

ANALISIS KEKASARAN PERMUKAAN TERHADAP KECEPATAN SPINDEL DAN KEDALAMAN PEMOTONGAN PADA PROSES DOWN MILLING BAJA ST 42

Abdul Kohar^{1*}, Togik Hidayat^{2*}, Aprillia Dwi Ardianti^{3*}

koharabdl@gmail.com^{1*}, togikhidayat@gmail.com^{2*}, aprilliadwia@unugiri.ac.id^{3*}

Progran Studi Teknik Mesin, Fakultas Sains dan Teknologi, Universitas Nahdlatul Ulama Sunan Giri

ABSTRACT

The milling process on ST 42 steel material, especially in down milling for the manufacture of tools, is required to produce good products, in this case seen from the quality of the milling results in the form of surface roughness of the milling work. The level of roughness of an object's surface does have a very important role in the planning of a machine component, especially planning related to the problem of friction, lubrication, wear and resistance to material fatigue. This research was conducted to determine the effect of spindle speed, cutting depth and cutting speed on the surface roughness of the ST 42 steel down milling process. The research was an experimental research type with variations in the down milling work parameters. The results of the surface roughness test showed that the average roughness value of ST 42 steel down milling variations based on the spindle rotation showed the best results were on specimens with a spindle speed working parameter of 240 rpm with an average roughness value of 1.73 m. The results of the surface roughness test show the average roughness value of ST 42 steel down milling variations based on the cutting depth. The best results are on specimens with a cutting depth of 4 mm and a spindle rotation of 240 rpm with an average roughness value of 1.29 m. The roughness average value for variations in down milling of ST 42 steel based on cutting speed shows the best results are on specimens with working parameters of cutting speed 26 mm/minute and spindle rotation of 240 rpm with an average roughness value of 1.30 m.

Keywords: Spindle Speed, Cutting Depth, Cutting Speed, Surface Roughness, Down Milling

ABSTRAK

Proses milling pada material baja ST 42 terutama pada *down milling* untuk pembuatan alat- alat perkakas dituntut menghasilkan produk yang baik dalam hal ini dilihat dari kualitas hasil milling berupa kekasaran permukaan hasil pekerjaan dengan milling. Tingkat kekasaran suatu permukaan benda memanglah memiliki peranan yang sangat penting dalam perencanaan suatu komponen mesin khususnya perencanaan yang berkaitan dengan masalah gesekan pelumasan, keausan dan tahanan terhadap kelelahan material. Penelitian ini dilakukan untuk mengetahui pengaruh kecepatan spindle, kedalaman pemotongan dan kecepatan potong terhadap kekasaran permukaan pada proses *down milling* baja ST 42. Penelitian yang dilakukan adalah jenis penelitian experiment dengan variasi pada parameter pekerjaan *down milling*. Hasil pengujian kekasaran permukaan menunjukkan nilai kekasaran/ roughness average variasi pengerjaan *down milling* baja ST 42 berdasarkan putaran spindelnnya menunjukkan hasil paling baik adalah pada specimen dengan parameter pengerjaan kecepatan spindle 240 rpm dengan nilai kekasaran rata - rata 1.73 μm . Hasil pengujian kekasaran permukaan menunjukkan nilai kekasaran/ roughness average variasi pengerjaan *down milling* baja ST 42 berdasarkan kedalaman pemotongan menunjukkan hasil paling baik adalah pada specimen dengan parameter pengerjaan kedalaman pemotongan 4 mm dan putaran spindle 240 rpm dengan nilai kekasaran rata - rata adalah 1.29 μm . Nilai kekasaran/ roughness average variasi pengerjaan *down milling* baja ST 42 berdasarkan kecepatan pemotongan menunjukkan hasil paling baik

adalah pada specimen dengan parameter pengerjaan kecepatan potong 26 mm/menit dan putaran spindle 240 rpm dengan nilai kekasaran rata - rata 1.30 μm .

