



Pengaruh Jenis Pahat Terhadap Nilai Kekasaran Permukaan Material Baja *Carbon S45C*

Rezaldy¹, Budha Maryanti², Fransye Joni Pasau³

^{1,2,3} Prodi Teknik Mesin, Fakultas Teknologi Industri, Universitas Balikpapan

¹budha_maryanti@yahoo.com*, ²rezaldy069@gmail.com, ³fransyejp@gmail.com

Abstract

In the turning process, the surface finish of a workpiece can influence the level of visual quality of a workpiece. CNC machine cutting parameters include feed speed, feed depth, and cutting speed. The aim of this research is to determine the effect of carbide insert tool types ZCC WNMG 060408 – DM and VBMT 160408 – HM on the average roughness value in the turning process with a rotational speed of 500 rpm and feed speed variations of 0.10 mm/rev, 0.15 mm/ rev and 0.20 mm/rev on S45C steel material. This research is located at PT. Bin Smeer Jaya with the research sample, namely S45C steel material. This research will be carried out with 3 samples of surface roughness testing each with varying feeding, where the turning process will be carried out on a CNC lathe machine first using ZCC WNMG 060408 – DM and VBMT 160408 – HM carbide insert chisels. The desired roughness standard is 1.8 μm – 2.2 μm . Based on the results of testing the surface roughness value of S45C steel material, the data obtained using the Handysurf E-35 surface roughness measurement tool, the roughness value using the ZCC WNMG 060408 – DM specimen 3 feeding 0.20 mm/rev carbide insert chisel was 2.38 μm , whereas for specimen 3 feeding 0.10 mm/rev is 4.11 μm . Then for the VBMT 160408 – HM carbide insert chisel, specimen 1 feeding 0.10 mm/rev is 1.48 μm , while for specimen 2 feeding 0.20 mm/rev it is 4.41 μm . So it can be concluded that the lowest roughness value occurs in the VBMT 160408 – HM carbide insert chisel compared to the ZCC WNMG 060408 – DM carbide insert chisel type. Therefore, the best level of surface roughness results occurs in the VBMT 160408 – HM carbide insert with the desired roughness standard and optimal visual quality.

Keywords: *Feeding variation, S45C, Carbide insert tool, CNC, Surface roughness value*

Abstrak

Pada proses pembubutan, hasil permukaan suatu benda kerja dapat mempengaruhi tingkat kualitas visual suatu benda kerja. Parameter pemotongan mesin CNC meliputi kecepatan pemakanan, kedalaman pemakanan, dan kecepatan potong. Tujuan penelitian ini untuk mengetahui pengaruh jenis pahat insert carbide ZCC WNMG 060408 – DM dan VBMT 160408 – HM terhadap nilai rata-rata kekasaran pada proses pembubutan dengan kecepatan putar 500 rpm dan variasi kecepatan pemakanan 0,10 mm/rev, 0,15 mm/rev dan 0,20 mm/rev pada material baja S45C. Penelitian ini berlokasi di PT. Bin Smeer Jaya dengan sampel penelitian yaitu material baja S45C. Adapun penelitian ini akan dilakukan dengan masing-masing 3 sampel pengujian kekasaran permukaan dengan variasi feeding, dimana akan dilakukan proses pembubutan pada mesin lathe CNC terlebih dahulu menggunakan pahat insert carbide ZCC WNMG 060408 – DM dan VBMT 160408 – HM standar kekasaran yang diinginkan 1,8 μm – 2,2 μm . Berdasarkan hasil pengujian nilai kekasaran permukaan material baja S45C, data yang diperoleh menggunakan alat pengukuran kekasaran permukaan Handysurf E-35 nilai kekasaran menggunakan pahat insert carbide ZCC WNMG 060408 – DM spesimen 3 feeding 0,20 mm/rev adalah 2,38 μm , sedangkan untuk spesimen 3 feeding 0,10 mm/rev adalah 4,11 μm . Kemudian pada pahat insert carbide VBMT 160408 – HM spesimen 1 feeding 0,10 mm/rev adalah 1,48 μm , sedangkan untuk spesimen 2 feeding 0,20 mm/rev adalah 4,41 μm . Maka dapat disimpulkan bahwa nilai kekasaran terendah terjadi pada pahat insert carbide VBMT 160408 – HM dibandingkan dengan jenis pahat insert carbide ZCC WNMG 060408 – DM. Oleh karena itu, tingkat hasil nilai kekasaran permukaannya terbaik terjadi pada insert carbide VBMT 160408 – HM dengan standar kekasaran yang diinginkan dan kualitas visual yang optimal.

