

PENGARUH PARAMETER PEMAKANAN TERHADAP KEKASARAN PERMUKAAN ST 40 PADA MESIN BUBUT CNC

Ahmad Fauzi¹, Wirawan Sumbodo²

^{1,2}Prodi Pendidikan Teknik Mesin, Universitas Negeri Semarang

Email: fauziahmad.FA13@gmail.com

ABSTRACT

An electric car wheel axle using ST 40 materials must have good surface roughness due to its contact with bearings. This study aims to identify and analyze the effect of cutting speed, feed rate, and depth of cut on the surface roughness of the axle machined using a CNC lathe. The research employs an experimental method. The varied machining parameters are cutting speeds (90, 120, 150 meters per minute), feed rate (0.15, 0.2, 0.25 mm/rev) and depth of cut (0.25, 0.5, 0.75 mm). This study uses ST 40 material, CNMG 120408-ma cutting tool, and CNC Fanuc OiT lathe. The best result of average surface roughness value is 1,034 μm (lower is better), obtained at a variable interaction of 150 m/min cutting speed, feed rate of 0.15 mm/rev, and depth of cut 0.25 mm.

Keywords: ST 40 steel, surface roughness, cutting speed, feedrate, depth of cut

ABSTRAK

Material ST 40 yang digunakan dalam pembuatan poros roda mobil listrik, harus memiliki kekasaran permukaan yang baik. Karena poros nantinya akan dirangkai pada komponen lain yaitu *bearing*. Tujuan penelitian ini yaitu untuk mengetahui dan menganalisis pengaruh kecepatan potong, kecepatan asutan, dan kedalaman pemakanan terhadap kekasaran permukaan dengan menggunakan mesin bubut CNC. Metode penelitian ini menggunakan metode eksperimen. Variasi kecepatan potong yang diteliti yaitu 90, 120, 150 m/menit. Kecepatan asutan 0,15; 0,2; 0,25 mm/rev. kedalaman pemakanan 0,25; 0,5; 0,75 mm. penelitian ini menggunakan bahan ST 40, pahat CNMG 120408-MA, dan mesin bubut CNC *Fanuc Oit Leadwell*. Nilai rata-rata kekasaran permukaan paling baik diperoleh pada interaksi variabel kecepatan potong 150 m/menit, kecepatan asutan 0,15 mm/rev dan kedalaman pemakanan 0,25 mm sebesar 1,034 μm . Kekasaran permukaan paling kasar diperoleh pada interaksi variabel kecepatan potong 90 m/menit, kecepatan asutan 0,25 mm/rev, dan kedalaman pemakanan 0,75 mm sebesar 10,594 μm .

Kata Kunci: baja ST 40, kekasaran permukaan, kecepatan potong, kecepatan asutan, kedalaman pemakanan.

PENDAHULUAN

Di Era industri 4.0 ini, teknologi berkembang sangat pesat khususnya di bidang manufaktur. Hal ini mengakibatkan banyak sekali tuntutan yang diberikan. Tuntutan dalam dunia industri, tidak dinilai hanya dari kualitas barang saja, namun keefektifan waktu dalam bekerja turut diperhatikan. Sehingga proses produksi harus dilakukan secara cepat, tepat, menghasilkan jumlah yang banyak dan mempunyai kualitas yang sesuai dengan apa yang diharapkan. Proses produksi pembuatan barang-barang teknik, sebagian besar kini dikerjakan dengan menggunakan mesin. Hal ini bertujuan agar proses produksi berjalan

lebih cepat dan dapat meningkatkan efisiensi kerja, sehingga dapat menurunkan biaya produksi.

Pengerjaan produk yang lama akan berdampak pada biaya produksinya, sehingga harga jual produk akan menjadi semakin mahal dan akan sulit bersaing dengan produk impor. Pembuatan komponen atau suku cadang mesin dengan menggunakan mesin perkakas manual tidaklah mudah untuk mendapat tingkat kepresisian yang diinginkan. Jika terdapat permintaan membuat suatu komponen mesin yang rumit, dalam jumlah yang banyak, dalam waktu yang singkat, dan

dengan kualitas yang sama baiknya akan sangat susah dikerjakan bahkan dilakukan oleh orang professional sekalipun (Sumbodo, 2008: 403).

Oleh sebab itu, dibutuhkan suatu mesin yang mampu memenuhi semua tuntutan dalam dunia industri manufaktur, salah satunya dengan mesin CNC. Mesin CNC adalah sejenis mesin perkakas yang menggunakan suatu sistem kontrol dengan perintah berupa kode numerik yang digunakan untuk mengendalikan fungsi mesin perkakas tersebut (Elvys & Arisandi, 2017: 239). Kemudian Zubaidi, et al (2012: 40) menyebutkan bahwa, “keunggulan mesin bubut CNC dibandingkan dengan mesin bubut konvensional diantaranya adalah tidak banyak setingan, *tool* berpindah secara otomatis sesuai program yang diminta, memakai *chuck* hidrolis/pneumatik, pergerakan mesin dapat dimonitor pada layar komputer, tingkat *error* kecil, dan efisiensi waktu.” Dari pernyataan tersebut, mesin bubut CNC lebih efisien daripada mesin bubut konvensional karena cukup menggunakan program dan setingan mesin yang sama, maka akan dihasilkan produk yang sama pula meskipun dilakukan berulang kali. Oleh karena itu, mesin CNC banyak digunakan dalam produksi massal.

Dalam proses produksi menggunakan mesin CNC, ada suatu hal atau tuntutan yang harus diperhatikan, yaitu nilai kekasaran permukaan benda kerja. Menurut Prasetyo & Irfa'I (2014: 142) “karakteristik suatu kekasaran permukaan memegang peranan penting untuk perancangan komponen mesin karena ada hubungannya dengan gesekan, keausan, pelumasan, dan kelelahan material.” Kemudian menurut Putra & Adil (2016: 119) “kekasaran permukaan suatu produk logam juga akan berpengaruh apabila dirangkai dengan komponen lain, karena produk logam yang permukaannya kasar akan lebih cepat aus daripada produk logam yang permukaannya halus.” Oleh sebab itu, kekasaran permukaan perlu diperhatikan dalam pembuatan suatu

komponen karena sebagai tolok ukur untuk menilai kualitasnya.