Kata kunci: Kecepatan Spindel, Kedalaman Pemoangan, Kecepatan Potong , Kekasaran Permukaan, Down Milling

I. PENDAHULUAN¹

Proses manufaktur dalam hal ini adalah produksi sebuah produk yang berkualitas baik tentunya dikerjakan dengan parameter yang tepat dalam setiap proses permesinannya. Proses manufaktur mulai dari pemilihan material perlakuan sebelum proses manufaktur, proses manufaktur, proses finishing tentunya semua dikerjakan dengan parameter yang terukur sehingga hasil produk dapat memiliki kualitas yang baik. Untuk membuat suatu produk yang berkualitas tentunya harus didukung oleh proses pemesinan yang baik. Setiap proses pemesinan mempunyai ciri tertentu atas permukaan benda kekasaran permukaan. Hal ini terjadi karena pada proses pemesinan sering terjadi penyimpangan-penyimpangan yang disebabkan oleh kondisi pemotongan dan operasional mesin (Hendrawan, 2017)

Proses milling adalah suatu proses permesinan yang faktor utamanya adalah gesekan antara pahat dengan benda kerja. Selama proses milling akan terjadi beberapa gerakan yang saling berkaitan. Proses milling pada umumnya menghasilkan bentukan bidang datar (bidang datar ini terbentuk karena pergerakan dari meja mesin) dimana proses pengurangan material benda kerja terjadi karena adanya kontak antara alat potong (*cutter*) yang berputar pada spindle dengan benda kerja yang tercekam pada meja mesin (Prakoso, 2017)

Proses milling pada material baja ST 42 terutama pada *down milling* untuk pembuatan alat- alat perkakas dituntut menghasilkan produk yang baik dalam hal ini dilihat dari kualitas hasil milling berupa kekasaran permukaan hasil pekerjaan dengan milling. Tingkat kekasaran suatu permukaan benda memanglah memiliki peranan yang sangat penting dalam perencanaan suatu komponen mesin khususnya perencanaan yang berkaitan dengan masalah gesekan pelumasan, keausan dan tahanan terhadap kelelahan material. Oleh karena itu dalam perencanaan dan pembuatannya harus

dipertimbangkan terlebih dulu mengenai peralatan mesin mana yang harus digunakan. Untuk mendapatkan hasil yang baik dalam proses milling banyak yang perlu diperhatikan, salah satunya adalah parameter pemotongan. Parameter potong proses *up-milling* pada mesin freis horizontal pada material baja ST 42 dan ST 60 diketahui bahwa karakteristik kekasaran permukaan terkecil pada material ST 42 sebesar 1.4 μm dengan amplitudo getaran 1.0 μm terjadi pada putaran spindle 240 rpm pada kedalaman potong 0.2 mm dengan gerak insut 12 mm/menit sedangkan kekasaran maksimum terjadi pada material ST 60 yaitu sebesar 11.0 μm pada putaran spindle 180 rpm, kedalaman potong 1.0 mm, dengan gerak insut 38 mm/menit menghasilkan amplitudo getaran sebesar 17.0 μm (Hammada Abbasa, Yafet Bontonga, dan Yusran Aminya, 2013).

Parameter potong yang dalam penelitian ini meliputi pengaruh kecepatan spindle, kedalaman pemotongan dan kecepatan potong pada dasarnya merupakan hal dasar yang harus ditentukan untuk menentukan karakteristik kekasaran permukaan hasil pekerjaan *down milling* atau digunakan untuk memperoleh hasil pekerjaan pada proses *down milling* baja ST 42 yang baik sesuai dengan standart penggunaan hasil pekerjaan *down milling* selain pada kualitas *tools* dan ketepatan *tools* yang digunakan selama proses pengerjaan atau produksi. Berdasarkan beberapa kajian permasalahan dan kajian teori diatas maka perlu dilakukan beberapa percobaan/ penelitian terhadap pengaruh parameter potong berupa kecepatan spindle, kedalaman pemotongan, dan kecepatan potong pada kekasaran permukaan hasil pekerjaan *down milling* baja ST 42 yang dalam penelitian ini diaplikasikan sebagai bahan perkakas.

Tujuan penelitian ini adalah untuk mengetahui pengaruh kecepatan spindle terhadap kekasaran permukaan, mengetahui pengaruh kedalaman pemotongan terhadap kekasaran permukaan dan mengetahui pengaruh kecepatan potong terhadap kekasaran permukaan pada proses *down milling* baja ST 42. yang diaplikasikan pada pembuatan mesin perkakas. adapun parameter

pembatas dalam penelitian ini adalah sebagai berikut.

a. Benda kerja

Benda kerja menggunakan baja ST 42 yang dianggap homogen tanpa mengalami perlakuan sebelumnya.

b. Kondisi proses *down milling*

- 1) Pengaruh kondisi mesin milling dianggap tidak berpengaruh.
- 2) Pengaruh kondisi tools yang digunakan dianggap tidak berpengaruh.
- 3) Pengaruh kondisi jenis cairan pendingin yang digunakan (cairan dromus dengan perbandingan campuran dengan air 1 : 3) dianggap tidak berpengaruh.

