



## Analisis Kekasaran Mesin Bubut Konvensional dan CNC TU-2A Dengan Rpm 1500 Menggunakan Poros Aluminium

Rusdin<sup>1</sup> Muhammad Iswar<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Jurusan Teknik Perawatan dan Perbaikan Mesin, Politeknik Negeri Fakfak

<sup>2</sup> Jurusan Teknik Mesin, Program Studi Perawatan Alat Berat, Politeknik Negeri Ujung Pandang

<sup>1</sup>email : Rusdin@polinef.id\*,<sup>2</sup>muh\_iswar@poliupg.ac.id

### Abstract

Conventional and CNC lathes are one of the numerical components as a production machine for manufacturing purposes that the industry relies on. To get the level of smoothness of a surface plays a very important role in the planning of a machine component, especially concerning the problem of friction, wear, resistance to fatigue as well as for surface roughness is closely related to the function of the component. The manufacture of components does not merely have to have a small or smooth roughness value, but must also be in accordance with the functions and requests of the designer. TU 2A CNC lathe has a smaller roughness value (smoother) than the turning results using a conventional lathe. This is evidenced from the results of roughness testing where the smallest roughness value of the TU 2A CNC lathe is 1.27  $\mu\text{m}$  and the smallest roughness value of the conventional lathe is 1.38  $\mu\text{m}$  while the largest roughness value of the TU 2A CNC lathe is 2.68  $\mu\text{m}$  and the surface roughness value for conventional lathes is 2.71  $\mu\text{m}$ . The surface roughness class of the results of this study is in N6 to N8

Keywords: *Lathe, Feeding, Aluminium and Lathe Chisels*

### Abstrak

Mesin bubut konvensional dan CNC merupakan salah satu komponen numerik sebagai mesin produksi untuk keperluan manufaktur yang diandalkan oleh industri. Untuk mendapatkan tingkat kehalusan suatu permukaan memegang peranan yang sangat penting dalam perencanaan suatu komponen mesin khususnya yang menyangkut masalah gesekan, keausan, tahanan terhadap kelelahan juga untuk kekasaran permukaan erat kaitannya dengan fungsi komponen. Pembuatan komponen tidak semata-mata harus mempunyai nilai kekasaran yang kecil atau halus, tetapi harus pula sesuai fungsi dan permintaan si perancang (*designer*). Mesin bubut CNC TU 2A memiliki nilai kekasaran lebih kecil (lebih halus) dibandingkan hasil pembubutan dengan menggunakan mesin bubut konvensional. Hal ini dibuktikan dari hasil pengujian kekasaran dimana nilai kekasaran terkecil dari mesin bubut CNC TU 2A yaitu 1,27  $\mu\text{m}$  dan nilai kekasaran terkecil dari mesin bubut konvensional yaitu 1,38  $\mu\text{m}$  sedangkan nilai kekasaran terbesar dari mesin bubut CNC TU 2A yaitu 2,68  $\mu\text{m}$  dan nilai kekasaran permukaan untuk mesin bubut konvensional yaitu 2,71  $\mu\text{m}$ . Kelas kekasaran permukaan dari hasil penelitian ini berada pada N6 sampai N8

Kata kunci: *Mesin Bubut, Feeding, Aluminium dan Pahat Bubut*

### 1. Pendahuluan

Salah satu karakteristik yang ideal dari suatu kekasaran permukaan memegang peranan penting untuk perancangan komponen mesin karena ada hubungannya dengan gesekan, keausan, pelumasan, dan kelelahan material [1]. Proses bubut sesuai dengan definisi ASM International merupakan proses pemesinan konvensional untuk membentuk permukaan yang dilakukan oleh pahat terhadap benda kerja yang berputar, penggunaan ini dirancang untuk memotong bagian material yang tidak diinginkan sehingga benda

kerja mencapai dimensi, toleransi dan tingkat penyelesaian yang sesuai dengan rancangan teknisnya. Selain itu, fungsi mesin bubut adalah membentuk benda kerja sesuai dengan spesifikasi geometri yang ditentukan, biasanya berpenampang silinder dan umumnya terbuat dari bahan logam, sesuai bentuk dan ukuran yang diinginkan dengan cara memotong atau membuang (*removal*) bagian dari benda kerja menjadi geram dengan menggunakan pahat potong yang jenisnya lebih keras dari benda kerja yang dipotong [2].

