

STUDI EKSPERIMEN PENGARUH KECEPATAN MAKAN PADA PROSES *HOT TURNING* TERHADAP KEKASARAN PERMUKAAN DAN AKURASI DIMENSI MATERIAL AISI 4140 MENGGUNAKAN LPG HEATING SYSTEM

Devy Christian Ningrum

S1 Teknik Mesin Manufaktur, Fakultas Teknik, Universitas Negeri Surabaya

E-mail : devyningrum1@mhs.unesa.ac.id

Akhmad Hafizh Ainur Rasyid

Jurusan Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Negeri Surabaya

E-mail: akhmadrasyid@unesa.ac.id

Abstrak

Proses *hot turning* adalah proses pembubutan material dengan penambahan pemanasan dimana untuk menjadikan material lebih lunak dengan mengurangi kekuatan gesernya dan mengurangi biaya pemesinan. Pelunakan benda kerja adalah metode yang lebih efektif daripada memperkuat alat pemotong dalam mesin konvensional. Pada proses *hot turning* dengan kenaikan temperatur permukaan pada benda kerja, hal ini akan berpengaruh terhadap tingkat kekasaran dan akurasi dimensi permukaan benda kerja. Variasi *feeding* yang berbeda juga mempengaruhi terhadap tingkat kekasaran dan akurasi dimensi permukaan benda kerja, Sehingga menimbulkan permasalahan yaitu bagaimana pengaruh variasi kecepatan makan pada proses *hot turning* terhadap tingkat kekasaran dan akurasi dimensi permukaan baja AISI 4140. Penelitian ini dilakukan dengan memvariasikan kecepatan makan 0.04 mm/min, 0.09 mm/min, 0.14 mm/min dengan penambahan temperatur. Benda kerja yang digunakan pada proses *hot turning* adalah AISI 4140 dengan kekerasan 44 HRC. Setelah proses dilakukan, selanjutnya pada benda kerja dilakukan pengujian kekasaran permukaan dan keakurasian dimensi. Hasil pengujian kekasaran permukaan menunjukkan bahwa semakin tinggi kecepatan makan pada proses *hot turning* maka hasil tingkat kekasaran rendah. kekasaran paling rendah didapat pada *feeding* 0.04mm/min yaitu 1,783 μm , sedangkan nilai kakasaran permukaan yang paling tinggi didapat pada *feeding* 0.14mm/min yaitu 3,882 μm . Penurunan tingkat kekasaran diiringi juga dengan penurunan keakurasian dimensi.

Kata kunci: *Hot Turning*, *LPG Heating System*, Kekasaran Permukaan dan Keakurasian Dimensi.

Abstract

The *hot turning* process is the process of turning material using additions where to make material easier by reducing shear strength and reducing machining costs. Softening workpieces is a more effective method than cutting tools in conventional machines. In the *hot turning* process with the increase in surface temperature on the workpiece, this will affect the level of roughness and dimensions of the workpiece surface. Different eating variations also affect the roughness and dimensions of the workpiece surface, because of differences of opinion about how the variation in feeding speed in the heat turn process to the level of roughness and dimensional dimensions of steel AISI 4140. This research was carried out by varying the feeding speed of 0.04 mm / min, 0.09 mm / min, 0.14 mm / min with temperature speed. The workpiece used in the *hot turning* process is AISI 4140 with 44 HRC defenses. The process after being carried out, then on the workpiece tested the surface roughness and accuracy dimension. The test results on the speed of change in the results of the heat turning process result in a low defeat rate. the lowest roughness was obtained at *feeding* 0.04 mm / min, which is 1.783 μm , while the highest surface coefficient value was obtained at 0.14 mm / min *feeding* which was 3.882 μm . . Reducing the level of defeat is also accompanied by a decrease in dimensional accuracy.

Keywords: *hot turning*, *LPG heating system*, surface roughness and dimensional accuracy.

