dengan *nose radius* 0.8 mm :

- 1) 3 buah sampel dikerjakan dengan kecepatan potong 145 (m/min,) kedalaman pemakanan 0.63 mm dan gerak pemakanan 0,17 (mm/rev).
- 2) 3 buah sampel dikerjakan dengan kecepatan potong 160 (m/min,) kedalaman pemakanan 0.63 mm dan gerak pemakanan 0,17 (mm/rev).
- 3) 3 buah sampel dikerjakan dengan kecepatan potong 175 (m/min,) kedalaman pemakanan 0.63 mm dan gerak pemakanan 0,17 (mm/rev).
- 4) 3 buah sampel dikerjakan dengan kecepatan potong 190 (m/min,) kedalaman pemakanan 0.63 mm dan gerak pemakanan 0,17 (mm/rev).

Data percobaan merupakan hasil dari pembubutan dan diukur dengan Uji Kekasaran yang dikumpulkan seperti pada tabel dibawah ini :

Tabel 3.2. Rancangan Data Penelitian

<i>Nose radius</i> (mm)	Kecepatan Pemotongan (m/min)	Benda Uji	Data Hasil Pengukuran				Ra (μm) / Parameter
			Ra			Rata -rata	
			Ra1	Ra2	Ra3		
0.4 (A)	145 (a)	1Aa					
		2Aa					
		3Aa					
	160 (b)	1Ab					
		2Ab					
		3Ab					
	175 (c)	1Ac					
		2Ac					
		3Ac					
	190 (d)	1Ad					
		2Ad					
		3Ad					
0.8 (B)	145 (a)	1Ba					
		2Ba					
		3Ba					
	160 (b)	1Bb					
		2Bb					
		3Bb					
	175 (c)	1Bc					
		2Bc					
		3Bc					
	190 (d)	1Bd					
		2Bd					
		3Bd					

3.9 Prosedur Pemesinan

3.9.1 Perencanaan Pembubutan

Perencanaan dan perhitungan proses bubut CNC menggunakan mesin *Siemens Sinumerik 808D*. Elemen dasar proses bubut adalah sebagai berikut :

Benda kerja : Baja SS 41

d_o : Diameter mula 25 mm.

d_m : Diameter akhir untuk masing-masing parameter adalah 23.74 mm.

l_t : Panjang pemotongan 60 mm.

Pahat : *insert* DCMT11T304XQ dengan r_e 0.4mm dan *insert* DCMT11T308XQ dengan r_e 0.8mm untuk proses *finishing*.

Parameter pemesinan:

V_c : Kecepatan potong dilakukan dengan empat parameter yaitu 145m/min, 160m/min, 175m/min dan 190m/min dengan kecepatan spindle masing masing adalah 1847rpm, 2038rpm, 2229rpm dan 2420rpm.

f : kecepatan asutan tetap dengan 0.17mm/put.

a : kedalaman pemakanan tetap yaitu 0.63mm.

3.9.2 Pelaksanaan Pembubutan

Setelah ditentukan elemen dan parameter untuk pembubutan maka dapat direncanakan proses pembubutan sebagai berikut :

1. Material benda kerja baja SS 41 dengan diameter 25 x 100 mm.
2. Material pahat *insert* dengan jenis karbida tipe D dengan re 0.4mm dan 0.8mm untuk proses *finishing*.
3. Mesin yang digunakan mesin bubut CNC *Siemens Sinumerik 808D* dengan kapasitas diameter lebih dari 1in.
4. Pencekaman benda kerja dengan menggunakan cekam rahang tiga. Benda kerja dikerjakan per satu parameter dan dilakukan pengerjaan sebanyak tiga kali percobaan untuk mendapatkan hasil yang valid.
5. Pemasangan pahat menggunakan *tool holder* yang tersedia di mesin yang dipasang ke *turret* mesin CNC.
6. Memasukan program CNC sesuai parameter yang telah ditentukan dengan menekan tombol MDA pada panel PPU mesin.
7. Melakukan proses *machining*. Untuk satu parameter dilakukan percobaan sebanyak tiga kali.
8. Pemberian label pada sampel yang telah dilakukan proses *machining* untuk memudahkan dalam proses pengujian kekasaran permukaan.

3.10 Perencanaan Pengujian

Perencanaan pengujian dilakukan setelah proses *machining* dengan menggunakan alat ukur kekasaran permukaan *surface roughness tester surfcorder SE300*, berikut ini pengaturan pelaksanaan pengujian kekasaran permukaan:

Standar	= JIS 1982	M-Speed	= 0.50 mm/s
Cutoff	= 0.80 mm	V. Mag	= 5000
S. Length	= 0.80 mm	H. Mag	= 50 mm/Lc
E. Length	= 0.80 mm		

Untuk standar yang digunakan pada pengujian kekasaran ini adalah JIS1982, Penggunaan standar ini adalah dimungkinkan untuk mendapatkan *parameter selection* yang lengkap seperti R_a , R_z , R_{max} , R -prof dan P -prof sehingga dimungkinkan untuk mendapatkan *output* yang lebih lengkap. instrument roughness tester ini kompatibel dengan empat standard dunia yaitu ISO, DIN, ANSI, dan JIS sehingga tidak diragukan lagi dalam ketepatan dan keakuratan dalam pengukuran kekasaran.

Cut off atau daerah pergerakan *stylus* pada benda kerja yang akan dilakukan pengujian. Pada pengujian ini menggunakan JIS 1982 maka *cut off* yang dapat dipilih adalah 0,08 mm, 0,25 mm, 0,8 mm atau 2,5 mm. penggunaan JIS 1982 juga dapat dilakukan dengan parameter $R+W$ yaitu dimana *cut off* dapat dipilih sesuai dengan panjang benda kerja yang akan dilakukan pengujian. Untuk mesin *Surfcorder SE300* adalah

merupakan tipe DR-25X11 yang mana maksimum dari panjang *cut off* adalah 25,00 mm.

Berikut ini penjelasan penggunaan *cut off* yang dianjurkan berdasarkan panjang pengujian :

Tabel 3.3. Nilai *Cut Off* dan Panjang Pengujian

Cut Off Value	Max Evaluation Length (DR-25X11)
0,08 mm (0,003in)	0,72 mm (0,028in)
0,25 mm (0,01in)	2.25 mm (0,089in)
0,80 mm (0,03in)	7,20 mm (0,283in)
2,50 mm (0,1in)	22,50 mm (0,886in)
8,00 mm (0,3in)	16,00 mm (0,630in)
R+W (JIS82)	25,00 mm (0,984in)

Sampling Length dan *Evaluation Length* dapat dijelaskan dengan tabel dibawah ini, dimana *evaluation length* adalah x1 dan x5.

Tabel 3.4. *Cut Off* dengan *Sampling Length* dan *Evaluation Length*

<i>Cut Off Inch/mm</i>	<i>Sampling Length Represented inch/Actual mm</i>	<i>Evaluation Length at x5 Represented inch / Actual inch / Actual mm</i>
0,003in / 0,08mm	0,003in / 0,00315in	0,015in / 0,0157in / 0,40mm
0,01in / 0,25mm	0,01in / 0,0098in	0,050in / 0,0492in / 1,25mm
0,03in / 0,8 mm	0,03in / 0,03150in	0,150in / 0,157in / 4,00mm
0,1in / 2,5mm	0,1in / 0,09843in	0,500in / 0,49212in / 12,50mm
0,3in / 8,0mm	0,3in / 0,31496in	0,300in / 0,31496in / 8,00mm

M-speed atau *drive speed* adalah kecepatan dari motor untuk bergerak pada daerah yang akan diuji. Untuk kecepatan motor untuk tipe *Surfcorder SE300* hanya ada dua pilihan 0,20 mm/s dan 0,50 mm/s. pemilihan dari kecepatan motor ini tidak sama sekali mempengaruhi hasil pengukuran yang diperoleh.

H. Mag (Horizontal Magnification) adalah gerakan profil yang tercetak pada *print out* sehingga terlihat grafik, begitu juga *V. Mag (Vertical Magnification)*. Untuk pengaturan satu sama lain saling menyesuaikan.

Setelah ditentukan pengaturan-pengaturan dari mesin ini maka dapat dilakukan proses pengujian kekasaran permukaan benda kerja.

1. Melakukan persiapan benda kerja yang akan di ukur kekasarannya dan alat uji kekasaran serta melakukan penyetingan yang sudah ditentukan.
2. Dalam pelaksanaan pengujian, menggunakan *v-block* sebagai penopang benda kerja yang akan dilakukan pengujian kekasaran permukaan.
3. Untuk teknis pengujian daerah yang akan diuji adalah 60 mm proses pemesinan, dibagi menjadi tiga daerah pengujian yaitu 20 mm.
4. Untuk setiap daerah penngujian dilakukan pemutaran benda kerja sebesar $\pm 120^\circ$.
 - a. Daerah pengujian A posisi $0^\circ - 120^\circ$
 - b. Daerah pengujian B posisi $120^\circ - 240^\circ$

- c. Daerah pengujian C posisi 240° - 360°
5. Hasil pengujian dimasukkan ke dalam tabel yang sudah dibuat.

BAB IV

HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN

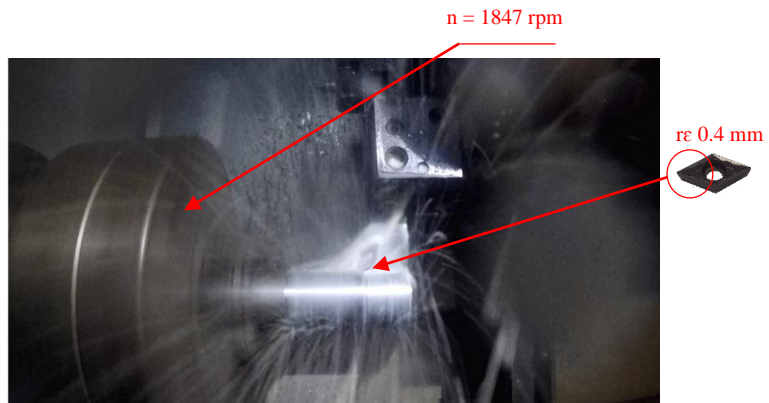
Data yang telah diperoleh saat penelitian akan dideskripsikan pada bab ini. Data diperoleh dengan memeriksa kekasaran permukaan benda kerja hasil pembubutan pada proses pemesinan akhir (*finishing*) menggunakan alat ukur kekasaran permukaan yaitu *surface roughness tester surf-corder SE300*. Berikut ini hasil penelitian sebagai berikut:

4.1 Hasil Pemesinan

Hasil pemesinan berupa benda kerja baja SS41 yang berukuran panjang 100 mm dengan diameter 25 mm, yang selanjutnya dilakukan proses pemesinan sepanjang 60 mm. Berikut ini adalah benda kerja hasil dari proses *finishing* sesuai masing-masing parameter kecepatan potong yang telah dilakukan.

4.1.1. Hasil Pemesinan dengan *nose radius* 0.4 mm dan kecepatan potong 145 m/min

Hasil pemesinan ini merupakan hasil proses pemesinan yang pertama dengan parameter pemotongan yang dipakai antara lain ; diameter r_n 0.4 mm, kecepatan potong 145 m/min yang berarti menghasilkan putaran spindel sebesar 1847 rpm, dengan kecepatan asutan konstan/tetap 0.17 mm/put dan kedalaman pemakanan tetap 0.63 mm.



Gambar 4.1 Proses pemesinan dengan parameter r_e 0.4 mm dan V_c 145 m/min
Sumber. Dokumentasi Pribadi

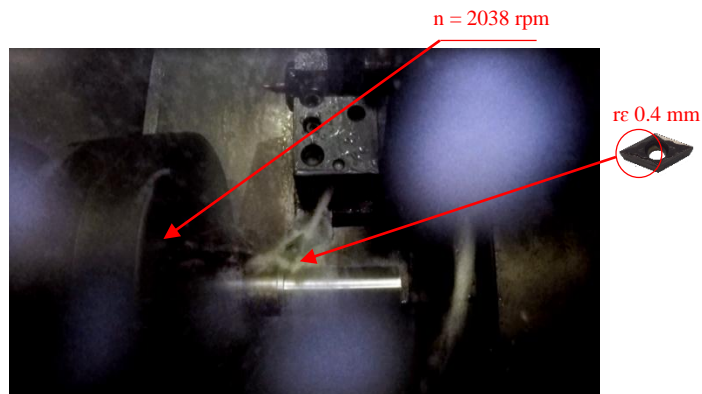
Pada parameter ini, proses *finishing* dilakukan sebanyak 3 kali dengan menghasilkan 3 sampel berbeda. Gambar yang ditampilkan merupakan sampel yang memiliki nilai kekasaran permukaan (R_a) terbesar dan nilai kekasaran permukaan (R_a) terendah.



Gambar 4.2 Hasil pemesinan dengan parameter r_e 0.4 mm dan V_c 145 m/min

4.1.2. Hasil Pemesinan dengan *nose radius* 0.4 mm dan kecepatan potong 160 m/min

Hasil pemesinan ini merupakan hasil proses pemesinan yang kedua dengan parameter pemotongan yang dipakai antara lain ; diameter r_n 0.4 mm, kecepatan potong 160 m/min yang berarti menghasilkan putaran spindel sebesar 2038 rpm, dengan kecepatan asutan konstan/tetap 0.17 mm/put dan kedalaman pemakanan tetap 0.63 mm.



Gambar 4.3 Proses pemesinan dengan parameter r_n 0.4 mm dan V_c 160 m/min

Sumber. Dokumentasi Pribadi

Pada parameter ini, proses *finishing* dilakukan sebanyak 3 kali dengan menghasilkan 3 sampel berbeda. Gambar yang ditampilkan merupakan sampel yang memiliki nilai kekasaran permukaan (Ra) terbesar dan nilai kekasaran permukaan (Ra) terendah.

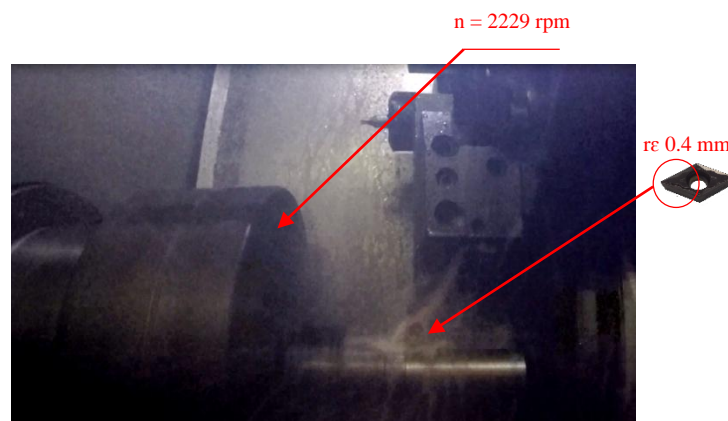


Gambar 4.4 Hasil pemesinan dengan parameter r_e 0.4 mm dan V_c 160 m/min

Sumber. Dokumentasi Pribadi

4.1.3. Hasil Pemesinan dengan *nose radius* 0.4 mm dan kecepatan potong 175 m/min

Hasil pemesinan ini merupakan hasil proses pemesinan yang ketiga dengan parameter pemotongan yang dipakai antara lain ; diameter r_e 0.4 mm, kecepatan potong 175 m/min yang berarti menghasilkan putaran spindel sebesar 2229 rpm, dengan kecepatan asutan konstan/tetap (*feeding*) 0.17 mm/put dan kedalaman pemakanan (*depth of cut*) tetap 0.63 mm.



