

ANALISA MERK PAHAT DAN SUDUT POTONG PAHAT YANG BERBEDA PADA MESIN BUBUT KONVENSIONAL DALAM PROSES BUBUT RATA TERHADAP TINGKAT KEKASARAN PERMUKAAN BENDA KERJA ST 41

Anggi Firstamarsyah

S1 Pendidikan Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Negeri Surabaya

e-mail : anggifirstamarsyah@mhs.unesa.ac.id

Arya Mahendra Sakti

Jurusan Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Negeri Surabaya

e-mail : aryamahendrasakti@unesa.ac.id

Abstrak

Faktor-faktor yang mempengaruhi kualitas permukaan suatu benda kerja pada proses pemesinan terutama mesin bubut diantaranya adalah sudut potong pahat dan merk pahat dalam proses pembubutan nya, variasi kecepatan potong, posisi senter, getaran mesin, perlakuan panas yang kurang baik dan sebagainya (Munadi, 1988: 305). Pada penelitian ini penulis menggunakan 3 jenis sudut potong pahat dan juga 3 merk pahat yang bertujuan untuk menemukan merk pahat dan sudut potong pahat yang paling baik untuk pembubutan rata. Dalam penelitian ini 3 merk pahat yaitu : a. Pahat JCK HSS-E M2A1 $\frac{1}{2}$ " x $\frac{1}{2}$ " x 4", b. Pahat JASON HSS $\frac{1}{2}$ " x $\frac{1}{2}$ " x 4", c. HSS GS TUV $\frac{3}{8}$ " x 4" dan 3 sudut potong pahat yaitu a. 80° b. 85° c. 90° . Merk pahat berpengaruh terhadap nilai kekasaran permukaan, dikarenakan perbedaan nilai kekerasan pada setiap pahat berbeda, pahat yang paling tinggi nilai kekerasannya yaitu pahat HSS Jason dengan nilai kekerasan 68,17 Kg/mm² dan menghasilkan nilai kekasaran paling rendah yaitu 1.998 μ m, dan pahat yang nilai kekerasannya paling rendah adalah pahat HSS GS TUV dengan nilai kekerasan 64,47 Kg/mm² dan menghasilkan nilai kekasaran paling tinggi yaitu 3,42 μ m. Jadi nilai kekasaran terendah dihasilkan oleh nilai kekerasan pahat yang paling tinggi. Sudut potong pahat berpengaruh terhadap nilai kekasaran permukaan, semakin kecil sudut potong utama pahat (Kr) maka gaya potong akan semakin lebar, dan tebal geram juga akan semakin besar, semakin besar tebal geram maka akan mempengaruhi tingkat kekasaran yang lebih besar juga. Sudut potong yang paling tinggi nilai kekerasannya adalah 80° , dengan nilai kekasaran 3,42 μ m. Sudut potong yang paling rendah nilai kekerasannya adalah 90° , dengan nilai kekasaran 1.998 μ m.

Kata kunci: Kekasaran Permukaan, Pahat HSS, Sudut Potong, Pembubutan Rata, Kekerasan Permukaan Pahat.

Abstract

Factors that affect the surface quality of a workpiece in the machining process, especially the lathe include the cutting angle of the tool and the type of tool in the turning process, variations in cutting speed, position of the flashlight, engine vibration, unfavorable heat treatment and so on (Munadi, 1988 : 305). In this study the authors used 3 brand of tool cutting angles and also 3 types of chisels aimed at finding the best tool type and cutting angle for flat turning. In this study 3 brand of tools are: a. $\frac{1}{2}$ " $\frac{1}{2}$ " x $\frac{1}{2}$ " 'JCK' JCK HSS-E 'x 4' chisel, b. $\frac{1}{2}$ " $\frac{1}{2}$ " x $\frac{1}{2}$ " HSS JASON chisel 'x 4', c. TUV $\frac{3}{8}$ " x 4" 'HSS GS and 3 tool cutting angles are a. 80° b. 85° c. 90° . The tool brand affects the surface roughness value, because the difference in hardness value for each tool is different, the tool with the highest hardness value is the Jason HSS tool with a hardness value of 68.17 Kg / mm² and produces the lowest roughness value of 1,998 μ m, and the tool the lowest hardness value is the HSS GS TUV tool with a hardness value of 64.47 Kg / mm² and produces the highest roughness value of 3.42 μ m. So the lowest roughness value is generated by the highest tool hardness value. The tool cutting angle affects the value of surface roughness, the smaller the main cutting angle of the tool (Kr), the cutting force will be wider, and the thicker the thickness will also be greater, the thicker the growth it will affect the greater roughness. The highest cutting angle is the roughness value of 80° , with a roughness value of 3.42 μ m. The lowest cutting angle is the roughness value of 90° , with a roughness value of 1,998 μ m.