Kata kunci: Variasi *feeding*, S45C, Pahat insert carbide, CNC, Nilai kekasaran permukaan

1. Pendahuluan

Mesin CNC (*Computer Numerical Control*) adalah peralatan yang mampu mengerjakan benda kerja dasar menjadi benda kerja yang diinginkan yang memerlukan tingkat kepresisian dimensi dengan toleransi yang detail sesuai dengan yang diprogramkan oleh operator. Kekasaran suatu permukaan benda memang memegang peranan yang cukup penting, parameter pemotongan diantaranya yaitu kecepatan putaran, kedalaman potong, alur pahat [1]

Pemilihan jenis pahat, pada mesin CNC yang akan digunakan merupakan salah satu hal penting yang harus diperhatikan. Semakin baik pemilihan dan pengaturan ini, semakin halus permukaan yang dihasilkan. Untuk mendapatkan nilai kekasaran permukaan dari poros yang halus dari proses pembubutan ada berbagai macam jenis pahat yang dapat digunakan untuk memotong material dengan cara yang berbeda di setiap pahatnya ataupun bisa juga dengan bentuk pemotongan yang akan dilakukan operator pada mesin CNC.

Oleh sebab itu 1 (satu) macam jenis pahat bubut tidak bisa dipakai untuk berbagai macam pengerjaan karena sangat berpengaruh dengan hasil studi dan riset mengenai proses permesinan begitu pula kecepatan putar (*spindle speed*) dan variasi kecepatan pemakanan (*feeding*) yang tepat agar tingkat kepresisian suatu kekasaran permukaan pada level tertentu dimana kekasaran permukaan tersebut dapat dijadikan acuan untuk evaluasi produk pemesinan sesuai standar yang telah ditetapkan oleh masing-masing perusahaan.

Tujuan dari penelitian ini untuk mengetahui pengaruh jenis pahat *insert carbide* ZCC WNMG 060408 – DM dan pahat *insert carbide* VBMT 160408 – HM terhadap nilai rata-rata kekasaran pada proses pembubutan dengan kecepatan putar (*spindle speed*) 500 rpm dan variasi kecepatan pemakanan (*feeding*) 0,10 mm/rev, 0,15 mm/rev dan 0,20 mm/rev pada material baja S45C.

Beberapa penelitian yang terkait dengan topik ini telah dilakukan oleh peneliti sebelumnya, antara lain penelitian oleh Ahmad Fauzi, Wirawan Sumbodo, [2] tentang “Pengaruh pemakanan terhadap kekasaran permukaan baja ST-40 pada mesin CNC bubut”, Marendi Nopiansyah, Zulfitriyanto, Erwanto, [3] tentang “Pengaruh kecepatan *spindle* dan kedalaman pemakanan terhadap kekasaran permukaan pemesinan bubut CNC baja ST-41”, Amir Mashudi, Nur Aini Susanti, [4] tentang “Pengaruh media pendingin

dan kecepatan putar spindle terhadap hasil kekasaran permukaan benda kerja pada proses akhir (*finishing*) menggunakan mesin bubut CNC PU”, Bambang Siswanto, Sunyoto, [5] tentang “Pengaruh kecepatan dan kedalaman potong pada proses pembubutan konvensional terhadap kekasaran permukaan lubang”, K. Sutrisna, I. N. Pasek Nugraha, K. Rihendra Dantes, [6] tentang “Pengaruh variasi kedalaman potong dan kecepatan putaran mesin bubut terhadap kekasaran permukaan benda kerja hasil pembubutan rata pada bahan baja ST-37”.