Mesin CNC merupakan salah satu komponen numerik sebagai mesin produksi untuk keperluan

manufaktur yang diandalkan oleh industri. Mesin ini digunakan untuk keperluan kontrol komputerisasi untuk memenuhi kebutuhan produksi dari segala produk yang kompleks dan bersifat masal. membentuk benda kerja, maka dari itu proses ini harus memiliki standar kualitas yang tinggi secara struktur pembangun maupun tingkat kehalusan/kekasaran permukaan sebagai hasil proses pengerjaan.[3].

Hasil proses pemesinan akan memiliki bentuk dan kekasaran permukaan tertentu seperti mengkilat, permukaan yang halus dan kasar. Proses pemesinan akan menentukan kekasaran permukaan pada level tertentu, dimana kekasaran permukaan tersebut dapat dijadikan acuan untuk evaluasi produk pemesinan kekasaran permukaan sebuah produk tidak harus memiliki nilai yang kecil, tetapi terkadang sebuah produk membutuhkan nilai kekasaran permukaan yang besar sesuai dengan fungsinya [4]

Salah satu syarat yang mempengaruhi kekasaran permukaan pada pembubutan adalah kedalaman potong dan kecepatan putar, dengan menggunakan variasi kedalaman potong dan kecepatan putaran mesin bubut yang sudah ditentukan dapat mengetahui perbedaan hasil kekasaran permukaan pada material baja SS-400 Metode Penelitian[5].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 [6].

Untuk proses pembubutan rata pada benda kerja dari bahan/ material baja yang lunak (mild steel), pahat bubut rata memiliki sudut potong dan sudut-sudut kebebasan sebagai berikut: sudut potong total  $80^\circ$ , sudut potong sisi samping (side cutting edge angle)  $12^\circ \div 15^\circ$ , sudut bebas tatal (side rake angle)  $12^\circ \div 20^\circ$ , sudut bebas muka (front clearance angle)  $8^\circ \div 10^\circ$  dan sudut bebas samping (side clearance angle)  $10^\circ \div 13^\circ$ [7]. Untuk pembubutan pada material aluminium menggunakan jenis pahat karbida dengan komposisi tungsten Paduan (WC – TiC + Co; WC – TaC – TiC + Co; WC – TaC+ Co ; WC – TiC-TiN + Co; TiC + Ni, Mo) merupakan pahat karbida untuk pemotongan baja (steel cuttinggrade) [8]. Penelitian ini bertujuan menganalisis hasil bubut mesin CNC TU 2A dan mesin Konvensional Metode yang digunakan pada penelitian ini adalah metode eksperimen pada mesin bubut CNC TU 2A dan mesin konvensional. Bahan yang digunakan pada penelitian ini adalah poros aluminium diameter 22mm panjangnya 90mm. Pahat yang digunakan adalah karbida, dengan menggunakan putaran konstan 1500rpm,kecepatan pemakanan (feeding) divariasikan masing-masing antara 0,5 mm/put, 0,10 mm/put, dan 0,15 mm/put.

## 2. Metode Penelitian

Metode yang digunakan pada penelitian ini agar mendapatkan hasil yang sesuai diinginkan ada dua diantaranya Library research dan field research.

Sedangkan Peralatan yang di gunakan pada penelitian ini yaitu mesin bubut konvensional Emco Maximat V13 sedang untuk mesin bubu CNC Emco TU-2A. Untuk pengukuran kekasaran pada spesimen yaitu menggunakan alat ukur sutronic 3+ Sedangkan material yang digunakan adalah aluminium pejal diameter 22 mm dengan panjang 90 mm sebanyak 18 spesimen.