Keywords: Surface Roughness, HSS Chisel, Cut Angle, Flat Turning, Chisel Surface Hardness.

PENDAHULUAN

Pada zaman ini, pekerjaan dengan mesin sudah menjadi kebutuhan manusia, apalagi pada industri manufaktur. Mesin sudah memiliki peran utama dalam membantu manusia dalam proses produksi, karena dengan menggunakan mesin, pekerjaan manusia menjadi lebih mudah, baik dalam segi

kecepatan, hasil, dan hasil yang diinginkan. Dengan berkembangnya ilmu pengetahuan dan teknologi, suatu hasil produksi harus diimbangi juga dengan peningkatan kualitas hasil produksi, khususnya pada proses produksi yang menggunakan mesin-mesin perkakas seperti mesin bubut, mesin skrap, mesin frais dan mesin bor. Dengan adanya mesin perkakas

produksi, pembuatan komponen mesin akan semakin efisien dan menggunakan ketelitian yang tinggi, sehingga menciptakan tingkat presisi dan tingkat kekasaran permukaan benda kerja yang minim, salah satunya pada mesin bubut. Mesin bubut merupakan salah satu mesin perkakas yang sering digunakan dalam proses pengerjaan logam. Peranan mesin bubut dalam dunia industri pengolahan/pengerjaan logam sangat besar karena mesin bubut dapat mengerjakan dan membentuk benda-benda silindris seperti membuat poros, roda-roda puli, selain itu juga dapat mengerjakan benda berbentuk tirus, membuat lubang, dan membuat ulir (Budihardjo AH, 2015 : 1).

Faktor-faktor yang mempengaruhi kualitas permukaan suatu benda kerja pada proses pemesinan terutama mesin bubut diantaranya adalah sudut potong pahat dan jenis pahat dalam proses pembubutan nya, variasi kecepatan potong, posisi senter, getaran mesin, perlakuan panas yang kurang baik dan sebagainya (Munadi, 1988: 305). Berdasarkan hasil-hasil penelitian sebelumnya mengenai kekasaran permukaan, ada beberapa faktor yang menyebabkan terjadinya kekasaran permukaan diantaranya adalah sudut potong pahat, jenis pahat dan kecepatan putaran spindel. Pada penelitian ini yang akan diteliti adalah merk pahat dan jenis sudut potong pahat, dengan pemakaian pahat dan sudut potong pahat yang tepat kemungkinan akan didapat hasil kekasaran permukaan yang sesuai. Pada penelitian ini dengan variasi sudut potong pahat dan merk pahat akan diperoleh perbandingan kekasaran permukaan pada proses pembubutan rata.

Pada orang yang pertama kali membubut kebanyakan masih kebingungan menentukan faktor-faktor yang mempengaruhi kualitas permukaan suatu benda kerja pada proses pembubutan, misalkan pada anak yang baru lulus SMP/ sederajat yang masuk SMK pada jurusan Teknik Pemesinan.

Identifikasi masalah

Berdasarkan uraian latar belakang di atas, maka dapat diidentifikasi pokok-pokok masalah pada proses bubut rata, antara lain :

1. Kualitas hasil pembubutan dilihat dari ketelitian ukuran dan tingkat kekasaran permukaan benda kerja.
2. Kekasaran permukaan benda kerja yang tinggi akan mengakibatkan kinerja komponen hasil produksi akan terganggu dan potensi terjadinya keausan akan semakin tinggi, jadi untuk mengurangi potensi terjadinya keausan maka

dari itu faktor yang mempengaruhi kekasaran harus diukur agar hasilnya sesuai dengan apa yang kita inginkan.