Dalam penelitian ini benda yang digunakan adalah baja ST 40. Baja ST 40 adalah baja yang memiliki kekuatan tarik maksimal 40 kg/mm² yang termasuk dalam baja karbon rendah. Anwar & Widodo, (2017: 69) menyebutkan bahwa, “baja ST 40 merupakan material yang umum dipakai dalam industri, pemesinan, perkapalan, perkakas rumah tangga dan lain-lain.” Pada bidang pemesinan, baja ST 40 biasa digunakan untuk untuk bahan baku pembuatan poros. Poros ini nantinya akan dirangkai pada komponen lain, seperti contoh *bearing*. Oleh karena itu poros haruslah memiliki kekasaran permukaan yang halus karena berhubungan dengan keausan suatu material.

Pada penelitian ini pahat yang dipakai adalah pahat karbida CNMG 120408-MA UE6020. Pemilihan pahat juga mempengaruhi hasil kekasaran permukaan dan keefektifan waktu dalam pembubutan. Pada umumnya pembubutan dengan menggunakan mesin CNC, pahat yang digunakan adalah pahat karbida. Pahat karbida dipilih karena mampu menyayat benda dengan putaran tinggi dan dapat melakukan penyayatan dengan cepat. Maka dari itu pahat karbida efektif digunakan dalam pembubutan menggunakan mesin bubut CNC karena dalam pembuatan komponen mesin dengan jumlah yang banyak, penggunaan pahat karbida dapat mempersingkat waktu pengerjaan.

Dalam memperoleh nilai kekasaran permukaan yang diinginkan, terdapat parameter-parameter yang perlu diperhatikan. Menurut Kumar, et al (2012: 692) “tingkat kekasaran permukaan sangat dipengaruhi oleh parameter pemakanan, diantaranya adalah variasi kecepatan spindle mesin, kecepatan asutan, dan kedalaman pemakanan.” Penentuan kecepatan putar spindle mesin ini diperoleh berdasarkan perhitungan kecepatan potong/kemampuan alat potong dalam menyayat suatu benda dan diameter benda. Maka untuk mencari kecepatan putar spindle

terlebih dahulu harus menentukan nilai kecepatan potong. Dalam proses pemesian penentuan kecepatan potong, kecepatan asutan, dan kedalaman pemakanan harus ditentukan diawal pengerjaan. Pada proses pemesian dengan menggunakan mesin konvensional, banyak dari operator mesin menggunakan cara coba-coba untuk mendapatkan setingan kekasaran yang diinginkan sehingga hal ini membutuhkan keahlian dan pengalaman dari operator mesin. Cara tersebut tidak bisa digunakan pada proses pemesian berbasis CNC, karena penentuan parameter pemotongan seperti penentuan kecepatan putar spindel mesin, kecepatan asutan dan kedalaman pemakanan harus ditentukan diawal pemrograman. Selain itu pada praktik pemesian pembuatan produk poros roda mobil listrik di Jurusan Teknik Mesin, Universitas Negeri Semarang, mahasiswa seringkali tidak memperhatikan dalam penentuan nilai kecepatan potong, kecepatan asutan, dan kedalaman pemakanan, sehingga mempengaruhi hasil pembubutan.

Menurut penelitian Siswanto & Sunyoto (2018: 82), penelitian ini menggunakan variabel bebas yaitu kedalaman pemakanan (0,2 mm, 0,5 mm) dan kecepatan potong (93 mm/menit, 125 mm/menit). Pengerjaan benda kerja dilakukan pada lubang blok silinder mesin pemotong rumput. Hasil dari penelitian ini, nilai kekasaran terbaik yaitu pada kedalaman pemakanan 0,2 mm dan kecepatan potong 125 mm/menit. Dari penelitian diatas disimpulkan bahwa semakin besar kecepatan potong dan semakin kecil kedalaman pemakanan, maka nilai kekasaran permukaan yang dihasilkan akan semakin baik.

Menurut penelitian Das, et al (2013: 296) Penelitian ini menggunakan nilai kedalaman pemakanan 0,2, mm dan kecepatan putar 25,14 m/menit dan variasi *feed rate* (6,5 mm/menit-10,5 mm/menit). Pengerjaan benda kerja dilakukan pada material Al-5CU Alloy berbentuk silinder. Hasil dari penelitian ini, nilai kekasaran terbaik yaitu pada *feed rate* 8,5 mm/menit.

Dari penelitian ini disimpulkan bahwa ada pengaruh *feedrate* terhadap kekasaran permukaan semakin bertambahnya *feedrate* maka nilai kekasaran permukaan akan semakin meningkat.

Berdasarkan uraian diatas, penelitian ini bertujuan untuk menguji pengaruh masing-masing variasi kecepatan potong, kecepatan asutan, dan kedalaman pemakanan terhadap kekasaran permukaan ST 40 pada mesin bubut CNC. Menguji pengaruh interaksi kecepatan potong dan kecepatan asutan, interaksi kecepatan potong dan kedalaman pemakanan, interaksi kecepatan asutan dan kedalaman pemakanan terhadap kekasaran permukaan ST 40 pada mesin bubut CNC. Dan terakhir untuk menguji interaksi kecepatan potong, kecepatan asutan, kedalaman pemakanan terhadap kekasaran permukaan ST 40 pada mesin bubut CNC menggunakan pahat insert CNMG 120408-MA UE 6020.