Gambar 4.5 Proses pemesinan dengan parameter r_e 0.4 mm dan V_c 175 m/min

Sumber. Dokumentasi Pribadi

Pada parameter ini, proses *finishing* dilakukan sebanyak 3 kali dengan menghasilkan 3 sampel berbeda. Gambar yang ditampilkan merupakan sampel yang memiliki nilai kekasaran permukaan (Ra) terbesar dan nilai kekasaran permukaan (Ra) terendah.

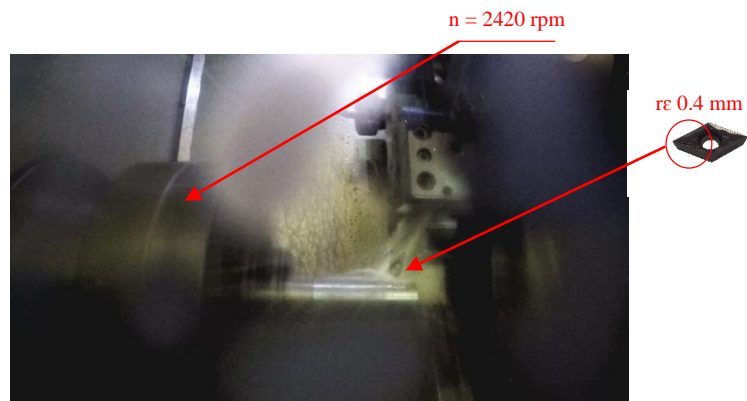


Gambar 4.6 Hasil pemesinan dengan parameter r_e 0.4 mm dan V_c 175 m/min

Sumber. Dokumentasi Pribadi

4.1.4. Hasil Pemesinan dengan *nose radius* 0.4 mm dan kecepatan potong 190 m/min

Hasil pemesinan ini merupakan hasil proses pemesinan yang keempat dengan parameter pemotongan yang dipakai antara lain ; diameter r_e 0.4 mm, kecepatan potong 190 m/min yang berarti menghasilkan putaran spindel sebesar 2420 rpm, dengan kecepatan asutan konstan/tetap 0.17 mm/put dan kedalaman pemakanan tetap 0.63 mm. Dan ini merupakan proses pemesinan terakhir yang menggunakan diameter *nose radius* 0.4 mm.



Gambar 4.7 Proses pemesinan dengan parameter r_e 0.4 mm dan V_c 190 m/min
Sumber. Dokumentasi Pribadi

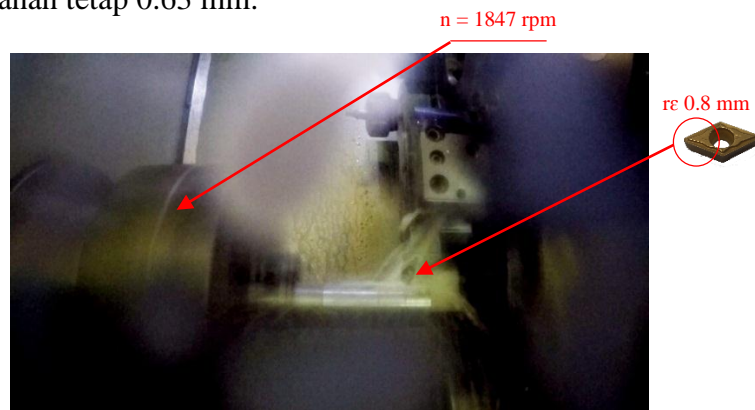
Pada parameter ini, proses *finishing* dilakukan sebanyak 3 kali dengan menghasilkan 3 sampel berbeda. Gambar yang ditampilkan merupakan sampel yang memiliki nilai kekasaran permukaan (R_a) terbesar dan nilai kekasaran permukaan (R_a) terendah.



Gambar 4.8 Hasil pemesinan dengan parameter r_e 0.4 mm dan V_c 190 m/min
Sumber. Dokumentasi Pribadi

4.1.5. Hasil Pemesinan dengan *nose radius* 0.8 mm dan kecepatan potong 145 m/min

Pada proses pemesinan ini, diameter r_e yang digunakan sudah berbeda dengan sebelumnya. Hasil pemesinan ini merupakan hasil proses pemesinan yang kelima dengan parameter pemotongan yang dipakai antara lain ; diameter r_e 0.8 mm, kecepatan potong 145 m/min yang berarti menghasilkan putaran spindel sebesar 1847 rpm, dengan kecepatan asutan konstan/tetap 0.17 mm/put dan kedalaman pemakanan tetap 0.63 mm.

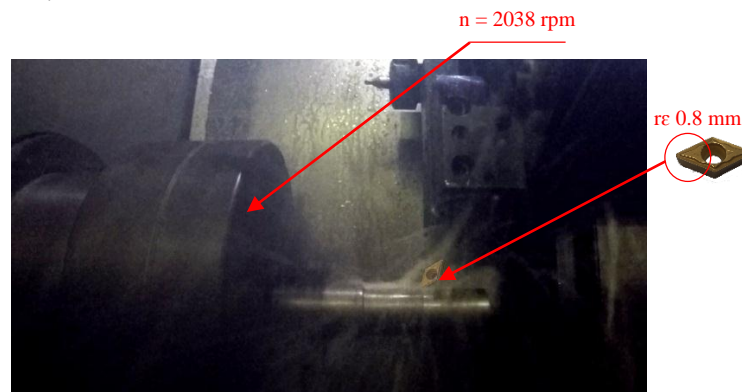


Gambar 4.9 Proses pemesinan dengan parameter r_e 0.8 mm dan V_c 145 m/min
Sumber. Dokumentasi Pribadi

Pada parameter ini, proses *finishing* dilakukan sebanyak 3 kali dengan menghasilkan 3 sampel berbeda. Gambar yang ditampilkan merupakan sampel yang memiliki nilai kekasaran permukaan (Ra) terbesar dan nilai kekasaran permukaan (Ra) terendah. (Lampiran 5)

4.1.6. Hasil Pemesinan dengan *nose radius* 0.8 mm dan kecepatan potong 160 m/min

Hasil pemesinan ini merupakan hasil proses pemesinan yang keenam dengan parameter pemotongan yang dipakai antara lain ; diameter r_e 0.8 mm, kecepatan potong 160 m/min yang berarti menghasilkan putaran spindel sebesar 2038 rpm, dengan kecepatan asutan konstan/tetap 0.17 mm/put dan kedalaman pemakanan tetap 0.63 mm.



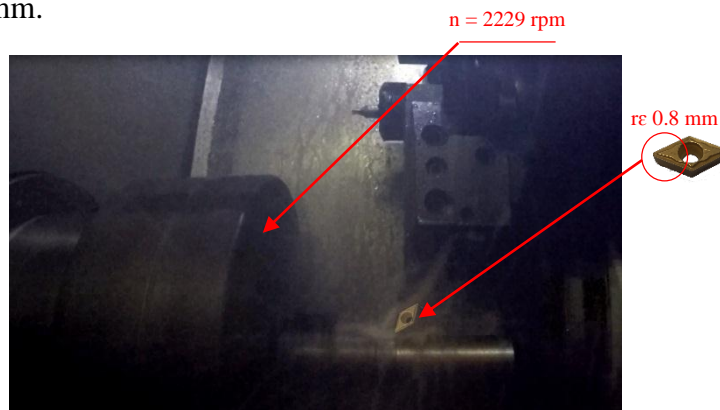
Gambar 4.10 Proses pemesinan dengan parameter r_e 0.8mm dan V_c 160 m/min

Sumber. Dokumentasi Pribadi

Pada parameter ini, proses *finishing* dilakukan sebanyak 3 kali dengan menghasilkan 3 sampel berbeda. Gambar yang ditampilkan merupakan sampel yang memiliki nilai kekasaran permukaan (R_a) terbesar dan nilai kekasaran permukaan (R_a) terendah. (Lampiran 5)

4.1.7. Hasil Pemesinan dengan *nose radius* 0.8 mm dan kecepatan potong 175 m/min

Hasil pemesinan ini merupakan hasil proses pemesinan yang ketujuh dengan parameter pemotongan yang dipakai antara lain ; diameter r_e 0.8 mm, kecepatan potong 175 m/min yang berarti menghasilkan putaran spindel sebesar 2229 rpm, dengan kecepatan asutan konstan/tetap 0.17 mm/put dan kedalaman pemakanan tetap 0.63 mm.



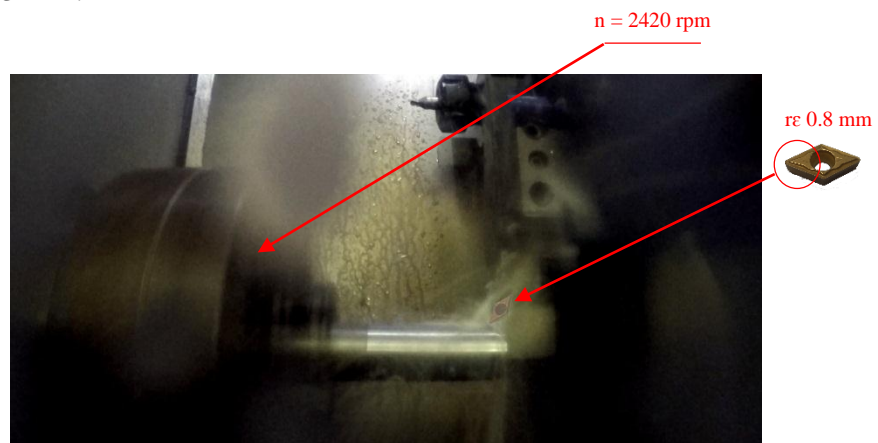
Gambar 4.11 Proses pemesinan dengan parameter r_e 0.8mm dan V_c 175 m/min

Sumber. Dokumentasi Pribadi

Pada parameter ini, proses *finishing* dilakukan sebanyak 3 kali dengan menghasilkan 3 sampel berbeda. Gambar yang ditampilkan merupakan sampel yang memiliki nilai kekasaran permukaan (R_a) terbesar dan nilai kekasaran permukaan (R_a) terendah. (Lampiran 6)

4.1.8. Hasil Pemesinan dengan *nose radius* 0.8 mm dan kecepatan potong 190 m/min

Hasil pemesinan ini merupakan hasil proses pemesinan yang terakhir dengan parameter pemotongan yang dipakai antara lain ; diameter $r\epsilon$ 0.8 mm, kecepatan potong 190 m/min yang berarti menghasilkan putaran spindel sebesar 2420 rpm, dengan kecepatan asutan konstan/tetap 0.17 mm/put dan kedalaman pemakanan tetap 0.63 mm.



Gambar 4.12 Proses pemesinan dengan parameter $r\epsilon$ 0.8mm dan V_c 190 m/min
Sumber. Dokumentasi Pribadi

Pada parameter ini, proses *finishing* dilakukan sebanyak 3 kali dengan menghasilkan 3 sampel berbeda. Gambar yang ditampilkan merupakan sampel yang memiliki nilai kekasaran permukaan (Ra) terbesar dan nilai kekasaran permukaan (Ra) terendah. (Lampiran 6)

4.2 Data Hasil Pengujian Kekasaran Permukaan

Berdasarkan data hasil pengukuran kekasaran permukaan menggunakan alat ukur *Surface Roughness Tester Surfcomer SE300* pada benda kerja baja SS 41 dari hasil proses pembubutan pada proses pemesinan akhir (*finishing*) menggunakan *insert* berbahan karbida dengan variasi kecepatan potong dan *nose radius*, maka diperoleh data hasil pengukuran sebagai berikut :

Tabel 4.1. Hasil Pengukuran Kekasaran Permukaan R_a rata-rata (μm)

Nose radius (mm)	Kecepatan Pemotongan (m/min)	Benda Uji	Data Hasil Pengukuran				Ra (μm) / Parameter
			Ra			Rata-rata	
			Ra1	Ra2	Ra3		
0.4 (A)	145 (a)	1Aa	3.175	2.603	2.715	2.831	2.817
		2Aa	2.924	2.811	2.877	2.870	
		3Aa	2.706	2.845	2.704	2.751	
	160 (b)	1Ab	2.343	2.522	2.830	2.565	2.659
		2Ab	2.718	2.567	2.674	2.653	
		3Ab	2.842	2.679	2.761	2.760	
	175 (c)	1Ac	2.642	2.679	2.633	2.651	2.636
		2Ac	2.585	2.660	2.581	2.608	
		3Ac	2.658	2.670	2.619	2.649	
	190 (d)	1Ad	2.935	2.989	2.930	2.951	2.609
		2Ad	2.891	2.340	2.284	2.505	
		3Ad	2.609	2.340	2.172	2.373	
0.8 (B)	145 (a)	1Ba	2.182	1.950	2.381	2.171	2.193
		2Ba	2.655	2.805	2.680	2.713	
		3Ba	1.679	1.704	1.710	1.697	
	160 (b)	1Bb	2.321	1.881	1.873	2.025	2.006
		2Bb	2.308	1.967	1.894	2.056	
		3Bb	2.017	1.900	1.895	1.937	
	175 (c)	1Bc	1.265	1.204	1.352	1.270	1.257
		2Bc	1.253	1.118	1.245	1.205	
		3Bc	1.395	1.209	1.291	1.298	
	190 (d)	1Bd	1.200	1.196	1.185	1.193	1.154
		2Bd	1.141	1.116	1.143	1.133	
		3Bd	1.149	1.149	1.115	1.137	

Seperti yang telah diketahui nilai atau harga kekasaran mempunyai kelas kekasaran yaitu N_1 sampai N_{12} (*ISO roughness number*). Berikut ini nilai kekasaran yang diperoleh dari hasil penelitian adalah sebagai berikut :

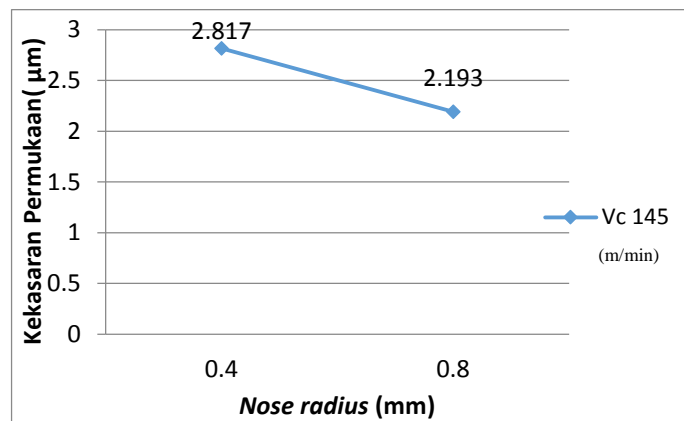
Tabel 4.2. Harga Kekasaran Permukaan Hasil Penelitian

Nose Radius (r_n ; mm)	Kecepatan Pemotongan (V_c ; m/min)	Kekasaran Permukaan Rata rata Aritmatik (R_a ; μm)	Nilai Kekasaran
0.4	145	2.817	N8
	160	2.659	N8
	175	2.636	N8
	190	2.609	N8
0.8	145	2.193	N7
	160	2.006	N7
	175	1.257	N7
	190	1.154	N6

Berdasarkan tabel diatas diketahui bahwa pencapaian tingkat kekasaran permukaan pada proses pembubutan dengan variasi r_n dan kecepatan pemotongan berada diantara N6 – N8, yang artinya tingkat kekakaran yang dihasilkan pada permukaan benda kerja hasil proses pembubutan tercapai.