II. TINJAUAN PUSTAKA²

Hasil pengerjaan menggunakan mesin frais vertikal pada bahan aluminium, kuningan, dan baja dengan metode naik dan turun serta variasi kecepatan spindel memiliki pengaruh terhadap kekasaran dan kerataan permukaan. Kerataan permukaan hasil pekerjaan milling menggunakan mesin frais vertikal pada bahan aluminium, kuningan, dan baja dilakukan dengan metode eksperimen digunakan untuk mencari pengaruh perlakuan tertentu terhadap yang lain dalam kondisi yang terkendalkan. Hasil pengujian laboratorium menunjukan bahwa nilai kerataan permukaan terbaik/ terkecil adalah pada bahan aluminium yang dikerjakan dengan parameter kecepatan spindel 660 rpm menggunakan metode naik maupun turun dengan nilai 13 μm , sedangkan hasil yang tidak rata adalah pada specimen yang dikerjakan dengan metode turun dengan parameter kecepatan spindel 460 rpm dengan nilai 23 μm , untuk nilai kekasaran permukaan terbaik/ terkecil adalah bahan aluminium diperoleh dengan metode turun kecepatan spindel 660 rpm dengan nilai 0,41 μm , sedangkan yang paling kasar diperoleh dengan metode naik kecepatan spindel 460 rpm dengan nilai 3,78 μm . Hasil kerataan permukaan terbaik pada bahan kuningan diperoleh dengan kecepatan spindel 660 rpm untuk metode naik maupun turun dengan nilai 10 μm , sedangkan yang paling tidak rata diperoleh dengan metode turun kecepatan spindel 205 rpm dengan nilai 17 μm , untuk

kekasaran permukaan terbaik pada bahan kuningan diperoleh dengan metode naik kecepatan spindel 460 rpm dengan nilai 0,53 μm , sedangkan yang paling kasar juga diperoleh dengan metode naik kecepatan spindel 205 rpm dengan nilai 1,55 μm . Hasil kerataan permukaan terbaik pada bahan st 37 diperoleh dengan kecepatan spindel 660 rpm untuk metode naik maupun turun dengan nilai 10 μm , sedangkan yang paling tidak rata dengan nilai 17 μm diperoleh pada kecepatan spindel 205 rpm metode naik maupun turun, untuk kerataan permukaan terbaik pada bahan st 37 diperoleh dengan kecepatan spindel 660 rpm untuk metode naik maupun turun dengan nilai 10 μm , sedangkan yang paling tidak rata dengan nilai 17 μm diperoleh pada kecepatan spindel 205 rpm metode naik maupun turun .

III. METODOLOGI PENELITIAN³

Desain Metodologi pada penelitian ini diuraikan sebagai berikut:

1) Study Literatur

Study Literatur digunakan untuk menentukan kerangka dalam penelitian yang disesuaikan dengan tujuan penelitian yang ingin dicapai yaitu mengetahui pengaruh kecepatan spindel, kedalaman pemotongan dan kecepatan potong terhadap kekasaran permukaan pada proses *down milling* baja ST 42. Studi literature meliputi parameter potong yang terdiri dari kecepatan spindel, kedalaman pemotongan dan kecepatan potong, proses *down milling*, karakter baja ST 42 dan pengujian kekasaran dengan *surface roughness meter* yang diperoleh dari buku referensi dan beberapa penelitian yang telah dilakukan sebelumnya.

2) Persiapan dan pembuatan Spesimen Uji

Spesimen uji dalam penelitian ini adalah baja perkakas ST 42 dengan spesifikasi dimensi panjang 100 mm x 100 mm x 10 mm yang sudah dilakukan perlakuan proses *down milling* menggunakan variasi parameter kecepatan spindel 200 rpm, 220 rpm, 240 rpm, variasi kedalaman pemotongan 4 mm, 6mm, 8 mm, variasi kecepatan potong 12 mm/menit, 18 mm/menit, 26 mm/menit, Spesifikasi bahan/ material uji dalam penelitian ini di deskripsikan sebagai berikut

a. Bahan

Bahan yang digunakan dalam penelitian ini adalah baja perkakas ST 42 yang diasumsikan sifat homogen berdasarkan sifat mekanis dan mikrostrukturnya.