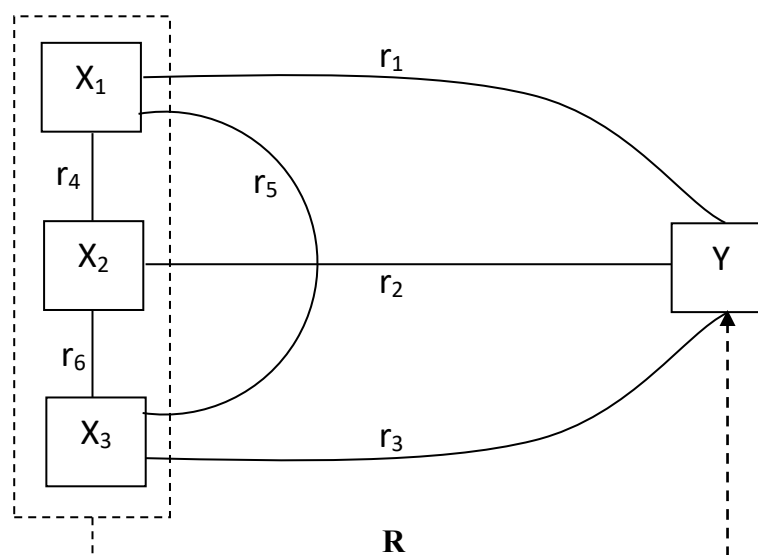
Penelitian ini diharapkan memberikan manfaat untuk menambah wawasan tentang pembubutan dengan menggunakan mesin CNC dan diharapkan nantinya akan dikembangkan dan diteliti lebih lanjut lagi untuk dijadikan referensi dalam penelitian selanjutnya. Selain itu hasil penelitian ini digunakan sebagai acuan dalam pembuatan poros roda mobil listrik di Jurusan Teknik Mesin, Universitas Negeri Semarang.

METODE

Pada penelitian ini digunakan metode penelitian *True Eksperimental Design*. metode ini digunakan untuk mencari pengaruh perlakuan tertentu terhadap yang lain dalam kondisi terkendali atau peneliti dapat mengontrol semua variabel luar yang mempengaruhi jalannya eksperimen. Kemudian Desain penelitian yang dipakai adalah desain penelitian korelasi. Penelitian korelasi adalah penelitian yang bertujuan untuk mengetahui tingkat hubungan antar variabel serta mengukur tingkat variabel yang ditentukan (Arikunto, 2014: 4).

Penelitian ini bertujuan untuk melakukan pengujian kekasaran permukaan hasil pembubutan menggunakan mesin CNC pada benda ST 40 dengan menggunakan kombinasi variasi kecepatan potong (90, 120, dan 150 m/menit), kecepatan asutan (0,15; 0,20; 0,25 mm/rev) dan kedalaman pemakanan

(0,25; 0,5; 0,75 mm). Dari kombinasi ketiga variabel bebas ini, maka akan didapat 27 macam kombinasi. Dan setiap kombinasi akan diuji kekasarnya di tiga titik, sehingga setiap kombinasi akan diperoleh tiga data. Maka keseluruhan eksperimen ini akan diperoleh sebanyak 81 data.



Gambar 1. Korelasi Tiga Variabel Independen dan Satu Dependen (Sugiyono, 2015: 232)

Keterangan :

- X₁ = Kecepatan Potong
- X₂ = Kecepatan Asutan
- X₃ = Kedalaman Pemakanan
- Y = Kekasaran Permukaan
- r₁ = Hubungan X₁ terhadap Y
- r₂ = Hubungan X₂ terhadap Y
- r₃ = Hubungan X₃ terhadap Y
- r₄ = Hubungan X₁ dan X₂ terhadap Y
- r₅ = Hubungan X₁ dan X₃ terhadap Y
- r₆ = Hubungan X₂ dan X₃ terhadap Y
- R = Hubungan X₁, X₂, dan X₃ secara bersama-sama terhadap Y

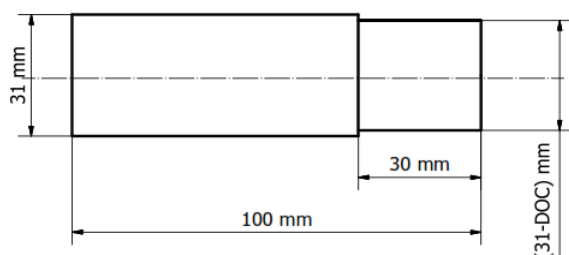
Alat yang digunakan pada penelitian ini antara lain:

- a. Mesin uji komposisi beserta kelengkapannya.

- b. Mesin bubut konvensional digunakan untuk persiapan bahan yang akan digunakan untuk pembuatan spesimen.
- c. Mesin bubut CNC Fancu OiT *Leadwell* digunakan untuk proses pembuatan spesimen.
- d. Alat Uji Kekasaran Permukaan merk *Mitutoyo Surfetest SJ-210 Series* digunakan untuk menguji kekasaran permukaan spesimen.
- e. Pahat Karbida CNMG 120408-MA UE 6020.
- f. Holder bubut MCLNR.

Bahan yang digunakan dalam penelitian ini adalah Baja ST 40 berbentuk Silinder Pejal dengan diameter 31 mm dan panjang 100 mm.

kemudian setiap benda uji dilakukan pembubutan sepanjang 30 mm.



Gambar 2. *Gambar Spesimen*

Variabel yang digunakan dalam penelitian ini dijelaskan sebagai berikut. Variabel bebas adalah variabel yang mempengaruhi variabel lain. Variabel bebas yang digunakan dalam penelitian ini adalah

- a. kecepatan potong = 90, 120, dan 150 m/menit.
- b. Kecepatan asutan = 0,15; 0,2; dan 0,25 mm/rev.
- c. kedalaman pemakanan = 0,25; 0,5; 0,75 mm.

Variabel terikat adalah variabel akibat atau variabel yang dibentuk oleh variabel bebas. Dalam penelitian ini variabel terikat adalah nilai kekasaran permukaan dengan satuan μm .

Variabel kontrol dalam penelitian ini adalah :

- a. Pahat insert karbida CNMG 120408-MA UE6020.
- b. Material ST 40.
- c. Mesin bubut CNC turning Fanuc OiT Leadwell.
- d. Alat ukur kekasaran permukaan merk Mitutoyo Surftest SJ-210 Series.
- e. Tidak menggunakan pendingin

Proses penelitian ini dilakukan dengan urutan sesuai dengan diagram alir yang ditunjukkan pada Gambar 2. Berikut adalah alur pada penelitian ini:



