



**PENGARUH LAJU PEMAKANAN DAN KEDALAMAN
PEMAKANAN PADA PROSES CNC *TURNING*
TERHADAP TINGKAT KEKASARAN
PERMUKAAN BAJA ST 60**

Skripsi

**diajukan sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar
Sarjana Pendidikan Program Studi Pendidikan Teknik Mesin**

Oleh

Tri Syamsul Allam

NIM. 5201415003

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

2019

PERSETUJUAN PEMBIMBING

Nama : Tri Syamsul Allam
NIM : 5201415003
Program Studi : Pendidikan Teknik Mesin, S1
Judul : Pengaruh Laju Pemakanan Dan Kedalaman Pemakanan
Pada Proses CNC *Turning* Terhadap Tingkat Kekasaran
Permukaan Baja ST 60

Skripsi ini telah disetujui oleh pembimbing untuk diajukan ke sidang panitia ujian skripsi Program Studi Pendidikan Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Negeri Semarang.

Semarang, 1 Agustus 2019

Dosen Pembimbing



Dr. Wirawan Sumbodo, M.T.

NIP. 196601051990021002

PENGESAHAN

Skripsi/TA dengan judul " Pengaruh Laju Pemakanan Dan Kedalaman Pemakanan Pada Proses CNC *Turning* Terhadap Tingkat Kekasaran Permukaan Baja ST 60 " telah dipertahankan di depan sidang Panitia Ujian Skripsi/TA Fakultas Teknik UNNES pada:

Oleh

Nama : Tri Syamsul Allam
 NIM : 5201415003
 Program Studi : Pendidikan Teknik Mesin, S1

Panitia:

Ketua



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

Sekretaris



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

Penguji 1



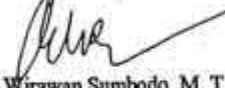
Dr. Heri-Yudiono, S.Pd., M.T.
 NIP. 196707261993031003

Penguji 2



Drs. Sunyoto, M.Si.
 NIP. 196511051991021001

Pembimbing



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

Mengetahui:



Fakultas Teknik UNNES

Dr. Nur Qadus, M.T., IPM.
 NIP. 196911301994031001

PERNYATAAN KEASLIAN

Dengan ini saya menyatakan bahwa:

1. Skripsi/TA ini, adalah asli dan belum pernah diajukan untuk mendapatkan gelar akademik sarjana, baik di Universitas Negeri Semarang (UNNES) maupun di perguruan tinggi lain.
2. Karya tulis ini adalah murni gagasan, rumusan, dan penelitian saya sendiri, tanpa bantuan pihak lain, kecuali arahan Pembimbing dan masukan Tim Penguji.
3. Dalam karya tulis ini tidak terdapat karya atau pendapat yang telah ditulis atau dipublikasikan orang lain, kecuali secara tertulis dengan jelas dicantumkan sebagai acuan dalam naskah dengan disebutkan nama pengarang dan dicantumkan dalam daftar pustaka.
4. Pernyataan ini saya buat dengan sesungguhnya dan apabila di kemudian hari terdapat penyimpangan dan ketidakbenaran dalam pernyataan ini, maka saya bersedia menerima sanksi akademik berupa pencabutan gelar yang telah diperoleh karena karya ini, serta sanksi lainnya sesuai dengan norma yang berlaku di perguruan tinggi ini.

Semarang, 14 Agustus 2019

Yang membuat pernyataan,



Tri Syamsul Allam
5201415003

MOTTO DAN PERSEMBAHAN

MOTTO

1. Dalam kehidupan kunci jika ingin mendapatkan sesuatu yang diinginkan ada tiga hal yaitu meminta izin kepada sang pencipta, selalu berbuat baik di setiap kesempatan dan ikhtiar secukupnya.
2. Selalu ada harapan bagi mereka yang sering berdoa, selalu ada jalan bagi mereka yang sering berusaha.
3. Jawaban dari sebuah keberhasilan adalah terus belajar dan tak kenal putus asa.

PERSEMBAHAN

1. Kedua orang tuaku (Bp. Tanu Miharjo dan Ibu Romlah) yang telah mendoakan, mendukung, memotivasi dan telah menjadi orang tua terhebat untukku, serta keluarga besarku yang lainnya.
2. Seluruh keluarga dan saudaraku dari orang tuaku yang selalu mendoakan dan memberikan dukungan .
3. Teman – teman jurusan Teknik Mesin dan jurusan lainnya yang ada di unnes.

RINGKASAN

Allam, T. S., 2019. Pengaruh Laju Pemakanan Dan Kedalaman Pemakanan Pada Proses CNC *Turning* Terhadap Tingkat Kekasaran Permukaan Baja ST 60. Skripsi. Jurusan Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Negeri Semarang. Rusiyanto, S.Pd., MT.

Kata kunci : kekasaran permukaan, pembubutan CNC, laju pemakanan, kedalaman pemakanan

Kualitas hasil pembubutan CNC (*Computer Numerical Control*) dapat ditinjau dari banyak segi termasuk sisi kehalusan permukaan benda kerja. Tujuan penelitian ini untuk mengetahui pengaruh laju pemakanan dan kedalaman pemakanan terhadap tingkat kekasaran permukaan baja ST 60 pada proses CNC *turning*.

Penelitian ini menggunakan metode eksperimen, dengan tujuan untuk mengetahui sebab akibat berdasarkan perlakuan yang diberikan. Penggunaan spesimen kontrol dengan laju pemakanan 0,2 mm/ rev dan kedalaman pemakanan 1,3 mm. Variasi kedalaman potong yang digunakan adalah 0,2 mm, 0,3 mm, 2,3 mm, dan 2,5 mm dengan penggunaan laju pemakanan kontrol 0,2 mm/ rev. Sedangkan variasi laju pemakanan yang digunakan adalah 0,05 mm/rev, 0,1 mm/rev, 0,4 mm/rev, dan 0,5 mm/rev dengan penggunaan kedalaman pemakanan kontrol sebesar 1,3 mm. Pembuatan spesimen sejumlah 27 yang kemudian setelah dilakukan pembubutan dilakukan uji kekasaran untuk setiap spesimen. Analisis data yang digunakan dalam penelitian ini adalah statistik deskriptif.

Hasil analisis data pada penelitian ini menunjukkan bahwa semakin besar kedalaman pemakanan hasil kekasaran permukaan semakin rendah, dimana kekasaran paling rendah dengan kedalaman pemakanan 2,5 mm sebesar 2,220 μm sedangkan semakin kecil laju pemakanan hasil kekasaran permukaan semakin rendah, dimana diperoleh kekasaran paling rendah dengan laju pemakanan 0,2 mm/rev sebesar 1,463 μm .

PRAKATA

Puji syukur kita panjatkan kehadirat Allah SWT yang telah memberikan kemudahan, kelancaran, rahmat dan hidayah-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi yang berjudul “Pengaruh Laju Pemakanan Dan Kedalaman Potong Pada Proses CNC *Turning* Terhadap Tingkat Kekasaran Permukaan Baja ST 60” dengan baik dan tanpa suatu hambatan yang berarti. Shalawat serta salam senantiasa penulis panjatkan kepada Nabi Muhammad SAW, yang penulis nantikan syafa’atnya di hari akhir nanti.

Skripsi ini ditulis sebagai salah satu persyaratan untuk melaksanakan ujian skripsi dan memperoleh gelar Sarjana Pendidikan Program Studi Pendidikan Teknik Mesin, Jurusan Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Negeri Semarang. Penulisan skripsi ini tidak lepas dari bantuan dan kerjasama berbagai pihak. Oleh Karena itu, penulis menyampaikan ucapan terima kasih kepada :

1. Prof. Dr. Fathur Rokhman, M.Hum, Rektor Universitas Negeri Semarang atas kesempatan yang diberikan kepada penulis untuk menempuh studi di Universitas Negeri Semarang.
2. Dr. Nur Qudus, M.T., selaku Dekan Fakultas Teknik Universitas Negeri Semarang.
3. Rusiyanto, S.Pd.,M.T. selaku Ketua Jurusan Teknik Mesin Universitas Negeri Semarang .
4. Dr. Wirawan Sumbodo, M.T., selaku dosen pembimbing yang telah memberikan bimbingan, arahan, motivasi, dan saran dalam penyelesaian skripsi ini.

5. Dr. Heri Yudianto, S.Pd., M.T., Selaku penguji 1, dan Drs. Sunyoto, M.Si., Selaku Penguji 2 yang telah memberikan masukan yang sangat berharga berupa saran, perbaikan, pertanyaan, menambah bobot dari karya tulis ini.
6. Semua dosen jurusan Teknik Mesin FT UNNES yang telah memberikan bekal yang sangat berharga.
7. Bapak, Ibu, dan keluarga yang telah memberikan doa, nasihat, dan kasih sayang.
8. Rekan-rekan Pendidikan Teknik Mesin angkatan 2015 dengan kebersamaan dan semangatnya.
9. Seluruh pihak yang telah membantu dalam penulisan skripsi ini yang tidak bisa dituliskan satu persatu.

Semoga bantuan yang telah diberikan mendapatkan imbalan dari Allah SWT. Penulis menyadari sepenuhnya bahwa penulisan proposal skripsi ini tidak luput dari ketidaksempurnaan. Oleh karena itu, kritik dan saran membangun penulis terima dengan senang hati. Semoga proposal skripsi ini dapat memberikan manfaat, baik bagi penulis maupun pembaca.