Memilih mata pahat yang baik dan tepat merupakan salah satu hal yang perlu di pertimbangan, karena pada saat proses pembubutan mata pahat akan mengalami kenaikan temperatur [7]. Untuk memperoleh kualitas dari hasil permesinan maka diperlukan proses *finishing* dengan mengatur kecepatan putaran, *depth of cut*, dan kecepatan langkah pemakanan, yang bertujuan untuk mencapai angka standar yang merupakan angka kekasaran permukaan rata - rata (*Ra*) dengan tingkat kekasaran (N) tertentu [8]. Nilai rata-rata kekasaran permukaan merupakan hasil yang didapatkan secara aritmatik dari angka harga *absolute*. Berikut dapat dirumuskan sebagai berikut. [9]

$$Ra = \frac{\sum_l^n [y]}{n} \dots\dots\dots (1)$$

Dimana:

Ra = Kekasaran rata-rata (μm)

$\sum_l^n [y]$ = Titik pengukuran (μm)

n = Jumlah sampel

Pada nilai kekasaran permukaan terdapat beberapa kriteria nilai kualitas (N) yang berbeda, dimana nilai kualitas kekasaran dimulai dari yang terkecil N1 yang memiliki nilai kekasaran permukaan (*Ra*) 0,025 μm dan nilai yang tertinggi adalah N12 dengan nilainya 50 μm [9].

Pada dasarnya, jenis material memiliki standar tingkat kekasaran yang berbeda-beda yang tergantung pada hasil proses produksi dari komponen material tersebut. Oleh sebab itu kekasaran permukaan menjadi peranan penting mengerjakan suatu barang maupun komponen-komponen tertentu yang membutuhkan tingkat kekasaran yang rendah.

2. Metode Penelitian

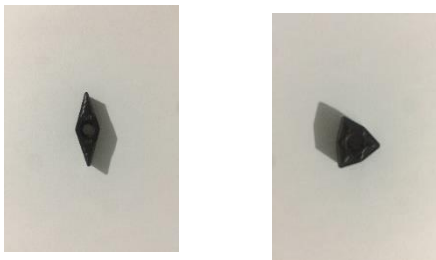
Pada penelitian ini menggunakan baja *carbon* S45C dengan diameter 30 mm panjang 100 mm menggunakan 6 (enam) spesimen material, pahat yang digunakan untuk pemakanan benda kerja

hanya pahat *insert carbide* ZCC WNMG 060408 – DM dan pahat *insert carbide* VBMT 160408 – HM, dengan tingkat kekasaran yang diinginkan (Ra) 1,8 μm – 2,2 μm .

Penelitian ini membahas tentang pengaruh jenis pahat terhadap nilai kekasaran permukaan material baja *carbon* S45C, dimana akan dilakukan dengan menggunakan 2 (dua) jenis pahat *insert carbide* ZCC WNMG 060408 – DM dan pahat *insert carbide* VBMT 160408 – HM dengan kecepatan putar 500 rpm dan dengan variasi (*feeding*) mulai dari 0,10 mm/rev, 0,15 mm/rev, dan 0,20 mm/rev.



Gambar 1. Material baja *carbon* S45C

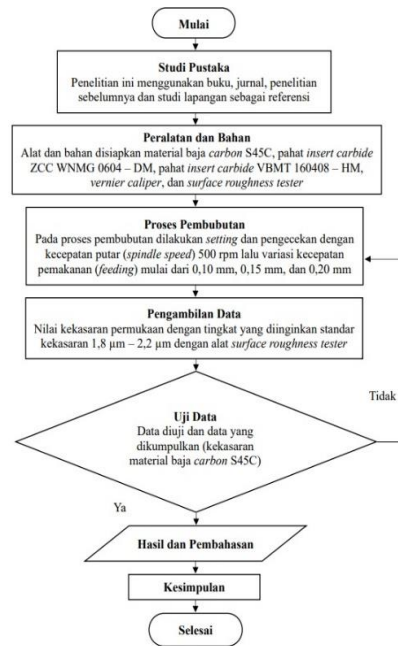


Gambar 2. Pahat *insert carbide* ZCC WNMG 060408 – DM, Pahat *insert carbide* VBMT 160408 – HM