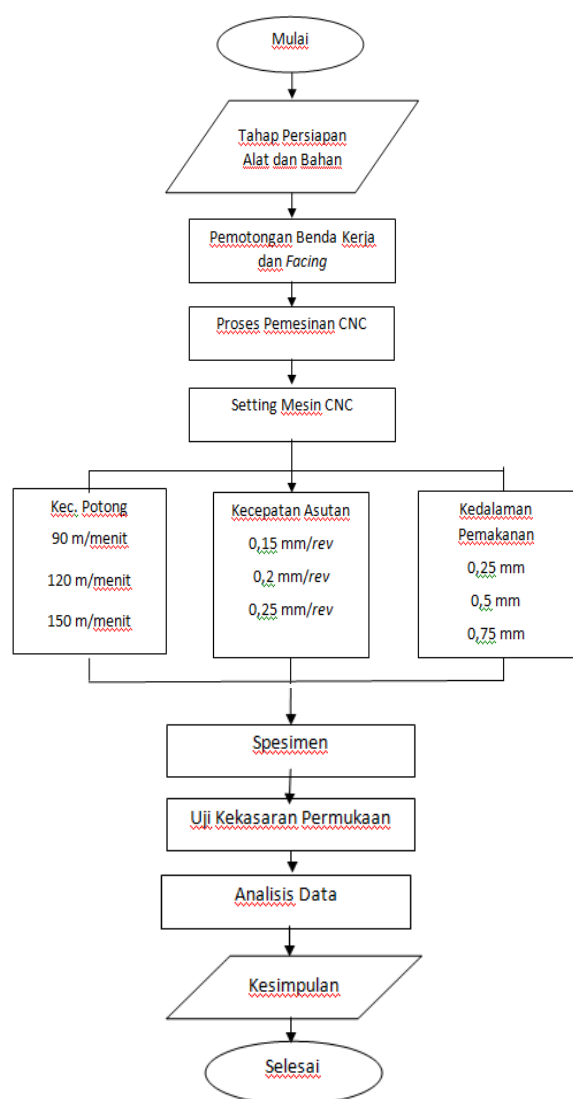
Gambar 3. *Baja ST 40*



Gambar 4. *CNMG 120408-MA*



Gambar 5. *Mesin CNC Leadwell*



Gambar 6. Diagram Alir Penelitian

Teknik pengumpulan data yang digunakan dijelaskan sebagai berikut. Observasi adalah Pengumpulan data dengan melakukan pengamatan secara langsung, serta mendokumentasi segala bentuk tahapan atau obyek yang diteliti dalam bentuk foto/gambar. Observasi yang dilakukan peneliti yaitu dengan cara mengamati langsung pengujian kekasaran permukaan terhadap spesimen yang telah selesai dilakukan pembubutan dengan menggunakan mesin bubut CNC.

Setelah melakukan pengamatan dan diperoleh data hasil pengujian kekasaran permukaan, data akan di masukkan ke tabel, kemudian ditampilkan dalam bentuk grafik.

Data hasil penelitian ini selanjutnya akan dilakukan analisis menggunakan analisis data statistik Anava tiga jalan/MANOVA dengan menggunakan bantuan *software Statistical Package for Social Science (SPSS 21.0)* untuk menguji adanya pengaruh variasi kecepatan potong, kecepatan asutan, dan kedalaman pemakanan terhadap nilai kekasaran permukaan.

Uji normalitas ini digunakan untuk menguji data hasil penelitian apakah data tersebut berdistribusi normal atau tidak. Untuk mengetahui normalitas dari data hasil penelitian ini, digunakan Metode *Kolmogorov-smirnov* dengan menggunakan *software SPSS 21.0*. Taraf signifikansi yang dipakai adalah 0,05. Kriteria untuk uji normalitas sebagai berikut:

- a. Jika nilai sig > 0,05, maka data berdistribusi normal
- b. Jika nilai sig < 0,05, maka data tidak berdistribusi normal

Setelah data diuji normalitas dan dikatakan normal, maka selanjutnya data akan diuji homogenitasnya. Uji homogenitas digunakan untuk mengetahui apakah data dalam variabel bersifat homogen atau tidak. Metode yang digunakan pada uji homogenitas ini menggunakan Metode *Levene test* dengan bantuan SPSS 21.0. taraf signifikansi yang dipakai dalam uji ini adalah 0,05. Kriteria untuk uji homogenitas sebagai berikut:

- a. Jika nilai sig > 0,05, maka data homogen
- b. Jika nilai sig < 0,05, maka data tidak homogen

Pengujian hipotesis pada penelitian ini menggunakan analisis varian 3 jalan, karena digunakan untuk menguji perbedaan rata-rata dari tiga kelompok sampel atau lebih dengan tiga variabel bebas dan satu variabel terikat. Uji hipotesis dilakukan dengan bantuan SPSS 21.0. Kriteria untuk uji hipotesis sebagai berikut:

- a. Jika nilai sig > 0,05 maka H0 diterima dan H1 ditolak atau tidak ada pengaruh pada tiap-tiap variasi
- b. Jika nilai sig < 0,05 maka H1 diterima dan H0 ditolak atau ada pengaruh pada tiap-tiap variasi

HASIL DAN PEMBAHASAN

Sebelum dilakukan proses penelitian, material ST 40 diuji komposisi terlebih dahulu di UPTD Laboratorium Perindustrian Kabupaten Tegal untuk mengetahui kandungan unsur kimianya.

Tabel 1. Hasil Uji Komposisi

No	Unsur Kimia	Kandungan (%)
1	C	0,18
2	Si	0,31
3	Mn	0,42
4	P	0,02
5	S	0,01
6	Cr	0,32
7	Mo	0,02
8	Cu	0,05
9	Fe	98,3

Berdasarkan hasil uji komposisi, bahan ST 40 memiliki kandungan karbon 0,18%. Oleh karena itu material baja ST 40 tergolong baja karbon rendah, karena mengandung unsur karbon antara 0,10 s/d 0,35%.

Berikut ini adalah hasil uji kekasaran permukaan variasi kecepatan potong, kecepatan asutan, dan kedalaman pemakanan pada baja ST 40 dengan menggunakan alat uji kekasaran permukaan Mitutoyo SURFTEST SJ-210 Series di Laboratorium Metrologi dan Industri UNDIP.