3. Faktor-faktor yang mempengaruhi kualitas kekasaran permukaan suatu benda kerja pada proses pemesinan diantaranya adalah sudut potong pahat dan jenis pahat dalam proses pembubutan nya, variasi kecepatan potong, posisi senter, getaran mesin, perlakuan panas yang kurang baik.
4. Pada orang yang pertama kali membubut kebanyakan masih kebingungan menentukan faktor-faktor yang mempengaruhi kualitas permukaan suatu benda kerja pada proses pembubutan, misalkan pada anak yang baru lulus SMP/ sederajat yang masuk SMK pada jurusan Teknik Pemesinan.

Batasan Masalah

Agar pembahasan tidak melebar dan menjauh dari sasaran yang akan dicapai, maka batasan masalah pada penelitian ini yaitu :

1. Penelitian ini dibatasi pada penggunaan 2 faktor pengaruh kekasaran permukaan benda kerja, yaitu merk pahat dan jenis sudut potong pahat.
2. Penelitian ini melakukan proses bubut rata dengan 3 merk pahat dan 3 sudut potong pahat yang berbeda.
3. Penelitian ini hanya meneliti tingkat kekasaran permukaan benda kerja.

Rumusan Masalah

Dari latar belakang di atas, maka di dapatkan rumusan masalah sebagai berikut :

1. Bagaimanakah pengaruh merk pahat yang berbeda terhadap kekasaran permukaan benda kerja pada proses bubut konvensional?
2. Bagaimanakah pengaruh sudut potong pahat yang berbeda terhadap kekasaran permukaan benda kerja pada proses bubut konvensional?
3. Merk pahat dan jenis sudut potong pahat yang manakah yang menghasilkan hasil pembubutan terbaik?

Tujuan Penelitian

1. Mengetahui pengaruh merk pahat yang berbeda terhadap kekasaran permukaan hasil bubut rata pada proses bubut konvensional.
2. Mengetahui pengaruh sudut potong pahat yang berbeda terhadap kekasaran permukaan hasil bubut rata pada proses bubut konvensional.
3. Mengetahui merk pahat dan sudut potong pahat yang mendapatkan hasil pembubutan terbaik.

Manfaat Penelitian

Manfaat yang dapat diambil dari penelitian ini adalah sebagai berikut :

1. Bagi Peneliti

Memberikan manfaat bagi peneliti yaitu mengetahui merk pahat dan sudut potong pahat yang mana yang memperoleh hasil terbaik pada proses pembubutan pada penelitian yang berjudul “Analisa Merk Pahat Dan Sudut Potong Pahat Yang Berbeda Pada Mesin Bubut Konvensional Dalam Proses Bubut Rata Terhadap Tingkat Kekasaran Permukaan Benda Kerja St 41”.

2. Bagi Universitas

Hasil penelitian ini dapat di jadikan referensi tambahan bagi civitas akademik Jurusan Teknik Mesin Universitas Negeri Surabaya.

3. Bagi Perusahaan/Tempat dilaksanakan Penelitian

Penelitian tentang pengaruh merk pahat dan sudut potong pahat yang berbeda pada proses bubut konvensional ini dapat di jadikan bahan acuan atas pengaplikasian pada proses bubut konvensional.