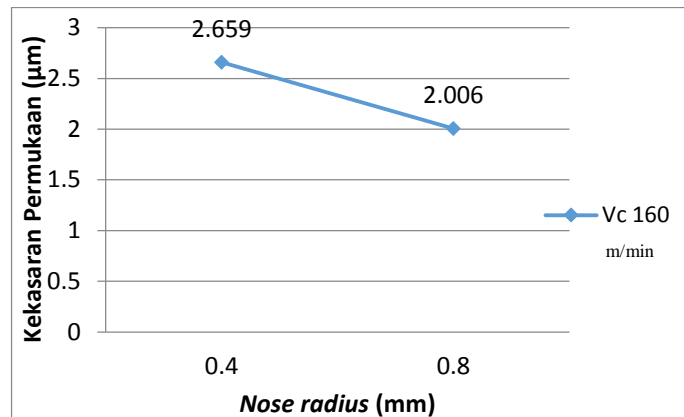
4.3 Pengaruh *Nose Radius* Terhadap Kekasaran Permukaan

Perbedaan diameter *nose radius* berdasarkan data yang telah diambil memiliki pengaruh terhadap kekasaran permukaan benda kerja. Pengaruh perbedaan diameter *nose radius* terhadap kekasaran permukaan hasil pembubutan dapat dilihat pada grafik-grafik dibawah ini :



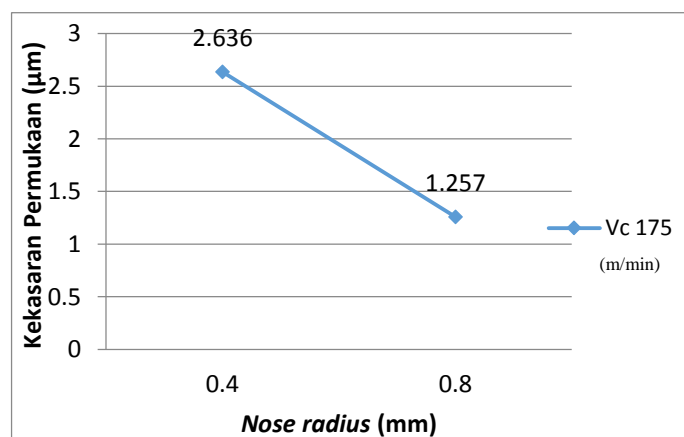
Gambar 4.13 Grafik interaksi antara perubahan r_e dengan Vc 145 m/min terhadap kekasaran permukaan

Berdasarkan gambar 4.1, ketika proses pemesinan menggunakan parameter r_e 0.4 mm dengan kecepatan potong 145 m/min, nilai kekasaran permukaan yang didapat adalah 2.817 μm . Dan pada saat terjadinya perubahan diameter *nose radius* dari 0.4 mm menjadi 0.8 mm dengan kondisi kecepatan potong yang tetap yakni 145 m/min, kekasaran permukaan mengalami penurunan menjadi 2.193 μm .



Gambar 4.14 Grafik interaksi antara perubahan r_n dengan Vc 160 m/min terhadap kekasaran permukaan

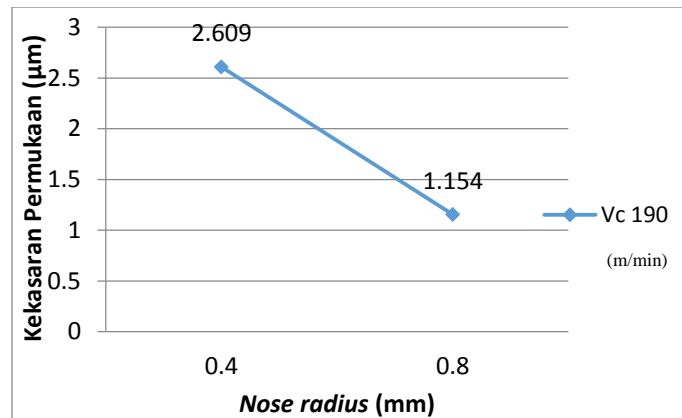
Berdasarkan gambar 4.2, ketika proses pemesinan menggunakan parameter r_n 0.4 mm dengan kecepatan potong 160 m/min, nilai kekasaran permukaan yang didapat adalah 2.659 μm . Dan pada saat terjadinya perubahan diameter *nose radius* dari 0.4 mm menjadi 0.8 mm dengan kondisi kecepatan potong yang tetap yakni 160 m/min, kekasaran permukaan mengalami penurunan menjadi 2.006 μm .



Gambar 4.15 Grafik interaksi antara perubahan r_n dengan Vc 175 m/min terhadap kekasaran permukaan

Berdasarkan gambar 4.3, ketika proses pemesinan menggunakan parameter r_n 0.4 mm dengan kecepatan potong 175 m/min, nilai kekasaran

permukaan yang didapat adalah 2.636 μm . Dan pada saat terjadinya perubahan diameter *nose radius* dari 0.4 mm menjadi 0.8 mm dengan kondisi kecepatan potong yang tetap yakni 160 m/min, kekasaran permukaan mengalami penurunan menjadi 1.257 μm .



Gambar 4.16 Grafik interaksi antara perubahan r_n dengan Vc 190 m/min terhadap kekasaran permukaan

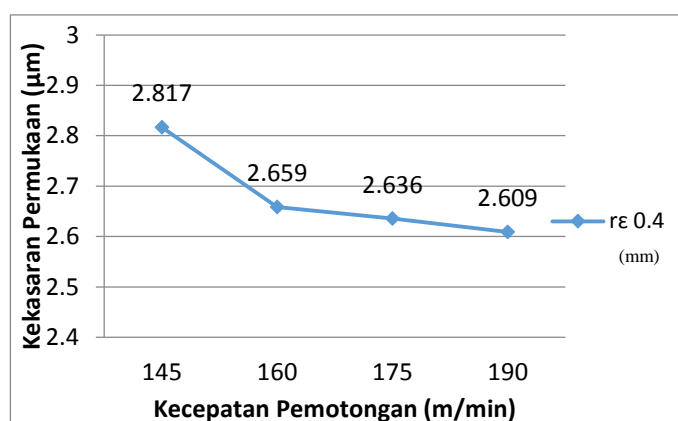
Berdasarkan gambar 4.4, ketika proses pemesinan menggunakan parameter r_n 0.4 mm dengan kecepatan potong 190 m/min, nilai kekasaran permukaan yang didapat adalah 2.609 μm . Dan pada saat terjadinya perubahan diameter *nose radius* dari 0.4 mm menjadi 0.8 mm dengan kondisi kecepatan potong yang tetap yakni 190 m/min, kekasaran permukaan mengalami penurunan menjadi 1.154 μm .

Maka dapat diartikan bahwa semakin besar diameter *nose radius* yang digunakan dalam proses pemesinan, maka tingkat kekasaran permukaan akan menurun atau dalam kata lain menjadi semakin halus. Dengan demikian dalam penentuan parameter proses pemesinan, diameter *nose radius* dapat dijadikan acuan dalam perencanaan pemesinan untuk

mendapatkan nilai kekasaran yang diinginkan, sehingga waktu pengerjaan proses pemesinan lebih efektif dan hasilnya lebih optimal.

4.4 Pengaruh Kecepatan Pemotongan Terhadap Kekasaran Permukaan

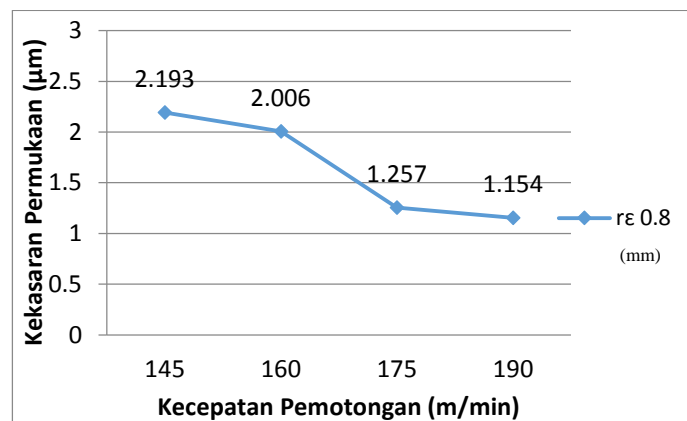
Perbedaan kecepatan potong berdasarkan data yang telah diambil memiliki pengaruh terhadap kekasaran permukaan benda kerja. Pengaruh perbedaan kecepatan potong terhadap kekasaran permukaan hasil pembubutan dapat dilihat pada grafik-grafik dibawah ini :



Gambar 4.17 Grafik interaksi antara perubahan V_c dengan r_e 0.4 mm terhadap kekasaran permukaan

Berdasarkan gambar 4.5, ketika proses pemesinan menggunakan parameter kecepatan potong 145 m/min dengan r_e yang digunakan adalah 0.4 mm, nilai kekasaran permukaan yang didapat adalah 2.817 μm . Kemudian kecepatan potong dinaikkan menjadi 160 m/min dengan nilai r_e yang sama terjadi penurunan nilai kekasaran permukaan menjadi 2.659 μm . Kecepatan potong dinaikkan lagi menjadi 175 m/min dengan r_e dalam keadaan konstan, pada kondisi ini nilai kekasaran permukaan kembali mengalami penurunan menjadi 2.636 μm . Dengan ketahanan *insert* yang digunakan masih dalam kapasitasnya, kecepatan potong kembali dinaikkan

untuk ketiga kalinya menjadi 190 m/min dengan nilai r_e yang masih sama, dalam kondisi ini nilai kekasaran permukaan kembali mengalami penurunan namun tidak signifikan menjadi 2.609 μm .



Gambar 4.18 Grafik interaksi antara perubahan V_c dengan r_e 0.8 mm terhadap kekasaran permukaan

Berdasarkan gambar 4.6, ketika proses pemesinan menggunakan parameter kecepatan potong 145 m/min dengan r_e yang digunakan adalah 0.8 mm, nilai kekasaran permukaan yang didapat adalah 2.193 μm . Kemudian kecepatan potong dinaikkan menjadi 160 m/min dengan nilai r_e yang sama terjadi penurunan nilai kekasaran permukaan menjadi 2.006 μm . Kecepatan potong dinaikkan lagi menjadi 175 m/min dengan r_e dalam keadaan konstan, pada kondisi ini nilai kekasaran permukaan kembali mengalami penurunan yang cukup signifikan menjadi 1.257 μm . Dengan ketahanan *insert* yang digunakan masih dalam kapasitasnya, dan berdasarkan teori bahwa penggunaan nose radius yang besar memungkinkan untuk pemakaian kecepatan potong yang tinggi, kecepatan potong kembali dinaikkan untuk ketiga kalinya menjadi 190 m/min dengan

nilai r_e yang masih sama, dalam kondisi ini nilai kekasaran permukaan kembali mengalami penurunan menjadi $1.154 \mu\text{m}$.

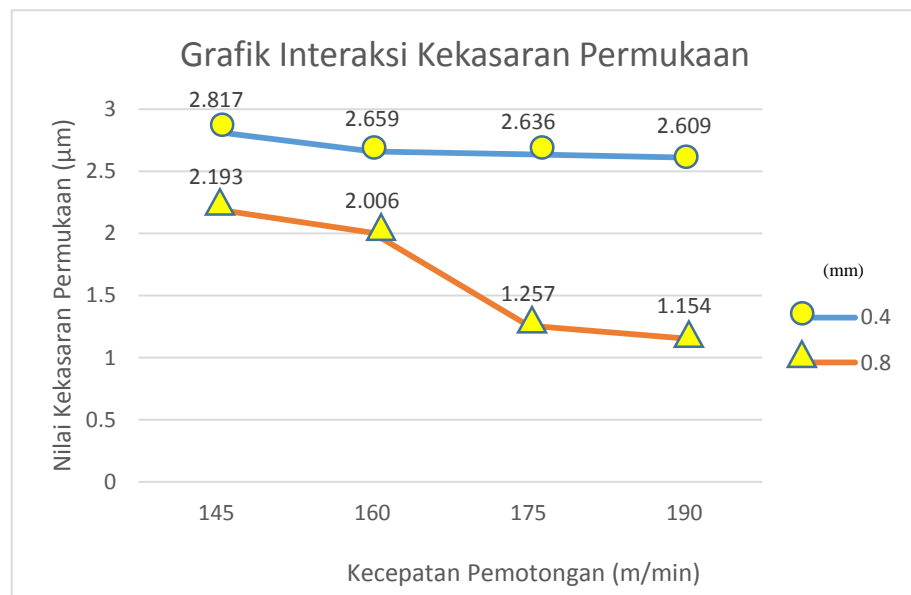
Maka dapat diketahui dari deskripsi pengaruh perbedaan kecepatan potong yang telah dijelaskan, nilai kekasaran permukaan dapat mengalami penurunan dengan penggunaan kecepatan potong yang tinggi sebagai parameter pemesinan bubut CNC. Oleh karena itu, dapat disimpulkan pula bahwa kekasaran permukaan akan semakin rendah atau benda kerja yang dibuat akan menjadi semakin halus apabila mendapatkan perlakuan dengan cara meningkatkan nilai kecepatan potongnya.

Pada kondisi tertentu beberapa *tool* yang digunakan seperti *insert* dengan nilai r_e yang kecil ataupun mesin CNC itu sendiri memiliki kecenderungan tidak mampu dalam menjalani proses pemesinan dengan kecepatan potong yang tinggi. Sehingga perlu diperhatikan kekuatan *insert* yang digunakan dan tentunya kemampuan mesin CNC apakah sanggup untuk melakukan proses pemesinan dengan kecepatan potong yang tinggi.

Dengan demikian dalam penentuan parameter proses pemesinan, kecepatan potong juga dapat dijadikan acuan dalam perencanaan pemesinan untuk mendapatkan nilai kekasaran yang diinginkan, sehingga waktu pengerjaan proses pemesinan lebih efektif dan hasilnya lebih optimal.