Tabel 2. Hasil Kekasaran Permukaan

Kec. Potong (m/menit)	Kecepatan asutan (mm/rev)	Kedalaman pemakanan (mm)	Nama spesimen	Nilai Kekasaran (µm)			Rata-rata (µm)
				Titik 1	Titik 2	Titik 3	
90	0,15	0,25	1	2,583	2,837	2,610	2,677
		0,50	2	4,897	4,954	4,881	4,897
		0,75	3	6,943	7,139	6,805	6,962
	0,2	0,25	4	3,283	3,453	3,220	3,319
		0,50	5	4,717	4,626	4,808	4,717
		0,75	6	5,666	5,399	5,415	5,493
	0,25	0,25	7	6,020	6,231	6,370	6,207
		0,50	8	6,586	7,056	6,917	6,853
		0,75	9	10,678	10,654	10,749	10,694
120	0,15	0,25	10	2,718	2,655	2,505	2,626
		0,50	11	3,391	3,581	3,227	3,400
		0,75	12	5,820	5,636	5,872	5,776
	0,2	0,25	13	4,939	5,043	4,541	4,841
		0,50	14	6,278	6,507	6,601	6,462
		0,75	15	7,118	7,900	7,637	7,552
	0,25	0,25	16	3,934	4,116	4,202	4,084
		0,50	17	4,613	4,541	4,595	4,583
		0,75	18	6,920	7,319	6,988	7,076
150	0,15	0,25	19	0,982	1,085	1,078	1,034
		0,50	20	2,520	2,751	2,465	2,579
		0,75	21	3,242	3,248	3,355	3,282
	0,2	0,25	22	0,995	1,211	1,030	1,079
		0,50	23	2,350	2,445	2,281	2,359
		0,75	24	3,110	3,145	2,915	3,057
	0,25	0,25	25	1,144	1,236	1,224	1,201
		0,50	26	2,207	2,726	2,771	2,568
		0,75	27	4,223	4,682	3,959	4,288

Dari tabel 2 dapat dilihat bahwa nilai kekasaran permukaan terendah yaitu pada kecepatan potong 150 m/menit, kecepatan asutan 0,15 mm/rev, dan kedalaman pemakanan 0,25 mm dengan nilai kekasaran permukaan sebesar 1,034 µm. Sedangkan untuk kekasaran permukaan paling tinggi atau paling kasar yaitu pada kecepatan potong 90 m/menit, kecepatan asutan 0,25 mm/rev, dan kedalaman pemakanan 0,75 mm dengan nilai kekasaran permukaan sebesar 10,694 µm. Adapun hasil analisis data statistik menggunakan SPSS 21.0 diperoleh hasil sebagai berikut.

Uji normalitas data kekasaran permukaan menggunakan uji Kolmogorov Smirnov. Besarnya nilai signifikansi didapatkan yaitu 0,839. Yang mana nilai signifikansi > 0,05 sehingga dapat disimpulkan bahwa data dalam penelitian ini berdistribusi normal.

Uji Homogenitas data kekasaran permukaan menggunakan uji Levene Statistic. besarnya nilai Signifikansi 0,641 > 0,05, sehingga bisa dikatakan variabel data

kekasaran permukaan memiliki varian yang sama atau dengan kata lain homogen.

Setelah data hasil penelitian lolos dalam uji prasyarat analisis yaitu uji normalitas dan homogenitas, maka selanjutnya data nilai kekasaran permukaan akan dilakukan pengujian hipotesis dengan menggunakan metode analisis uji anava tiga jalan (*Three Way Anova*).

Tabel 3. Hasil Uji Hipotesis

Sumber	df	F	Sig.
X1	2	1483,784	0,000
X2	2	293,944	0,000
X3	2	1046,943	0,000
X1*X2	4	219,375	0,000
X1*X3	4	18,585	0,000
X2*X3	4	33,715	0,000
X1*X2*X3	8	8,279	0,000
Error	54	-	-
Total	81	-	-

Pengaruh variasi X₁ terhadap Y

nilai signifikansi X₁ diperoleh hasil sebesar 0,000 yang artinya nilai signifikansi (Sig) < 0,05. Berdasarkan dari hasil tersebut maka dapat diputuskan bahwa Ha diterima dan H₀ ditolak yang artinya ada pengaruh variasi X₁ terhadap Y.

Pengaruh variasi X₂ terhadap Y

nilai signifikansi X₂ diperoleh hasil sebesar 0,000 yang artinya nilai signifikansi (Sig) < 0,05. Berdasarkan dari hasil tersebut maka dapat diputuskan bahwa Ha diterima dan H₀ ditolak yang artinya ada pengaruh variasi X₂ terhadap Y.

Pengaruh variasi X₃ terhadap Y

nilai signifikansi X₃ diperoleh hasil sebesar 0,000 yang artinya nilai signifikansi

Keterangan :

- X1 : Variasi Kecepatan Potong
- X2 : Variasi Kecepatan Asutan
- X3 : Variasi Kedalaman Pemakanan
- Y : Kekasaran Permukaan

(Sig) < 0,05. Berdasarkan dari hasil tersebut maka dapat diputuskan bahwa Ha diterima dan H₀ ditolak yang artinya ada pengaruh variasi X₃ terhadap Y.

Pengaruh interaksi variasi X₁X₂ terhadap Y

nilai signifikansi antara X₁X₂ diperoleh hasil sebesar 0,000 yang artinya nilai signifikansi (Sig) < 0,05. Berdasarkan dari hasil tersebut maka dapat diputuskan bahwa Ha diterima dan H₀ ditolak yang artinya ada pengaruh antara interaksi variasi X₁X₂ terhadap Y.

Pengaruh interaksi variasi X₁X₃ terhadap Y

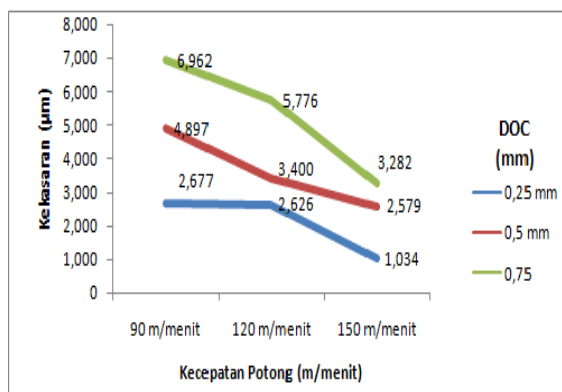
nilai signifikansi antara X₁X₃ diperoleh hasil sebesar 0,000 yang artinya nilai signifikansi (Sig) < 0,05. Berdasarkan dari hasil tersebut maka dapat diputuskan bahwa Ha diterima dan H₀ ditolak yang artinya ada pengaruh antara interaksi variasi X₁X₃ terhadap Y.