### 2.1. Identifikasi Masalah

Pada tahap ini peneliti melakukan field research yaitu pengambilan data langsung dilakukan di lapangan yaitu pengambilan data eksperimen menggunakan mesin bubut konvensional dan mesin bubut CNC TU-2A dimana kedua mesin ini disandingkan sampai dimana tingkat keakuratan terhadap hasil bubut dari kedua mesin tersebut. Untuk menganalisis hasil pembubutan dari spesimen ini yaitu menggunakan sutronic 3 dan bahan yang digunakan yaitu aluminium diameter 22mm panjang 90mm, jumlah specimen sebanyak 18 potong. Dari masing-masing mesin tersebut menggunakan putaran rpm 1500 dibuat konstan dengan *feeding* dari kedua mesin tersebut yaitu 0.05, 0.10 dan 0.15mm/put sedangkan kedalam potong mulai dari 0.5, 1.0 dan 1.5mm dari masing-masing 3 spesimen. Tujuan penelitian yang ingin dicapai yaitu untuk mengetahui perbandingan nilai kekasaran permukaan benda kerja hasil pembubutan mesin bubut konvensional dengan mesin bubut CNC TU-2A pada bahan poros aluminium pejal.

### 2.2. Prosedur Penelitian

Pelaksanaan penelitian ini meliputi beberapa tahap diantaranya pemotongan spesimen sebanyak 18 potong kemudian dibubut dengan menggunakan mesin bubut konvensional dan mesin bubut CNC TU-2A, jenis pahat yang di gunakan yaitu karbida dan kedalaman pemotongan, *feeding* (kecepatan pemakanan), sudut pahat, putaran mesin dibuat konstan (1500 rpm). Untuk pembubutan awal dilakukan dengan kedalaman pemotongan masing-masing: 0.5 mm, 1.0 mm dan 1.5 mm 3 spesimen selanjutnya *feeding* yang digunakan mulai dari 0.10 mm/put dengan kedalaman pemotongan masing-masing: 0.5 mm, 1.0 mm dan 1.5 mm (3 spesimen dan pembubutan trakhir dilakukan dengan *feeding* 0.15 mm/put dengan kedalaman pemotongan masing-masing: 0.5 mm, 1.0 mm dan 1.5 mm (3 spesimen). Untuk bahan specimen pertama dari kelompok K1 dibubut dengan panjang penyayat 35 mm, kemudian bahan uji yang telah dibubut (tiga spesimen) selanjutnya disimpan untuk proses pemeriksaan kekasaran permukaan.

Proses pembubutan untuk benda kerja dengan menggunakan mesin bubut CNC TU 2A selanjutnya sama dengan penjelasan diatas. Bahan uji yang digunakan dari kedua mesin tersebut masing-masing menggunakan 9 spesimen.

### 2.3. Analisis Data

Pada penelitian ini, jenis data yang diperoleh dari hasil penelitian dan pengujian untuk masing-masing proses

pembubutan baik itu mesin bubut konvensional maupun mesin bubut CNC TU 2A kemudian dibuatkan tabel seperti dibawah ini:

Tabel 1. Parameter Tabel pengukuran specimen dari kedua mesin bubut konvensional dan CNC TU-2A

No	Kode	Feeding Mm/put	a mm	Kekasaran/Ra (µm)					Rata- Rata
				1	2	3	4	5	
1	K1	0.50							
2		1.00							
3		1.50							
4	K2	0.50							
5		1.00							
6		1.50							
7	K3	0.50							
8		1.00							
9		1.50							

Dari tabel 1 diatas menjelaskan bahwa kekasaran permukaan maka dilakukan analisis dengan menggunakan metode regresi linier sederhana, yaitu merupakan upaya untuk mencari kecenderungan saling ketergantungan antara variabel terikat(dependen,respon,Y) dengan satu atau lebih variabel bebas,(independen,prediktor,X) dengan memprediksi kemungkinan perubahan yang mungkin terjadi pada suatu variabel bila variabel lainnya diubah. Hubungan saling ketergantungan dapat diperoleh dengan persamaan garis lurus(linier) yaitu:

$$Y = a + bX \tag{1}$$

Dimana;