4.5 Pengaruh Kecepatan Pemotongan Dan *Nose Radius* Terhadap Kekasaran Permukaan

Pengaruh perbedaan *nose radius* dan kecepatan pemotongan berdasarkan data yang telah diambil berpengaruh terhadap nilai kekasaran permukaan benda kerja. Pengaruh perbedaan *nose radius* dan kecepatan pemotongan terhadap kekasaran permukaan hasil pembubutan dapat dilihat pada grafik interaksi kekasaran permukaan di bawah ini:



Gambar 4.19 Grafik interaksi antara perubahan kecepatan potong dan *nose radius* terhadap kekasaran permukaan

Grafik diatas merupakan interaksi antara kecepatan potong dan *nose radius* terhadap kekasaran permukaan. Grafik tersebut menunjukkan bahwa pengaruh penggunaan diameter *nose radius* yang lebih besar dengan variasi kecepatan potong membuat perubahan yang cukup signifikan terhadap nilai kekasaran yang dihasilkan dibandingkan dengan penggunaan diameter *nose radius* kecil dengan variasi kecepatan potong yang sama.

Pada kecepatan potong yang tinggi, *nose radius* dengan diameter 0.8 mm masih mampu untuk menurunkan nilai kekasaran permukaan dengan signifikan, berbeda dengan diameter *nose radius* 0.4 mm pada saat menggunakan kecepatan potong yang tinggi, nilai kekasaran permukaan tidak mengalami penurunan yang signifikan kemungkinan dikarenakan penggunaan diameter *nose radius* yang kecil tidak memungkinkan penggunaan kecepatan potong yang tinggi dan menyebabkan getaran berlebih.

BAB V

PENUTUP

5.1 Kesimpulan

Berdasarkan hasil pengambilan data, pembuatan specimen, pengujian serta pembahasan yang telah dijabarkan pada Bab sebelumnya, maka penelitian yang telah dilakukan dapat disimpulkan sebagai berikut :

1. *Nose radius* mempunyai pengaruh terhadap kekasaran permukaan benda kerja hasil pembubutan proses *finishing* menggunakan mesin bubut CNC. Berdasarkan grafik, nilai kekasaran permukaan mengalami penurunan ketika menggunakan *nose radius* dengan diameter 0.8 mm, sedangkan nilai kekasaran dengan penggunaan diameter *nose radius* 0.4 mm mengalami peningkatan.
2. Kecepatan potong memiliki pengaruh terhadap kekasaran permukaan benda kerja hasil proses *finishing* menggunakan mesin bubut CNC. Berdasarkan grafik, nilai kekasaran permukaan mengalami penurunan ketika menggunakan kecepatan potong tinggi, dan nilai kekasaran permukaan meningkat dengan penggunaan kecepatan potong rendah.
3. Dalam penelitian ini, nilai kekasaran yang paling optimal ditunjukkan pada saat proses pemesinan bubut menggunakan *nose radius* 0.8 mm dengan kecepatan potong 190 m/min. Nilai kekasaran rata – rata yang didapat adalah $R_a = 1.154 \mu\text{m}$ (N6).

5.2 Saran

Untuk mendapatkan hasil permukaan yang halus dalam proses pemesinan bubut khususnya pada tahap *finishing* dapat menggunakan diameter *nose radius* yang besar dengan memperbesar pula kecepatan pemotongannya, karena penggunaan *nose radius* yang besar memungkinkan untuk menggunakan kecepatan potong yang tinggi yang tentunya sudah memperhatikan kekuatan dan ketahanan *insert* yang dipakai.

Hasil penelitian yang berupa tabel nilai kekasaran permukaan ini, diharapkan dapat memberikan tambahan referensi di bidang industri ataupun sekolah kejuruan untuk merencanakan proses pemesinan dengan penggunaan parameter – parameter yang tepat dalam pembuatan produk ataupun penyelesaian tugas *jobsheet* pemesinan bubut. Sehingga proses pemesinan menjadi efektif dan hasil yang diperoleh sesuai dengan kualitas yang diinginkan.

Untuk lebih lanjut penelitian ini dapat dikembangkan lebih dalam mengenai proses pemakanan geram dengan melihat pembentukan geram pada proses pemesinan dan menggunakan jenis cairan pendingin yang berbeda.

DAFTAR PUSTAKA

- Coromant, Sandvik. *Turning Tools*, NC: Sandvik Coromant, 2015.
- Direktorat Pembinaan Sekolah Menengah Kejuruan, *Teknik Pemesinan Bubut 1*, Jakarta: Dirjen Pendidikan Menengah Kemendikbud, 2013.
- Dudung, Agus. *Pemrograman Mesin Control Numerik*. Jakarta: Teknik Mesin UNJ, 2010.
- Fanuc. *Panduan Pelatihan Manual Untuk Turning*, Bekasi: Gerfa Manunggal Teknindo, 2011.
- Kyocera. *Kyocera Cutting Tools: Turning Catalog*, Hendersonville: Kyocera Precision Tool Inc, 2016.
- M., Suratman. *Menggambar Teknik Mesin Dengan Standar ISO*, Bandung: CV Pustaka Grafika, 2012.
- Munadi, Sudji. *Dasar-Dasar Metrologi Industri*, Jakarta: Proyek Pengembangan Lembaga Pendidikan Tenaga Kependidikan, 1988.
- Naibaho, Cornel. *Pengetahuan Pokok Teknik Permesinan*, Jakarta: Gramada Offset, 1988.
- Riadi, Edi. *Metode Statistika Parametrik dan Nonparametrik*, Tangerang: Pustaka Mandiri, 2014.
- Rochim, Taufiq. *Proses Pemesinan Buku 1: Klasifikasi Proses, Gaya dan Daya Pemesinan*, Bandung: ITB, 2007.
- Rochim, Taufiq. *Proses Pemesinan Buku 2: Perkakas dan Sistem Pemerkakasan*, Bandung: ITB, 2007.
- Rochim, Taufiq. *Teori dan Teknologi Proses Pemesinan*, Jakarta: Higher Education Development Support Project, 1993.
- Sato, Takeshi G. *Menggambar Mesin Menurut Standard ISO*, Cet 11. Jakarta: Pradnya Paramita, 2005.
- Schneider, George. *Cutting Tool Application Chapter 4 Turning Tools & Operations*, Lawrence Technological University, 2002.
- Schonmetz, Alois, Sinnl, Peter dan Heuberger, Johann. *Pengerjaan Logam Dengan Mesin*, Bandung: Angkasa, 2013.

Subagio, Dalmasius Ganjar. *Teknologi Pemrograman Cnc Bubut dan Freis*, Jakarta: LIPI, 2008.

Sumbodo, Wirawan. *Teknik Produksi Mesin Industri Jilid 2*, Klaten: PT. Macana Cemerlang, 2008.

Widarto. *Teknik Pemesinan Jilid 2*, Jakarta: Direktorat Jendral Manajemen Pendidikan Dasar Dan Menengah Kejuruan, Departemen Nasional, 2008.

LAMPIRAN 1

Mesin Bubut CNC *Siemens Sinumerik 808D*



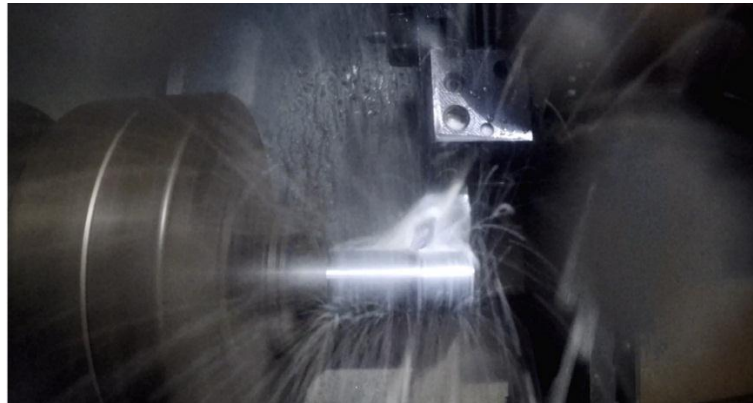
LAMPIRAN 2

Insert Kyocera



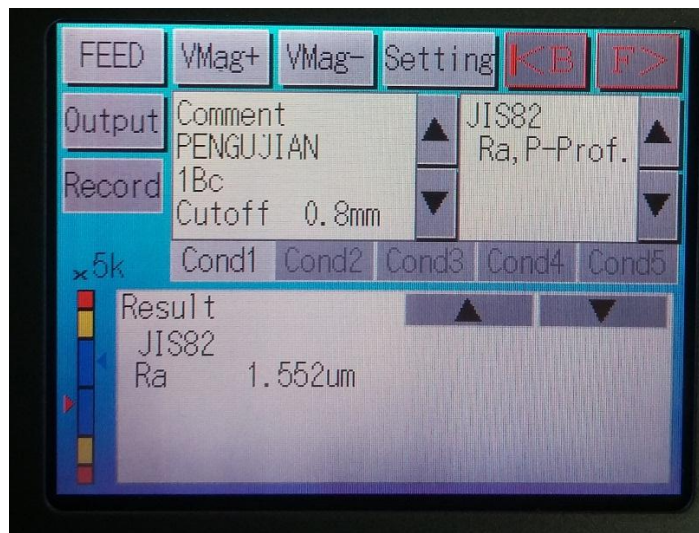
LAMPIRAN 3

Proses Pembuatan Spesimen



LAMPIRAN 4

Proses Pengujian Kekasaran Permukaan



LAMPIRAN 5

Hasil Pemesinan dengan parameter r_e 0.8 mm dan V_c 145 m/min



Hasil Pemesinan dengan parameter r_e 0.8 mm dan V_c 160 m/min



LAMPIRAN 6

Hasil Pemesinan dengan parameter r_e 0.8 mm dan V_c 175 m/min



Hasil Pemesinan dengan parameter r_e 0.8 mm dan V_c 190 m/min



LAMPIRAN 7

Hasil Pengujian Kekasaran Permukaan

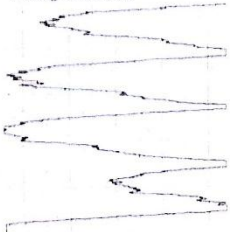
Surfcorder SE300
Kosaka Laboratory Ltd.

PENGUJIAN

1Aa
Standard JIS 1982
Cutoff 0.8mm
Filter 2RC
S.Length 0.80mm
E.Length 0.80mm
Levelling Parabola
M-Speed 0.50mm/s

JIS1982
Ra 3.175 μ m

P-Profile
V.Mag:5000 2.0 μ m/10mm
H.Mag:50mm/ λ c



Surfcorder SE300
Kosaka Laboratory Ltd.

PENGUJIAN

1Aa
Standard JIS 1982
Cutoff 0.8mm
Filter 2RC
S.Length 0.80mm
E.Length 0.80mm
Levelling Parabola
M-Speed 0.50mm/s

JIS1982
Ra 2.603 μ m

P-Profile
V.Mag:5000 2.0 μ m/10mm
H.Mag:50mm/ λ c



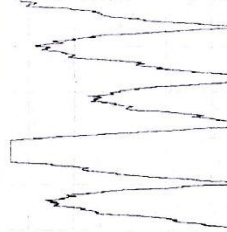
Surfcorder SE300
Kosaka Laboratory Ltd.

PENGUJIAN

1Aa
Standard JIS 1982
Cutoff 0.8mm
Filter 2RC
S.Length 0.80mm
E.Length 0.80mm
Levelling Parabola
M-Speed 0.50mm/s

JIS1982
Ra 2.715 μ m

P-Profile
V.Mag:5000 2.0 μ m/10mm
H.Mag:50mm/ λ c



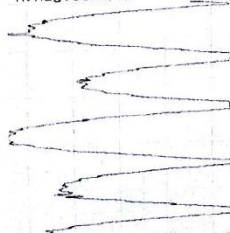
Surfcorder SE300
Kosaka Laboratory Ltd.

PENGUJIAN

1Aa
Standard JIS 1982
Cutoff 0.8mm
Filter 2RC
S.Length 0.80mm
E.Length 0.80mm
Levelling Parabola
M-Speed 0.50mm/s

JIS1982
Ra 2.924 μ m

P-Profile
V.Mag:5000 2.0 μ m/10mm
H.Mag:50mm/ λ c



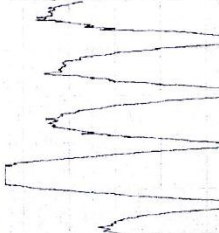
Surfcorder SE300
Kosaka Laboratory Ltd.

PENGUJIAN

1Aa
Standard JIS 1982
Cutoff 0.8mm
Filter 2RC
S.Length 0.80mm
E.Length 0.80mm
Levelling Parabola
M-Speed 0.50mm/s

JIS1982
Ra 2.811 μ m

P-Profile
V.Mag:5000 2.0 μ m/10mm
H.Mag:50mm/ λ c



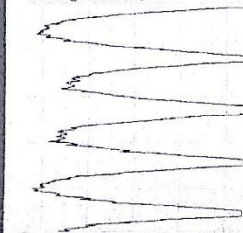
Surfcorder SE300
Kosaka Laboratory Ltd.

PENGUJIAN

1Aa
Standard JIS 1982
Cutoff 0.8mm
Filter 2RC
S.Length 0.80mm
E.Length 0.80mm
Levelling Parabola
M-Speed 0.50mm/s

JIS1982
Ra 2.877 μ m

P-Profile
V.Mag:5000 2.0 μ m/10mm
H.Mag:50mm/ λ c

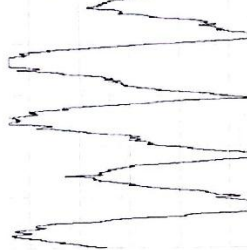


Surfcorder SE300
Kosaka Laboratory Ltd.

PENGUJIAN
3Aa
Standard JIS 1982
Cutoff 0.8mm
Filter 2RC
S.Length 0.80mm
E.Length 0.80mm
Levelling Parabola
M-Speed 0.50mm/s

JIS1982
Ra 2.706 μ m

P-Profile
V.Mag:5000 2.0 μ m/10mm
H.Mag:50mm/ λ c

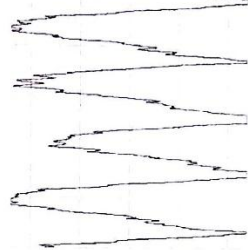


Surfcorder SE300
Kosaka Laboratory Ltd.

PENGUJIAN
3Aa
Standard JIS 1982
Cutoff 0.8mm
Filter 2RC
S.Length 0.80mm
E.Length 0.80mm
Levelling Parabola
M-Speed 0.50mm/s

JIS1982
Ra 2.645 μ m

P-Profile
V.Mag:5000 2.0 μ m/10mm
H.Mag:50mm/ λ c

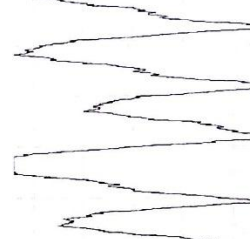


Surfcorder SE300
Kosaka Laboratory Ltd.

PENGUJIAN
3Aa
Standard JIS 1982
Cutoff 0.8mm
Filter 2RC
S.Length 0.80mm
E.Length 0.80mm
Levelling Parabola
M-Speed 0.50mm/s

JIS1982
Ra 2.704 μ m

P-Profile
V.Mag:5000 2.0 μ m/10mm
H.Mag:50mm/ λ c

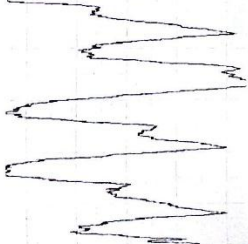


Surfcorder SE300
Kosaka Laboratory Ltd.