PENDAHULUAN

Perusahaan manufaktur tidak lepas dari proses permesinan, khususnya proses mesin bubut. Proses bubut (*turning*) merupakan proses permesinan untuk menghasilkan bagian-bagian mesin berbentuk silindris yang dikerjakan dengan menggunakan mesin bubut.

Hot turning adalah proses pemnibutan material dengan penambahan pemanasan dimana untuk menjadikan material lebih lunak dengan mengurangi kekuatan gesernya dan mengurangi biaya permesinan. Parameter yang sangat menentukan kekasaran permukaan adalah kedalaman pemakanan (*depth of cut*), laju pemakanan (*feed rate*) dan kecepatan potong. hasil komponen proses pembubutan terutama kekasaran

permukaan sangat dipengaruhi oleh sudut potong, pahat, kecepatan makan (*feeding*), kecepatan potong (*cutting speed*), kedalaman pemotongan (*depth of cut*) dan lain-lain. (Steven, 2002).

Hasil penelitian mengenai variasi temperatur mempengaruhi kedalaman potong, kedalaman potong dan variasi temperature mempengaruhi kekasaran permukaan dengan menggunakan metode *heating system* (Ranganathan, 2010).

Penelitiannya “Peningkatan Akurasi Dimensi Produk Hasil Pemessinan Dengan *Repetition of Activity*” menyatakan pada pelatihan operator bubut pemula kesalahan ukuran sering terjadi karena lemahnya kemampuan membaca alat ukur dan penandaan ukuran pada mesin berulang tersebut akan meningkatkan kemampuan akurasi pemotongan yang ditandai dengan nilai standar deviasi yang lebih kecil selama beberapa kali proses latihan. Berdasarkan penelitian yang terdahulu maka penulis menemukan cara untuk meningkatkan kekasaran permukaan pada proses *hot turning* menggunakan LPG *heating system*.

Tujuan Penelitian

- Untuk mengetahui pengaruh variasi kecepatan makan terhadap kekasaran permukaan pada material baja AISI 4140 pada saat dilakukan proses *hot turning* menggunakan alat potong *carbide* tipe insert dengan penambahan LPG *heating system*.
- Untuk mengetahui pengaruh variasi kecepatan makan terhadap akurasi dimensi pada material baja AISI 4140 pada saat dilakukan proses *hot turning* menggunakan alat potong *carbide* tipe insert dengan penambahan LPG *heating system*.

Manfaat Penelitian

- Bagi peneliti sebagai tambahan referensi kepada peneliti dan perpustakaan jurusan Teknik Mesin UNESA untuk mengetahui tentang proses *bubut hot turning* menggunakan LPG *heating system*.
- Bagi mahasiswa sebagai tambahan wawasan bagi mahasiswa S1 Teknik Mesin Unesa khususnya konsentrasi manufaktur yang akan melaksanakan kegiatan penelitian pada bidang pembubutan dengan metode *hot turning*.

METODE

Jenis Penelitian

Berdasarkan permasalahan dan tujuan penelitian ini penulis menggunakan jenis penelitian uji eksperimen (*experimental research*) yang bertujuan untuk mengetahui pengaruh kecepatan makan pada proses *hot turning* terhadap kekasaran permukaan dan akurasi dimensi material AISI 4140 menggunakan LPG *heating system*.

Tempat dan Waktu Penelitian

• Tempat penelitian

Penelitian dilaksanakan di bengkel mesin bubut “SUMBER AYEM” Jawa Timur, Sidoarjo untuk proses pemotongan spesimen dan *hot turning*. Pengujian kekasaran permukaan dilakukan di Laboratorium Teknik Manufaktur UBAYA.

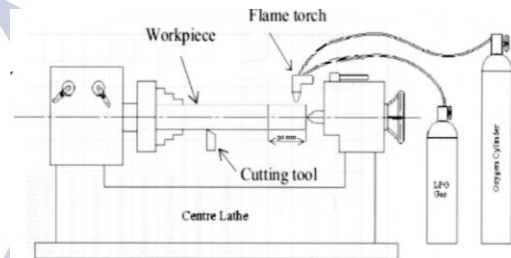
• Waktu Penelitian

Penelitian ini dilakukan pada Bulan September 2018 – Maret 2019.