METODE

Jenis Penelitian

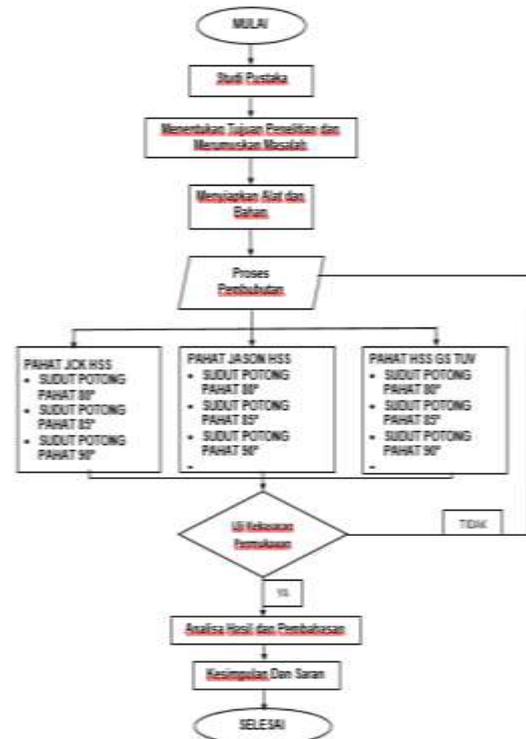
Jenis penelitian ini adalah penelitian dengan metode eksperimen. Metode penelitian eksperimen dapat diartikan sebagai metode penelitian yang digunakan untuk mencari pengaruh perlakuan terhadap yang lain dalam kondisi yang terkendalikan (Sugiono, 2015 : 72).

Tempat dan Waktu Penelitian

Tempat Penelitian

Penelitian ini dilaksanakan di CV. FIAN JAYA Teknik, Trosobo Pos Jl. Anggrek RT.04 RW.01 Taman – Sidoarjo, dan waktu penelitian ini adalah pada tanggal 1 Mei sampai 30 Mei 2019.

Rancangan Penelitian



Gambar 1. Flowchart Rancangan Penelitian

Variabel Penelitian

1. Variabel Bebas

Variabel bebas pada penelitian ini adalah 3 merk pahat yaitu : a. Pahat JCK HSS-E M2A1 ½” x ½” x 4”, b. Pahat JASON HSS ½” x ½” x 4”, c. HSS GS TUV 3/8” x 4” dan 3 sudut potong pahat yaitu a.80° b.85° c.90°.

2. Variabel Terikat

Variabel terikat dalam penelitian ini adalah kekasaran permukaan benda kerja ST 41.

3. Variabel Kontrol

Variabel kontrol dalam penelitian ini adalah kecepatan putar *Spindle* adalah 315 rpm, kedalaman pemakanan 0.3 mm, kecepatan pemakanan pahat 30 mm/menit, proses pembubutan tipe bubut rata, operator (dilakukan oleh tukang bubut/orang yang berkompeten di bidangnya), sudut bebas sisi 10°, sudut bebas muka 10°, sudut sisi potong samping 15°, sudut sisi potong depan 20°, sudut sisi belakang 10°, sudut rake sisi 14°.

Teknik Pengumpulan Data

1. Metode Observasi

Sutrisno Hadi (1986) mengemukakan bahwa, observasi merupakan suatu proses yang kompleks, suatu yang tersusun dari berbagai

proses biologis dan psikologis. Dua diantara yang terpenting adalah proses-proses pengamatan dan ingatan.

2. Metode Studi Pustaka

Metode studi pustaka adalah salah satu metode dengan cara mencari referensi dan mempelajari buku-buku atau jurnal penelitian yang berkaitan dengan topik penelitian.

3. Metode Eksperimen

Metode eksperimen adalah metode yang memanipulasi satu atau lebih variable untuk mendapat hubungan sebab-akibat dengan cara menambahkan atau menghilangkan faktor-faktor lain yang dianggap mengganggu sehingga dapat mengembangkan atau mendapat sebuah penelitian baru.

Teknik Analisis Data

Penelitian ini menggunakan metode statistika deskriptif, dengan mengumpulkan informasi atau data dari setiap hasil perubahan yang terjadi melalui eksperimen secara langsung. Tujuan penggunaan metode statistika deskriptif untuk menggambarkan sifat suatu keadaan yang sementara berjalan pada saat penelitian dilakukan dan memeriksa sebab-sebab dari suatu gejala tertentu. (Agus, 2014).