Semarang, 01 Agustus 2019



Tri Syamsul Allam

NIM.5201415003

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL	i
PERSETUJUAN PEMBIMBING	ii
HALAMAN PENGESAHAN	iii
PERNYATAAN KEASLIAN	iv
MOTTO DAN PERSEMBAHAN	v
RINGKASAN	vi
PRAKATA	vii
DAFTAR ISI	ix
DAFTAR TABEL	xi
DAFTAR GAMBAR	xii
DAFTAR LAMPIRAN	xiii
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang Masalah	1
1.2 Identifikasi Masalah	4
1.3 Batasan Masalah	4
1.4 Rumusan Masalah	5
1.5 Tujuan Penelitian	6
1.6 Manfaat Penelitian	6
BAB II KAJIAN PUSTAKA DAN LANDASAN TEORI	6
2.1 Kajian Pustaka	7
2.2 Landasan Teori	10
2.3 Kerangka Pikir	26
BAB III METODE PENELITIAN	32
3.1 Waktu dan Tempat Pelaksanaan	32
3.2 Desain Penelitian	32
3.3 Alat dan Bahan Penelitian	33
3.4 Parameter Penelitian.....	37

3.5 Teknik Pengumpulan Data	39
3.6 Data Penelitian	41
3.7 Kalibrasi Instrumen	42
3.7 Teknik Analisis Data	43
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN	44
4.1 Deskripsi Data	44
4.2 Analisis Data	48
4.3 Pembahasan	51
BAB IV PENUTUP	44
5.1 Kesimpulan	53
4.3 Saran	55
DAFTAR PUSTAKA	55
LAMPIRAN	69

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 Komposisi Baja ST 60.....	14
Tabel 2.2 Standar Kecepatan Potong dan Gerak makan	21
Tabel 2.3 Toleransi Harga Kekasaran.....	27
Tabel 2.4 Toleransi Berbagai Proses Pengerjaan	27
Tabel 2.5 Spesifikasi Alat Uji Kekasaran	34
Tabel 2.6 Spesifikasi Mesin CNC <i>Turning</i>	35
Tabel 2.7 Instrumen Pengukuran Kekasaran.....	40
Tabel 2.8 Data Eksperimen	41
Tabel 2.9 Data Hasil Pengujian Laju dan kedalaman pemakanan.....	45
Tabel 3.0 Kategori Nilai Kekasaran Penelitian	47

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Proses Bubut Rata, Permukaan Dan Tirus	15
Gambar 2.2 Perlakuan Mesin Bubut	16
Gambar 2.3 Panjang Pemakanan Benda Yang Dilalui Pahat	19
Gambar 2.4 Gerak Makan	20
Gambar 2.5 Mesin CNC <i>Turning</i>	23
Gambar 2.6 Kekasaran Permukaan.....	24
Gambar 2.7 Profil Permukaan	25
Gambar 2.8 Penunjukan Konfigurasi Permukaan	28
Gambar 2.9 Kerangka Pikir.....	30
Gambar 3.0 Jangka Sorong	33
Gambar 3.1 Pahat <i>Insert</i>	34
Gambar 3.2 Spesimen Penelitian.....	36
Gambar 3.3 Diagram Alur Penelitian	39
Gambar 3.4 Alat Pengujian Kekasaran	34
Gambar 3.5 Grafik Nilai Kekasaran Dengan <i>Feed Rate</i> 1.3 mm.....	48
Gambar 3.6 Grafik Nilai Kekasaran Dengan <i>Depth Of Cut</i> 1.3 mm.....	49
Gambar 3.7 Grafik Nilai Kekasaran Dengan <i>Feed Rate</i> 0,2 mm/rev	50

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1. Surat Penetapan Dosen Pembimbing	60
Lampiran 2. Surat Tugas Dosen Pembimbing dan Penguji	61
Lampiran 3. Lembar Persetujuan Seminar Proposal Skripsi.....	62
Lampiran 4. Undangan Seminar Proposal Skripsi.....	63
Lampiran 5. Presensi Seminar Proposal Skripsi.....	64
Lampiran 6. Berita Acara Seminar Proposal Skripsi	66
Lampiran 7. Lembar Pernyataan Selesai Revisi Proposal Skripsi.....	67
Lampiran 8. Surat Izin Penilitan.....	68
Lampiran 9. Sertifikat Bahan ST 60 PT BHINNEKA BAJANAS	69
Lampiran 10. Sertifikat Bahan ST 60 Politeknik Negeri Ceper	70
Lampiran 11. Hasil Pengujian Kekasaran Permukaan.....	72
Lampiran 12. Surat Keterangan Bebas Pinjam Laboratorium	73
Lampiran 13. Proses Pengerjaan Spesimen.....	74
Lampiran 14. Program Untuk Pembuatan Spesimen.....	75
Lampiran 15. Alat Pengujian Kekasaran	77
Lampiran 16. Hasil Kekasaran Kontrol 1.3 mm dan 0.2 mm/rev	78
Lampiran 17. Hasil Kekasaran Kontrol 1.3 mm dan 0.05 mm/rev	79
Lampiran 18. Hasil Kekasaran Kontrol 1.3 mm dan 0.1 mm/rev	80
Lampiran 19. Hasil Kekasaran Kontrol 1.3 mm dan 0.4 mm/rev	81
Lampiran 20. Hasil Kekasaran Kontrol 1.3 mm dan 0.2 mm/rev	82
Lampiran 21. Hasil Kekasaran Kontrol 0.2 mm dan 0.2 mm/rev	83
Lampiran 22. Hasil Kekasaran Kontrol 0.3 mm dan 0.2 mm/rev	84
Lampiran 23. Hasil Kekasaran Kontrol 2.3 mm dan 0.2 mm/rev	85
Lampiran 24. Hasil Kekasaran Kontrol 2.5 mm dan 0.2 mm/rev	86

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang Masalah

Perkembangan teknologi pada zaman yang serba praktis ini sudah tidak bisa dipungkiri lagi, semua dituntut cepat dan dengan hasil yang sangat maksimal. Tuntutan ini memicu teknologi untuk selalu berkembang dengan pesat khususnya di bidang industri. Pekerjaan yang dilakukan oleh industri mempunyai skala yang besar dan tentunya harus sesuai dengan tuntutan pasar, bukan hanya nasional bahkan hingga internasional. Untuk memenuhi produksi skala besar maka digunakan mesin CNC. Hasil produk yang baik dan biaya murah menjadi target setiap industri. Proses pembubutan merupakan proses pengurangan material menggunakan pahat potong dengan cara memutar benda kerja.

Pembubutan sendiri menurut Sumbodo (2008 : 227), adalah memutar benda kerja dengan menggunakan mata pahat untuk memotong atau menyayat bagian benda tersebut. Mesin bubut dibagi menjadi dua yaitu konvensional dan CNC. Mesin CNC (*Computer Numerically Controlled*) mempunyai banyak keunggulan dibandingkan dengan mesin perkakas yang sejenis. Keunggulan mesin CNC diantaranya adalah dapat menghasilkan benda yang baik dari segi kualitas, keakuratan ukuran, tingkat kepresisian dan lain sebagainya. Pada hasil penelitian Zubaidi (2012 : 40) mengatakan bahwa “ mesin CNC banyak dipilih dan digunakan perusahaan karena mempunyai kelebihan dibandingkan mesin konvensional yaitu lebih teliti dan lebih cepat baik dari segi kualitas dan kuantitas”.

Lesmono (2013 : 48) menyatakan proses pengerjaan logam adalah salah satu hal terpenting dalam pembubutan komponen mesin, terutama proses pengerjaan logam dengan mesin bubut. Sehingga diperlukan inovasi yang terus menerus untuk meningkatkan kualitas hasil produksi. Ada beberapa cara yang dilakukan, misalnya dengan memilih jenis pahat, kedalaman pemakanan, dan laju pemakanan yang tepat.

Proses pembubutan untuk produksi barang maka sangatlah penting untuk hasil produksi tersebut menghasilkan produk dengan kualitas yang maksimal, produk tersebut harus benar-benar presisi atau sesuai dengan ukuran yang dikehendaki dan kekasaran juga harus maksimal dengan pekerjaan yang ekonomi. Laju pemakanan dalam parameter mesin bubut mempunyai jenis tingkatan yang digunakan sesuai kebutuhan produksi dimana menggunakan laju pemakanan yang dapat diubah-ubah tingkatnya dalam mesin, sebagai guna untuk menentukan tingkat kekasaran permukaan benda proses pembubutan. Pemilihan pahat bubut itu sendiri sebaiknya juga mempunyai sifat bahan keras, kuat, tahan panas, dan tidak cepat aus. Pemilihan dari suatu bahan yang akan dibubut merupakan satu hal dimana kemampuan pahat juga berpengaruh pada penyayatan bahan yang hendak dibubut.

Salah satu syarat yang mempengaruhi kehalusan permukaan adalah laju pemakanan dan juga kedalaman pemakanan. Dimana dengan menggunakan variasi laju pemakanan yang berbeda yaitu laju pemakanan rendah, laju pemakanan menengah, laju pemakanan tinggi sesuai dengan peruntutan jenis

bahan dan variasi kedalaman pemakanan agar dapat mengetahui perbedaan hasil kekasaran pada perlakuan bahan bahan Baja ST 60.

Baja ST 60 termasuk baja karbon sedang dimana mempunyai spesifikasi unsur kandungan kimia antara lain, C = 0,4644%, Si = 0,2401%, Mn = 0,6973%, S = 0,0117%, P = 0,0204%, Cu = 0,0195 %. Bahan ini lebih banyak dipakai dipasaran industri karena lebih mudah dalam pengerjaan mesin perkakas pada proses perlakuan tertentu pada bahan tersebut, cukup menahan keausan dan mempunyai kekuatan yang bagus.