Rancangan penelitian

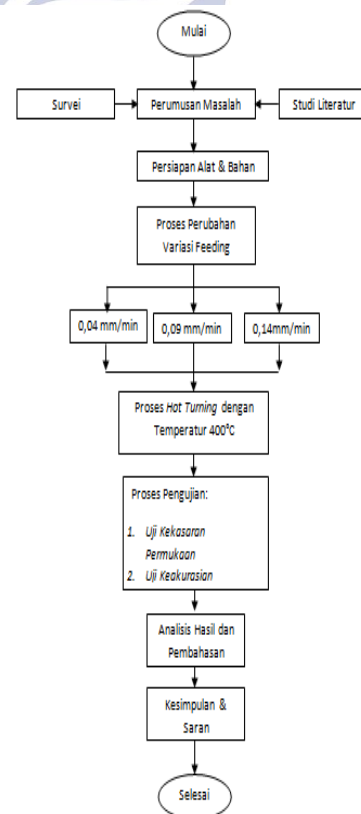
• Benda Kerja

Benda kerja (*workpiece*) yang dipanaskan dan dibubut hanya sepanjang 30 mm dari ujung *tail stock*.



Gambar 1. Shell and Tube Heat Exchanger

• Flowchart Penelitian



Gambar 2. Flowchart Proses Penelitian

Peneliti mengawali penelitian dengan studi literatur sehingga ditemukan rumusan masalah. Setelah itu

dilakukan persiapan alat dan bahan serta proses perubahan variasi *feeding*. Pengambilan data dilakukan dengan 3 variasi *feeding* 0.04 mm/min, 0.009 mm/min, dan 0.14 mm/min. Setelah itu dilakukan proses *hot turning* dengan temperatur 400°C. Proses selanjutnya adalah uji kekerasan permukaan dan uji keakurasian. Setelah mendapatkan hasil pengujian maka dianalisis.

Variabel Penelitian

Variabel penelitian adalah suatu sifat atau nilai dari orang, obyek atau kegiatan yang mempunyai variasi tertentu yang ditetapkan oleh peneliti untuk dipelajari dan kemudian ditarik kesimpulannya (Sugiyono, 2013).

- Variabel terikat:
 - Kekasaran permukaan material.
 - Akurasi dimensi
- Variabel bebas:
 - Kecepatan makan (*feeding*) dengan variasi *feeding* 0.04 mm/min, 0.09 mm/min, 0.14 mm/min.
- Variabel kontrol dalam penelitian ini adalah :
 - Uji kekerasan menggunakan alat *surface roughness tester*.
 - Material AISI 4140.
 - Kecepatan putaran 560 rpm.
 - Menggunakan pahat carbide tipe insert.
 - Proses pemanasan menggunakan campuran gas LPG dan oksigen.
 - Kedalaman pemakan 0.5 mm
 - Temperatur 400°C.

Alat, Bahan, dan Instrumen Penelitian

- Alat yang digunakan dalam penelitian adalah sebagai berikut:
 - Mesin bubut
 - *Brander las*
- Bahan yang digunakan dalam penelitian adalah sebagai berikut:
 - Baja AISI 4140
 - Tabung gas LPG dan oksigen
 - Pahat karbida
- Instrumen yang digunakan dalam proses penelitian adalah sebagai berikut:
 - *Surface roughness tester*
 - Jangka sorong
 - Termometer laser

Prosedur Penelitian

- Persiapan Alat
 - Menyiapkan mesin bubut dan *brander las*
- Persiapan Bahan
 - Menyiapkan material baja AISI 4140 , pahat carbide tipe insert , tabung gas LPG dan Oksigen.
- Proses *Hot Turning*
 - Benda kerja diletakkan pada *chuck*.
 - Cek kelurusan sumbu putar benda terhadap sumbu putar mesin.