b. Peralatan

Peralatan yang digunakan dalam penelitian adalah sebagai berikut:

1. Mesin universal milling, dengan spesifikasi *center distance* 750 mm, *swing overbed* 250 mm, kecepatan spindel 125, 210, 420, 620, 1000, 1200 rpm.
2. Otomatic *sawing machine*
3. Gerinda duduk/ gerinda asah
4. Unit APD operasional mesin milling
5. Majun

c. Instrumen Penelitian

Instrumen penelitian dalam penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Unit *surface roughness meter* dengan spesifikasi dapat mengukur kekasaran hingga ketelitian 320 μm , mengukur kontur benda hingga ketelitian 25, 043 mm
2. *Vernier caliper*
3. *Micrometer*
4. Busur derajat
5. *Marker*
6. Parameter pada proses *down milling* menggunakan variasi parameter kecepatan spindel 200 rpm, 220 rpm, 240 rpm, variasi kedalaman pemotongan 4 mm, 6mm, 8 mm, variasi kecepatan potong 12 mm/menit, 18 mm/menit, 26 mm/menit, masing masing adalah sama.

3) Uji kekasaran

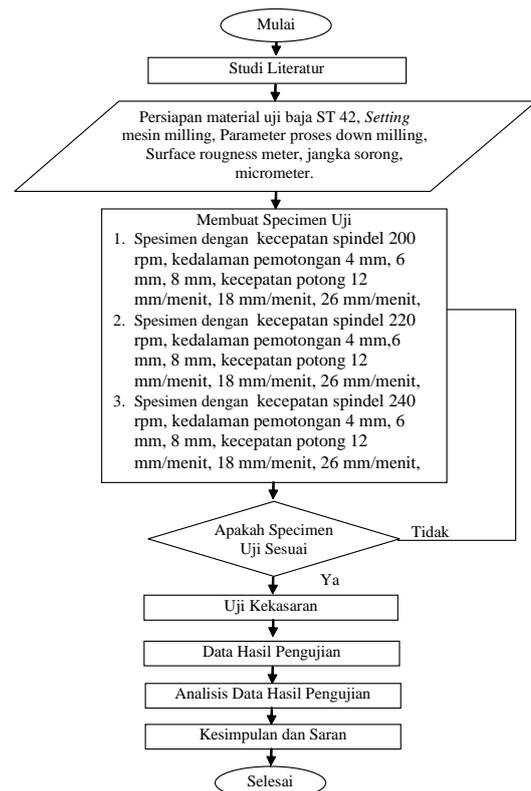
Pengujian kekasaran dalam penelitian ini menggunakan *Surface roughness metter*. Spesimen uji dengan angka kekasaran maksimal hasil pengujian dimana angka tersebut sudah melebihi batas toleransi maksimum yang diizinkan berarti benda kerja/ spesimen uji tersebut adalah tidak layak dan harus di bubut kembali hingga mendapat angka toleransi yang diizinkan. Langkah – langkah pengujian kekasaran hasil proses *down milling* permukaan baja perkakas ST 42 dengan menggunakan *surface roughness meter*.

4) Analisis Data

Analisis data dilakukan berdasarkan data hasil uji kekasaran menggunakan *surface roughness meter* dari masing masing

specimen uji untuk kualitas kekasaran. Analisis data dalam penelitian ini disajikan dalam bentuk gambar, tabel dan grafik untuk mempermudah dalam melakukan analisis data dan disesuaikan dengan kajian pustaka yang telah dikaji untuk dapat menyimpulkan hasil penelitian ini serta memberikan saran dalam penelitian.

Desain penelitian mulai awal sampai selesai terlaksananya penelitian disajikan dalam bentuk gambar *flowchart* sebagai berikut:



Gambar 1. *Flowchat* Pelaksanaan Penelitian

IV. HASIL DAN PEMBAHASAN⁴

Pembuatan Spesimen Uji

Spesimen uji kekasaran permukaan dalam penelitian ini dibuat dengan mengikuti standatr pengujian menggunakan *surface roughness meter* yang dibuat sesuai dengan hasil proses *down milling* baja ST 42 menggunakan variasi parameter kecepatan spindel 200 rpm, 220 rpm, 240 rpm, variasi kedalaman pemotongan 4 mm, 6mm, 8 mm, variasi kecepatan potong 12 mm/menit, 18 mm/menit, 26 mm/menit, Spesimen uji kekasaran permukaan dalam penelitaian ini dibuat 3 macam specimen untuk masing - masing variasi parameter pengerjaan yang digunakan.