Kekasaran permukaan suatu produk pemesinan menjadi tolak ukur yang paling penting karena mempengaruhi beberapa fungsi produk tersebut antara lain yaitu gesekan permukaan, semakin halus kekasaran permukaan suatu benda maka gesekan yang terjadi akan semakin kecil. Seperti yang dikatakan Abbas, dkk (2013 :1) yang mengatakan bahwa pada proses pemesinan ukuran kualitas permukaan suatu benda menjadi parameter kualitas utama dari setiap proses pemesinan. Keunggulan lain dari semakin halus permukaan suatu produk adalah seperti tahan karat, tahan pakai, meningkatkan isolasi termal, meningkatkan tampilan estetika produk, dll (Sulthan A, 2015:2). Maka kekasaran permukaan menjadi bagian yang harus diteliti agar mendapatkan data yang berguna bagi operator mesin dalam kegiatan produksi. Untuk mengetahui nilai kekasaran suatu benda kerja hasil dari proses pembubutan dapat digunakan suatu alat ukur kekasaran permukaan yaitu *surface roughness tester*. Dalam proses pembubutan untuk mencapai nilai kekasaran suatu benda yang diinginkan harus memperhatikan faktor- faktor yang mempengaruhi nilai kekasaran permukaan.

Berdasarkan studi lapangan yang telah ada menunjukkan bahwa kedalaman pemakanan (*depth of cut*), laju pemakanan (*feed rate*), putaran mesin (*spindle speed*), kecepatan potong (*cutting speed*), bahan benda kerja, jenis pahat, media pendingin serta operator berpengaruh pada nilai kekasaran suatu produk (Yudhyadi, dkk., 2016:38-39).

Berdasarkan uraian di atas, maka penulis ingin melakukan penelitian yang berfokus pada parameter pembubutan yaitu dengan memvariasikan laju pemakanan (*feed rate*), dan kedalaman potong (*depth of cut*) untuk mengetahui nilai kekasaran dengan bahan Baja ST 60 dengan menggunakan mesin CNC *Turning*.

1.2 Identifikasi Masalah

Permasalahan yang diajukan oleh penulis ini dapat diidentifikasi permasalahannya sebagai berikut :

1. Standar kualitas hasil pembubutan yang ditentukan oleh pasar tinggi.
2. Tingkat kekasaran yang dihasilkan mesin CNC masih sangat tinggi.
3. Pengaruh laju pemakanan dan kedalaman pemakanan menentukan tingkat kekasaran permukaan suatu benda.
4. Parameter yang digunakan dalam proses bubut konvensional tidak sesuai / kurang akurat terutama laju pemakanan dan kedalaman pemakanan.
5. Kesalahan penentuan laju pemakanan (*feed rate*) menyebabkan permukaan benda kerja menjadi kasar.
6. Kesalahan penentuan kedalaman pemakanan (*depth of cut*) menyebabkan permukaan benda kerja menjadi kasar.

1.3 Pembatasan Masalah

Untuk memperjelas penelitian ini dengan baik, maka masalah dalam penelitian ini perlu dibatasi sebagai berikut :

1. Mesin Bubut CNC yang digunakan adalah Bubut CNC TU-2A.
2. Material yang digunakan adalah Baja ST 60.
3. Menggunakan *spindle speed, cutting speed* yang sama.
4. Menurut Daryus, Asyari (2007) bahwa standar laju pemakanan untuk pahat karbida semua jenis bahan adalah laju pemakanan 0,15 - 0,25 mm/rev dari referensi tersebut maka ketetapan laju pemakanan untuk kontrol 0,2 mm/rev dengan variasi yang digunakan adalah 0,05 mm/rev, 0,1 mm/rev, 0,4 mm/rev, 0,5 mm/rev .
5. Menurut Daryus, Asyari (2007) bahwa standar proses pembubutan pada kedalaman pemakanan dengan proses pengerjan halus 0,38-2,29 mm dan pada proses pengerjaan kasar 4,75 – 9,53 mm. Maka ketetapan kedalaman pemakanan 1,3 mm variasi kedalaman pemakanan yang digunakan adalah 0,2 mm, 0,3 mm, 2,3 mm, 2,5 mm.
6. Pahat yang digunakan adalah pahat dengan jenis pahat karbida.
7. Tidak ada variasi sudut pada pahat karbida.
8. Alat yang digunakan untuk mengukur tingkat kekasaran adalah *Surface Roughness Tester SE - 1700*.

1.4 Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang masalah yang ada, rumusan dari penelitian ini adalah sebagai berikut :

1. Bagaimana pengaruh laju pemakanan terhadap kekasaran permukaan pada proses CNC *turning* baja ST 60 ?
2. Bagaimana pengaruh kedalaman pemakanan terhadap kekasaran permukaan pada proses CNC *turning* baja ST 60 ?

1.5 Tujuan Penelitian

Berdasarkan dari rumusan masalah yang ada , bahwa tujuan dari pelaksanaan penelitian ini adalah :

1. Mengetahui pengaruh laju pemakanan terhadap kekasaran permukaan pada proses CNC *turning* baja ST 60.
2. Mengetahui pengaruh kedalaman pemakanan terhadap kekasaran permukaan pada proses CNC *turning* baja ST 60.

1.6 Manfaat Penelitian

Adapun manfaat yang diharapkan dapat diperoleh dari penelitian ini adalah sebagai berikut :

1. Secara umum penelitian ini memberikan sumbangan pada pengembangan ilmu pengetahuan dan teknologi pada umumnya serta menambah kajian bagi penelitian selanjutnya.
2. Bagi Industri, dapat digunakan sebagai acuan dalam menentukan besarnya perbandingan variasi antara laju pemakanan dan kedalaman pemakanan yang sesuai agar bisa menghasilkan kekasaran rendah pada bahan baja karbon sedang untuk bisa dihasilkan produk yang baik.

3. Menambah pengetahuan bagi dunia pendidikan, khususnya Pendidikan Teknik Mesin tentang mesin CNC *Turning* TU-2A.
4. Untuk bahan perbandingan tingkat kekasaran permukaan dengan menggunakan variasi laju pemakanan dan kedalaman pemakanan.

BAB II

KAJIAN PUSTAKA DAN LANDASAN TEORI

2.1 Kajian Pustaka

Beberapa penelitian yang relevan dalam penelitian ini antara lain :

1. Siswanto (2014:82) menyatakan dalam penelitian ada 2 faktor yang mempengaruhi kekasaran yang ada pada proses pembubutan lubang blok silinder mesin pemotong rumput, yaitu kecepatan potong dan kedalaman potong. Hasil paling baik dengan nilai kekasaran paling kecil diperoleh dari kecepatan potong 125 m/menit. Sedangkan untuk kedalaman pemakanan hasil paling baik dengan nilai kekasaran paling kecil diperoleh dari kedalaman potong 0,2 mm.
2. Farokhi (2017:89) melakukan penelitian yang bertujuan untuk mengetahui pengaruh kecepatan putar dan jenis sudut pahat, terhadap kekasaran Baja EMS 45 dengan variasi kecepatan putar spindle. Kesimpulan yang diperoleh dari penelitiannya adalah bahwa kecepatan putar spindle dan jenis sudut pahat mempengaruhi nilai kekasaran Baja EMS 45. Nilai kekasaran paling rendah pada variasi sudut pahat 35° pada 3000 rpm, dan nilai kekasaran paling tinggi pada variasi sudut 80° pada 2000 rpm.
3. Raul, dkk (2016:7) menyatakan bahwa nilai kekasaran permukaan benda dipengaruhi oleh variabel kecepatan potong dan kedalaman pemakanan. Penelitian ini menggunakan variasi kecepatan potong 110 m/min, 140 m/min dan 170 m/min. Kedalaman pemakanan menggunakan variasi 0,2 mm, 0,4 mm dan 0,6 mm. Pengaruh yang dihasilkan adalah semakin tinggi

kecepatan potong dan perbandingan kedalaman potong yang digunakan maka hasil kualitas akan semakin baik semakin halus.

4. Penggunaan variasi kedalaman pemakanan dan variasi kecepatan putar *spindle* berpengaruh terhadap tingkat kekasaran permukaan bahan alumunium 6061 pada mesin CNC TU – 2A. Jadi semakin dalam pemakanan, maka akan semakin tinggi tingkat kekasaran permukaan benda kerja, sedangkan semakin tinggi kecepatan putar *spindle*, maka akan semakin rendah tingkat kekasaran permukaan benda kerja (Kurniawan, 2014:120).
5. Aditia, dkk (2013:318) menyatakan bahwa tingkat kerataan permukaan dan bentuk geram pada pembubutan konvensional dipengaruhi oleh 3 faktor yaitu jenis pahat, kecepatan spindle, kedalaman pemakanan. Jenis pahat yang keras, kecepatan spindle yang tinggi serta kedalaman pemakanan yang semakin kecil akan membuat benda kerja menjadi lebih halus dan memiliki tingkat kerataan benda yang semakin rendah.
6. Kumar, dkk (2012:696) melakukan penelitian untuk mengetahui pengaruh *spindle speed* pada putaran 339, 430, 576, 730, dan 980 rpm serta variasi *feed rate* pada 0.05, 0.0075, 0.1, 0.125, dan 0.15 mm/rev terhadap nilai kekasaran permukaan benda kerja *Carbon Steel*.. Kedalaman pemakanan diperoleh kekasaran permukaan menurun dengan bertambahnya *spindle speed*. *Feed rate* yaitu tingkat dimana alat maju di sepanjang jalur pemotongannya, dimana hasil tingkat kekasaran permukaan meningkat seiring bertambahnya *feed rate*.

7. Gupta, dkk (2017:722) melakukan penelitian menggunakan variasi *spindle speed* 600 rpm, 1200 rpm, 1800 rpm dengan variasi *feed rate* 0,4 mm/rev, 0,7 mm/rev, 0,9 mm/rev dan variasi kedalaman pemakanan 0,3 mm, 0,5 mm, 0,7 mm.

Kekasaran permukaan paling rendah pada spindle speed 600 rpm adalah 0,65 μm dengan penggunaan feed rate 0,8 mm/rev dan kedalaman pemakanan 0,7 mm. Untuk spindle speed 1200 rpm adalah 2,77 μm dengan penggunaan feed rate 0,8 mm/rev dan kedalaman pemakanan 0,3 mm, sedangkan pada spindle speed 1800 rpm adalah 1,4 μm dengan penggunaan feed rate 0,8 mm/rev dan kedalaman pemakanan 0,5 mm.