- Mengatur skala pemotongan diameter pada eretan melintang.
- Mengatur skala pemotongan panjang benda kerja pada eretan memanjang.
- *LPG Heating System* yang terletak di dekat *toolpost* dinyalakan dan didekatkan pada permukaan benda kerja untuk memanaskan permukaan sampai *range* temperatur yang diinginkan.
- Agar api tidak mengenai pahat, torc bergerak sejajar sumbu utama dan diarahkan pada daerah permukaan benda kerja yang akan di bubut.
- Bubut benda kerja sepanjang 30 mm, Dinginkan secara cepat dengan air saat benda kerja sesudah di bubut.
- Pengukuran
 - Setelah material di proses *hot turning* , lakukan pengukuran akurasi dimensi secara melingkar sebanyak 5 titik.
 - Kemudian lakukan uji kekasaran permukaan dengan menggunakan alat *Surface Roughness Tester* .

Teknik Analisis Data

Penelitian ini menggunakan metode analisis data deskriptif, yaitu dengan mendeskripsikan data secara sistematis, faktual, dan akurat mengenai hasil yang diperoleh selama tahapan pengujian serta pengumpulan data. Data pengujian yang diperoleh akan diolah menggunakan excel dalam bentuk tabel dan grafik untuk memudahkan menganalisis dan mengetahui pengaruh kecepatan makan pada proses *hot turning* terhadap kekasaran permukaan dan akurasi dimensi material AISI 4140 menggunakan *LPG heating system*.

HASIL DAN PEMBAHASAN

• Hasil Pembuatan Spesimen

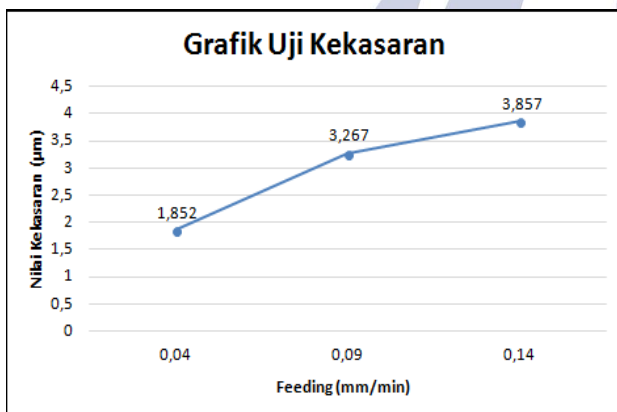
Material baja AISI 4140 pada proses *hot turning* menggunakan paha carbide tipe *insert* CNMG B10 kemudian dipotong menggunakan gerinda untuk pengujian pada specimen. kemudian dipotong menggunakan gerinda untuk pengujian pada specimen. Pada penelitian ini specimen terdiri dari 9 benda uji dimana dengan perlakuan yang sama, material yang sama, proses yang sama, hanya membedakan pada kecepatan makan yang digunakan. Dimensi specimen memiliki panjang 30 mm dan diameter 21 mm.