Hasil Uji Kekasaran Permukaan

Jasil uji labolatorium terhadap kekasaran permukaan dengan *surface roughness meter* pada setiap specimen dalam penelitian ini disajikan dalam tabel 1. sebagai berikut.

Tabel 1. Data Hasil Uji Kekasaran Permukaan

Kecepatan Spindel (rpm)	Kedalaman Pemotongan (mm)	Kecepatan Potong (mm/menit)	T1	T2	T3	Ra	Rata - Rata Ra	
200	4	12	1.65	1.66	1.65	1.65	1.65	
			1.66	1.66	1.66	1.66		
			1.65	1.64	1.66	1.65		
		18	1.58	1.58	1.58	1.58	1.58	
			1.58	1.57	1.58	1.58		
			1.58	1.58	1.58	1.58		
		26	1.42	1.43	1.42	1.42	1.42	
			1.43	1.42	1.43	1.43		
			1.42	1.42	1.42	1.42		
		6	12	1.69	1.68	1.68	1.68	1.69
				1.68	1.69	1.68	1.68	
				1.69	1.69	1.69	1.69	
	18		1.62	1.64	1.62	1.63	1.63	
			1.62	1.62	1.63	1.62		
			1.64	1.62	1.62	1.63		
	26		1.58	1.56	1.58	1.57	1.57	
			1.56	1.56	1.56	1.56		
			1.58	1.58	1.58	1.58		
	8		12	1.72	1.72	1.74	1.73	1.73
				1.72	1.74	1.72	1.73	
				1.74	1.72	1.74	1.73	
		18	1.68	1.7	1.68	1.69	1.69	
			1.7	1.68	1.68	1.69		
			1.68	1.7	1.68	1.69		
26		1.68	1.66	1.68	1.67	1.67		
		1.66	1.66	1.66	1.66			
		1.68	1.66	1.68	1.67			
4		12	1.48	1.48	1.48	1.48	1.47	
			1.48	1.46	1.46	1.47		
			1.46	1.48	1.48	1.47		
	18	1.42	1.42	1.42	1.42	1.42		
		1.42	1.44	1.42	1.43			
		1.44	1.42	1.42	1.43			
	26	1.4	1.38	1.38	1.39	1.39		
		1.38	1.38	1.4	1.39			
		1.4	1.38	1.38	1.39			
	6	12	1.5	1.52	1.5	1.51	1.50	
			1.5	1.5	1.5	1.50		
			1.5	1.5	1.52	1.51		
18		1.48	1.48	1.46	1.47	1.47		
		1.46	1.46	1.46	1.46			
		1.48	1.46	1.48	1.47			
26		1.46	1.46	1.44	1.45	1.45		
		1.44	1.44	1.46	1.45			
		1.46	1.46	1.46	1.46			
8		12	1.54	1.56	1.54	1.55	1.54	
			1.54	1.54	1.54	1.54		
			1.56	1.54	1.54	1.55		
	18	1.54	1.52	1.52	1.53	1.52		
		1.52	1.5	1.52	1.51			

Kecepatan Spindel (rpm)	Kedalaman Pemotongan (mm)	Kecepatan Potong (mm/menit)	T1	T2	T3	Ra	Rata - Rata Ra	
240	4	26	1.52	1.52	1.54	1.53	1.49	
			1.48	1.48	1.5	1.49		
			1.5	1.48	1.48	1.49		
		12	1.34	1.36	1.36	1.35	1.36	
			1.36	1.36	1.36	1.36		
			1.36	1.36	1.36	1.36		
		18	1.32	1.3	1.3	1.31	1.30	
			1.3	1.3	1.3	1.30		
			1.3	1.3	1.3	1.30		
		6	26	1.2	1.2	1.2	1.20	1.20
				1.2	1.22	1.2	1.21	
				1.2	1.2	1.2	1.20	
	12		1.4	1.4	1.4	1.40	1.39	
			1.38	1.38	1.38	1.38		
			1.4	1.4	1.4	1.40		
	18		1.38	1.38	1.38	1.38	1.38	
			1.38	1.38	1.4	1.39		
			1.38	1.38	1.38	1.38		
	8		26	1.34	1.34	1.34	1.34	1.34
				1.32	1.32	1.34	1.33	
				1.34	1.34	1.34	1.34	
		12	1.44	1.46	1.44	1.45	1.45	
			1.46	1.46	1.46	1.46		
			1.46	1.46	1.44	1.45		
18		1.4	1.4	1.4	1.40	1.40		
		1.4	1.4	1.4	1.40			
		1.38	1.4	1.4	1.39			
26		1.38	1.38	1.38	1.38	1.37		
		1.38	1.36	1.38	1.37			
		1.36	1.38	1.36	1.37			