HASIL DAN PEMBAHASAN

Tabel.1 Hasil Pengukuran Kekasaran Permukaan

Nomor	Merk Pahat	Sudut Potong Pahat	Kekasaran Permukaan			Nilai Rata-rata (µm)
			Titik I (µm)	Titik II (µm)	Titik III (µm)	
1.	Pahat JCK HSS-E M2A1 1/2" x 1/2" x 4"	80°	2,936	2,747	3,071	2,915
		85°	2,352	2,526	2,490	2,522
		90°	3,066	2,139	2,164	2,456
2.	Pahat JASON HSS 1/2" x 1/2" x 4"	80°	2,606	2,580	2,839	2,675
		85°	2,817	2,085	2,716	2,539
		90°	1,880	1,365	2,751	1,998
3.	Pahat HSS GS TUV 3/8" x 4"	80°	3,261	2,041	4,960	3,420
		85°	2,328	1,914	2,774	2,339
		90°	2,357	1,753	2,508	2,206

Untuk membedakan pengaruh merk pahat, dilakukan uji kekerasan terhadap ketiga pahat, dengan menentukan 3 titik, Titik 1 berada pada bagian kiri pahat, Titik 2 berada pada bagian tengah pahat, dan Titik 3 berada pada bagian kanan pahat. Adapun hasil pengujian kekerasan permukaan ketiga pahat bubut dalam penelitian ini dapat dilihat dalam tabel 4.2.



Gambar 2. Titik Uji Kekerasan Pahat Bubut

Tabel 2. Hasil Pengujian Kekerasan Permukaan Pahat Bubut

Merk Pahat	Titik 1 (Kg/mm ²)	Titik 2 (Kg/mm ²)	Titik 3 (Kg/mm ²)	Rata-Rata (Kg/mm ²)
Pahat JCK HSS-E M2A1 1/2" x 1/2" x 4"	67	63	64	64,33
Pahat JASON HSS 1/2" x 1/2" x 4"	69	61	65	64,17
Pahat HSS GS TUV 3/8" x 4"	64	65	64	64,07

Pembahasan

Proses pembubutan menggunakan kecepatan spindle 315 rpm, kecepatan pemakanan 30mm/menit dan digerakkan otomatis, proses bubut rata sepanjang 50 mm dengan kedalaman potong 0,3mm. Pembubutan dilakukan bergantian dengan 1 merk pahat menggunakan 3 jenis sudut potong, dan menghasilkan 9 benda kerja yang telah dibubut. Setelah proses pembubutan selesai, benda kerja di ukur kekasaran permukaannya menggunakan Surface Roughness Tester dengan 3 titik pengujian setiap benda kerja, letaknya yaitu pada awal pembubutan, tengah, dan akhir. Berdasarkan data hasil penelitian yang telah dilakukan, yaitu uji kekasaran pada permukaan benda kerja ST 41 yang telah dibubut rata dengan mesin bubut konvensional dengan 3 merk pahat dan sudut potong yang berbeda, dapat dibuat grafik sebagai berikut :



Gambar 3. Grafik Pengukuran Kekasaran Permukaan Benda Kerja St 41 Dan Kekerasan Pahat.

Melihat dari hasil uji kekasaran yang telah dilakukan, menunjukkan bahwa merk pahat dan sudut potong kedua-duanya mempunyai pengaruh terhadap kekasaran pada permukaan benda kerja ST 41. Dapat dilihat pada grafik, nilai kekasaran nya semua berbeda.

1. Pengaruh Variasi Merk pahat Terhadap Tingkat Kekasaran Permukaan

Jenis pahat berpengaruh terhadap tingkat kekasaran permukaan. Dapat dilihat dalam Gambar 3. bahwa tingkat kekasaran yang dihasilkan oleh masing-masing pahat pada :

- Sudut 80° dari yang terendah sampai tertinggi adalah sebagai berikut,
Jason : JCK : GS TUV = $2,675 \mu\text{m} : 2,915 \mu\text{m} : 3,42 \mu\text{m}$.
- Sudut 85° dari yang terendah sampai tertinggi adalah sebagai berikut,
GS TUV : Jason : JCK = $2,339 \mu\text{m} : 2,539 \mu\text{m} : 2,552 \mu\text{m}$.
- Sudut 90° dari yang terendah sampai tertinggi adalah sebagai berikut,
Jason : GS TUV : JCK = $2,683 \mu\text{m} : 2,919 \mu\text{m} : 3,43 \mu\text{m}$.