8. Fitriyah (2014:208) melakukan penelitian untuk mengetahui tingkat kerataan dan bentuk geram dengan pada bahan baja st 60 dan baja st 41 dengan memvariasikan kedalaman pemakanan dan kecepatan spindle pada proses mesin milling konvensional. Hasil dari penelitian bahwa jenis benda kerja, spindle dan kedalaman sangat mempengaruhi nilai kekasaran suatu benda kerja, kecepatan spindle yang tinggi, kedalaman pemakanan yang rendah, dan jenis benda kerja yang padat akan menghasilkan nilai kerataan permukaan yang rendah dan juga bentuk geram yang kontinu.
9. Firmansyah, dkk (2014:38) menyatakan bahwa variasi kedalaman pemakanan dan kecepatan pemakanan berpengaruh terhadap tingkat kekasaran permukaan benda kerja aluminium 2036 serta pengaruh variasi mata sayat pahat endmill *cutter 2 flate* dan *4 flate* pada mesin milling CNC TU-3A. Pengaruh variasi jumlah mata sayat pahat dan kedalaman

pemakanan, dimana semakin dalam pemakanan dan semakin sedikit jumlah mata sayat pahat, maka tingkat kekasaran permukaan benda kerja akan semakin tinggi. Variasi kecepatan pemakanan, dimana semakin rendah kecepatan pemakanan, maka semakin rendah tingkat kekasaran permukaan benda kerja. Variasi jumlah mata sayat pahat, kedalaman pemakanan dan kecepatan pemakanan yang menghasilkan benda kerja dengan nilai rata-rata tingkat kekasaran paling rendah adalah pengerjaan dengan mata sayat 4 flate, kedalaman pemakanan 0,4 mm dan kecepatan pemakanan 70 mm/menit, yaitu sebesar 0.75 μm .

2.2 Landasan Teori

2.2.1 Bahan

Menurut Ervan (2013: 26–31) logam *ferro* adalah suatu logam paduan yang terdiri dari campuran unsur karbon dengan besi. Untuk menghasilkan suatu logam paduan yang mempunyai sifat yang berbeda dengan besi dan karbon maka dicampur dengan bermacam logam lainnya. Logam *ferro* terdiri dari komposisi kimia yang sederhana antara besi dan karbon. Masuknya karbon ke dalam besi dengan berbagai cara. Jenis logam *ferro* adalah sebagai berikut :

1) Besi Tuang

Besi tuang adalah satu material penting dalam permesinan. Karbon (C) dan silikon (Si) adalah unsur paduan utama, dengan jumlah masing-masing berkisar 2,1-4% berat dan 1 sampai 3% berat. Besi paduan dengan konten karbon yang kurang dari itu dikenal sebagai baja. Konon suhu lelehnya berkorelasi, biasanya mulai dari 1.150 sampai 1.200 °C (2.102 ke 2.192 °F), atau sekitar 300 ° C (572 °

F) lebih rendah dari titik leleh besi murni. Besi tuang cenderung rapuh, kecuali untuk besi tuang yang ditempa. Dengan titik leleh relatif rendah, fluiditas yang baik, castability mesin yang sangat baik, ketahanan terhadap deformasi dan ketahanan aus, besi tuang telah menjadi bahan rekayasa dengan berbagai aplikasi dan digunakan dalam pipa, mesin dan suku cadang industri otomotif, seperti kepala silinder, blok silinder dan rumah gearbox. Hal ini tahan terhadap perusakan dan melemahnya oleh oksidasi (karat).²⁷ Karena besi tuang relatif rapuh, tidak cocok untuk tujuan di mana tepi yang tajam atau fleksibilitas yang diperlukan. Besi tuang kuat di bawah kompresi, tapi tidak di bawah ketegangan. Apakah kalian tahu kalau besi tuang pertama kali ditemukan di Cina pada abad ke 4 SM. Dan dituangkan ke dalam cetakan untuk membuat mata bajak dan pot serta senjata dan pagoda.

2) Besi Tempa

Komposisi besi terdiri dari 99% besi murni, sifat dapat ditempa, liat, dan tidak dapat dituang. Besi tempa antara lain dapat digunakan untuk membuat rantai jangkar, kait keran, dan landasan kerja plat.

3) Baja Karbon

Baja karbon adalah bentuk paling umum dari baja karena harganya yang relatif rendah sementara itu memberikan sifat material yang dapat diterima untuk banyak aplikasi. Baja karbon berisi sekitar 0,05-0,15% karbon dan baja ringan mengandung 0,16-0,29% karbon sehingga mudah dibentuk dan ulet, tetapi tidak dapat dikeraskan dengan perlakuan panas. Baja karbon ini memiliki kekuatan tarik relatif rendah, tetapi murah dan lunak. Kekerasan permukaan dapat ditingkatkan

melalui karburasi. Hal ini sering digunakan ketika jumlah besar dari baja yang diperlukan, misalnya sebagai baja struktur bangunan. Kepadatan baja karbon adalah sekitar $7,85 \text{ g/cm}^3$ (7.850 kg/m^3 atau $0,284 \text{ lb/in}^3$) [4] dan modulus Young adalah 210 GPa ($30.000.000 \text{ psi}$).

Pengelompokkan baja dilakukan berdasarkan kadar karbon :

a) Baja Karbon Rendah

Kandungan karbon pada baja ini antara $0,10$ sampai $0,25 \%$. Karena kadar karbon yang sangat rendah maka baja ini lunak dan tentu saja tidak dapat dikeraskan, dapat ditempa, dituang, mudah dilas dan dapat dikeraskan permukaannya (*case hardening*) 30 Baja dengan prosentase karbon dibawah 0.15% memiliki sifat *mach ability* yang rendah dan biasanya digunakan untuk konstruksi jembatan, bangunan, dan lainnya.

b) Baja Karbon Sedang

Komposisi campuran besi dan karbon, kadar karbon $0,4\% - 0,6\%$. Sifat lebih kenyal dan keras. Digunakan untuk sebagian besar permesinan, penempaan, komponen otomotif, poros, dan rel baja . Contohnya adalah baja ST 60, yaitu baja dengan presentase kandungan karbon pada besi sebesar $0,3 \%$ C - $0,59 \%$ C dengan titik didid $15.500 \text{ }^\circ\text{C}$ dan titik lebur $29.000 \text{ }^\circ\text{C}$ dan memiliki kekuatan tarik sebesar 60 kg/mm^2 sekitar 600 N/mm^2 . Pada standarisasi jerman , baja kontruksi dinyatakan dengan huruf ST kemudian diikuti dengan angka yang menunjukkan kekuatan tarik minimum. Baja merupakan golongan baja karbon rendah yang memiliki kandungan karbon $0,492\%$, hal ini dibuktikan dengan pengujian

komposisi yang dilakukan di Politeknik Ceper Klaten yang dapat dilihat di tabel bawah ini :

Table 2.1 Komposisi Baja ST 60

C	Si	Mn	S	FE	Cu
0,492%	0,292	0,654%	0,047	97,9	0,0247

Sumber: Hasil Uji Komposisi di Politeknik Ceper Klaten

b) Baja Karbon Tinggi

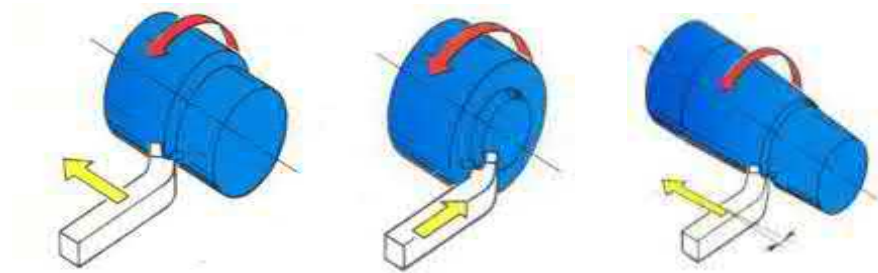
Komposisi campuran besi dan karbon. Kadar karbon 0,6 - 0,99% , sangat kuat dan digunakan untuk per/pegas dan kawat kekuatan tinggi. Karbon baja yang berhasil dapat menjalani perlakuan panas memiliki kandungan karbon di kisaran 0,30 - 1,70% berat. Jejak kotoran dari berbagai elemen lainnya dapat memiliki dampak yang signifikan terhadap kualitas baja yang dihasilkan. Jumlah jejak belerang khususnya membuat baja merah pendek. Paduan baja karbon rendah, seperti kelas A36, mengandung belerang sekitar 0,05% dan mencair sekitar 1.426-1.538 ° C (2.599 – 2.800 °F) . Mangan sering ditambahkan untuk meningkatkan kemampuan pengerasan baja karbon rendah. Penambahan ini mengubah materi menjadi baja paduan rendah dengan beberapa definisi, tetapi definisi AISI dari baja karbon memungkinkan hingga 1,65% mangan berat.

2.2.2 Proses Pemesinan

Mesin bubut merupakan salah satu mesin proses produksi yang dipakai untuk membentuk benda kerja yang berbentuk silindris. Pada prosesnya benda kerja terlebih dahulu dipasang pada *chuck* (pencekam) yang terpasang pada spindel mesin, kemudian spindel dan benda kerja diputar dengan kecepatan sesuai

perhitungan. Alat potong (pahat) yang dipakai untuk membentuk benda kerja akan disayatkan pada benda kerja yang berputar. Umumnya pahat bubut dalam keadaan diam, pada perkembangannya ada jenis mesin bubut yang berputar alat potongnya, sedangkan benda kerjanya diam.