Pengaruh interaksi variasi X₂X₃ terhadap Y

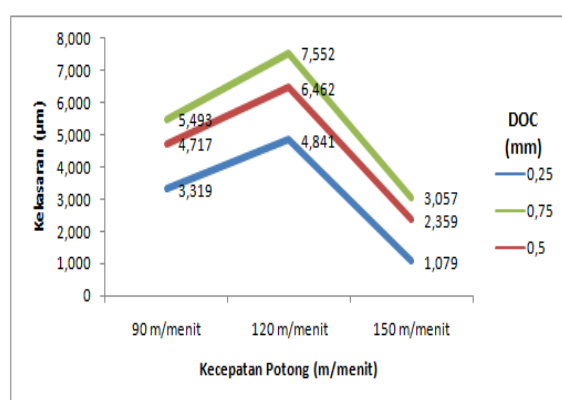
nilai signifikansi antara X₂X₃ diperoleh hasil sebesar 0,000 yang artinya nilai signifikansi (Sig) < 0,05. Berdasarkan dari hasil tersebut maka dapat diputuskan bahwa Ha diterima dan H₀ ditolak yang artinya ada pengaruh antara interaksi variasi X₂X₃ terhadap Y.

Pengaruh interaksi variasi X₁X₂X₃ terhadap Y

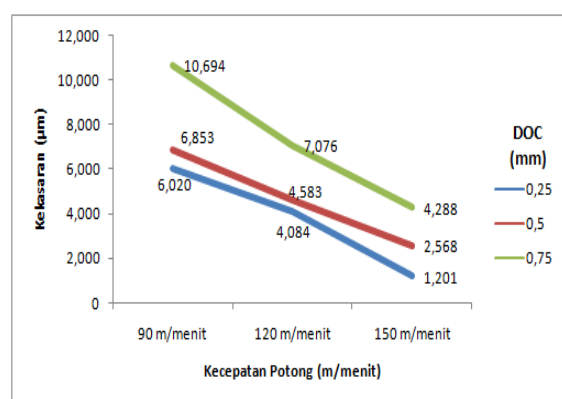
nilai signifikansi antara X₁X₂X₃ diperoleh hasil sebesar 0,000 yang artinya nilai signifikansi (Sig) < 0,05. Berdasarkan dari hasil tersebut maka dapat diputuskan bahwa Ha diterima dan H₀ ditolak yang artinya ada pengaruh antara interaksi variasi X₁X₂X₃ terhadap Y.



Gambar 7. Grafik V_c pada $f=0,15$



Gambar 8. Grafik V_c pada $f=0,2$

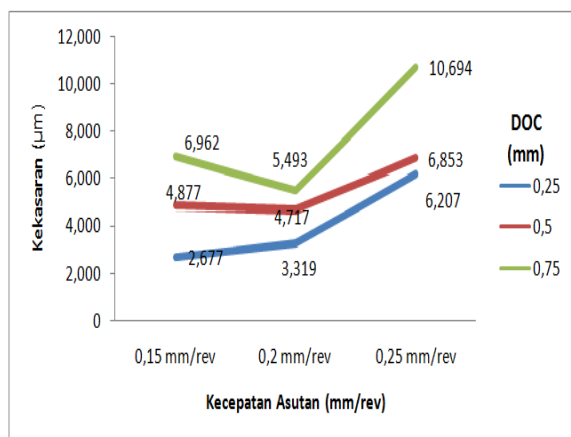


Gambar 9. Grafik V_c pada $f=0,25$

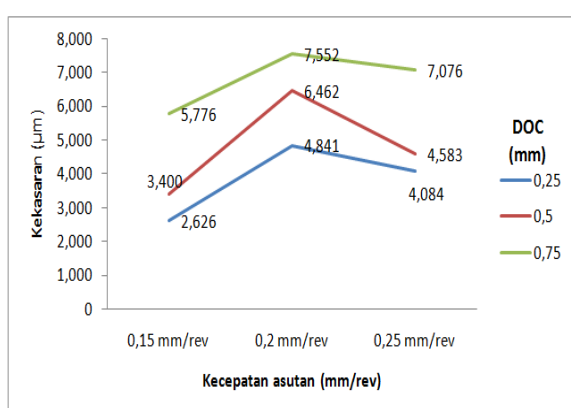
Pada hasil uji kekasaran permukaan yang ditampilkan pada grafik histogram pada gambar 7, 8, dan 9, bisa dilihat bahwa dengan variasi kecepatan potong 90 m/menit, 120 m/menit, dan 150 m/menit pada kecepatan asutan (0,15; 0,2; dan 0,25 mm/rev) dan

kedalaman pemakanan (0,25; 0,5; dan 0,75 mm), nilai kekasaran permukaan yang dihasilkan grafiknya terlihat menurun. Kecepatan potong 150 m/menit menghasilkan nilai kekasaran permukaan paling baik, sedangkan kecepatan potong 90 m/menit menghasilkan nilai kekasaran permukaan yang kasar. Pada variasi kecepatan potong 90 m/menit, nilai kekasaran permukaan yang dihasilkan paling kasar, karena dibawah rentang kemampuan pahat karbida CNMG 120408-MA UE6020 yaitu antara 160-110 m/min. Selain itu menurut Prasetyo & Irfa'I (2015: 145), menyebutkan bahwa kecepatan spindel mesin yang didapatkan dari kecepatan potong, semakin tinggi kecepatan putar spindel mengakibatkan benda kerja berputar semakin tinggi dan semakin sering pahat melakukan penyayatannya dalam setiap jarak penyayatannya sehingga menghasilkan nilai kekasaran yang baik. Kemudian menurut Lubis, et al (2019: 29), menyebutkan bahwa semakin meningkatnya kecepatan potong nilai kekasaran permukaan menjadi baik disebabkan ketika mata pahat mulai menyayat benda kerja serpihan yang dihasilkan dengan cepat bergeser sehingga tidak menggores permukaan benda kerja.