PENGUJIAN
1Ab
Standard JIS 1982
Cutoff 0.8mm
Filter 2RC
S.Length 0.80mm
E.Length 0.80mm
Levelling Parabola
M-Speed 0.50mm/s

JIS1982
Ra 2.343 μ m

P-Profile
V.Mag:5000 2.0 μ m/10mm
H.Mag:50mm/ λ c

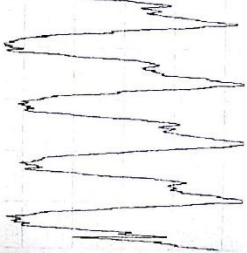


Surfcorder SE300
Kosaka Laboratory Ltd.

PENGUJIAN
1Ab
Standard JIS 1982
Cutoff 0.8mm
Filter 2RC
S.Length 0.80mm
E.Length 0.80mm
Levelling Parabola
M-Speed 0.50mm/s

JIS1982
Ra 2.522 μ m

P-Profile
V.Mag:5000 2.0 μ m/10mm
H.Mag:50mm/ λ c

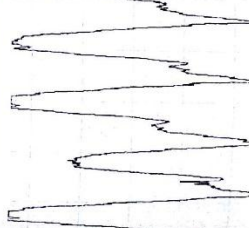


Surfcorder SE300
Kosaka Laboratory Ltd.

PENGUJIAN
1Ab
Standard JIS 1982
Cutoff 0.8mm
Filter 2RC
S.Length 0.80mm
E.Length 0.80mm
Levelling Parabola
M-Speed 0.50mm/s

JIS1982
Ra 2.830 μ m

P-Profile
V.Mag:5000 2.0 μ m/10mm
H.Mag:50mm/ λ c



Surfcorder SE300
Kosaka Laboratory Ltd.

PENGUJIAN
1Ab
Standard JIS 1982
Cutoff 0.8mm
Filter 2RC
S.Length 0.80mm
E.Length 0.80mm
Levelling Parabola
M-Speed 0.50mm/s

JIS1982
Ra 2.718 μ m

P-Profile
V.Mag:5000 2.0 μ m/10mm
H.Mag:50mm/ λ c

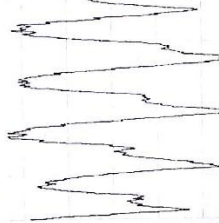


Surfcorder SE300
Kosaka Laboratory Ltd.

PENGUJIAN
1Ab
Standard JIS 1982
Cutoff 0.8mm
Filter 2RC
S.Length 0.80mm
E.Length 0.80mm
Levelling Parabola
M-Speed 0.50mm/s

JIS1982
Ra 2.567 μ m

P-Profile
V.Mag:5000 2.0 μ m/10mm
H.Mag:50mm/ λ c

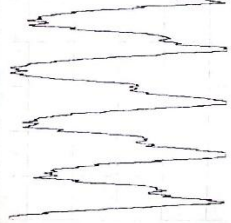


Surfcorder SE300
Kosaka Laboratory Ltd.

PENGUJIAN
1Ab
Standard JIS 1982
Cutoff 0.8mm
Filter 2RC
S.Length 0.80mm
E.Length 0.80mm
Levelling Parabola
M-Speed 0.50mm/s

JIS1982
Ra 2.674 μ m

P-Profile
V.Mag:5000 2.0 μ m/10mm
H.Mag:50mm/ λ c

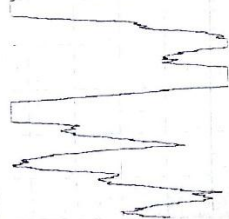


Surfcorder SE300
Kosaka Laboratory Ltd.

PENGUJIAN
3Ab
Standard JIS 1982
Cutoff 0.8mm
Filter 2RC
S.Length 0.80mm
E.Length 0.80mm
Levelling Parabola
M-Speed 0.50mm/s

JIS1982
Ra 2.842 μ m

P-Profile
V.Mag:5000 2.0 μ m/10mm
H.Mag:50mm/ λ c



Surfcorder SE300
Kosaka Laboratory Ltd.

PENGUJIAN
3Ab
Standard JIS 1982
Cutoff 0.8mm
Filter 2RC
S.Length 0.80mm
E.Length 0.80mm
Levelling Parabola
M-Speed 0.50mm/s

JIS1982
Ra 2.679 μ m

P-Profile
V.Mag:5000 2.0 μ m/10mm
H.Mag:50mm/ λ c

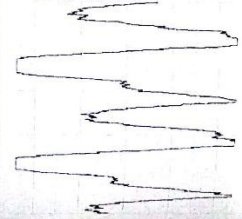


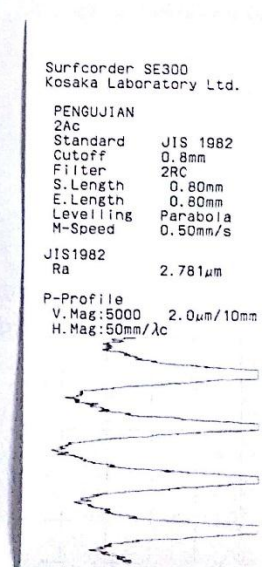
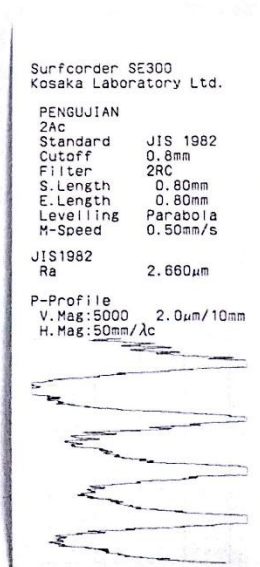
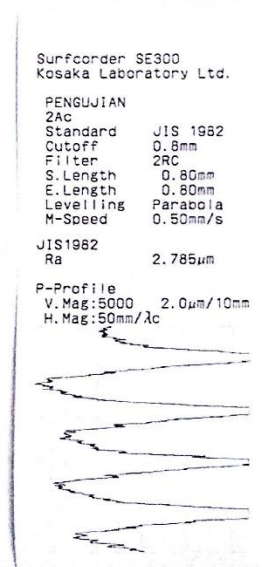
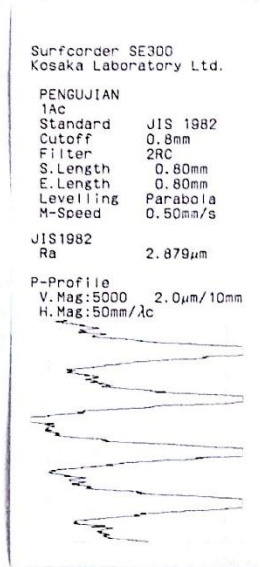
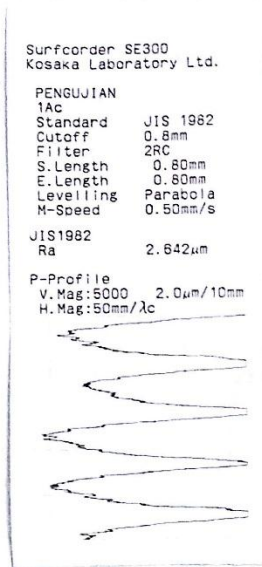
Surfcorder SE300
Kosaka Laboratory Ltd.

PENGUJIAN
3Ab
Standard JIS 1982
Cutoff 0.8mm
Filter 2RC
S.Length 0.80mm
E.Length 0.80mm
Levelling Parabola
M-Speed 0.50mm/s

JIS1982
Ra 2.761 μ m

P-Profile
V.Mag:5000 2.0 μ m/10mm
H.Mag:50mm/ λ c



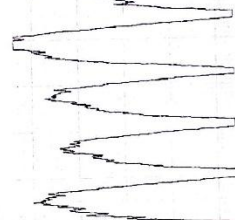


Surfcorder SE300
Kosaka Laboratory Ltd.

PENGUJIAN
3Ac
Standard JIS 1982
Cutoff 0.8mm
Filter 2RC
S.Length 0.80mm
E.Length 0.80mm
Levelling Parabola
M-Speed 0.50mm/s

JIS1982
Ra 2.658 μ m

P-Profile
V.Mag:5000 2.0 μ m/10mm
H.Mag:50mm/ λ c

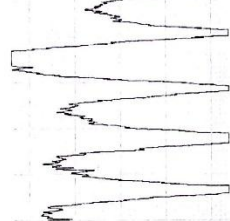


Surfcorder SE300
Kosaka Laboratory Ltd.

PENGUJIAN
3Ac
Standard JIS 1982
Cutoff 0.8mm
Filter 2RC
S.Length 0.80mm
E.Length 0.80mm
Levelling Parabola
M-Speed 0.50mm/s

JIS1982
Ra 2.770 μ m

P-Profile
V.Mag:5000 2.0 μ m/10mm
H.Mag:50mm/ λ c

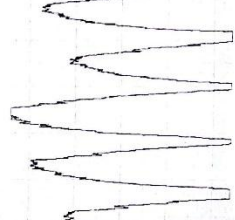


Surfcorder SE300
Kosaka Laboratory Ltd.

PENGUJIAN
3Ac
Standard JIS 1982
Cutoff 0.8mm
Filter 2RC
S.Length 0.80mm
E.Length 0.80mm
Levelling Parabola
M-Speed 0.50mm/s

JIS1982
Ra 2.819 μ m

P-Profile
V.Mag:5000 2.0 μ m/10mm
H.Mag:50mm/ λ c

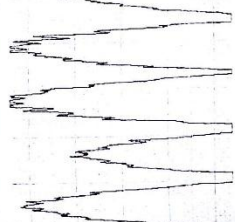


Surfcorder SE300
Kosaka Laboratory Ltd.

PENGUJIAN
1Ad
Standard JIS 1982
Cutoff 0.8mm
Filter 2RC
S.Length 0.80mm
E.Length 0.80mm
Levelling Parabola
M-Speed 0.50mm/s

JIS1982
Ra 2.935 μ m

P-Profile
V.Mag:5000 2.0 μ m/10mm
H.Mag:50mm/ λ c

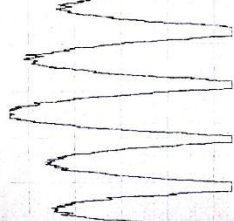


Surfcorder SE300
Kosaka Laboratory Ltd.

PENGUJIAN
1Ad
Standard JIS 1982
Cutoff 0.8mm
Filter 2RC
S.Length 0.80mm
E.Length 0.80mm
Levelling Parabola
M-Speed 0.50mm/s

JIS1982
Ra 2.989 μ m

P-Profile
V.Mag:5000 2.0 μ m/10mm
H.Mag:50mm/ λ c

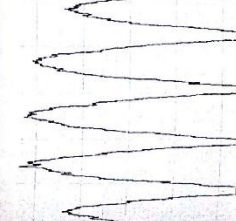


Surfcorder SE300
Kosaka Laboratory Ltd.

PENGUJIAN
1Ad
Standard JIS 1982
Cutoff 0.8mm
Filter 2RC
S.Length 0.80mm
E.Length 0.80mm
Levelling Parabola
M-Speed 0.50mm/s

JIS1982
Ra 2.930 μ m

P-Profile
V.Mag:5000 2.0 μ m/10mm
H.Mag:50mm/ λ c

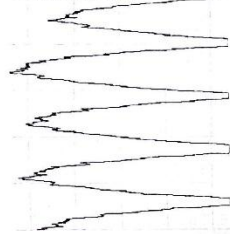


Surfcorder SE300
Kosaka Laboratory Ltd.

PENGUJIAN
2Ad
Standard JIS 1982
Cutoff 0.8mm
Filter 2RC
S.Length 0.80mm
E.Length 0.80mm
Levelling Parabola
M-Speed 0.50mm/s

JIS1982
Ra 2.891 μ m

P-Profile
V.Mag:5000 2.0 μ m/10mm
H.Mag:50mm/ λ c

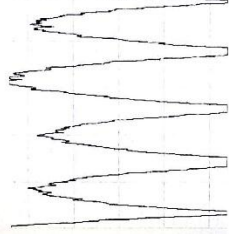


Surfcorder SE300
Kosaka Laboratory Ltd.

PENGUJIAN
2Ad
Standard JIS 1982
Cutoff 0.8mm
Filter 2RC
S.Length 0.80mm
E.Length 0.80mm
Levelling Parabola
M-Speed 0.50mm/s

JIS1982
Ra 3.340 μ m

P-Profile
V.Mag:5000 2.0 μ m/10mm
H.Mag:50mm/ λ c

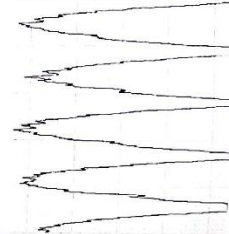


Surfcorder SE300
Kosaka Laboratory Ltd.

PENGUJIAN
2Ad
Standard JIS 1982
Cutoff 0.8mm
Filter 2RC
S.Length 0.80mm
E.Length 0.80mm
Levelling Parabola
M-Speed 0.50mm/s

JIS1982
Ra 3.284 μ m

P-Profile
V.Mag:5000 2.0 μ m/10mm
H.Mag:50mm/ λ c

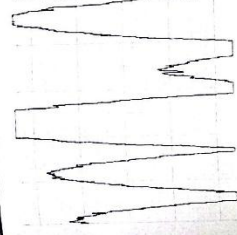


Surfcorder SE300
Kosaka Laboratory Ltd.

PENGUJIAN
3Ad
Standard JIS 1982
Cutoff 0.8mm
Filter 2RC
S.Length 0.80mm
E.Length 0.80mm
Levelling Parabola
M-Speed 0.50mm/s

JIS1982
Ra 3.609 μ m

P-Profile
V.Mag:5000 2.0 μ m/10mm
H.Mag:50mm/ λ c

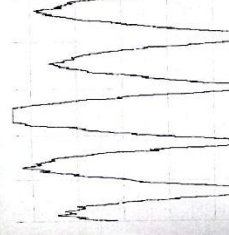


Surfcorder SE300
Kosaka Laboratory Ltd.

PENGUJIAN
3Ad
Standard JIS 1982
Cutoff 0.8mm
Filter 2RC
S.Length 0.80mm
E.Length 0.80mm
Levelling Parabola
M-Speed 0.50mm/s

JIS1982
Ra 3.340 μ m

P-Profile
V.Mag:5000 2.0 μ m/10mm
H.Mag:50mm/ λ c

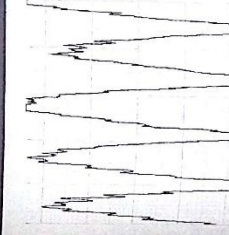


Surfcorder SE300
Kosaka Laboratory Ltd.

PENGUJIAN
3Ad
Standard JIS 1982
Cutoff 0.8mm
Filter 2RC
S.Length 0.80mm
E.Length 0.80mm
Levelling Parabola
M-Speed 0.50mm/s

JIS1982
Ra 3.172 μ m

P-Profile
V.Mag:5000 2.0 μ m/10mm
H.Mag:50mm/ λ c

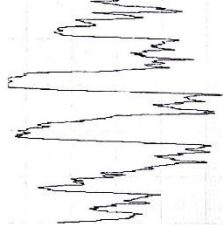


Surfcorder SE300
Kosaka Laboratory Ltd.