Secara umum terdapat beberapa gerakan utama pada mesin bubut. Yang pertama yaitu gerakan pemakanan dengan pahat sejajar terhadap sumbu benda kerja pada jarak tertentu sehingga akan membuang permukaan luar benda kerja atau biasa disebut dengan proses bubut rata. Lalu terdapat pemakanan yang identik dengan proses bubut rata, tetapi arah gerakan pemakanan tegak lurus terhadap sumbu benda kerja atau gerak pemakanannya menuju ke sumbu benda kerja, gerak pemakanan ini biasa disebut proses bubut permukaan (*surface turning*). Dan yang terakhir adalah proses bubut tirus (*taper turning*), proses bubut ini sebenarnya identik dengan proses bubut rata di atas, hanya jalannya pahat membentuk sudut tertentu terhadap sumbu benda kerja (Widarto, 2008:144).

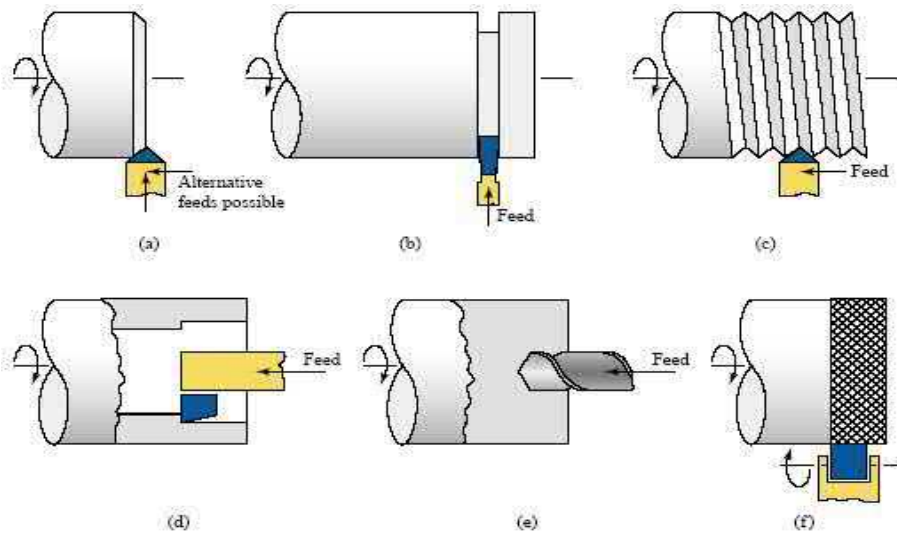


Gambar 2.1 Proses Bubut Rata, Bubut Permukaan dan Bubut Tirus

(Sumber : Widarto, 2008:144)

Dari proses-proses gerakan pembubutan diatas, secara umum mesin bubut dapat melakukan beberapa proses permesinan, yaitu bubut dalam (*internal*

turning), proses pembuatan lubang dengan mata bor (*drilling*), proses memperbesar lubang (*boring*), pembuatan ulir (*thread cutting*), dan pembuatan alur (*grooving/partingoff*). Proses tersebut dilakukan di Mesin Bubut dengan bantuan/tambahan peralatan lain agar proses pemesinan bisa dilakukan .



Gambar 2.2 Proses Permesinan yang dapat dilakukan pada Mesin Bubut (a) Pembubutan Pinggul (*Chamfering*), (b) Pembubutan Alur (*Parting-off*), (c) Pembubutan Ulir (*Threading*), (d) Pembuatan Lubang (*Boring*), (e) Pembuatan Lubang (*Drilling*), (f) Pembuatan Kartel (*Knurling*).

(Sumber : Widarto, 2008:147)

2.2.3 Parameter Proses Pembubutan

Dalam Teori dari Teknologi Proses Permesinan secara umum pada proses bubut terdapat tiga parameter utama yaitu kecepatan potong (v), laju pemakanan (f), dan kedalaman pemakanan (a). Hal ini digunakan untuk melakukan proses

perhitungan pada saat kita akan mengerjakan suatu benda kerja agar di dapat hasil yang maksimal. Elemen dasar pada proses bubut dapat diketahui menggunakan rumus yang dapat diturunkan berdasarkan Gambar 2.2 di atas dimana kondisi pemotongan ditentukan sebagai berikut :

- Benda kerja ; d_o = diameter awal (mm)
 d_m = diameter akhir (mm)
 l_t = panjang permesinan (mm)
- Pahat ; K_r = sudut potong utama ($^{\circ}$)
 γ° = sudut geram ($^{\circ}$)
- Mesin bubut ; a = kedalaman potong (mm)

$$a = \frac{(d_o - d_m)}{2} \text{ (mm)} \dots\dots\dots(2.1)$$

f = laju pemakanan (mm/r)

n = putaran poros utama (r/min)

Elemen dasar dapat dihitung dengan rumus-rumus berikut :

- Kecepatan potong :

$$v = \frac{\pi \cdot d \cdot n}{1000} ; \text{ m/min}, \dots\dots\dots(2.2)$$

dimana, d = diameter rata-rata ; mm, yaitu,

$$d = \frac{d_o + d_m}{2} \text{ (mm)} \dots\dots\dots(2.3)$$

- Kecepatan makan :

$$v_f = f \cdot n \text{ (mm/min)} \dots\dots\dots(2.4)$$

- Waktu pemotongan :

$$t_c = \frac{l_t}{v_f} ; \text{ min}, \dots\dots\dots(2.5)$$

Dari parameter yang disebutkan di atas, parameter utama yang secara umum dapat diatur pada mesin bubut yaitu kecepatan putar (*spindel speed*), laju pemakanan (*feed rate*) dan kedalaman pemakanan (*depth of cut*). Faktor yang lain seperti bahan benda kerja dan jenis pahat sebenarnya juga memiliki pengaruh yang cukup besar, tetapi tiga parameter di atas adalah bagian yang bisa diatur oleh operator langsung pada mesin bubut.

a. Kecepatan putar

Kecepatan putar (*spindle speed*), selalu dihubungkan dengan sumbu utama (*spindel*) dan benda kerja. Kecepatan putar dinotasikan sebagai putaran per menit (*rotations per minute, rpm*). Akan tetapi yang diutamakan dalam proses bubut adalah kecepatan potong (*cutting speed*) atau kecepatan benda kerja dilalui oleh pahat / keliling benda kerja.

$$n = \frac{1000 \cdot Cs}{\pi \cdot d} \text{ (put/menit)}$$

dimana:

Cs = Kecepatan potong (m/menit).

d = Diameter benda kerja (mm).

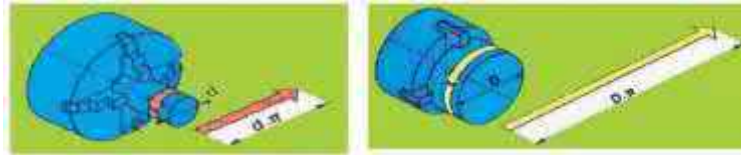
n = Jumlah putaran tiap menit (Rpm).

π = 3,14

b. Kecepatan potong

Kecepatan potong (*cutting speed*) adalah panjang ukuran lilitan pahat terhadap benda kerja atau dapat juga disamakan dengan panjang tatal yang terpotong dalam ukuran meter yang diperkirakan apabila benda kerja berputar selama satu menit. Secara sederhana kecepatan potong dapat digambarkan

sebagai keliling benda kerja dikalikan dengan kecepatan putar atau seperti yang ditunjukkan pada persamaan 2.2 (Widarto, 2008).



Gambar 2.3 Panjang Permukaan Benda Kerja yang Dilalui Pahat Setiap Putaran
(Sumber : Widarto, 2008:146)

Dengan demikian kecepatan potong ditentukan oleh diameter benda kerja. Selain kecepatan potong ditentukan oleh diameter benda kerja faktor bahan benda kerja dan bahan pahat sangat menentukan harga kecepatan potong. Pada dasarnya pada waktu proses bubut kecepatan potong ditentukan berdasarkan bahan benda kerja dan pahat.

$$C_s = \frac{n \cdot \pi \cdot d}{1000} \text{ (mm/menit)}$$

dimana:

C_s = Kecepatan potong (m/menit).

d = Diameter benda kerja (mm).

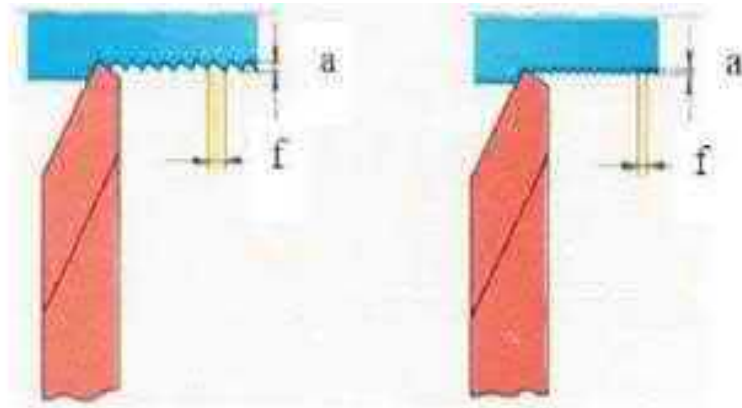
n = Jumlah putaran tiap menit (Rpm).

π = 3,14

c. Laju Pemakanan

Laju pemakanan (*feed rate*), adalah jarak yang ditempuh pahat pada setiap putaran benda kerja, dengan gerakan ini maka akan mengalir geram yang dihasilkan (Gambar 2.4), sehingga satuan f adalah mm/putaran. Laju pemakanan ditentukan berdasarkan kekuatan mesin, material benda kerja, material pahat, bentuk pahat, dan terutama kehalusan permukaan yang diinginkan. Laju

pemakanan biasanya ditentukan dalam hubungannya dengan kedalaman pemakanan (a).