Variabel penelitian yang digunakan sebagai berikut:

- Variabel bebas dalam penelitian ini menggunakan mesin *lathe* CNC, pahat *insert carbide* ZCC WNMG 060408 – DM, pahat *insert carbide* VBMT 160408 – HM, variasi *feeding* mulai dari 0,10 mm/rev, 0,15 mm/rev, dan 0,20 mm/rev dengan masing-masing 3 (tiga) sampel percobaan.
- Variabel terikat dari hasil nilai kekasaran permukaan yang didapat pada material baja *carbon* S45C menggunakan alat uji *surface roughness tester*.
- Variabel terkontrol dalam penelitian ini adalah kecepatan putar 500 rpm dan standar kekasaran 1,8 μm – 2,2 μm .

Diagram Alir Penelitian



Gambar 4. Diagram alir penelitian

3. Hasil dan Pembahasan

Pada proses pengambilan data, akan dilakukan pemakanan dengan menggunakan 2 (dua) jenis pahat *insert carbide* ZCC WNMG 060408 – DM dan pahat *insert carbide* VBMT 160408 – HM dengan kecepatan putar (*spindle speed*) dan variasi kecepatan pemakanan (*feeding*). Pada proses pengukuran mengambil 3 (tiga) titik area sampel dengan sudut 0°, 120°, dan 240° dengan kecepatan putar (*spindle speed*) yaitu 500 rpm dan variasi (*feeding*) mulai dari 0,10 mm/rev, 0,15 mm/rev, dan 0,20 mm/rev. Ketiga area sampel tersebut dapat dijadikan sebagai acuan setelah melalui proses pembubutan sehingga dapat mewakili tingkat kekasaran permukaan untuk mengetahui pengaruh gaya potong atau gerak makan (*feeding*) keseluruhan diameter. Kemudian dimana pengujian pengukuran kekasaran permukaan akan dilakukan dengan menggunakan alat *surface roughness tester*.

Pada hasil didapatkan tingkat kekasaran permukaan pahat *insert carbide* ZCC WNMG 060408 – DM dapat dilihat berdasarkan pada tabel 1 dibawah ini sebagai berikut.

Tabel 1. Hasil tingkat kekasaran permukaan pahat *insert carbide* ZCC WNMG 060408 – DM

Spesi men	Kecepatan putar (<i>spindle speed</i>) (rpm)	Variasi kecepatan pemakanan (<i>feeding</i>) (mm/rev)	Hasil tingkat kekasaran (μm)			Standar kekasaran (μm)
			0°	120°	240°	
1	500	0,10	3,31	3,48	3,93	1,8-2,2
		0,15	4,05	3,78	3,64	
		0,20	3,51	2,71	2,08	
2	500	0,10	3,85	4,54	3,28	1,8-2,2
		0,15	3,83	4,43	4,02	
		0,20	1,39	4,27	4,56	
3	500	0,10	3,67	4,03	4,63	1,8-2,2
		0,15	4,12	4,12	4,01	
		0,20	1,70	2,00	3,46	

Pada hasil didapatkan tingkat kekasaran permukaan pahat *insert carbide* VBMT 160408 – HM dapat dilihat berdasarkan pada tabel 2 dibawah ini sebagai berikut.

Tabel 2. Hasil tingkat kekasaran permukaan pahat *insert carbide* VBMT 160408 – HM

Spesi men	Kecepatan putar (<i>spindle speed</i>) (rpm)	Variasi kecepatan pemakanan (<i>feeding</i>) (mm/rev)	Hasil tingkat kekasaran (μm)			Standar kekasaran (μm)
			0°	120°	240°	
1	500	0,10	1,59	1,41	1,46	1,8-2,2
		0,15	2,29	1,73	2,34	
		0,20	2,34	2,20	2,31	
2	500	0,10	3,39	2,91	1,20	1,8-2,2
		0,15	4,42	2,44	2,98	
		0,20	4,42	4,27	4,56	
3	500	0,10	1,56	2,50	2,02	1,8-2,2
		0,15	2,07	1,61	2,98	
		0,20	1,92	2,44	1,77	