PENGUJIAN
1Ba
Standard JIS 1982
Cutoff 0.8mm
Filter 2RC
S.Length 0.80mm
E.Length 0.80mm
Levelling Parabola
M-Speed 0.50mm/s

JIS1982
Ra 2.182 μ m

P-Profile
V.Mag:5000 2.0 μ m/10mm
H.Mag:50mm/ λ c

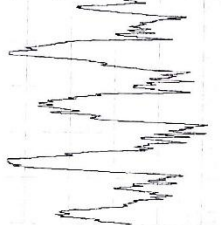


Surfcorder SE300
Kosaka Laboratory Ltd.

PENGUJIAN
1Ba
Standard JIS 1982
Cutoff 0.8mm
Filter 2RC
S.Length 0.80mm
E.Length 0.80mm
Levelling Parabola
M-Speed 0.50mm/s

JIS1982
Ra 1.950 μ m

P-Profile
V.Mag:5000 2.0 μ m/10mm
H.Mag:50mm/ λ c

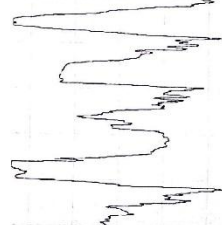


Surfcorder SE300
Kosaka Laboratory Ltd.

PENGUJIAN
1Ba
Standard JIS 1982
Cutoff 0.8mm
Filter 2RC
S.Length 0.80mm
E.Length 0.80mm
Levelling Parabola
M-Speed 0.50mm/s

JIS1982
Ra 2.381 μ m

P-Profile
V.Mag:5000 2.0 μ m/10mm
H.Mag:50mm/ λ c

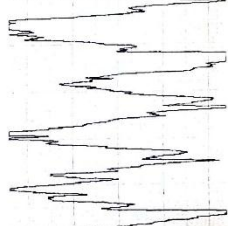


Surfcorder SE300
Kosaka Laboratory Ltd.

PENGUJIAN
2Ba
Standard JIS 1982
Cutoff 0.8mm
Filter 2RC
S.Length 0.80mm
E.Length 0.80mm
Levelling Parabola
M-Speed 0.50mm/s

JIS1982
Ra 2.655 μ m

P-Profile
V.Mag:5000 2.0 μ m/10mm
H.Mag:50mm/ λ c

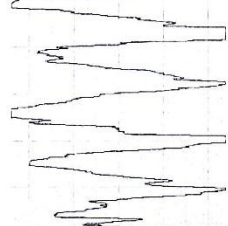


Surfcorder SE300
Kosaka Laboratory Ltd.

PENGUJIAN
2Ba
Standard JIS 1982
Cutoff 0.8mm
Filter 2RC
S.Length 0.80mm
E.Length 0.80mm
Levelling Parabola
M-Speed 0.50mm/s

JIS1982
Ra 2.605 μ m

P-Profile
V.Mag:5000 2.0 μ m/10mm
H.Mag:50mm/ λ c

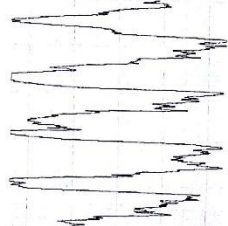


Surfcorder SE300
Kosaka Laboratory Ltd.

PENGUJIAN
2Ba
Standard JIS 1982
Cutoff 0.8mm
Filter 2RC
S.Length 0.80mm
E.Length 0.80mm
Levelling Parabola
M-Speed 0.50mm/s

JIS1982
Ra 2.680 μ m

P-Profile
V.Mag:5000 2.0 μ m/10mm
H.Mag:50mm/ λ c

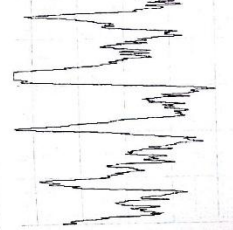


Surfcorder SE300
Kosaka Laboratory Ltd.

PENGUJIAN
3Ba
Standard JIS 1982
Cutoff 0.8mm
Filter 2RC
S.Length 0.80mm
E.Length 0.80mm
Levelling Parabola
M-Speed 0.50mm/s

JIS1982
Ra 1.897 μ m

P-Profile
V.Mag:5000 2.0 μ m/10mm
H.Mag:50mm/ λ c

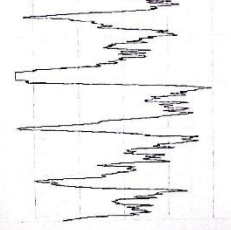


Surfcorder SE300
Kosaka Laboratory Ltd.

PENGUJIAN
3Ba
Standard JIS 1982
Cutoff 0.8mm
Filter 2RC
S.Length 0.80mm
E.Length 0.80mm
Levelling Parabola
M-Speed 0.50mm/s

JIS1982
Ra 1.704 μ m

P-Profile
V.Mag:5000 2.0 μ m/10mm
H.Mag:50mm/ λ c

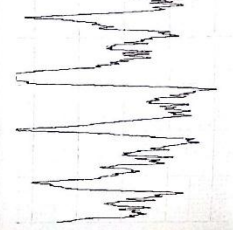


Surfcorder SE300
Kosaka Laboratory Ltd.

PENGUJIAN
3Ba
Standard JIS 1982
Cutoff 0.8mm
Filter 2RC
S.Length 0.80mm
E.Length 0.80mm
Levelling Parabola
M-Speed 0.50mm/s

JIS1982
Ra 1.710 μ m

P-Profile
V.Mag:5000 2.0 μ m/10mm
H.Mag:50mm/ λ c

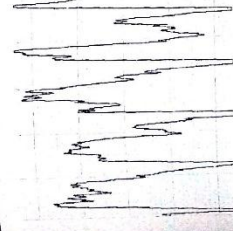


Surfcorder SE300
Kosaka Laboratory Ltd.

PENGUJIAN
1Bb
Standard JIS 1982
Cutoff 0.8mm
Filter 2RC
S.Length 0.80mm
E.Length 0.80mm
Levelling Parabola
M-Speed 0.50mm/s

JIS1982
Ra 2.321 μ m

P-Profile
V.Mag:5000 2.0 μ m/10mm
H.Mag:50mm/ λ c

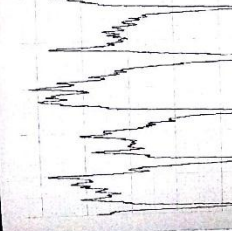


Surfcorder SE300
Kosaka Laboratory Ltd.

PENGUJIAN
1Bb
Standard JIS 1982
Cutoff 0.8mm
Filter 2RC
S.Length 0.80mm
E.Length 0.80mm
Levelling Parabola
M-Speed 0.50mm/s

JIS1982
Ra 1.881 μ m

P-Profile
V.Mag:5000 2.0 μ m/10mm
H.Mag:50mm/ λ c

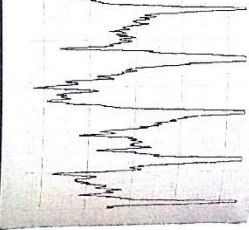


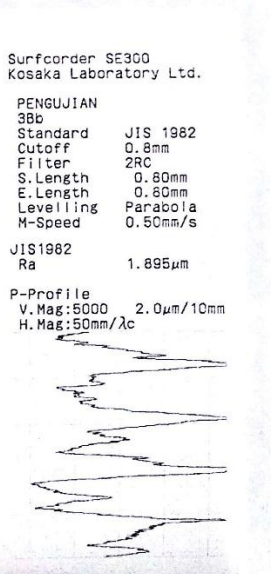
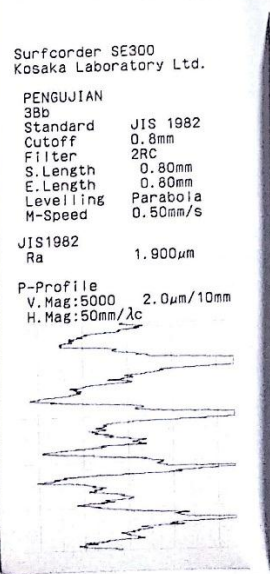
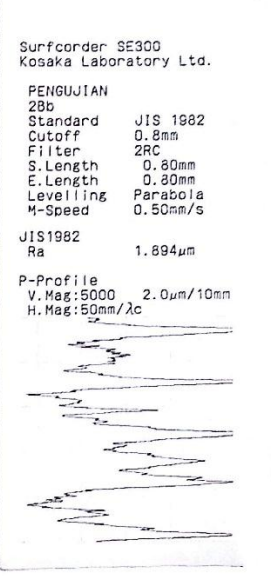
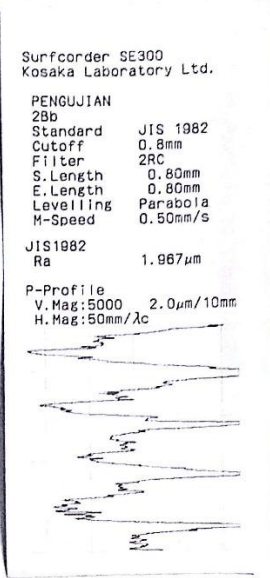
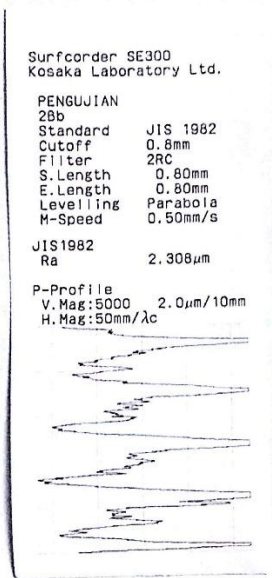
Surfcorder SE300
Kosaka Laboratory Ltd.

PENGUJIAN
1Bb
Standard JIS 1982
Cutoff 0.8mm
Filter 2RC
S.Length 0.80mm
E.Length 0.80mm
Levelling Parabola
M-Speed 0.50mm/s

JIS1982
Ra 1.873 μ m

P-Profile
V.Mag:5000 2.0 μ m/10mm
H.Mag:50mm/ λ c





Surfcorder SE300
Kosaka Laboratory Ltd.

PENGUJIAN
18c
Standard JIS 1982
Cutoff 0.8mm
Filter 2RC
S.Length 0.80mm
E.Length 0.80mm
Levelling Parabola
M-Speed 0.50mm/s

JIS1982
Ra 1.265 μ m

P-Profile
V.Mag:5000 2.0 μ m/10mm
H.Mag:50mm/ λ c

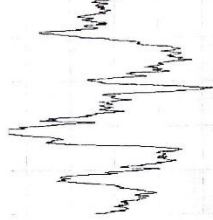


Surfcorder SE300
Kosaka Laboratory Ltd.

PENGUJIAN
18c
Standard JIS 1982
Cutoff 0.8mm
Filter 2RC
S.Length 0.80mm
E.Length 0.80mm
Levelling Parabola
M-Speed 0.50mm/s

JIS1982
Ra 1.204 μ m

P-Profile
V.Mag:5000 2.0 μ m/10mm
H.Mag:50mm/ λ c

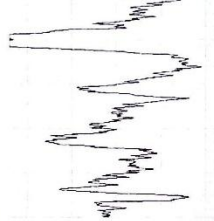


Surfcorder SE300
Kosaka Laboratory Ltd.

PENGUJIAN
18c
Standard JIS 1982
Cutoff 0.8mm
Filter 2RC
S.Length 0.80mm
E.Length 0.80mm
Levelling Parabola
M-Speed 0.50mm/s

JIS1982
Ra 1.352 μ m

P-Profile
V.Mag:5000 2.0 μ m/10mm
H.Mag:50mm/ λ c



Surfcorder SE300
Kosaka Laboratory Ltd.

PENGUJIAN
28c
Standard JIS 1982
Cutoff 0.8mm
Filter 2RC
S.Length 0.80mm
E.Length 0.80mm
Levelling Parabola
M-Speed 0.50mm/s

JIS1982
Ra 1.245 μ m

P-Profile
V.Mag:5000 2.0 μ m/10mm
H.Mag:50mm/ λ c

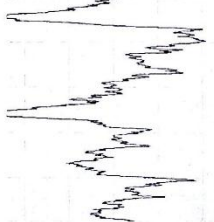


Surfcorder SE300
Kosaka Laboratory Ltd.

PENGUJIAN
28c
Standard JIS 1982
Cutoff 0.8mm
Filter 2RC
S.Length 0.80mm
E.Length 0.80mm
Levelling Parabola
M-Speed 0.50mm/s

JIS1982
Ra 1.118 μ m

P-Profile
V.Mag:5000 2.0 μ m/10mm
H.Mag:50mm/ λ c

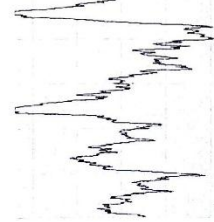


Surfcorder SE300
Kosaka Laboratory Ltd.

PENGUJIAN
28c
Standard JIS 1982
Cutoff 0.8mm
Filter 2RC
S.Length 0.80mm
E.Length 0.80mm
Levelling Parabola
M-Speed 0.50mm/s

JIS1982
Ra 1.253 μ m

P-Profile
V.Mag:5000 2.0 μ m/10mm
H.Mag:50mm/ λ c

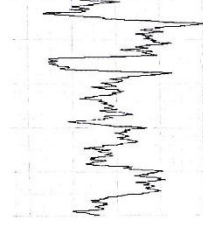


Surfcorder SE300
Kosaka Laboratory Ltd.

PENGUJIAN
3Bc
Standard JIS 1982
Cutoff 0.8mm
Filter 2RC
S.Length 0.80mm
E.Length 0.80mm
Levelling Parabola
M-Speed 0.50mm/s

JIS1982
Ra 1.209 μ m

P-Profile
V.Mag:5000 2.0 μ m/10mm
H.Mag:50mm/ λ c

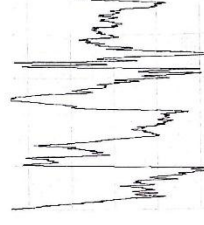


Surfcorder SE300
Kosaka Laboratory Ltd.

PENGUJIAN
3Bc
Standard JIS 1982
Cutoff 0.8mm
Filter 2RC
S.Length 0.80mm
E.Length 0.80mm
Levelling Parabola
M-Speed 0.50mm/s

JIS1982
Ra 1.395 μ m

P-Profile
V.Mag:5000 2.0 μ m/10mm
H.Mag:50mm/ λ c

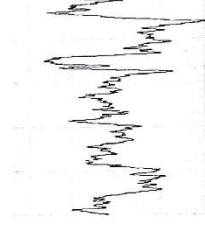


Surfcorder SE300
Kosaka Laboratory Ltd.

PENGUJIAN
3Bc
Standard JIS 1982
Cutoff 0.8mm
Filter 2RC
S.Length 0.80mm
E.Length 0.80mm
Levelling Parabola
M-Speed 0.50mm/s

JIS1982
Ra 1.291 μ m

P-Profile
V.Mag:5000 2.0 μ m/10mm
H.Mag:50mm/ λ c

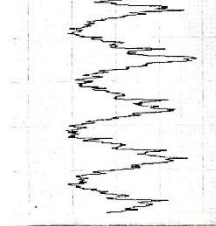


Surfcorder SE300
Kosaka Laboratory Ltd.