Gambar 2.4 Gerak Makan (f) dan Kedalaman Potong (a)

(Sumber : Widarto, 2008:146)

$$V = f \cdot n \text{ (mm.menit}^{-1}\text{)}$$

Dimana :

v = Kecepatan Pemakanan dalam mm/min.

f = Laju Pemakanan dalam mm/rev.

n = kecepatan *spindle* dalam RPM

d. Kedalaman pemakanan

Kedalaman pemakanan (*depth of cut*), adalah dalamnya pahat menusuk benda kerja saat penyayatan atau tebalnya tatal bekas pembubutan (Gambar 2.7). Ketika pahat memotong sedalam a , maka diameter benda kerja akan berkurang dua kali kedalaman a , karena bagian permukaan benda kerja yang dipotong ada di dua sisi, akibat dari benda kerja yang berputar (Widarto,2008:146).

Selain dari penurunan rumus parameter proses pembubutan juga dapat ditentukan dari material benda kerja dan diameter benda kerja serta material

pahat. Menurut Daryus, Asyari (2007) bahwa standar proses pembubutan pada kedalaman pemakanan dengan proses pengerjan halus 0,38-2,29 mm dan pada proses pengerjaan kasar 4,75 – 9,53 mm.

Tabel 2.2 Standar Umum Vc (Kecepatan Potong)

Bahan	Pahat HSS		Pahat Karbida	
	Halus	Kasar	Halus	Kasar
Baja perkakas	75-100	25-45	185-230	110-140
Baja karbon rendah	70-90	25-40	170-215	90-120
Baja karbon sedang	60-85	20-40	140-185	75-110
Besi cor kelabu	40-45	25-30	110-140	60-75
Kuningan	85-110	45-70	185-215	120-150
Alumunium	70-110	30-45	140-215	60-90

Keterangan : Halus = kedalaman pemakanan 0,38 - 2,29 mm, laju pemakanan 0,15 - 0,25 mm/put

Kasar = kedalaman pemakanan 4,75 - 9,53 mm, laju pemakanan 0,75 - 1,27 mm/put

(Sumber : Asyari Daryus , 2014:58)

2.2.4 Mesin Bubut CNC

Mesin CNC (*Computer Numerical Control*) adalah suatu mesin yang dikontrol oleh komputer dengan menggunakan bahasa *numerik* (data perintah dengan kode angka, huruf dan simbol) sesuai standart ISO yang digunakan untuk membuat benda kerja. Mesin perkakas CNC merupakan mesin perkakas untuk membuat benda kerja yang presisi dan dapat melakukan interpolasi yang diarahkan secara *numerik* (berdasarkan angka) yang dilengkapi dengan berbagai alat potong. Parameter sistem operasi/sistem kerja CNC dapat diubah melalui

program perangkat lunak (software load program) yang sesuai (Sumbodo, 2008:402).

CNC singkatan dari *Computer Numerically Controlled* yang merupakan mesin perkakas yang dilengkapi dengan sistem *control* berbasis komputer yang mampu membaca instruksi kode N dan G (G – kode) yang mengatur kerja sistem peralatan mesinnya, yakni sebuah alat mekanik bertenaga mesin yang digunakan untuk membuat komponen atau benda kerja.

Dari segi jenisnya mesin perkakas CNC dapat dibagi menjadi tiga jenis, antara lain: (a) mesin CNC 2A yaitu mesin CNC 2 aksis, karena gerak pahatnya hanya pada arah dua sumbu koordinat (aksis) yaitu X, dan Z, atau dikenal dengan mesin bubut CNC. (b) mesin CNC 3A, yaitu mesin CNC 3 aksis atau mesin yang memiliki gerakan sumbu utama ke arah sumbu koordinat X, Y, dan Z, atau dikenal dengan mesin frsais CNC. (c) mesin CNC kombinasi (*arbeitscentrum*), yaitu mesin CNC bubut dan frais yang dilengkapi dengan peralatan pengukuran sehingga dapat melakukan pengontrolan kualitas benda kerja yang dihasilkan. Mesin CNC pada umumnya berupa mesin CNC bubut dan mesin CNC frais (Sumbodo, 2008 : 404 – 405).

Mesin CNC TU 2A (*Training Unit 2 Aksis*) merupakan mesin bubut CNC yang memiliki dua sumbu gerakan yaitu sumbu X dan sumbu Z. Sumbu X menunjukkan besar kecilnya diameter sedangkan sumbu Z menunjukkan panjang langkah pahat/alat potong. Simbol 2A menunjukkan jumlah sumbu (sumbu X dan sumbu Z). Selain dapat dijalankan secara otomatis mesin ini dapat juga melayani eksekusi manual.



Gambar 2.5 Mesin CNC *Turning*

(Sumber : Sumbodo, 2008: 403)

2.2.5 Kekasaran Permukaan

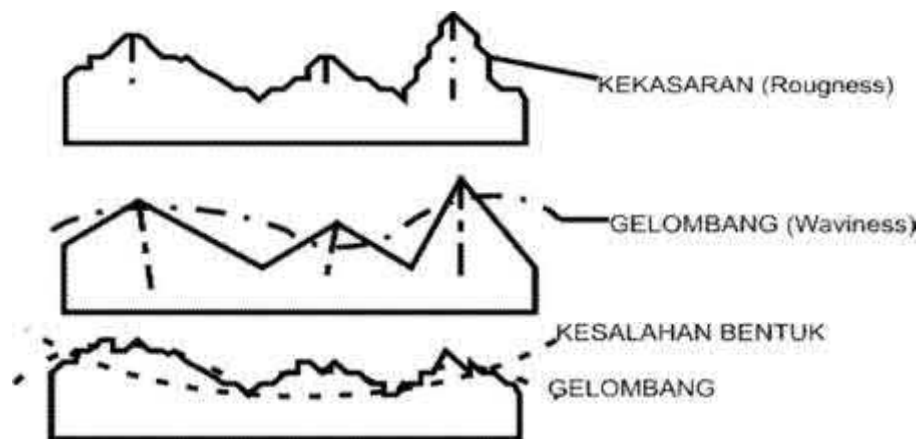
Kekasaran permukaan adalah penyimpangan rata-rata aritmetik dari garis rata-rata permukaan. Dalam dunia industri, permukaan benda kerja memiliki nilai kekasaran permukaan yang berbeda, sesuai dengan kebutuhan dari penggunaan alat tersebut. Semakin halus suatu permukaan benda kerja maka tingkat kualitasnya semakin baik. Pada nilai kekasaran permukaan terdapat beberapa kriteria nilai kualitas (N) yang berbeda, dimana Nilai kualitas kekasaran permukaan tersebut telah diklasifikasikan oleh ISO. Nilai kualitas kekasaran permukaan terkecil dimulai dari N1 yang memiliki nilai kekasaran permukaan (Ra) $0,025 \mu m$ dan nilai yang paling tinggi adalah N12 dengan nilai kekasarannya $50 \mu m$.

1. Permukaan Benda Kerja

Permukaan adalah suatu batas yang memisahkan benda padat dengan sekitarnya. Istilah lain yang berkaitan dengan permukaan yaitu profil. Profil atau

bentuk suatu permukaan adalah garis hasil pemotongan secara normal atau serong dari suatu penampang permukaan (Munadi, 1988).

Bentuk dari suatu permukaan dapat dibedakan menjadi dua yaitu permukaan yang kasar (*roughness*) dan permukaan yang bergelombang (*waviness*). Permukaan yang kasar berbentuk gelombang pendek yang tidak teratur dan terjadi karena getaran pisau (pahat) potong atau proporsi yang kurang tepat dari pemakanan (*feed*) pisau potong dalam proses pembuatannya. Sedangkan permukaan yang bergelombang mempunyai bentuk gelombang yang lebih panjang dan tidak teratur yang dapat terjadi karena beberapa faktor misalnya posisi senter yang tidak tepat, adanya gerakan tidak lurus (*non linier*) dari pemakanan (*feed*), getaran mesin, tidak imbangnya (*balance*) batu gerinda, perlakuan panas (*heat treatment*) yang kurang baik, dan sebagainya. Dari kekasaran (*roughness*) dan gelombang (*waviness*) inilah kemudian timbul kesalahan bentuk (Munadi, 1988:224).

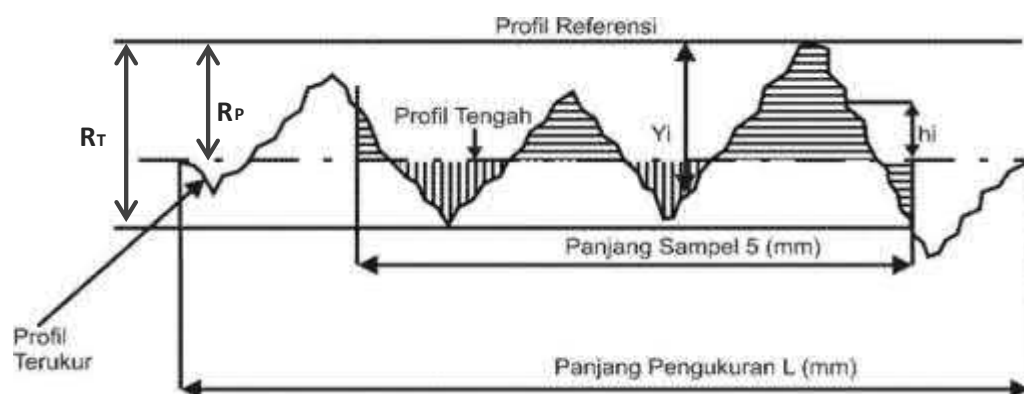


Gambar 2.6 Kekasaran, gelombang dan kesalahan bentuk dari suatu permukaan

(Sumber : Munadi, 1988:225)

2. Parameter Kekasaran Permukaan

Untuk mengukur kekasaran permukaan, sensor (*stylus*) alat ukur harus digerakkan mengikuti lintasan yang berupa garis lurus dengan jarak yang telah ditentukan. Panjang lintasan ini disebut dengan panjang pengukuran (*traversing length*). Sesaat setelah jarum bergerak dan sesaat sebelum jarum berhenti alat ukur melakukan perhitungan berdasarkan data yang dideteksi oleh jarum peraba. Bagian permukaan yang dibaca oleh sensor alat ukur kekasaran permukaan disebut panjang sampel (Choirul, 2014:20).