Berdasarkan tabel 4.1. dapat dilihat nilai rata-rata kekasaran spesimen benda uji menunjukkan nilai kekasaran dengan rata – rata Ra = 1.2 – 1.73 μm atau memiliki nilai kekasaran permukaan N7. Nilai rata- rata kekasaran (Ra) terkecil adalah pada specimen dengan parameter pengerjaan *down milling* baja ST 42 dengan kecepatan spindle 240, kedalaman pemotongan 4 mm dan kecepatan potong 26 mm/menit dengan nilai kekasaran rata- rata 1.2 μm . Nilai rata- rata kekasaran (Ra) terbesar adalah pada specimen dengan parameter pengerjaan *down milling* baja ST 42 dengan kecepatan spindle 200, kedalaman pemotongan 8 mm dan kecepatan potong 12 mm/menit dengan nilai kekasaran rata- rata 1.73 μm .

1. Putaran spindle

Berdasarkan hasil pengujian kekasaran seluruh spesimen dengan variasi pengerjaan *down milling* baja ST 42 dengan kecepatan spindle 200 rpm, 220 rpm, 240 rpm menunjukkan bahwa nilai kekasaran pada seluruh specimen uji adalah masuk dalam

kelompok nilai kekasaran N7 (1.36 μm - 1.62 μm). Hasil *down milling* baja ST 42 paling baik adalah pada specimen dengan parameter pengerjaan kecepatan spindel 240 rpm dengan nilai kekasaran rata - rata 1.73 μm .

2. Kedalaman Pemotongan

Berdasarkan hasil pengujian kekasaran seluruh spesimen dengan variasi kedalaman pemotongan pengerjaan *down milling* baja ST 42 pada putaran spindel 200 rpm menunjukkan bahwa nilai kekasaran pada seluruh specimen uji adalah masuk dalam kelompok nilai kekasaran N7 (1.29 μm - 1.69 μm). Hasil *down milling* baja ST 42 paling baik berdasarkan nilai kekasaran/ nilai kekasaran terendah adalah pada specimen dengan parameter pengerjaan kedalaman pemotongan 4 mm dengan nilai kekasaran rata - rata 1.55 μm .

Berdasarkan nilai kekasaran hasil pengujian kekasaran seluruh spesimen dengan variasi kedalaman pemotongan pengerjaan *down milling* baja ST 42 pada putaran spindel 220 rpm menunjukkan bahwa nilai kekasaran pada seluruh specimen uji adalah masuk dalam kelompok nilai kekasaran N7 (1.29 μm - 1.69 μm). Hasil *down milling* baja ST 42 paling baik berdasarkan nilai kekasaran/ nilai kekasaran terendah adalah pada specimen dengan parameter pengerjaan kedalaman pemotongan 4 mm dengan nilai kekasaran rata - rata 1.43 μm .

Berdasarkan nilai kekasaran hasil pengujian kekasaran seluruh spesimen dengan variasi kedalaman pemotongan pengerjaan *down milling* baja ST 42 pada putaran spindel 240 rpm menunjukkan bahwa nilai kekasaran pada seluruh specimen uji adalah masuk dalam kelompok nilai kekasaran N7 (1.29 μm - 1.69 μm). Hasil *down milling* baja ST 42 paling baik berdasarkan nilai kekasaran/ nilai kekasaran terendah adalah pada specimen dengan parameter pengerjaan kedalaman pemotongan 4 mm dengan nilai kekasaran rata - rata 1.29 μm .