Berdasarkan tabel 3 menggunakan pahat *insert carbide* ZCC WNMG 060408 – DM hasil yang diperoleh setelah melakukan perhitungan kekasaran rata-rata (*Ra*) spesimen 1 (satu) kecepatan putar 500 rpm dengan gerak makan (*feeding*) 0,10 mm/rev = 3,57 μm , gerak makan (*feeding*) 0,15 mm/rev = 3,82 μm , gerak makan (*feeding*) 0,20 mm/rev = 2,76 μm . Sedangkan spesimen 2 (dua) dengan gerak makan (*feeding*) 0,10 mm/rev = 3,89 μm , gerak makan (*feeding*) 0,15 mm/rev = 4,09 μm , gerak makan (*feeding*) 0,20 mm/rev = 3,40 μm dan spesimen 3 (tiga) dengan gerak makan (*feeding*) 0,10 mm/rev = 4,11 μm , gerak makan (*feeding*) 0,15 mm/rev = 4,08 μm , gerak makan (*feeding*) 0,20 mm/rev = 2,38 μm .

Tabel 3. Hasil nilai rata-rata kekasaran permukaan pahat *insert carbide* ZCC WNMG 060408 – DM

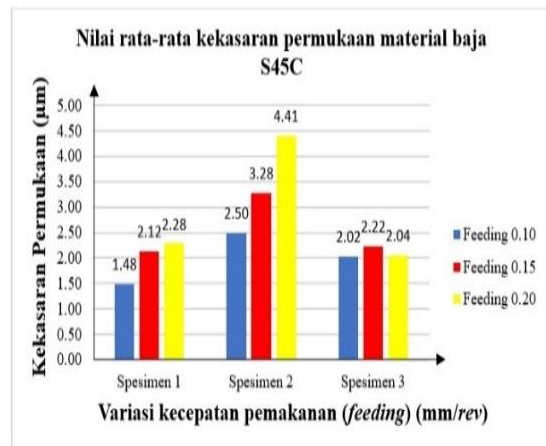
Spesi men	Kecepatan putar (rpm)	Variasi <i>feeding</i> (mm/rev)	Nilai rata-rata kekasaran permukaan material baja S45C (μm)			Standar Kekasaran (μm)
			0°	120°	240°	
1	500	0,10	1,48	2,12	2,28	1,8 – 2,2
2		0,15	2,50	3,28	4,41	
3		0,20	2,02	2,22	2,04	

Dilanjutkan dengan tabel 4 menggunakan pahat *insert carbide* VBMT 160408 – HM hasil yang diperoleh setelah melakukan perhitungan kekasaran rata-rata (*Ra*) spesimen 1 (satu) kecepatan putar 500 rpm dengan gerak makan (*feeding*) 0,10 mm/rev = 1,48 μm , gerak makan (*feeding*) 0,15 mm/rev = 2,12 μm , gerak makan (*feeding*) 0,20 mm/rev = 2,28 μm . Sedangkan spesimen 2 (dua) dengan gerak makan (*feeding*) 0,10 mm/rev = 2,50 μm , gerak makan (*feeding*) 0,15 mm/rev = 3,28 μm , gerak makan (*feeding*) 0,20 mm/rev = 4,41 μm dan spesimen 3 (tiga) dengan gerak makan (*feeding*) 0,10 mm/rev = 2,02 μm , gerak makan (*feeding*) 0,15 mm/rev = 2,22 μm , gerak makan (*feeding*) 0,20 mm/rev = 2,04 μm .