Gambar 2.7 Profil suatu permukaan.

(Sumber : Munadi, 1988:227)

Menurut Munadi pada Dasar-dasar Metrologi Industri (1988) dijelaskan beberapa bagian dari profil permukaan dari suatu permukaan, yaitu :

a. Profil Geometris Ideal (*Geometrically Ideal Profile*)

Profil ini merupakan profil dari geometris permukaan yang ideal yang tidak mungkin diperoleh dikarenakan banyaknya faktor yang mempengaruhi dalam proses pembuatannya.

b. Profil Referensi (*Reference Profile*)

Profil ini digunakan sebagai dasar dalam menganalisis karakteristik dari suatu permukaan.

c. Profil Terukur (*Measured Profile*)

Profil terukur adalah profil dari suatu permukaan yang diperoleh melalui proses pengukuran.

d. Profil Dasar (*Root Profile*)

Profil dasar adalah profil referensi yang digeserkan ke bawah hingga tepat pada titik paling rendah pada profil terukur.

e. Profil Tengah (*Centre Profile*)

Profil tengah adalah profil yang berada ditengah-tengah dengan posisi sedemikian rupa sehingga jumlah luas bagian atas profil tengah sampai pada profil terukur sama dengan jumlah luas bagian bawah profil tengah sampai pada profil terukur.

f. Kedalaman Total (*Peak to Valley*), R_t

Kedalaman total ini adalah besarnya jarak dari profil referensi sampai dengan profil dasar.

g. Kedalaman Perataan (*Peak to Mean Line*), R_p

Kedalaman perataan (R_p) merupakan jarak rata-rata dari profil referensi sampai dengan profil terukur.

h. Kekasaran Rata-rata Aritmetis (*Mean Roughness Index*), R_a

Kekasaran rata-rata merupakan harga-harga rata-rata secara aritmetis dari harga absolut antara harga profil terukur dengan profil tengah. □ Kekasaran Rata-rata Kuadratis (*Root Mean Square Height*), R_g Besarnya harga kekasaran rata-rata

kuadratis ini adalah jarak kuadrat rata-rata dari harga profil terukur sampai dengan profil tengah.

Tabel 2.3 Toleransi harga kekasaran rata-rata R_a

Kelas kekasaran	Harga C.L.A (μm)	Harga R_a (μm)	Toleransi $N_{\pm 20\%}^{-25\%}$	Panjang sampel (mm)
N1	1	0.0025	0.02 – 0.04	0.08
N2	2	0.05	0.04 – 0.08	
N3	4	0.0	0.08 – 0.15	0.25
N4	8	0.2	0.15 – 0.3	
N5	16	0.4	0.3 – 0.6	
N6	32	0.8	0.6 – 1.2	
N7	63	1.6	1.2 – 2.4	0.8
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	

(Sumber: Munadi,1988:230)

Tabel 2.4 Toleransi harga kekasaran rata-rata R_a Dari Hasil Pengerjaan Beberapa Proses Pengerjaan

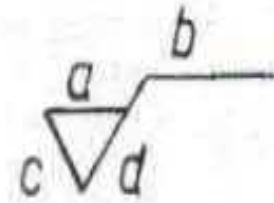
Proses pengerjaan	Selang (N)	Harga R_a
<i>Flat and cylindrical lapping,</i>	$N_1 - N_4$	0.025 – 0.2
<i>Superfinishing Diamond turning</i>	$N_1 - N_6$	0.025 – 0.8
<i>Flat cylindrical grinding</i>	$N_1 - N_8$	0.025 – 3.2
<i>Finishing</i>	$N_4 - N_8$	0.1 – 3.2
<i>Face and cylindrical turning, milling and reaming</i>	$N_5 - N_{12}$	0.4 – 50.0
<i>Drilling</i>	$N_7 - N_{10}$	1.6 – 12.5
<i>Shapping, planing, horizontal milling</i>	$N_6 - N_{12}$	0.8 – 50.0
<i>Sandcasting and forging</i>	$N_{10} - N_{11}$	12.5 – 25.0
<i>Extruding, cold rolling, drawing</i>	$N_6 - N_8$	0.8 – 3.2
<i>Die casting</i>	$N_6 - N_7$	0.8 – 1.6

(Sumber : Munadi, 1988:230)

3. Penunjukkan Konfigurasi Permukaan

Menurut (Azhar, 2014) bahwa pada gambar teknik penunjukkan konfigurasi permukaan ditunjukkan dengan simbol berupa segitiga sama sisi dengan salah satu sudutnya bersentuhan dengan permukaan. Menurut (Wirawan dkk, 2008:

127) menyatakan bahwa kualitas permukaan benda yang akan dikerjakan dengan mesin akan ditandai dengan simbol sebagai berikut :



Gambar 2.8 Penunjukkan Konfigurasi Permukaan

(Sumber : Wirawan dkk, 2008: 127)

Dimana:

a = Harga/tingkat kekasaran

b = Jenis Pengerjaan

c = ukuran lebih (allowance)

d = serat alur/serat pengerjaan potong

Alat ukur kekasaran permukaan yang digunakan adalah *surface roughness tester*, alat ini dapat digunakan untuk mengamati ataupun mengukur kekasaran permukaan dengan standar ISO. Beberapa data yang dapat ditunjukkan oleh alat uji kekasaran permukaan ini adalah nilai parameter-parameter dari kekasaran permukaan dan grafik kekasaran permukaannya. Semakin rendah tingkat kekasaran suatu produk maka semakin baik juga kualitas produk.

2.2.6 Pengukuran Kekasaran

Menurut Munadi (1989:237) cara pengukuran permukaan dapat dibedakan menjadi dua kelompok yaitu: pengukuran permukaan secara tak langsung atau membandingkan dan pengukuran permukaan secara langsung.

1. Pengukuran secara tidak langsung

Dalam pemeriksaan permukaan secara tidak langsung atau membandingkan ini ada beberapa cara yang bisa dilakukan, antara lain yaitu dengan meraba (*touch inspection*), dengan melihat/mengamati (*visual inspection*), dengan menggaruk (*scratch inspection*), dengan mikroskop (*microscopic inspection*) dan dengan potografi permukaan (*surface photographs*).

2. Pengukuran kekasaran secara langsung

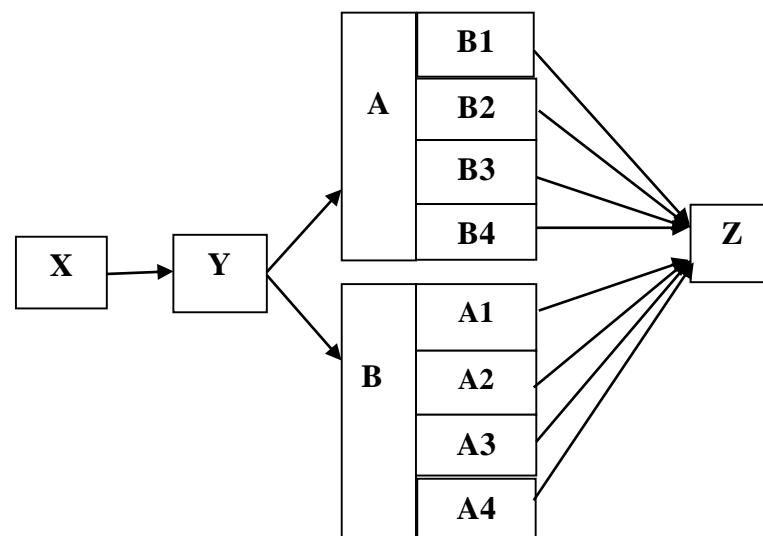
Pengukuran kekasaran permukaan secara langsung adalah dengan menggunakan peralatan yang dilengkapi dengan peraba yang disebut *stylus*. *Stylus* merupakan peraba dari alat ukur kekasaran permukaan yang bentuknya konis atau piramida. Bagian ujung dari *stylus* ini ada yang berbentuk rata dan ada pula yang berbentuk radius. Untuk ujung *stylus* yang berbentuk radius, jari-jari keradiusannya biasanya sekitar 2 μm .

2.3 Kerangka Pikir

Kerangka pikir merupakan arahan untuk mendapatkan jawaban sementara dari permasalahan yang diteliti. Berdasarkan kajian pustaka dan kajian teori yang ada dalam kaitannya dengan penelitian eksperimen berjudul “Pengaruh Laju Pemakanan dan Kedalaman Potong Pada Proses CNC *Turning* Terhadap Tingkat Kekasaran Permukaan Baja ST 60” terdapat beberapa variabel yaitu laju pemakanan dan kedalaman pemakan sebagai variabel bebas dan tingkat kekasaran permukaan Baja ST 60 sebagai variabel terikat. Suatu komponen mesin yaitu poros membutuhkan tingkat kekasaran permukaan yang rendah dan optimal untuk

mendapatkan kualitas yang baik, tingkat kekasaran permukaan dipengaruhi oleh beberapa faktor diantaranya adalah laju pemakanan dan kedalaman pemakanan.

Tingkat kekasaran permukaan hasil proses permesinan erat hubungannya dengan parameter pemotongan. Diantaranya laju pemakanan dan kedalaman pemakanan. Dalam penelitian ini akan divariasikan menjadi empat, yaitu laju pemakanan adalah 0,05 m/rev, 0,1 m/rev, 0,4 m/rev, 0,5 m/rev, kedalaman pemakanan akan divariasikan menjadi empat yaitu 0,2 mm, 0,3 mm, 2,3 mm, 2,5 mm Hasil permesinan tersebut nantinya akan diuji dengan Surface Roughness untuk mengetahui nilai kekasarannya.