3. Kecepatan Potong

Berdasarkan grafik nilai kekasaran hasil pengujian kekasaran seluruh spesimen dengan variasi kecepatan pemotongan pengerjaan *down milling* baja ST 42 pada putaran spindel 200 rpm menunjukkan bahwa nilai kekasaran pada seluruh specimen uji adalah masuk dalam kelompok nilai kekasaran N7 (1.29 μm

- 1.69 μm). Hasil *down milling* baja ST 42 paling baik berdasarkan nilai kekasaran/ nilai kekasaran terendah adalah pada specimen dengan parameter pengerjaan kecepatan pemotongan 26 mm/menit dengan nilai kekasaran rata - rata 1.55 μm .

Berdasarkan grafik nilai kekasaran hasil pengujian kekasaran seluruh spesimen dengan variasi kecepatan pemotongan pengerjaan *down milling* baja ST 42 pada putaran spindel 220 rpm menunjukkan bahwa nilai kekasaran pada seluruh specimen uji adalah masuk dalam kelompok nilai kekasaran N7 (1.29 μm - 1.69 μm). Hasil *down milling* baja ST 42 paling baik berdasarkan nilai kekasaran/ nilai kekasaran terendah adalah pada specimen dengan parameter pengerjaan kecepatan pemotongan 26 mm/menit dengan nilai kekasaran rata - rata 1.44 μm .

Berdasarkan grafik nilai kekasaran hasil pengujian kekasaran seluruh spesimen dengan variasi kecepatan pemotongan pengerjaan *down milling* baja ST 42 pada putaran spindel 240 rpm menunjukkan bahwa nilai kekasaran pada seluruh specimen uji adalah masuk dalam kelompok nilai kekasaran N7 (1.29 μm - 1.69 μm). Hasil *down milling* baja ST 42 paling baik berdasarkan nilai kekasaran/ nilai kekasaran terendah adalah pada specimen dengan parameter pengerjaan kecepatan pemotongan 26 mm/menit dengan nilai kekasaran rata - rata 1.30 μm .

V. KESIMPULAN DAN SARAN⁵

Kesimpulan yang diperoleh berdasarkan hasil pengolahan data dan analisa data beserta interpretasi yang telah dijelaskan antara lain.

1. Nilai kekasaran/ *roughness average* variasi pengerjaan *down milling* baja ST 42 berdasarkan putaran spindelnya menunjukkan hasil paling baik adalah pada specimen dengan parameter pengerjaan kecepatan spindel 240 rpm dengan nilai kekasaran rata - rata 1.73 μm .
2. Nilai kekasaran/ *roughness average* variasi pengerjaan *down milling* baja ST 42 berdasarkan kedalaman pemotongan menunjukkan hasil paling baik adalah pada specimen dengan parameter pengerjaan kedalaman pemotongan 4 mm dan putaran

spindle 240 rpm dengan nilai kekasaran rata - rata adalah 1.29 μm .

3. Nilai kekasaran/ *roughness average* variasi pengerjaan *down milling* baja ST 42 berdasarkan kecepatan pemotongan menunjukkan hasil paling baik adalah pada specimen dengan parameter pengerjaan kecepatan potong 26 mm/menit dan putaran spindle 240 rpm dengan nilai kekasaran rata - rata 1.30 μm .

Beberapa saran yang dapat peneliti berikan terkait penelitian yang telah dilakukan antara lain sebagai berikut.

1. Sebelum melakukan pekerjaan *down milling* perlu dilakukan tes kerataan cekam mesin bubut sehingga hasil pekerjaan milling dapat lebih baik dan specimen uji dapat memberikan hasil yang sesuai.
2. Kedalaman pemakanan kerja (*feeding*) selama proses pengerjaan perlu ditentukan parameternya sesuai dengan jenis material benda kerja.
3. Penggunaan *coller* / cairan pendingin dalam proses *down milling* permukaan perlu diperhatikan untuk memastikan kualitas pisau potong/ *end mill*.

VI. DAFTAR PUSTAKA⁶

- Hendrawan, M. A. (2017) 'Studi Pengaruh Parameter Pemotongan Terhadap Kekasaran Permukaan Pada Proses Up Dan Down Milling Dengan Pendekatan Vertical Milling', *Media Mesin: Majalah Teknik Mesin*, 11(1). Doi: 10.23917/Mesin.V11i1.3194.
- Prakoso, I. (2017) 'Analisa Pengaruh Kecepatan Feeding Terhadap Kekasaran Permukaan Draw Bar Mesin Milling Aciera Dengan Proses Cnc Turning', *Jurnal Teknik Mesin*, 3(3). Doi: 10.22441/Jtm.V3i3.1022.