Gambar 1. Spesimen Hot Turning

- Hasil Uji Kekasaran Permukaan (Surface roughness)**

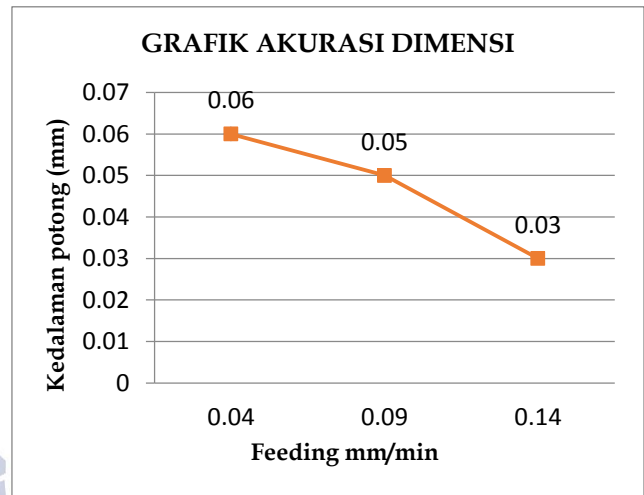
No.	Feeding(mm/min)	Spesimen	Kekasaran			Rata-Rata
			uji 1	uji 2	uji 3	
1	0.04	1	1,889	1,662	1,797	1,783
		2	1,993	1,877	1,889	1,920
		3	1,796	1,969	1,793	1,853
2	0.09	1	3,334	3,220	3,408	3,321
		2	3,246	3,351	3,233	3,277
		3	3,099	3,246	3,265	3,203
3	0.14	1	3,995	3,872	3,780	3,882
		2	3,745	3,988	3,759	3,831
		3	3,872	3,902	3,798	3,857

Gambar 2. Tabel Hasil Kekasaran Permukaan**Gambar 3. Grafik Tabel Kekasaran**

Berdasarkan hasil di atas rata-rata nilai kekasaran pada baja AISI 4140 menggunakan paha insert CNMG B10. Dari gambar 2 Menunjukkan bahwa semakin besar kecepatan makan pada proses *hot turning* akan menghasilkan tingkat kekasaran permukaan yang tinggi. Dimana nilai rata-rata kekasaran paling rendah didapat pada kecepatan pemakanan 0.04mm/min yaitu 1,852 µm, sedangkan nilai kakasaran permukaan yang paling tinggi didapat pada kecepatan pemakanan 0.14 yaitu 3,857 µm.

- Hasil Uji Keakurasian Dimensi**

Feeding (mm/min)	Sebelum (mm)	Setelah Proses Hot Turning (mm)					Rata - rata (x)	selisih	a.05
		a	b	c	d	e			
0,04	22,12	21,08	21,07	21,06	21,05	21,04	21,06	1,06	0,06
0,09	22,12	21,1	21,09	21,06	21,06	21,03	21,07	1,05	0,05
0,14	22,11	21,11	21,1	21,08	21,07	21,06	21,08	1,03	0,03

Gambar 4. Tabel Hasil Pengujian Akurasi Dimensi**Gambar 5. Grafik Akurasi Dimensi**

Dari tabel di atas maka terlihat bahwa akurasi dimensi yang paling tinggi diperoleh oleh spesimen dengan *feeding* 0.04 mm/min dan yang paling kecil dengan *feeding* 0.09 mm/min.

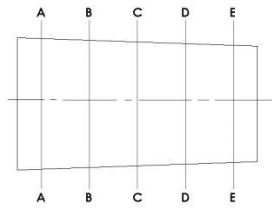
- Pengaruh Kecepatan Makan Terhadap Tingkat Kekasaran Permukaan pada Proses Hot Turning dengan Menggunakan LPG Heating System pada Baja AISI 4140**

Semakin besar *feeding* pada proses *hot turning* akan menghasilkan tingkat kekasaran permukaan yang tinggi, dan semakin kecil *feeding* akan menghasilkan tingkat kekasaran permukaan yang rendah. Dengan penambahan temperatur akan menurunkan kekasaran atau melunakkan benda kerja. Sehingga benda kerja mudah dimesin dan mengurangi gaya potong pada proses pembubutan.

- Pengaruh Kecepatan Makan Terhadap Keakurasian Dimensi pada Proses Hot Turning dengan Menggunakan LPG Heating System pada Baja AISI 4140**

proses *hot turning* berpengaruh terhadap keakurasian dimensi pada benda kerja. Perubahan akurasi dimensi paling besar dimiliki oleh *feeding* 0.04 mm/min dengan penyimpangan 0.07 mm yang artinya adalah benda kerja dari hasil proses *hot turning* lebih kecil dari yang seharusnya, dikarenakan pada saat proses *hot turning* pemanasan pada material tidak merata, sehingga terjadi *unbalance* pada proses pemotongan. Hal ini ditunjukkan dari hasil pengukuran akurasi dimensi bahwa ukuran benda pada titik a lebih besar dari titik e. Titik e lebih kecil dari a, dikarenakan a lebih dekat dengan tumpuan sehingga defleksi akibat proses yang *unbalance* lebih kecil. *Unbalance*

disebabkan karena pelunakkan material tidak seragam dan terjadinya defleksi pada proses pembubutan.