Dari tingkat kekasaran permukaan di atas, pahat yang paling optimal adalah pahat Jason karena menghasilkan tingkat kekasaran permukaan benda kerja yang paling rendah (pada sudut 90°) yaitu dengan nilai kekasaran $1,998 \mu\text{m}$, dan dengan nilai kekerasan paling tinggi yaitu $68,27 \text{ Kg/mm}^2$. Hal ini sesuai dengan kesimpulan yang ada pada jurnal Pandhu Prawata (2013) dan Daniar Anggit Ardiansyah (2013) bahwa nilai kekerasan paling tinggi akan menghasilkan nilai kekasaran yang paling rendah.

2. Pengaruh Variasi Sudut Potong Pahat Terhadap Tingkat Kekasaran Permukaan

Sudut pahat juga berpengaruh terhadap tingkat kekasaran permukaan benda kerja. Hal ini dapat dilihat pada Gambar 3. pada gambar tersebut menunjukkan bahwa perbedaan sudut potong pahat menghasilkan tingkat kekasaran permukaan yang berbeda. Tingkat kekasaran yang dihasilkan oleh masing-masing sudut potong pahat pada :

- Pahat HSS JCK dari yang terendah sampai tertinggi adalah sebagai berikut,

$90^\circ : 85^\circ : 80^\circ = 2,456 \mu\text{m} : 2,552 \mu\text{m} : 2,915 \mu\text{m}$.

- Pahat HSS Jason dari yang terendah sampai tertinggi adalah sebagai berikut,
 $90^\circ : 85^\circ : 80^\circ = 1,998 \mu\text{m} : 2,539 \mu\text{m} : 2,675 \mu\text{m}$.
- Pahat HSS GS TUV dari yang terendah sampai tertinggi adalah sebagai berikut,
 $90^\circ : 85^\circ : 80^\circ = 2,236 \mu\text{m} : 2,339 \mu\text{m} : 3,42 \mu\text{m}$.

Kekasaran terendah diperoleh dari pengerjaan menggunakan sudut potong pahat 90° . Karena untuk suatu harga kedalaman potong a dan gerak-makan f yang tetap, sudut K_r berpengaruh pada harga lebar dan tebal geram (b , h). Sementara itu, gaya radial F_x akan membesar dengan pengecilan K_r (dengan menggunakan pahat dengan harga K_r yang lebih kecil atau mengubah sudut penempatan datar G). Dalam hal ini perlu diperhatikan geometri produk sehingga proses pembubutan bisa dilaksanakan dengan optimum (Taufiq Rochim, 2007. Buku Perkakas & Sistem Pemerkakasan : 26). Jadi semakin kecil sudut potong utama pahat (K_r) maka gaya potong akan semakin lebar, dan tebal geram juga akan semakin besar, semakin besar tebal geram maka akan mempengaruhi tingkat kekasaran yang lebih besar juga.

PENUTUP

Simpulan

Berdasarkan hasil penelitian dan pembahasannya, simpulan yang dapat diperoleh dari penelitian ini adalah :

1. Merk pahat berpengaruh terhadap nilai kekasaran permukaan, dikarenakan perbedaan nilai kekerasan pada setiap pahat berbeda, pahat yang paling tinggi nilai kekerasannya yaitu pahat HSS Jason dengan nilai kekerasan $68,17 \text{ Kg/mm}^2$ dan menghasilkan nilai kekasaran paling rendah yaitu $1,998 \mu\text{m}$, dan pahat yang nilai kekerasannya paling rendah adalah pahat HSS GS TUV dengan nilai kekerasan $64,47 \text{ Kg/mm}^2$ dan menghasilkan nilai kekasaran paling tinggi yaitu $3,42 \mu\text{m}$. Jadi nilai kekasaran terendah dihasilkan oleh nilai kekerasan pahat yang paling tinggi.