Gambar 2.9 kerangka pikir

Keterangan :

- X = Proses Pembubutan
- Y = Spesimen Baja St 60
- A = Laju Pemakanan (Kontrol 0,2 mm/rev)

- A1 = 0,05 mm/rev
- A2 = 0,1 mm/rev
- A3 = 0,4 mm/rev
- A4 = 0,5 mm/rev
- B = Kedalaman Potong (Kontrol 1,3 mm)
- B1 = 0,2 mm
- B2 = 0,3 mm
- B3 = 2,3 mm
- B4 = 2,5 mm
- Z = Pengujian nilai kekasaran

BAB V

KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian yang dilakukan pada pengaruh kedalaman pemakanan dan laju pemakanan terhadap kekasaran permukaan baja karbon ST 60 dapat disimpulkan bahwa :

1. Ada pengaruh laju pemakanan terhadap tingkat kekasaran permukaan pembubutan baja karbon ST 60 dengan menggunakan kedalaman pemakanan kontrol sebesar 1,3 mm dimana nilai kekasaran dengan kedalaman pemakanan 0,05 mm/rev, 0,1 mm/rev, 0,4 mm/rev, dan 0,5 mm/rev secara berturut-turut mengalami perbedaan yang signifikan. Disimpulkan bahwa semakin tinggi laju kedalaman yang digunakan, maka menghasilkan nilai kekasaran yang tinggi, dan sebaliknya semakin rendah laju pemakanan yang digunakan maka nilai kekasaran yang dihasilkan semakin rendah. Hasil kekasaran paling rendah didapatkan pada laju pemakanan 0,05 mm/rev yaitu sebesar 1,463 μm .
2. Ada pengaruh kedalaman pemakanan terhadap tingkat kekasaran permukaan pembubutan baja karbon ST 60 dengan menggunakan laju pemakanan kontrol sebesar 0,2 mm/rev dimana nilai kekasaran dengan kedalaman pemakanan 0,2 mm, 0,3 mm, 2,3 mm, dan 2,5 mm secara berturut-turut mengalami perbedaan yang signifikan. Disimpulkan bahwa semakin tinggi kedalaman potong dengan *feedrate* 0,2 mm/rev yang digunakan, maka

menghasilkan nilai kekasaran yang rendah. Hasil kekasaran paling rendah didapatkan pada kedalaman pemakanan 2,5 mm yaitu sebesar 2,220 μm .

5.2 Saran

Berdasarkan penelitian yang sudah dilakukan, maka pada penelitian selanjutnya sebaiknya memperhatikan beberapa saran berikut ini:

1. Untuk penggunaan variasi laju pemakanan dengan kedalaman pemakanan kontrol 1,3 mm didapat nilai kekasaran paling rendah sebesar 1,463 μm pada laju pemakanan 0,05 mm/rev. Jadi dapat disimpulkan bahwa semakin kecil laju pemakanan yang digunakan maka nilai kekasaran yang didapatkan semakin rendah, untuk itu jika ingin mendapatkan kekasaran yang lebih rendah maka disarankan menggunakan laju pemakanan yang lebih kecil.
2. Untuk penggunaan variasi kedalaman pemakanan dengan laju pemakanan kontrol 0,2 mm/rev didapat nilai kekasaran paling rendah sebesar 2,220 μm pada kedalaman pemakanan 2,5 mm/rev. Jadi dapat disimpulkan bahwa semakin tinggi kedalaman pemakanan yang digunakan maka nilai kekasaran yang didapatkan semakin rendah, untuk itu jika ingin mendapatkan kekasaran yang lebih rendah maka disarankan menggunakan kedalaman pemakanan yang lebih tinggi.
3. Untuk penelitian selanjutnya yang dapat diteliti adalah mengenai sudut pahat insert yang digunakan serta radius mata potong sesuai dengan spesifikasi pahat yang ada di pasaran karena ini juga dapat mempengaruhi tingkat hasil pembubutan benda supaya didapat hasil nilai kekasaran yang optimal.

DAFTAR PUSTAKA

- Abbas, H., Bontong, Y., Aminy, Y., Azis, N., dan Arief, S. 2013. *Pengaruh Parameter Pemotongan pada Operasi Pemotongan Milling terhadap Getaran dan Tingkat Kekasaran Permukaan (Surface Roughness)*, (<http://repository.unhas.ac.id>. diakses pada 20 desember 2018).
- Aditia Muhammad, A., Sakti Arya, M. 2013. *Pengaruh Jenis Pahat, Kecepatan Spindle Dan Kedalaman Pemakanan Terhadap Tingkat Kerataan Permukaan Dan Bentuk geram baja ST. 60 Pada Proses Bubut Konvensional* 01 (02) : 1 - 8.
- Choirul, Muhammad Azhar. 2014. *Analisis Kekasaran Permukaan Benda Kerja Dengan Variasi Jenis Material dan Pahat Potong*. Universitas Bengkulu. Bengkulu.
- Daryus, Asyari. 2007. *Diklat Kuliah Proses Produksi II*. Fakultas Teknik Universitas Darma Persada, Jakarta.
- Ervan Ferdiansyah, ST. 2013. *Ilmu Bahan Teknik*. Jakarta : kementerian Pendidikan dan Kebudayaan.
- Farokhi, M., Sumbodo, W., dan Rusiyanto. 2017. *Pengaruh Kecepatan Putar Spindle (RPM) Dan Jenis Sudut Pahat Pada Proses Pembubutan Terhadap Tingkat Kekasaran Benda Kerja Baja EMS 45* 15 (1) : 85 - 93.
- Firmansyah Rahmad, Y., Hasyim Achmadi, B. 2014. *Pengaruh Jumlah Mata Sayat Endmill Cutter, Kedalaman Pemakanan Dan Kecepatan Pemakanan (Feeding) Terhadap Tingkat Kekasaran Permukaan Benda*

Kerja Pada Mesin Milling CNC TU-3A Dengan Program G01 03 (02) : 38 - 43.

Fitriyah, L., Sakti Arya, M. 2014. *Pengaruh Jenis Benda Kerja, Kedalaman Pemakanan Dan Kecepatan Spindle Terhadap Tingkat Kerataan Permukaan Dan Bentuk Geram Baja St. 41 Dan St. 60 Pada Proses Milling Konvensional 2 (02).*

Gupta Kumar, P., Jangid, M., Srivastava, S. 2017. *An Investigation On Surface Roughness of A356 Alumunium Alloy In turning Process By Optimizing The Process Parameters 04 : 717 - 724.*

Hadimi. 2008 . *Pengaruh Perubahan Kecepatan Pemakanan Terhadap Kekasaran Permukaan Pada Proses Pembubutan (11).* Jurusan Teknik Mesin Politeknik Negeri Pontianak : 18 – 28.

I G. N.K. Yudhyadi., Rachmanto, T., Ramadan Adnan, A. 2016 . *Optimasi Parameter Permesinan Terhadap Waktu Proses Pada Pemrograman CNC Milling Dengan Berbasis CAD/CAM.* Jurusan Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Mataram : 38 - 39.

Kencanawati, K.P. 2017. *Modul Bahan Ajar Proses Pemesinan Mata Kuliah Produksi 1.* Denpasar : Universitas Udayana.

Kumar, N. Satheesh., Shetty, A., Setty, A., K, Ananth., Shetty, H. 2012. *Effect of spindle speed and feed rate on surface roughness of carbon steel in CNC turning 38 : 691 – 697.*

- Kurniawan Pebri, K., Irfai Mochamad, A 2014. *Pengaruh Variasi Kedalaman Pemakanan Dan Kecepatan Putar Spindle Terhadap Tingkat Kekasaran Permukaan Alumunium 6061 Pada Mesin CNC TU – 2A Dengan Program Absolute G01* 03 (01) : 120 – 125.
- Lesmono, I., Yunus. 2013. *Pengaruh Jenis Pahat, Kecepatan Spindle, Dan Kedalaman Pemakanan Terhadap Tingkat Kekasaran Dan Kekerasan Permukaan baja St 42 Pada Proses Bubut Konvensional*. JTM, 1 (3).
- Munadi, S. 1998. *Dasar – dasar Metrologi Industri*. Jakarta : Departemen Pendidikan dan Kebudayaan.
- Mustaqim., Kosjoko., Finali, A. 2015. *Pengaruh Kecepatan Pemakanan Terhadap Kekasaran Permukaan material JIS G-3123 SS 41 Dengan Metode Taguchi* : 1 - 10.
- Raul., Widiyanti., dan Poppy. 2016. *Pengaruh Variasi Kecepatan Potong Dan Kedalaman Potong Pada Mesin Bubut Terhadap Tingkat Kekasaran Permukaan Benda Kerja ST 41* (1) : 1 – 9.
- Siswanto, B., dan Sunyoto. 2018. *Pengaruh Kecepatan Dan Kedalaman Potong Pada Proses Pembubutan Konvensional Terhadap Kekasaran Permukaan Lubang*. *Jurnal Dinamika Vokasional Teknik Mesin* 3 (2) : 82- 86.
- Sugiyono. 2017 . *metode penelitian kuantitatif, kualitatif dan r&d*. bandung : CV. Alfabeta.

- Sulthan Adib, E. S. (2015). *Pengaruh Spindle Speed dan Feed Rate Terhadap Bottom Surface Roughness Pada Proses Milling CNC 4- Axis*. Jurusan Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Brawijaya: 1-10.
- Sumbodo, Wirawan. 2008. *Teknik Produksi Mesin Industri*. Jilid 2. Jakarta : Direktorat Pembinaan Sekolah Menengah Kejuruan (Departemen Pendidikan Nasional).
- Widarto. 2008 . *Teknik Pemesinan* . Jakarta : Direktorat Pembinaan Sekolah menengah Kejuruan.
- Zubaidi, A., Darmanto, I. 2012 . *Analisis pengaruh kecepatan putar dan kecepatan pemakanan terhadap kekasaran permukaan material FCD 40 pada mesin bubut CNC* : Universitas Wahid Hasyim Semarang.