Y = Variabel terikat (nilai kekasaran permukaan)

x = Variabel bebas (kedalaman pemotongan)

a, b = nilai koefisien regresi

Untuk mendapatkan nilai koefisien a dan b, maka digunakan persamaan berikut:

$$a = \frac{(\sum Y)(\sum X^2) - (\sum X)(\sum XY)}{n \sum X^2 - (\sum X)^2} \tag{2}$$

$$b = \frac{n(\sum XY) - (\sum X)(\sum Y)}{n \sum X^2 - (\sum X)^2} \tag{3}$$

Sedangkan untuk menentukan koefisien korelasi antara variabel input (X) dengan variabel output (Y), dapat digunakan persamaan berikut :

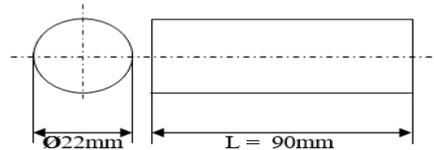
$$r = \frac{n(\sum XY) - (\sum X)(\sum Y)}{\sqrt{(n \sum X^2 - (\sum X)^2)(n \sum Y^2 - (\sum Y)^2)}} \tag{4}$$

#### 2.4 Hasil Pembubutan Spesimen

Spesimen yang telah dilakukan pembubutan maka selanjutnya akan di analisis menggunakan alat ukur

suatronic untuk menentukan tingkat kekasaran dari mesin konvensional dengan CNC TU-2A.

1. Hasil pembubutan spesimen dengan bahan aluminium yang berbentuk silinder ukuran diameter 22 mm dan dipotong dengan panjang 90 mm sebanyak 18 spesimen seperti pada gambar satu dibawah ini;



Gamabr 1. Hasil Pembubutan Mesin Konvensional dan Mesin CNC TU-2A

2. Untuk mengukur kekasaran spesimen aluminium dengan pembubutan mesin konvensional dengan mesin CNC TU-2A yaitu dengan menggunakan suatronic 3+ bisa dilihat pada gambar dua dibawah ini;



Gambar 2. Alat suatronic 3+ Untuk Mengukur Tingkat Kekasaran pada Pembubutan

### 3. Hasil dan Pembahasan

Pada penelitian ini diperoleh berbagai data - data yang disajikan baik dalam bentuk tabel yang diperoleh dari hasil pengujian dan perhitungan untuk data pengujian dari 18 spesimen ini dengan menggunakan mesin bubut konvensional dan mesin CNC TU-2A maka selanjutnya dilakukan pengujian kekasaran permukaan dengan menggunakan alat ukur surface tester Suatronic 3+.

#### 3.1 Kondisi Mesin

Kondisi mesin perkakas yang digunakan untuk memproses akan sangat mempengaruhi kontur permukaan dari hasil kerja. Hal ini dapat diakibatkan oleh usia operasional dari mesin perkakas yang sudah beroperasi cukup lama, sehingga sistem transmisi yang menggerakkan mesin tersebut sudah terjadi kelonggaran-kelonggaran. Adanya kelonggaran-kelonggaran tersebut akan menyebabkan komponen seperti poros tidak berputar lagi pada sumbunya. Ini akan mengakibatkan terjadinya getaran yang akan

mempengaruhi putaran spindle utama dimana benda kerja(spesimen) tercekam dan berputar

3.2 Hasil Pembubutan Mesin Bubut Konvensional

Setelah dilakukan pembubutan kemudian dilakukan pengujian kekasaran permukaan. Besarnya nilai kekasaran permukaan hasil pembubutan tersebut dapat dilihat pada tabel 2 dibawah ini;

Tabel 2. Hasil Pengukuran mesin Bubut Konvensional

No	Kode	Feeding mm/put	a mm	Kekasaran/Ra (µm)					Rata-Rata
				1	2	3	4	5	
1	K1	0.05	1.54	1.54	1.56	1.20	1.48	1.11	1.38
2			1.00	1.52	1.12	1.78	1.17	1.95	1.51
3			1.50	1.95	2.10	2.10	1.76	1.72	1.93
4	K2	0.10	0.50	2.12	2.14	2.11	1.94	2.05	2.07
5			1.00	2.20	2.14	2.31	1.78	2.51	2.19
6			1.50	2.41	2.70	2.41	1.52	2.72	2.55
7	K3	0.15	0.50	2.84	2.52	2.71	1.32	2.63	2.60
8			1.00	2.94	2.40	2.25	1.78	2.82	2.64
9			1.50	2.58	2.74	2.90	1.26	2.66	2.71