PENGUJIAN
1Bd
Standard JIS 1982
Cutoff 0.8mm
Filter 2RC
S.Length 0.80mm
E.Length 0.80mm
Levelling Parabola
M-Speed 0.50mm/s

JIS1982
Ra 1.200 μ m

P-Profile
V.Mag:5000 2.0 μ m/10mm
H.Mag:50mm/ λ c

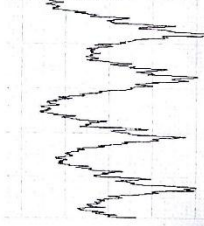


Surfcorder SE300
Kosaka Laboratory Ltd.

PENGUJIAN
1Bd
Standard JIS 1982
Cutoff 0.8mm
Filter 2RC
S.Length 0.80mm
E.Length 0.80mm
Levelling Parabola
M-Speed 0.50mm/s

JIS1982
Ra 1.185 μ m

P-Profile
V.Mag:5000 2.0 μ m/10mm
H.Mag:50mm/ λ c

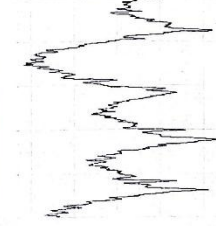


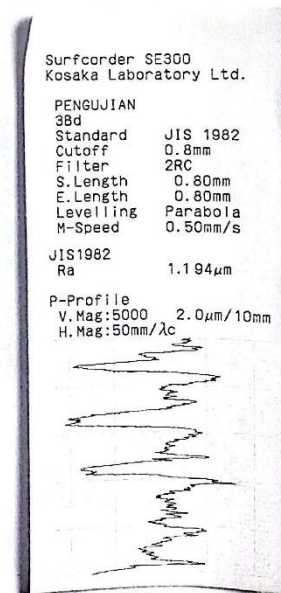
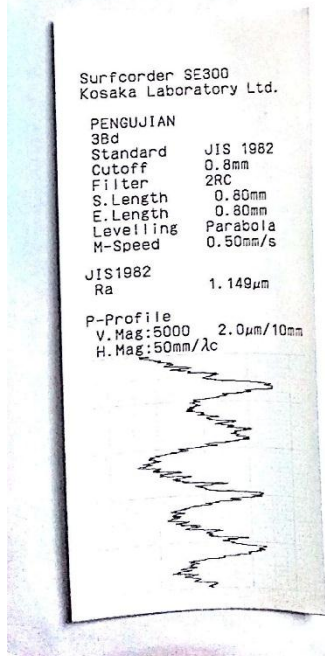
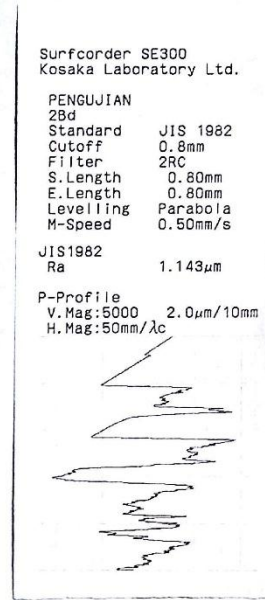
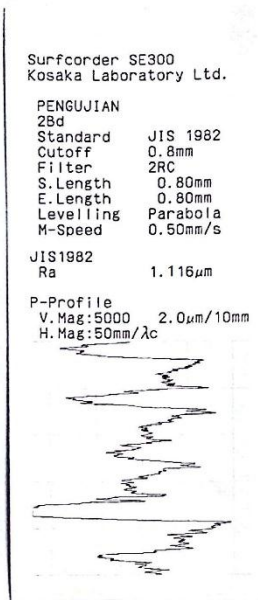
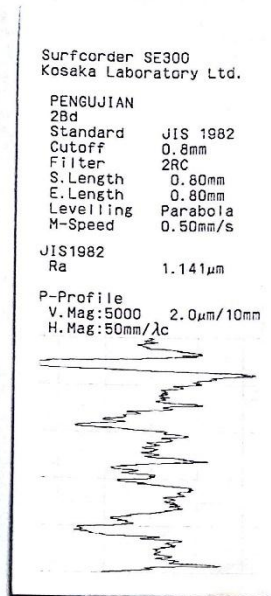
Surfcorder SE300
Kosaka Laboratory Ltd.

PENGUJIAN
1Bd
Standard JIS 1982
Cutoff 0.8mm
Filter 2RC
S.Length 0.80mm
E.Length 0.80mm
Levelling Parabola
M-Speed 0.50mm/s

JIS1982
Ra 1.196 μ m

P-Profile
V.Mag:5000 2.0 μ m/10mm
H.Mag:50mm/ λ c





LAMPIRAN 8

Tabel Rekomendasi Jenis Cairan Pendingin Menurut Jenis Benda Kerja dan Proses Pemesinan

Tabel 22 Rekomendasi jenis Cairan Pendingin menurut jenis Benda Kerja & Proses Pemesinan.

Material Identification Groups	Type of Cut	Turn, Bore, Face, Grove, Form, Cutoff, Box Turn, Trepan			Face Mill		End Mill	
		HSS	Carbide	HSS	Carbide	HSS	Carbide	
Low-Medium Carbon Steels	All	3.1-3.12,2.1-2.10	0.3-3.12,2.2-2.10	1-1.4,1.10-1.12	0.2-2.10,1.10-1.12	1-1.4,2.3-2.10	3.1-3.3,3.8-3.12	
	Rough Finish	1-1.16,2.2-2.10 3.1-3.7	0.1-1.21 0.3-1.3-1.3	1-1.21	0.2,1-2.10 0.3-1-3.12	1-1.9,2.1-2.10 3.4-3.12	2.1,2.2 3.1-3.12	
Low Alloy Structural Steels (martensitic)	Rough Finish	1-1.21,1.28 1-1.21,1.28	0.1-1.21 0.3-1.3,1.28	1-1.21	0.2,1-2.10 0.3-1-3.12	1-1.2,1.28 3.4-3.7,1.28	2.1-2.10,1.28 3.1-3.12,1.28	
	Rough Finish	1-1.21,1.28 1-1.21,1.28	0.1-1.21,1.28 0.3-1.3,1.28	1-1.21,1.28	0.2,1-2.10 0.3-1-3.12	1-1.2,1.28 3.4-3.7,1.28	2.1-2.10,1.28 3.1-3.12,1.28	
Stainless Steels (Austenitic)	Rough Finish	1.10-1.16,1.31 3.4-3.7,2.13	0.2-1.2,10,1.31 0.2-1-2.10,1.31	2.3-2,10,2.13 3.4-3,7,2.13	0.2,2-2,2,13 0.2-2-2,2,13	2.3-2,10,1,31 3.4-3,7,2.13	0.2,2,2,13 3.1-3.3,2.13	
	Rough Finish	1.10-1.16,1.31 3.4-3.7,2.13	0.2-1.2,10,1.31 0.2-1-2.10,1.31	2.3-2,10,2.13 3.4-3,7,2.13	0.2,2-2,2,13 0.2-2-2,2,13	2.3-2,10,1,31 3.4-3,7,2.13	0.2,2,2,13 3.1-3.3,2.13	
Precipitation Hardening Stainless Steels	Rough Finish	1.10-1.16,1.31 3.4-3.7,2.13	0.2-1.2,10,1.31 0.2-1-2.10,1.31	2.3-2,10,2.13 3.4-3,7,2.13	0.2,2-2,2,13 0.2-2-2,2,13	2.3-2,10,1,31 3.4-3,7,2.13	0.2,2,2,13 3.1-3.3,2.13	
	Rough Finish	1.10-1.16,1.31 3.4-3.7,2.13	0.2-1.2,10,1.31 0.2-1-2.10,1.31	2.3-2,10,2.13 3.4-3,7,2.13	0.2,2-2,2,13 0.2-2-2,2,13	2.3-2,10,1,31 3.4-3,7,2.13	0.2,2,2,13 3.1-3.3,2.13	
Maraging Steels	Rough Finish	1.13,1.21,1.29 2.3-2,10,2.12	0.1,13,1.21,29 0.2,3-2,10,1,29	1.13,1.21,29 2.3-2,10,2.12	0.1,13,1.21,29 0.2,3-2,10,1,29	1.13,1.21,29 2.3-2,10,1,29	0.1,13,1.21,29 0.2,3-2,10,1,29	
	Rough Finish	1.13,1.21,1.29 2.3-2,10,2.12	0.1,13,1.21,29 0.2,3-2,10,1,29	1.13,1.21,29 2.3-2,10,2.12	0.1,13,1.21,29 0.2,3-2,10,1,29	1.13,1.21,29 2.3-2,10,1,29	0.1,13,1.21,29 0.2,3-2,10,1,29	
Nickel Base Alloys	Rough Finish	1.13,1.21,1.30 2.3-2,10,2.12	0.1,13,1.21,30 0.2,3-2,10,1,30	1.13,1.21,30 2.3-2,10,2.12	0.1,13,1.21,30 0.2,3-2,10,1,30	1.13,1.21,30 2.3-2,10,1,30	0.1,13,1.21,30 0.2,3-2,10,1,30	
	Rough Finish	1.13,1.21,1.30 2.3-2,10,2.12	0.1,13,1.21,30 0.2,3-2,10,1,30	1.13,1.21,30 2.3-2,10,2.12	0.1,13,1.21,30 0.2,3-2,10,1,30	1.13,1.21,30 2.3-2,10,1,30	0.1,13,1.21,30 0.2,3-2,10,1,30	
Cast Iron	Rough Finish	2.1-2,10,1.24 3.1-3.3,2.1-2.2	0.2,3-2,10,1.24 0.3,1-3.3,2.1-2.2	2.3-2,10,1.24 3.8-3.12	0.2,3-2,10 3.8-3.12	2.3-2,10,1.24 3.8-3.12	0.2,3-2,10 3.8-3.12	
	Rough Finish	2.1-2,10,1.24 3.1-3.3,2.1-2.2	0.2,3-2,10,1.24 0.3,1-3.3,2.1-2.2	2.3-2,10,1.24 3.8-3.12	0.2,3-2,10 3.8-3.12	2.3-2,10,1.24 3.8-3.12	0.2,3-2,10 3.8-3.12	
Magnesium and Alloys	All	0.1,23,1.26,3.20	0.1,23,1.26,3.20	0.1,22,1.23,1.26	0.1,22,1.23,1.26	0.1,22,1.23,1.26	0.1,22,1.23,1.26	
	All	0.1,23,1.26,3.20	0.1,23,1.26,3.20	0.1,22,1.23,1.26	0.1,22,1.23,1.26	0.1,22,1.23,1.26	0.1,22,1.23,1.26	
Aluminum and Alloys	All	3.3,2.1,1.26,3.20	3.3,2.1,1.26,3.20	3.3,2.1,1.26	3.1,3.3,2.1,1.26	3.1,3.3,2.1,1.26	3.1,3.3,2.1,1.26	
	All	3.3,2.1,1.26,3.20	3.3,2.1,1.26,3.20	3.3,2.1,1.26	3.1,3.3,2.1,1.26	3.1,3.3,2.1,1.26	3.1,3.3,2.1,1.26	
Copper and Alloys	Rough Finish	2.3-2,10,1.24,1.25 2.3-2,10,1.24,1.25	2.1,2,2,1.25 2.1,2,2,1.25	2.1,2,2,1.25 2.1,2,2,1.25	2.1,2,2,1.25 2.1,2,2,1.25	2.1,2,2,1.25 2.1,2,2,1.25	2.1,2,2,1.25 2.1,2,2,1.25	
	Rough Finish	2.3-2,10,1.24,1.25 2.3-2,10,1.24,1.25	2.1,2,2,1.25 2.1,2,2,1.25	2.1,2,2,1.25 2.1,2,2,1.25	2.1,2,2,1.25 2.1,2,2,1.25	2.1,2,2,1.25 2.1,2,2,1.25	2.1,2,2,1.25 2.1,2,2,1.25	
Titanium and Alloys	Rough Finish	2.10,3.4,2.11 2.10,3.4,2.11	1.24,2.1,1.27 1.24,2.1,1.27	2.10,3.4,2.11 2.10,3.4,2.11	1.24,2.1,1.27 1.24,2.1,1.27	2.10,3.4,2.11 2.10,3.4,2.11	1.24,2.1,1.27 1.24,2.1,1.27	
	Rough Finish	2.10,3.4,2.11 2.10,3.4,2.11	1.24,2.1,1.27 1.24,2.1,1.27	2.10,3.4,2.11 2.10,3.4,2.11	1.24,2.1,1.27 1.24,2.1,1.27	2.10,3.4,2.11 2.10,3.4,2.11	1.24,2.1,1.27 1.24,2.1,1.27	
Beryllium and Alloys	Rough Finish	0.2,3-2,10 0.3-4-3.7	0.2,3-2,10 0.3-4-3.7	0.2,3-2,10 0.3-4-3.7	0.2,3-2,10 0.3-4-3.7	0.2,3-2,10 0.3-4-3.7	0.2,3-2,10 0.3-4-3.7	
	Rough Finish	0.2,3-2,10 0.3-4-3.7	0.2,3-2,10 0.3-4-3.7	0.2,3-2,10 0.3-4-3.7	0.2,3-2,10 0.3-4-3.7	0.2,3-2,10 0.3-4-3.7	0.2,3-2,10 0.3-4-3.7	
Refractories	All	2.3-2,10,1.13-1.16	3.4-3.7,1.10-1.12	2.3-2,10,1.13-1.16	2.3-2,10,1.13-1.16	2.3-2,10,1.13-1.16	2.3-2,10,1.13-1.16	
	All	2.3-2,10,1.13-1.16	3.4-3.7,1.10-1.12	2.3-2,10,1.13-1.16	2.3-2,10,1.13-1.16	2.3-2,10,1.13-1.16	2.3-2,10,1.13-1.16	