2. Sudut potong pahat berpengaruh terhadap nilai kekasaran permukaan, semakin kecil sudut potong utama pahat (Kr) maka gaya potong akan semakin lebar, dan tebal geram juga akan semakin besar, semakin besar tebal geram maka akan mempengaruhi tingkat kekasaran yang lebih besar juga. Sudut potong yang paling tinggi nilai kekasaran nya adalah 80° , dengan nilai kekasaran $3,42 \mu\text{m}$. Sudut potong yang paling rendah nilai kekasaran nya adalah 90° , dengan nilai kekasaran $1.998 \mu\text{m}$.
3. Jenis sudut potong pahat terbaik adalah 90° , karena pada saat diaplikasikan ke setiap pahat nilai kekasaran nya selalu yang paling rendah (berdasarkan Gambar 4.2.), dan merk pahat terbaik adalah tipe HSS Jason (pada sudut 90°), karena menghasilkan nilai kekasaran terendah yaitu $1.998 \mu\text{m}$.

Saran

Saran- saran yang dapat diberikan sehubungan dengan hasil dan simpulan dari penelitian ini adalah :

1. Untuk menghasilkan tingkat kekasaran yang paling rendah pada proses bubut rata dapat dilakukan dengan memilih tipe pahat HSS Jason dengan sudut potong 90° sebagai bahan pertimbangan untuk proses produksi.
2. Untuk penelitian yang sejenis lebih baik kalau seandainya di analisa terlebih dahulu faktor-faktor atau variabel lain yang berpengaruh terhadap tingkat kekasaran permukaan pada proses bubut rata pada benda kerja ST 41, misalnya variasi kedalaman pemakanan, material pahat, kekerasan pahat, dan lain sebagainya.

DAFTAR PUSTAKA

- Ardiansyah, Daniar Anggit. 2013. *“Pengaruh Merk pahat dan Cairan Pendingin Serta Kedalaman Pemakanan Terhadap Tingkat Kekasaran dan Kekerasan Permukaan Baja ST 60 Pada Proses Bubut Konvensional”*. Surabaya : Universitas Negeri Surabaya.
- Direktorat Pembinaan Sekolah Menengah Kejuruan. 2013. *TEKNIK PEMESINAN BUBUT 1*. Cimahi : Kementerian Pendidikan dan Kebudayaan.
- Hasyim, Budihardjo Ahmadi. 2015. *MESIN BUBUT*. Surabaya: Universitas Negeri Surabaya.
- Pramawata, Pandu. 2013. *“Pengaruh Merk pahat, Sudut Pahat dan Kedalaman Pemakanan Terhadap Tingkat kekasaran dan Kekerasan Pada Proses Bubut Rata Baja ST 42”*. Surabaya : Universitas Negeri Surabaya.
- Rahdiyanta, Dwi. 2015. *Aspek-Aspek Keselamatan Kerja Pada Mesin Bubut*. Yogyakarta : Fakultas Teknik Universitas Negeri Yogyakarta.
- Rochim, Taufiq. 2007. *Perkakas & Sistem Pemerkakasan*. Bandung : Institut Teknologi Bandung.
- Setiawan, Amar. 2016. *Pengaruh Merk pahat dan Kecepatan Spindel Terhadap Kekasaran Hasil Pembubutan Pada Proses Bubut Konvensional (Dengan Spesimen Baja ST 60)*. Banjarbaru: Universitas Lambung Mangkurat Banjar Baru.
- Sudjana. 2005. *Metoda Statistika*. Bandung : TARSITO.
- Sugiyono. 2015. *Metode Penelitian Kuantitatif Kualitatif Dan R&D*. Bandung : ALFABETA.
- Tim Penyusun Buku Pedoman Penulisan Skripsi Program Sarjana Strata Satu (S1). 2014. *Pedoman Penulisan Skripsi*. Surabaya : Universitas Negeri Surabaya.