Keterangan:

K1 = mesin konvensional pengukuran tahap pertama

Feeding(mm/put) = kecepatan potong

a = kedalaman potong

Dari tabel diatas menunjukkan bahwa spesimen yang tingkat kekasannya yang paling tinggi ditandai dengan K1,K2 dan K3 yaitu kode K3 dengan Feeding 0.15mm/put sedangkan tingkat kehalusan atau yang paling rendah ditandai dengan kode K1 dengan feeding 0.05mm/put. Kesimpulan dari tabel 2 diatas bahwa semakin cepat *feeding* yang digunakan dengan putaran 1500rpm maka semakin meningkat kekasaran dari hasil pembubutan.

3.3 Data Nilai Kekasaran Permukaan Hasil Pembubutan CNC TU 2A

Tabel 3. Hasil Pengukuran Mesin CNC TU-2A

No	Kode	Feeding Mm/put	a mm	Kekasaran/Ra µm					(Ra) Rata-Rata
				1	2	3	4	5	
1	C1	0.05	0.50	1.35	1.36	1.22	1.24	1.20	1.27
2			1.00	1.65	1.32	1.52	1.21	1.56	1.45
3			1.50	1.94	1.95	1.86	1.90	1.72	1.87
4	C2	0.10	0.50	1.85	1.75	2.10	2.25	1.76	1.94
5			1.00	2.02	2.18	2.05	2.00	2.11	2.7
6			1.50	2.24	2.62	2.46	2.58	2.55	2.49
7	C3	0.15	0.50	2.54	2.52	2.47	2.63	2.57	2.55
8			1.00	2.76	2.51	2.62	2.52	2.60	2.60
9			1.50	2.61	2.78	2.64	2.65	2.68	2.68

Keterangan;

C1 = mesin cnc pengukuran tahap pertama

Feeding(mm/put) = kecepatan potong

a = Kedalaman potong

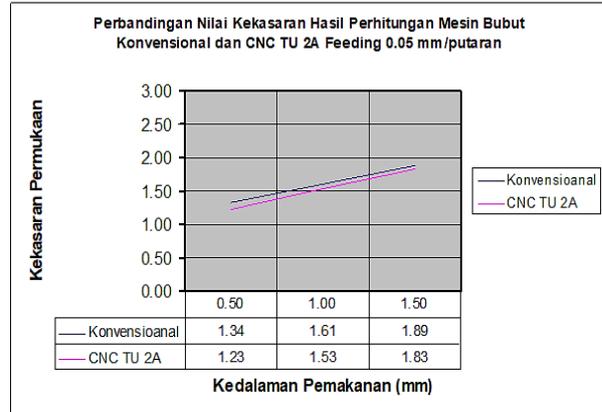
Tabel 3 diatas menunjukkan bahwa dari ketiga kode memberi kesimpulan bahwa tingkat kehalusan yaitu kode C1 dengan *feeding* 0.05mm/put sedangkan tingkat kekasaran yang paling besar yaitu C3 dengan *feeding* 0.15 dengan rata-rata 2.68 dan putaran rpm 1500,

sehingga disimpulkan makin cepat putaran *feeding* makin besar hasil kekasaran spesimen.

3.4 Perbandingan kekasaran Mesin Bubut Konvensional Dengan CNC TU-2A

Untuk mengetahui tingkat kekasaran mesin bubut konvensional dengan CNC TU-2A yaitu dengan membandingkan menggunakan bentuk grafik agar dapat terlihat dengan jelas bentuk grafik dari setiap kode dan *feeding* yang digunakan.