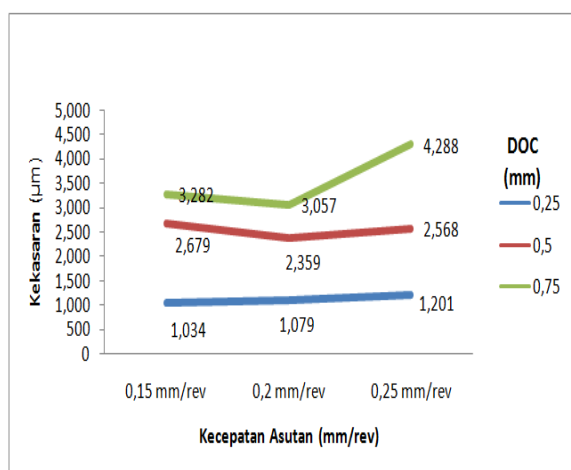
Dari hasil kekasaran permukaan dan analisis data yang didapat, hal tersebut sesuai dengan hipotesis dari peneliti bahwa variasi kecepatan potong berpengaruh signifikan terhadap nilai kekasaran permukaan baja ST 40 pada hasil proses pembubutan dengan menggunakan mesin bubut CNC. Kemudian dapat dijelaskan bahwa semakin tinggi kecepatan potong yang digunakan maka semakin baik nilai kekasaran permukaan yang dihasilkan dan semakin rendah kecepatan potong maka semakin kasar nilai kekasaran permukaan yang dihasilkan.



Gambar 10. Grafik f pada Vc=90



Gambar 11. Grafik f pada Vc=120

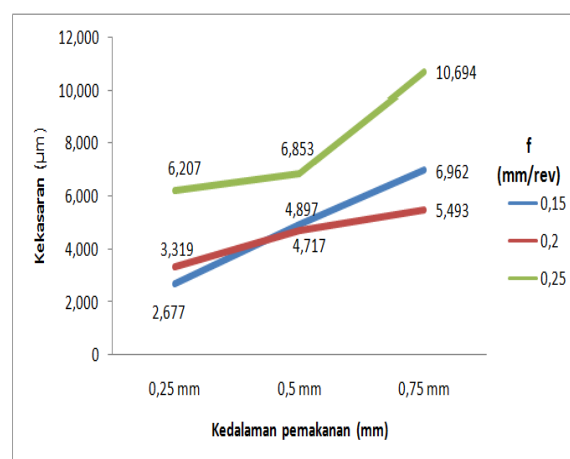


Gambar 12. Grafik f pada Vc=150

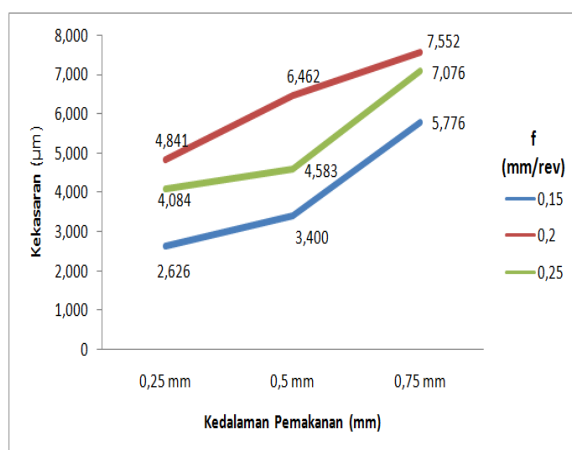
Pada data hasil uji kekasaran permukaan yang ditampilkan pada grafik histogram pada gambar 10, 11, dan 12, dapat dilihat bahwa variasi kecepatan asutan 0,15 mm/rev; 0,2 mm/rev; dan 0,25 mm/rev pada kecepatan potong (90, 120, dan 150 m/menit) dan

kedalaman pemakanan (0,25; 0,5; dan 0,75 mm), nilai kekasaran permukaan yang dihasilkan rata-rata menghasilkan grafik yang meningkat. Kecepatan asutan 0,15 mm/rev menghasilkan nilai kekasaran permukaan yang paling halus, sedangkan kecepatan asutan 0,25 mm/rev menghasilkan nilai kekasaran permukaan yang paling kasar. Kecepatan asutan 0.15 mm/rev menghasilkan nilai kekasaran permukaan yang paling baik karena ketika pahat sedang menyayat benda, kecepatan asutan yang paling rendah membuat beban pahat semakin kecil dan getaran pahat menjadi kecil sehingga nilai kekasaran permukaan menjadi lebih baik.

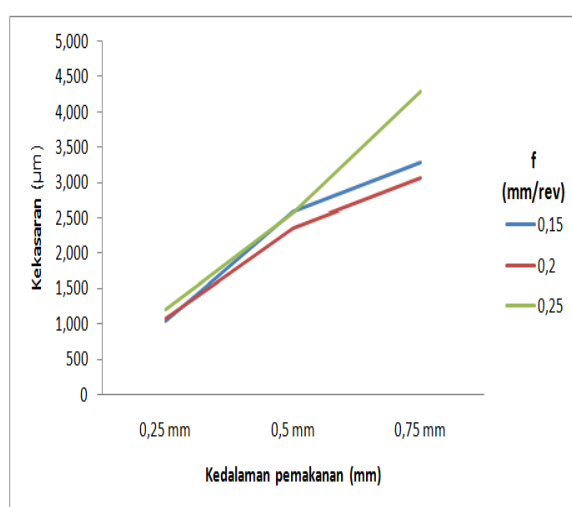
Dari hasil kekasaran permukaan dan analisis data yang didapat, hal tersebut sesuai dengan hipotesis dari peneliti bahwa variasi kecepatan asutan berpengaruh signifikan terhadap nilai kekasaran permukaan baja ST 40 pada hasil proses pembubutan dengan menggunakan mesin bubut CNC. Kemudian dapat dijelaskan bahwa semakin lambat/rendah kecepatan asutan yang digunakan maka semakin baik nilai kekasaran permukaan yang dihasilkan dan semakin tinggi kecepatan asutan maka semakin kasar nilai kekasaran permukaan yang dihasilkan.