Gambar 6. Hasil Spesimen Setelah Proses *Hot Turning*

PENUTUP

Simpulan

Hasil penelitian dari proses pengaruh kecepatan makan pada proses *hot turning* menggunakan *LPG heating system* terhadap uji kekasaran dan akurasi dimensi, dapat disimpulkan bahwa:

- Hasil pengujian kekasaran permukaan menunjukkan semakin besar kecepatan makan pada proses *hot turning* akan menghasilkan tingkat kekasaran permukaan yang tinggi. Dimana nilai rata-rata kekasaran paling rendah didapat pada kecepatan pemakanan 0.04mm/min yaitu 1.852 μm , sedangkan nilai kekasaran permukaan yang paling tinggi didapat pada kecepatan pemakanan 0.14 yaitu 3.857 μm .
- Hasil pengujian akurasi dimensi dengan *feeding* 0.04 memiliki perubahan akurasi dimensi dengan nilai a 21,08mm dan nilai e 21,04mm, jadi penyimpangan pada *feeding* 0,04 yaitu nilai a dikurangi nilai e sebesar 0.04 mm. Sedangkan *feeding* 0.09 memiliki perubahan akurasi dimensi dengan nilai a 21,10mm dan nilai e 21,07mm, jadi penyimpangan pada *feeding* 0,09 yaitu nilai a dikurangi nilai e sebesar 0.03 mm. *feeding* 0.14 memiliki perubahan akurasi dimensi dengan nilai a 21,11mm dan nilai e 21,06mm, jadi penyimpangan pada *feeding* 0,14 yaitu nilai a dikurangi nilai e sebesar 0.05 mm. Semakin halus kekasaran permukaan yang digunakan dalam pengujian maka semakin besar tingkat akurasi hasil yang didapat.

Saran

Berdasarkan hasil penelitian maka diberikan saran sebagai berikut:

- Perhatikan variable control pada saat pembubutan agar hasil benda kerja bagus, seperti penambahan variasi kecepatan makan dan sudut kemiringan pahat.
- Bersihkan dahulu benda kerja dari karat menggunakan amplas sebelum dibubut.

- Proses *hot turning* memerlukan kehati-hatian dan ketelitian yang tinggi untuk menghasilkan tingkat ketelitian akurasi dimensi yang maksimal.