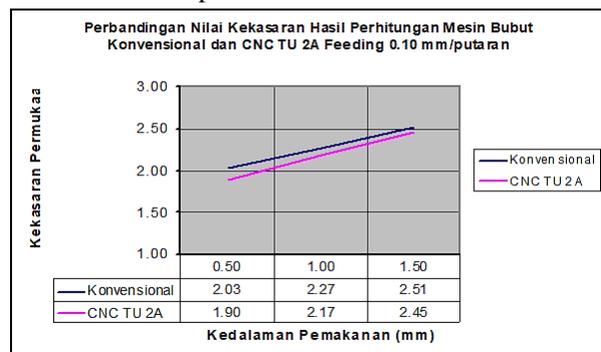
Tabel 4. Data Grafik Perbandingan Kekasaran Pada Mesin Bubut Konvensional dan CNC TU-2A



Hasil data grafik diatas menunjukkan bahwa tingkat kehalusan dari kedua mesin yang disandingkan yaitu dengan *feeding* 0.50 dengan putaran rpm 1500 adalah tingkat kekasaran yang paling tinggi yaitu mesin konvensional, hanya selisih perbedaan dari kedua mesin tersebut tidak terlalu signifikan diantaranya untuk mesin konvensional 1.34mm/put sedangkan Mesin CNC TU-2A 1.23mm/put.

3.5 Perbedaan nilai kekasaran permukaan hasil perhitungan persamaan regresi pada pembubutan konvensional dan CNC TU 2A pada putaran konstan 1500 rpm dan *feeding* 0.10 mm/putaran bisa dilihat pada gambar dibawah ini;

Tabel. 5 Perbandingan Nilai Kekasaran Mesin Bubut Konvensional Dengan CNC TU-2A Feeding 0.10mm/put

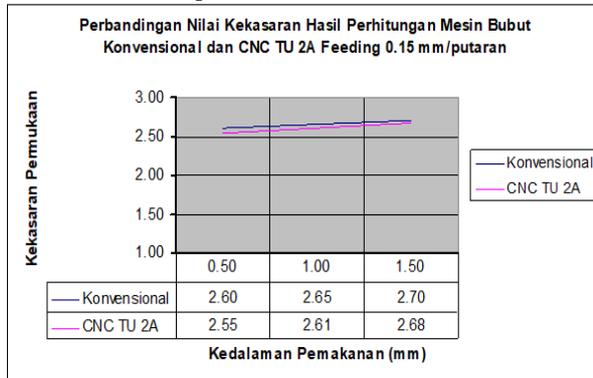


Tabel 5 diatas menunjukkan bahwa dengan rpm 1500 dengan *feeding* 0.10 mm/put dan pembubutan kedalaman ada nilai antara mesin bubut konvensional

dengan CNC TU-2A yaitu perbedaan yang signifikan antara mesin konvensional mendapatkan nilai kekasaran 2.27 kekerasa/Ra ( $\mu\text{m}$ ) sedangkan nilai kekasaran mesin CNC TU-2A 2.17 kekerasa/Ra ( $\mu\text{m}$ ).

3.6 Untuk hasil perbandingan kekasaran mesin bubut konvensional dengan CNC TU-2A dengan rpm 1500 dan *feeding* 0.15 mm/put maka bisa dilihat pada tabel 6 dibawah ini;

Tabel. 6 Perbandingan Nilai Kekasaran Mesin Bubut Konvensional Dengan CNC TU-2A Feeding 0.10mm/put



Tabel diatas menunjukkan bahwa hasil perbandingan kekerasan dan kehalusan nilai mesin bubut konvensional dengan CNC TU-2A tidak terlalu jauh dengan perbedaannya dengan nilai mesin bubut konvensional mendapatkan hasil 2.70 kekerasa/Ra ( $\mu\text{m}$ ) sedangkan mesin bubut CNC TU-2A dengan nilai 2.68 kekerasa/Ra ( $\mu\text{m}$ ) sehingga bias disimpulkan perbedaan kekasaran dari kedua mesin tersebut dinyatakan sama tingkat kekerasan dan kehalusannya.

#### 4. Kesimpulan

Untuk mendapatkan kualitas permukaan (surface roughness) yang optimal pada proses pembubutan (konvensional maupun CNC TU 2A) maka kecepatan pemakanan (feed rate) serta kedalaman pemakanan (depth of cut) harus kecil. Hasil penelitian ini menunjukkan bahwa semakin kecil *feed rate* maka semakin kecil kekasaran permukaan (surface roughness) yang dihasilkan (semakin bagus) akan tetapi jika feed rate semakin besar maka kekasaran permukaan menjadi lebih besar (semakin buruk).