Gambar 13. Grafik DOC pada Vc=90



Gambar 14. Grafik DOC pada $V_c=120$



Gambar 13. Grafik DOC pada $V_c=150$

Pada hasil uji kekasaran permukaan yang ditampilkan pada grafik histogram pada gambar 12, 13, dan 14, dapat dilihat bahwa dengan variasi kedalaman pemakanan 0,25 mm; 0,5 mm; dan 0,75 mm pada kecepatan potong (90, 120, dan 150 m/menit) dan kecepatan asutan (0,15; 0,2; dan 0,25 mm/rev), nilai kekasaran permukaan yang dihasilkan rata-rata grafiknya terlihat meningkat. Kedalaman pemakanan 0,25 mm menghasilkan nilai kekasaran permukaan paling baik, sedangkan kedalaman pemakanan 0,75 m/menit menghasilkan nilai kekasaran permukaan yang kasar. Kedalaman pemakanan 0,25 menghasilkan kekasaran paling baik karena menurut Prasetyo & Irfa'I (2015: 146), kedalaman pemakanan yang rendah membuat beban pahat saat melakukan penyayatan

semakin kecil dan getaran pahat kecil sehingga menghasilkan kekasaran permukaan yang baik.

Dari hasil kekasaran permukaan dan analisis data yang didapat, hal tersebut sesuai dengan hipotesis dari peneliti bahwa variasi kedalaman pemakanan berpengaruh signifikan terhadap nilai kekasaran permukaan baja ST 40 pada hasil proses pembubutan dengan menggunakan mesin bubut CNC. Kemudian dapat dijelaskan bahwa semakin kecil kedalaman pemakanan yang digunakan maka semakin baik nilai kekasaran permukaan yang dihasilkan dan semakin besar kedalaman pemakanan maka semakin kasar nilai kekasaran permukaan yang dihasilkan.

SIMPULAN

1. Ada pengaruh yang signifikan pada variasi kecepatan potong terhadap nilai kekasaran permukaan baja ST 40 pada hasil proses pembubutan dengan menggunakan mesin bubut CNC.
2. Ada pengaruh yang signifikan pada variasi kecepatan asutan terhadap nilai kekasaran permukaan baja ST 40 pada hasil proses pembubutan dengan menggunakan mesin bubut CNC.
3. Ada pengaruh yang signifikan pada variasi kedalaman pemakanan terhadap nilai kekasaran permukaan baja ST 40 pada hasil proses pembubutan dengan menggunakan mesin bubut CNC.
4. Pada proses pembubutan baja ST 40 dengan menggunakan mesin bubut CNC *Fanuc OiT Leadwell* dan pahat karbida CNMG 120408-MA UE6020, menghasilkan nilai kekasaran paling rendah atau paling halus sebesar 1,034 μm . Nilai kekasaran permukaan ini diperoleh dari interaksi kecepatan potong 150 m/menit, kecepatan asutan 0,15 mm/rev, dan kedalaman pemakanan 0,25 mm. Sedangkan nilai kekasaran permukaan yang paling kasar diperoleh dari interaksi antara kecepatan potong 90 m/menit, kecepatan asutan 0,25 mm/rev, dan kedalaman pemakanan 0,75

mm, dengan nilai kekasaran permukaan sebesar 10,694 μm .

SARAN

1. Perlu dilakukan penelitian lebih lanjut dengan melakukan pengujian tentang keausan pahat
2. Perlu dilakukan penelitian lebih lanjut dengan menambah media pendingin/*coolant* pada proses bubut dengan menggunakan CNC
3. Penelitian ini masih dapat dikembangkan lagi dengan menambah variabel bebasnya seperti jenis pahat dan variasi geometri pahat.

DAFTAR RUJUKAN

- Anwar, M. J., & Widodo, E. (2017). Karakterisasi Laju Korosi Baja ST 40 Berlapis Polyester Putty Dalam Lingkungan Air Payau. *R.E.M. (Rekayasa Energi Manufaktur) Jurnal*, 2(2), 69–76.
- Sumbodo, W. (2008). *Teknik Produksi Mesin Industri Kelas 10*.
- Das, B., Rai, R. N., & Saha, S. C. (2013). *Analysis of Surface Roughness on Machining of Al-5Cu Alloy in Cnc Lathe Machine. International Journal of Research in Engineering and Technology*, 02(09), 296–299.
- Elvys, E. Y., & Arisandi, D. (2017). Retrofit Mesin Milling Manual Z7632 Ke Sistem CNC Milling. *Seminar Nasional Teknologi Informasi Dan Komputer FTKOM UNCP*, 236–246.
- Kumar, N. S., Shetty, A., Shetty, A., Ananth, K., & Shetty, H. (2012). *Effect of spindle speed and feed rate on surface roughness of carbon steels in CNC turning. Procedia Engineering*, 38(Icmoc), 691–697.
- Lubis, S. Y., Rosehan., & Rico, W. (2019). Pengaruh Cutting Speed Terhadap Kekasaran Permukaan Bahan Aluminium Alloy 6061 pada Proses Pembubutan. *Semnastek UISU*. 27-30.
- Prasetyo, M. H., & Irfai, M. A. (2014). Pengaruh Jenis Pahat, Kecepatan Spindel, dan Kedalaman Pemakanan Terhadap Tingkat Kekasaran Permukaan Baja S45C dengan Menggunakan Software Mastercam pada Mesin Mori Seiki CL2000. *JTM*, 3(1), 141–146.
- Putra, I. eka, & Adil, R. (2016). Pengaruh Kecepatan Asutan Dan Kedalaman Potong Terhadap Kekasaran Permukaan Aluminium Pada Bubut Cnc Tu-2a. *Jurnal Momentum*, 18(1), 119–123.
- Siswanto, B., & Sunyoto. (2018). Pengaruh Kecepatan dan Kedalaman Potong pada Proses Pembubutan Konvensional Terhadap Kekasaran Permukaan Lubang. *Jurnal Dinamika Vokasional Teknik Mesin*, 3(2), 82–86.
- Zubaidi, A., Syafa'at, I., & Darmanto. (2012). Analisis Pengaruh Kecepatan Putar dan Kecepatan Pemakanan Terhadap Kekasaran Permukaan Material FCD 40 pada Mesin Bubut CNC. *Jurusan Teknik Mesin*, 8(1), 40–47.