Tabel 4. Hasil nilai rata-rata kekasaran permukaan pahat *insert carbide* VBMT 160408 – HM

Spesi men	Kecepatan putar (rpm)	Variasi <i>feeding</i> (mm/rev)	Nilai rata-rata kekasaran permukaan material baja S45C (μm)			Standar Kekasaran (μm)
			0°	120°	240°	
1	500	0,10	3,57	3,82	2,76	1,8 – 2,2
2		0,15	3,89	4,09	3,40	
3		0,20	4,11	4,08	2,38	

Pada data tabel 3 dan tabel 4 didapatkan grafik berdasarkan pengambilan data menggunakan alat *surface roughness tester* pada 3 (tiga) titik area sampel dengan sudut 0°, sudut 120° dan sudut 240° sehingga dapat mewakili hasil nilai rata-rata kekasaran permukaan area pengukuran, dapat dibuat grafik sebagai berikut.



Gambar 5. Grafik hasil nilai rata-rata kekasaran permukaan menggunakan pahat *insert carbide* ZCC WNMG 060408 – DM



Gambar 6. Grafik hasil nilai rata-rata kekasaran permukaan pahat insert carbide VBMT 160408 – HM

Berdasarkan gambar 5 Grafik hasil nilai rata-rata kekasaran permukaan pahat insert carbide ZCC WNMG 060408 – DM dari spesimen 1 (satu) dengan feeding 0,10 mm/rev = 3,57 µm, feeding 0,15 mm/rev = 3,82 µm, feeding 0,20 mm/rev = 2,76 µm, spesimen 2 (dua) dengan feeding 0,10 mm/rev = 3,89 µm, feeding 0,15 mm/rev = 4,09 µm, feeding 0,20 mm/rev = 3,40 µm, spesimen 3 (tiga) dengan feeding 0,10 mm/rev = 4,11 µm, feeding 0,15 mm/rev = 4,08 µm, feeding 0,20 mm/rev = 2,38 µm.

Dilanjutkan gambar 6 grafik hasil nilai rata-rata kekasaran permukaan pahat insert carbide VBMT 160408 – HM dari spesimen 1 (satu) dengan feeding 0,10 mm/rev = 1,48 µm, feeding 0,15 mm/rev = 2,12 µm, feeding 0,20 mm/rev = 2,28 µm, spesimen 2 (dua) dengan feeding 0,10 mm/rev = 2,5 µm, feeding 0,15 mm/rev = 3,28 µm, feeding 0,20 mm/rev = 4,41 µm, spesimen 3 (tiga) dengan feeding 0,10 mm/rev = 2,02 µm, feeding 0,15 mm/rev = 2,22 µm, feeding 0,20 mm/rev = 2,04 µm.



Gambar 7. Perbandingan pahat pada nilai rata-rata kekasaran

Dari hasil pengujiannya didapatkan bahwa nilai rata-rata kekasaran permukaan pada material baja S45C pada pengambilan data keseluruhan yang

telah dikumpulkan dimana menggunakan pahat insert carbide ZCC WNMG 060408 – DM menggunakan alat surface roughness tester spesimen 3 (tiga) dengan feeding 0,20 mm/rev adalah 2,38 µm yang merupakan nilai rata-rata kekasaran yang paling rendah akan tetapi tidak masuk standar yang diinginkan sedangkan untuk spesimen 3 (tiga) dengan feeding 0,10 mm/rev adalah 4,11 µm yang merupakan nilai rata-rata kekasaran permukaan yang paling tertinggi.

Kemudian dilanjutkan dengan menggunakan pahat insert carbide VBMT 160408 – HM yang menggunakan alat surface roughness tester spesimen 1 (satu) dengan feeding 0,10 mm/rev adalah 1,48 µm yang merupakan nilai rata-rata kekasaran yang paling rendah dan masuk standar yang diinginkan, sedangkan untuk spesimen 2 (dua) dengan feeding 0,20 mm/rev adalah 4,41 µm nilai rata-rata kekasaran permukaan yang paling tertinggi. Hasil yang paling tinggi jauh dari hasil standar yang diinginkan dan hasil yang paling rendah merupakan tingkat kekasaran yang sesuai dengan standar yang diinginkan.