Tabel Kodefikasi Jenis Cairan Pendingin untuk Tabel Sebelumnya

Tabel 22 (lanjutan) Jenis Cairan Pendingin (yang dimaksud dalam tabel 22)		Fluid Type		Code	
Code	Fluid Type	Code	Fluid Type	Code	Fluid Type
0	Dry				
1	Cutting oils (A and B types)	1.24	Mineral lard oil, medium heavy duty	2.12	Water miscible oil specialty recommended for high nickel cobalt alloys
1.1	Sulfurized oil, light duty	1.25	Mineral lard oil, medium heavy duty	2.13	Water miscible oil specialty recommended for stainless steel alloys
1.2	Sulfurized mineral-lard oil, light duty	1.26	Oil specialty recommended for aluminum and magnesium alloys	3	Chemical fluids
1.3	Sulfurized mineral oil, light duty	1.27	Oil specialty recommended for titanium alloys	3.1	Chemical emulsion, light duty
1.4	Sulfurized lard oil, with chlorine, light duty	1.28	Oil specialty recommended for high-temperature alloys	3.2	Water base chemical, light duty
1.5	Sulfurized oil, medium/heavy duty	1.29	Oil specialty recommended for nickel base alloys	3.3	Water miscible petrochemical, light duty
1.6	Sulfurized mineral-lard oil, medium heavy duty	1.30	Oil specialty recommended for cobalt base alloys	3.4	Chemical emulsion, heavy duty
1.7	Sulfurized fat compounded oil, medium/heavy duty	1.31	Oil specialty recommended for stainless steel alloys	3.5	Sulfurized water based chemical, heavy duty
1.8	Sulfurized mineral oil, medium/heavy duty	1.32	Chlorinated mineral lard oil	3.6	Chlorinated water based chemical, heavy duty
1.9	Sulfurized lard oil, medium heavy duty	1.33	Honing oil	3.7	Water miscible, heavy duty
1.10	Sulfo-chlorinated mineral-lard oil, light duty	1.34	Tapping oils	3.8	Chemical coolant
1.11	Sulfo-chlorinated mineral oil, light duty	2.	Emulsifiable oils (water miscible) all	3.9	Chemical solution
1.12	Sulfo-chlorinated lard oil, light duty	2.1	Water miscible oil, light duty	3.10	Chemical emulsion, oil base
1.13	Sulfo-chlorinated mineral lard oil, medium duty	2.2	Water miscible oil, medium duty	3.11	Chemical and oil solution, heavy duty
1.14	Sulfo chlorinated mineral oil, light duty	2.3	Water miscible oil, heavy duty	3.12	Chemical and organic compound solution
1.15	Sulfo-chlorinated lard oil, medium duty	2.4	Sulfo-chlorinated water miscible oil, heavy duty	3.13	Chemical with extreme pressure and wetting agent water miscible
1.16	Sulfo-chlorinated oil, medium duty	2.5	Chlorinated water miscible oil, heavy duty	3.14	Amine nitrite
1.17	Sulfo-chlorinated mineral lard oil, heavy duty	2.6	Sulfo-chlorinated water miscible compound, heavy duty	3.15	5% sodium nitrite solution
1.18	Sulfo-chlorinated lard oil, heavy duty	2.7	Water miscible compound, active sulfur, heavy duty	3.16	Mineral oil base chemical
1.19	Sulfo-chlorinated oil, heavy duty	2.8	Water miscible mineral oil	3.17	Chemical water mix compound
1.20	Sulfo-chlorinated mineral oil, heavy duty	2.9	Fatty water miscible oil	3.18	Chemical emulsion, medium duty
1.21	Highly chlorinated mineral lard oil, heavy duty	2.10	Extreme pressure water miscible oil, heavy duty	3.19	Chemical emulsion, medium duty
1.22	Straight mineral oil	2.11	Water miscible oil specialty recommended for titanium alloys	3.20	Chemical fluid specialty for non-ferrous alloys
1.23	Straight oil			3.21	Chemical fluid specialty for ferrous alloys

LAMPIRAN 9

Surat Permohonan Ijin Penelitian



*Building
Future
Leaders*

KEMENTERIAN RISET, TEKNOLOGI, DAN PENDIDIKAN TINGGI
UNIVERSITAS NEGERI JAKARTA

Kampus Universitas Negeri Jakarta, Jalan Rawamangun Muka, Jakarta 13220
Telepon/Faximile : Rektor : (021) 4893854, PR I : 4895130, PR II : 4893918, PR III : 4892926, PR IV : 4893982
BAUK : 4750930, BAAK : 4759081, BAPSI : 4752180
Bagian UHTP : Telepon. 4893726, Bagian Keuangan : 4892414, Bagian Kepegawaian : 4890536, Bagian HUMAS : 4898486
Laman : www.unj.ac.id

Nomor : 0044/UN39.12/KM/2017
Lamp.
Hal : Permohonan Izin Mengadakan Penelitian
untuk Penulisan Skripsi

5 Januari 2017

Yth. Kepala SMK Negeri 26 Jakarta
Jl. Balai Pustaka Baru I Rawamangun
Jakarta

Kami mohon kesediaan Saudara untuk dapat menerima Mahasiswa Universitas Negeri Jakarta

Nama : Adib Adzkari
Nomor Registrasi : 5315116432
Program Studi : Pendidikan Teknik Mesin
Fakultas : Teknik Universitas Negeri Jakarta
No. Telp/HP : 08128671314

Dengan ini kami mohon diberikan ijin mahasiswa tersebut, untuk dapat mengadakan penelitian guna mendapatkan data yang diperlukan dalam rangka penulisan skripsi dengan judul

“Karakteristik Tingkat Kekasaran Permukaan Hasil Pembubutan Baja SS41 Akibat Perubahan Nose Radius dan Kecepatan Potong Pada Mesin Bubut CNC”

Atas perhatian dan kerjasama Saudara kami sampaikan terima kasih

Kepala Biro Akademik, Kemahasiswaan
dan Hubungan Masyarakat



Tembusan :
1 Dekan Fakultas Teknik
2 Kaprog Pendidikan Teknik Mesin

LAMPIRAN 10**Surat Permohonan Ijin Pengujian**

Kepada Yth,

Kepala Laboratorium Fire And Safety Engineering

Di Tempat

Surat Permohonan Izin

Dengan hormat,

Saya yang bertandatangan dibawah ini :

Nama : Adib Adzkari

No reg. : 5315116432

Dengan ini mengajukan surat permohonan izin untuk menggunakan alat *surface roughness tester (surfcoorder SE 300)* pada tanggal 23 Desember 2016 sampai dengan 19 Januari 2017 untuk sarana melakukan pengujian penelitian dengan judul "Karakteristik tingkat kekasaran permukaan hasil pembubutan Baja SS41 akibat perubahan *nose radius* dan kecepatan potong pada mesin bubut *CNC*".

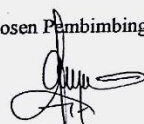
Besar harapan saya, agar Bapak dapat memberikan izin untuk menggunakan alat di tempat yang bapak pimpin demi terselesaikannya penelitian saya. Demikian surat permohonan ini saya sampaikan, atas perhatian dan kerja sama Bapak, saya ucapkan terimakasih.

Pemohon,



(Adib Adzkari)

Mengetahui,

Dosen Pembimbing I,


(Drs. Syarifudin, M.Pd.)

Dosen Pembimbing II,


(Ahamd Kholil, ST., MT.)

Menyetujui,

Kepala Lab. Fire And safety Engineering


(Triyono, ST., M. Eng.)

LAMPIRAN 11

Sertifikat Baja SS41



PT GROWTH SUMATRA INDUSTRY
 Head Office / factory : Jln. K.L. Yos. Sudarso Km 10 - Medan.
 Phone : (061) 685 1989 (7 lines) Facs : (061) 685 1474, 685 5779.

MILL TEST CERTIFICATE

CUSTOMER : N/A. COMMODITY : COLD DRAWN STEEL ROUND BARS CERTIFICATE NO : 801/D/II/CSI/2015
 SPECIFICATION : SMD 400 - D = 98 41. NO. PO : - DATE OF ISSUE : 30/09/2015
 (Equivalent to JIS G. 3123).
 No. Contract : -

DIMENSION		HEAT NUMBER	QUANTITY	CHEMICAL COMPOSITION (%)							TENSILE STRENGTH		HARDNESS	
DIAMETER (in, mm)	LENGTH (mtr)			C	SI	Mn	P	S	(N/mm ²)	(HRB)	(HB)			
1 1/2 in	6	30541	1 (Sample)	0.1495	0.2092	0.7250	0.0137	0.0279	620	-	163			
1 1/4 in	6	30537	1 (Sample)	0.1542	0.1801	0.9438	0.0388	0.0286	628	-	170			
1 1/8 in	6	30533	1 (Sample)	0.1579	0.1925	0.7321	0.0180	0.0339	624	-	172			
1 3/4 in	6	30546	1 (Sample)	0.1509	0.1568	0.6564	0.0223	0.0314	630	-	170			
1 in	6	30533	1 (Sample)	0.1538	0.1711	0.6883	0.0229	0.0494	630	-	168			
2 1/2 in	6	11177	1 (Sample)	0.1783	0.2119	0.7664	0.0199	0.0252	637	-	179			
2 1/4 in	6	11175	1 (Sample)	0.1533	0.1641	0.7174	0.0223	0.0270	627	-	175			
2 in	6	30549	1 (Sample)	0.1629	0.2470	0.6748	0.0094	0.0285	624	-	178			
3 in	6	30564	1 (Sample)	0.1524	0.2008	0.6797	0.0215	0.0291	636	-	174			
3/4 in	6	30528	1 (Sample)	0.1637	0.1678	0.6978	0.0124	0.0359	640	80	-			
7/8 in	6	30531	1 (Sample)	0.1671	0.2315	0.6066	0.0146	0.0329	634	77	-			

Prepared by :

Approved by :
 Manager of Quality Control Department

(Signature)
 PT GROWTH SUMATRA INDUSTRY
 SUMATERA UTARA
Ir. Reini SP. Marullang

LAMPIRAN 12

Pemrogram CNC

Parameter Pemesinan	Program CNC
Vc : 145 m/min Doc : 0.63 mm f : 0.17 mm/put Diameter Awal : 25mm	G28 X0 Z0;
	G0 X26 Z10;
	S1847 M04;
	G1 X25 Z10 F0.17;
	G1 X23.74 Z10 M08;
	G1 X23,74 Z-60;
	G0 X30 Z30;
	M09;
	M05;
	M30;

Parameter Pemesinan	Program CNC
Vc : 160 m/min Doc : 0.63 mm f : 0.17 mm/put Diameter Awal : 25mm	G28 X0 Z0;
	G0 X26 Z10;
	S2038 M04;
	G1 X25 Z10 F0.17;
	G1 X23.74 Z10 M08;
	G1 X23,74 Z-60;
	G0 X30 Z30;
	M09;
	M05;
	M30;

Parameter Pemesinan	Program CNC
Vc : 175 m/min Doc : 0.63 mm f : 0.17 mm/put Diameter Awal : 25mm	G28 X0 Z0;
	G0 X26 Z10;
	S2229 M04;
	G1 X25 Z10 F0.17;
	G1 X23.74 Z10 M08;
	G1 X23,74 Z-60;
	G0 X30 Z30;
	M09;
	M05;
	M30;

Parameter Pemesinan	Program CNC
Vc : 190 m/min Doc : 0.63 mm f : 0.17 mm/put Diameter Awal : 25mm	G28 X0 Z0;
	G0 X26 Z10;
	S2420 M04;
	G1 X25 Z10 F0.17;
	G1 X23.74 Z10 M08;
	G1 X23,74 Z-60;
	G0 X30 Z30;
	M09;
	M05;
	M30;

LAMPIRAN 13

Perhitungan yang digunakan dalam penelitian

1. Putaran Spindel (n)

$$n = \frac{V_c \cdot 1000}{\pi D} \text{ put/menit}$$

a. $V_c = 145 \text{ m/min}$

$$n = \frac{V_c \cdot 1000}{\pi D}$$

$$n = \frac{145 \cdot 1000}{3,14 \times 25}$$

$$n = \frac{145000}{78,5}$$

$$n = 1847,1 \text{ rpm}$$

c. $V_c = 175 \text{ m/min}$

$$n = \frac{V_c \cdot 1000}{\pi D}$$

$$n = \frac{175 \cdot 1000}{3,14 \times 25}$$

$$n = \frac{175000}{78,5}$$

$$n = 2229,2 \text{ rpm}$$

b. $V_c = 160 \text{ m/min}$

$$n = \frac{V_c \cdot 1000}{\pi D}$$

$$n = \frac{160 \cdot 1000}{3,14 \times 25}$$

$$n = \frac{160000}{78,5}$$

$$n = 2038,2 \text{ rpm}$$

d. $V_c = 190 \text{ m/min}$

$$n = \frac{V_c \cdot 1000}{\pi D}$$

$$n = \frac{190 \cdot 1000}{3,14 \times 25}$$

$$n = \frac{190000}{78,5}$$

$$n = 2420,3 \text{ rpm}$$

2. Kecepatan Pemakanan

$$F = f \times n \text{ (mm/menit)}$$

a. $n = 1847 \text{ rpm}, f = 0,17 \text{ mm/put}$

$$F = f \times n$$

$$F = 0,17 \times 1847$$

$$F = 313,9 \text{ mm/menit}$$

b. $n = 2038 \text{ rpm}, f = 0,17 \text{ mm/put}$

$$F = f \times n$$

$$F = 0,17 \times 2038$$

$$F = 346,4 \text{ mm/menit}$$

c. $n = 2229 \text{ rpm}, f = 0,17 \text{ mm/put}$

$$F = f \times n$$

$$F = 0,17 \times 2229$$

$$F = 378,9 \text{ mm/menit}$$

d. $n = 2420 \text{ rpm}, f = 0,17 \text{ mm/put}$

$$F = f \times n$$

$$F = 0,17 \times 2420$$

$$F = 411,4 \text{ mm/menit}$$

3. Waktu Pemesinan Bubut Rata

$$\text{Waktu pemesinan bubut rata } (t_m) = \frac{\text{Panjang pembubutan rata (L) mm}}{\text{Kecepatan Pemakanan (F) mm/menit}} \text{ Menit}$$

a. $F = 313,9 \text{ mm/menit}$, $L = 60 \text{ mm}$

$$t_m = \frac{L}{F}$$

$$t_m = \frac{60}{313,9}$$

$$t_m = 0,19 \text{ menit (11,4 detik)}$$

b. $F = 346,4 \text{ mm/menit}$, $L = 60 \text{ mm}$

$$t_m = \frac{L}{F}$$

$$t_m = \frac{60}{346,4}$$

$$t_m = 0,17 \text{ menit (10,2 detik)}$$

c. $F = 378,9 \text{ mm/menit}$, $L = 60 \text{ mm}$

$$t_m = \frac{L}{F}$$

$$t_m = \frac{60}{378,9}$$

$$t_m = 0,158 \text{ menit (9,4 detik)}$$

d. $F = 411,4 \text{ mm/menit}$, $L = 60 \text{ mm}$

$$t_m = \frac{L}{F}$$

$$t_m = \frac{60}{411,4}$$

$$t_m = 0,14 \text{ menit (8,4 detik)}$$

RIWAYAT HIDUP



ADIB ADZKARI, Lahir di Jakarta pada tanggal 16 Nopember 1993. Anak Kedua dari 4 bersaudara, dari pasangan Bapak Chaerul Hadis dan Ibu Siti Masyitoh. Beralamat di Vila Mahkota Pesona Blok E4/3 RT06/RW25, Kelurahan Bojong Kulur, Kecamatan Gunung Putri, Bogor.

Jenjang pendidikan yang dijalani oleh penulis sebagai berikut : Lulus Sekolah Dasar Jatiluhur II Bekasi pada tahun 2005, kemudian melanjutkan pada Sekolah Lanjutan Tingkat Pertama Islam Darul Hasan Tangerang lulus pada tahun 2008. Selanjutnya masuk Sekolah Menengah Atas Islam Darul Hasan Tangerang lulus pada tahun 2011. Kemudian melanjutkan ke Program Studi Strata Satu (S1) di Universitas Negeri Jakarta pada Fakultas Teknik Jurusan Teknik Mesin.