Dari nilai tingkat kekasaran hasil pembubutan dengan menggunakan mesin bubut CNC TU 2A memiliki nilai kekasaran lebih kecil (lebih halus) dibandingkan hasil pembubutan dengan menggunakan mesin bubut konvensional. Hal ini dibuktikan dari hasil pengujian kekasaran dimana nilai kekasaran terkecil dari mesin bubut CNC TU 2A yaitu 1,27  $\mu\text{m}$  dan nilai kekasaran terkecil dari mesin bubut konvensional yaitu 1,38  $\mu\text{m}$  sedangkan nilai kekasaran terbesar dari mesin bubut CNC TU 2A yaitu 2,68  $\mu\text{m}$  dan nilai kekasaran permukaan untuk mesin bubut konvensional yaitu 2,71  $\mu\text{m}$ . Kelas kekasaran permukaan dari hasil penelitian ini berada pada N6 sampai N8.

#### Daftar Rujukan

- [1] Fauzi, Ahmad Sumbodo, Wirawan, 2021, Pengaruh Parameter Pemakanan Terhadap Kekasaran Permukaan ST 40 pada Mesin Bubut CNC. *Jurnal Dinamika Vokasional Teknik Mesin*, 6(1) pp. 46-57. doi: 10.21831/dinamika.v6i1.38114
- [2] MudjijantoSutarto, EkoSarip, 1019, Analisis Karakteristik Geram dan Kekasaran Permukaan pada Proses Bubut Kecepatan Rendah terhadap Baja Karbon. *SIMETRIS*, 13(1) pp. 18-23. doi: <https://www.sttcepu.ac.id/jurnal/index.php/simetris/article/view/93>
- [3] B.S.Widodo1, A.R. Krisnanda1, K. A. Widi, 2023, Analisa Pengaruh Kecepatan Putar Spindel dan Kecepatan Pemakanan terhadap Kekasaran Permukaan dan Kekerasan Baja AISI 1020 pada Mesin Bubut CNC. *FLYWHEEL*, 14(2) pp. 74-81. doi: <https://doi.org/10.36040/flywheel.v14i2.7796>
- [4] Nasution, Abdul Haris, 2022, Pengaruh Feeding Terhadap Kekasaran Permukaan Baja AISI 1045 Menggunakan Pahat Intan. *Buletin Umum Teknik*, 17(3) pp. 3-5. doi: ISSN : 2598-3814 (Online), ISSN : 1410-4520 (Cetak)
- [5] Antoni saputra, Firdaus, Indra Gunawan, 2021, Pengaruh Variasi Media Pendingin Oli , Dromus , SS-400 Pada Proses Mesin Bubut Konvensional ( Lathe Machine ). *Teknologi Terapan*, 2(1) pp.45-51. doi: <http://eprints.polsri.ac.id/id/eprint/10035>
- [6] Anggi Firstamarsyah, Arya Mahendra Sakti, 2019, Pengaruh Merk Pahat dan Sudut Potong Pahat yang Berbeda Terhadap Tingkat Kekasaran ST 41. *JPTM*, 8(3) pp. 31-36. doi: <https://journal.unesa.ac.id/index.php/jo>
- [7] Karmin, Dalom, 2015, Analisis Pengaruh Variasi Sudut Potong Pada Proses Pembubutan Akhir Material Baja. *AUSTENIT*,9(2) pp. 17-24. Doi: <https://doi.org/10.5281/zenodo.4547545>
- [8] Nasution.D.S , Harahap. R.M, Nasution.A.H, 2021, Pengaruh Feeding Terhadap Kekasaran Permukaan Pada Pembubutan Baja Aisi 1020 Dengan Menggunakan Mata Pahat Karbida Berlapis. *PISTON*, 6(1) pp. 19-26. doi: <http://repository.uisu.ac.id/handle/123456789/788>