3. Kesimpulan

Nilai kekasaran yang didapatkan dari proses pembubutan menggunakan mesin lathe CNC pada material baja S45C dengan pahat insert carbide ZCC WNMG 060408 – DM rata-rata kekasarannya spesimen 3 (tiga) dengan feeding 0,20 mm/rev adalah 2,38 µm, sedangkan untuk spesimen 3 (tiga) dengan feeding 0,10 mm/rev adalah 4,11 µm. Lalu nilai kekasaran dengan pahat insert carbide VBMT 160408 – HM rata-rata kekasarannya spesimen 1 (satu) dengan feeding 0,10 mm/rev adalah 1,48 µm, sedangkan untuk spesimen 2 (dua) dengan feeding 0,20 mm/rev adalah 4,41 µm.

Maka dapat disimpulkan bahwa nilai kekasaran terendah terjadi pada pahat insert carbide VBMT 160408 – HM dibandingkan dengan jenis pahat insert carbide ZCC WNMG 060408 – DM. Oleh karena itu, tingkat hasil nilai kekasaran permukaannya terbaik terjadi pada insert carbide VBMT 160408 – HM dengan standar kekasaran yang diinginkan dan kualitas visual yang optimal.

Ucapan Terimakasih

Dalam melakukan penelitian telah mendapat banyak dukungan dan bantuan dari berbagai pihak. Penulis mengucapkan terima kasih yang tak terhingga kepada PT. Bin Smeer Jaya yang telah memberi izin dalam melakukan penelitian maupun quality control PT. Tjokro Bersaudara.

Daftar Rujukan

- [1] T. Hidayat and B. A. Hasyim, "Pengaruh Kedalaman Pemakanan Jenis Pendingin dan Kecepatan Spindle Terhadap Kekasaran Permukaan Benda Kerja Pada Proses Bubut Konvensional," *Jurnal Teknik Mesin*, vol. 1, no. 1, pp. 62-67, 2015.
- [2] A. Fauzi and W. Sumbodo, "Pengaruh Parameter Pemakanan Terhadap Kekasaran Permukaan ST 40 Pada Mesin Bubut CNC," *Jurnal Dinamika Vokasional Teknik Mesin*, vol. 6, no. 1, pp. 46-57, 2021.
- [3] M. Nopiansyah and E. Zulfitriyanto, "Pengaruh Kecepatan Spindle dan Kedalaman Pemakanan Terhadap Kekasaran Permukaan Pemesinan Bubut CNC Baja ST 41," *Jurnal Syntax Admiration*, vol. 2, no. 7, pp. 1308-1316, 2021.
- [4] A. Mashudi and N. A. Susanti, "Pengaruh Media Pendingin dan Kecepatan Putar Spindle Terhadap Hasil Permukaan Benda Kerja Pada Proses Finishing Menggunakan Mesin Bubut PU," *Jurnal Pendidikan Teknik Mesin*, vol. 9, no. 3, pp. 57-66, 2020.
- [5] B. Siswanto and Sunyoto, "Pengaruh Kecepatan dan Kedalaman Potong Pada Proses Pembubutan Konvensional Terhadap Kekasaran Permukaan Lubang," *Jurnal Dinamika Vokasional Teknik Mesin*, vol. 3, no. 2, pp. 82-86, 2018.
- [6] K. Sutrisna, I. N Pasek Nugraha and K. Rihendra Dantes, "Pengaruh Variasi Kedalaman Potong dan Kecepatan Putaran Mesin Bubut Terhadap Kekasaran Permukaan Benda Kerja Hasil Pembubutan Rata Pada Baja ST 37," *Jurnal Jurusan Pendidikan Teknik Mesin Undiksha*, vol. 5, no. 3, 2017.
- [7] S. Kalpakjian and S. R. Schmid, *Manufacturing Processes for Engineering Material Fifth Edition*, New Delhi, India: Pearson Education in South Asia, 2014.
- [8] A. Mardiansyah, "Analisis Kekasaran Permukaan Benda Kerja Dengan Variasi Jenis Material dan Pahat Potong," *Program Studi Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Bengkulu*, pp. 1-14, 2014.
- [9] R. S. Budi and H. Dwipayana, "Analisa Kekasaran Permukaan Material Alumunium Pada Proses Pembubutan Dengan Mesin Bubut BV 20," *Jurnal Teknik*, vol. 6, no. 2, pp. 248-256, 2000.