DAFTAR PUSTAKA

- Aaron Tugrul dan Daniel, (2003).
Menentukan Koefisien untuk media pendingin pahat polycrystalline cubic boron nitride.
- Amanto, (1999). Analisa Baja Karbon Rendah, Baja Karbon Sedang, Baja Karbon Tinggi.
- A.Zubaidi, I, Analisa Pengaruh Kecepatan Putar dan Kecepatan Makan Terhadap Kekasaran Permukaan Material FCD40 Pada Mesin Bubut CNC, Jurnal Tekni.
- Baggio, U. *The Recipe for Good Hard Turning.* Manufacturing Engineering.1996.Mesin, April 2012
- Berta Br Ginting, Study Pengaruh Parameter Pemotongan Material AISI 4140 Jurnal teknik mesin, Politeknik Negeri Meda, Januari 2014.
- Boothroyd, (1975). Pahat bubut *High Speed Steel* (HSS).
- Darmawan Arief, (1989/1990). Penyetelan kecepatan putar mesin diatur mekanisme penggerak utama.
- Farizi Z, Dkk, (2014). Analisa Kecepatan makan *Feeding*
- Fauzi Widyawati, Analisis Sifat Mekanik Pada Material AISI 4140 Untuk Aplikasi Gigi Bucket, Jurnal Teknik Mesin, Juli 2018.
- Harrison. I.S. *Detecting White Layer In Hard Turned Components Using Non-Destructive Methods.* 2004.
- Jonoaji dan Dewanto (1999). Pengaruh Parameter Potong dan Geometri Pahat Terhadap Kekasaran Permukaan pada Mesin Bubut.
- J.Y.Zhang, (2005). Menentukan kondisi pemotongan dan mekanisme pembuangan geram.
- Khoir Mujabirul, (2011). Pengaruh geometri alat potong terhadap jenis logam.
- Kecepatan Pemakanan (Feeding) <https://guruinsight.wordpress.com/2018/01/22/kecepatan-pemakanan-feed-fpada-mesin-bubut/>, Diakses 27 Juni 2018.
- Kurniawan Fajar, (2008). Pengaruh proses pembubutan benda kerja dengan hasil benda kerja berbentuk silinder.
- Leslie, (1983). Meningkatkan kekerasan HSS dengan di *quenching*.
- Penulis Faris Bintang Arifsa
<http://etd.repository.ugm.ac.id/> Optimasi parameter proses terhadap keakuratan dimensi dan kekasaran permukaan pada mesin 3d printer jenis fused deposition modelling menggunakan metode

taguchi Diakses tanggal 23 Mei 2018 pukul 09.28 WIB.

Proses Pembubutan

<http://digilib.unila.ac.id/11379/17/Bab%202.pdf> ,
Diakses 27 Juni 2018

Ranganathan S. (2010). *Evaluation of Machining Parameters of Hot Turning of Stainless Steel (Type 316) by Applying ANN and RSM*. Material and Manufacturing Processes India 2010.

Rochim, (2001) . Yang dimaksud dengan Permukaan adalah batas yang memisahkan benda padat dengan sekelilingnya.

Schmid R.Steven dan Kalpakjian Sarope, (2002) . Mengatakan bahwa parameter yang menentukan kekasaran permukaan adalah *depth of cut* dan *feed rate* .

Soejdono. 1978. Pengetahuan Logam I. Departemen Pendidikan dan Kebudayaan.Jakarta.

Suhardi Rudin Prasetyo, Optimasi Putaran Spindle, Gerak Makan dan Sudut Potong Utama Terhadap Kekasaran Permukaan Pada Hasil Bubut Material ST 42, Artikel Teknik Mesin , Universitas Nusantara PGRI Kediri, 2018.

Sumbodo W.(2008). Mesin bubut berat digunakan untuk benda kerja yang berdimensi besar.

Sunyoto, dkk. 2008. *Teknik Mesin Industri Jilid 1 untuk SMK*. Direktorat Pembinaan Sekolah Menengah Kejuruan. Departemen Pendidikan Nasional.

Surdia, (1985). Mengenai Kandungan Karbon Sesuai Kegunaannya.

Syamsudin, (1999). Pada proses pembubutan, pemakanan benda kerja yang sayatannya dilakukan dengan cara memutar benda kerja kemudian di kenakan pada pahat dan sejajar dengan sumbu putar dari benda kerja.

Widarto. 2008. *Teknik Pemesinan Jilid 1 untuk SMK*. Direktorat Pembinaan Sekolah Menengah Kejuruan. Departemen Pendidikan Nasional.

Yudianto Eko, (2016) . Dalam penelitiannya “pengulangan aktivitas latihan akan menghasilkan kemampuan peningkatan akurasi produk hasil pemesinan”.

Yuliarman, Kondisi Pemotongan Optimum Proses Pembubutan Keras Baja Perkakas AISI 01Menggunakan Pahat Keramik, Jurnal Teknik Mesin, Politeknik Negeri Padang.

Kirono, Sasi Eri. dkk. (2010). *Analisa Perubahan Dimensi Baja AISI 1045 Setelah Proses Perlakuan Panas (Heat Treatment)*, Universitas Muhammadiyah Jakarta. 2010.