

PENGARUH VARIASI PENDINGIN DAN SUDUT POTONG TERHADAP KEKASARAN PERMUKAAN BENDA KERJA ALUMINIUM 6061

Edwin Apriansyah²⁾, Tri Widagdo^{1)*}, Zainuddin¹⁾

¹⁾ Jurusan Teknik Mesin, Politeknik Negeri Sriwijaya

²⁾ Mahasiswa Program Studi Teknik Mesin Produksi dan Perawatan, Politeknik Negeri Sriwijaya
Jln. Sriwijaya Negara Bukit Besar Palembang 30139 Telp: 0711-353414 Fax: 0711-453211

*Email: widagdotri@yahoo.com

Abstrak

Membubut poros merupakan proses pembentukan benda kerja, dengan membuang sebagian material. Proses membuang material menggunakan pahat saat benda berputar satu sumbu poros. Hasil membubut benda kerja berpengaruh terhadap kekasaran permukaan benda kerja. Metode Penelitian menggunakan eksperimen. Material benda yang akan di eksperimen menggunakan aluminium 6061. Variabel pengujian menggunakan variasi pendingin dan sudut potong menggunakan pahat HSS. Parameter pengujian dengan pemakanan kedalaman 0.5 mm dan kecepatan spindle 1200 rpm pada setiap material benda kerja. Hasil penelitian menunjukkan, untuk melakukan proses pembubutan benda kerja, maka semakin rendah variasi pendingin dan sudut potong, maka tingkat/nilai kekasaran permukaan akan semakin rendah.

Kata Kunci : Kekasaran Permukaan, Variasi Pendingin, Sudut Potong, Pahat HSS

Abstract

Turning the shaft is the process of forming a work piece, by removing part of the material. The process of removing material uses a chisel when the object rotates one axis of the shaft. The result of turning the work piece influences the surface roughness of the work piece. The method this research is experiment. The material of the object to be experimented with uses aluminum 6061. The test variable uses a cooling variable and the cutting angle uses the HSS tool. Testing parameters with 0.5 mm depth and spindle speed of 1200 rpm on each work piece material. The results showed, to make the work pieces process, the lower the cooling variation and the cutting angle, the level / value of surface roughness will be lower.

Keywords: Surface Roughness, Variation of Coolant, Cutting Angle, HSS Tool

1. PENDAHULUAN

Proses pemesinan adalah salah satu proses utama dalam industri manufaktur logam. Pada Proses pemesinan memegang peranan penting seiring dengan kemajuan teknologi pada dunia industri otomotif, konstruksi mesin dan komponen khususnya. Mesin perkakas yang digunakan dalam proses pemesinan meliputi mesin bubut, sekrup, drilling, milling serta mesin perkakas lainnya.

Proses bubut merupakan proses pembentukan material dengan membuang sebagian material dalam bentuk geram akibat adanya gerak relatif pahat terhadap benda kerja, dimana benda kerja diputar pada spindle dan pahat dihantarkan ke benda kerja secara translasi. Pada proses pembubutan kekasaran dari hasil pekerjaan merupakan hal yang sangat penting. Kualitas pembubutan logam sangat dipengaruhi

oleh jenis pahat yang digunakan seperti misalnya pahat bubut *High Speed steel* (HSS) dan karbida. Perkembangan *cutting tool* seperti pahat bubut jenis carbide, CBN, keramik, dan inserts tool sudah semakin maju. Meskipun demikian, jenis pahat konvensional salah satunya jenis pahat HSS masih tetap digunakan, terutama di bengkel produksi yang bersekala kecil sampai menengah.

Cairan pendingin pada proses pemesinan memiliki beberapa fungsi, yaitu fungsi utama dan fungsi kedua. Fungsi utama adalah fungsi yang dikehendaki oleh perencana proses pemesinan dan operator mesin perkakas. Fungsi kedua adalah fungsi tak langsung yang menguntungkan dengan adanya penerapan cairan pendingin tersebut. Fungsi cairan pendingin tersebut sebagai berikut.

Cairan pendingin (*coolant*) pada mesin CNC-Mill 3A memiliki fungsi sebagai pelumas proses pemotongan benda kerja, mendinginkan

benda kerja, membuang beram, melindungi permukaan yang disayat dari korosi, dan memperpanjang umur cutter (Sani, Suryana, & Karmin, 2017). Fungsi utama dari cairan pendingin pada proses pemesinan

1. Melumasi proses pemotongan khususnya pada kecepatan potong rendah.
2. Mendinginkan benda kerja khususnya pada kecepatan potong tinggi.
3. Membuang beram dari daerah pemotongan.

Serta Fungsi kedua cairan pendingin

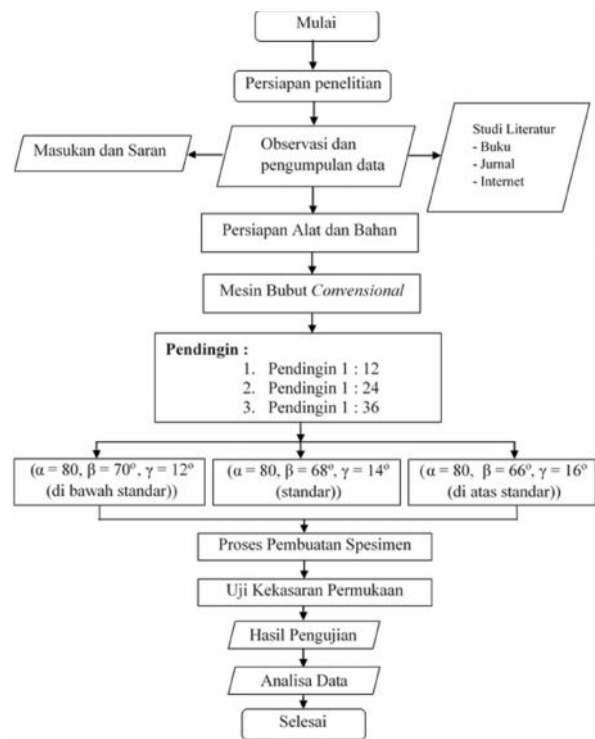
1. Melindungi permukaan yang disayat dari korosi.
2. Memudahkan pengambilan benda kerja, karena bagian yang panas telah didinginkan.

Jenis pendinginan salah satu parameter yang mempengaruhi nilai kekasaran dari hasil pemesinan. Nilai kekasaran permukaan merupakan salah satu parameter spesifik geometris yang harus dipenuhi pada proses pemotongan logam. Karena proses pemotongan akan menyebabkan terjadi peningkatan temperatur baik terhadap benda kerja maupun alat potongnya maka jika temperatur ini jika tidak dikontrol akan mempengaruhi sifat mekanik bahan dan alat potong/pahat yang dipakai (Suryana, Putri, & Romli, PENGARUH MEDIA PENDINGIN DAN KONDISI PEMOTONGAN BAJA AISI 1045 TERHADAP KEKASARAN PERMUKAAN PADA PROSES CNC MILLING, 2014). Kerataan permukaan dipengaruhi oleh *dept of cut*, *federate* mempengaruhi kekasaran permukaan, semakin sedikit pemakanan terhadap benda kerja, kerataan permukaan benda kerja jadi semakin rata (Suryana, Sani, Sepriyanto, & Iskandar, 2015).

Salah satu syarat yang mempengaruhi kehalusan permukaan pembubutan adalah kecepatan putar, pemilihan material dan sudut potong pahat. Atas dasar tersebut penulis menyimpulkan untuk melakukan penelitian ini, difokuskan pada penggunaan material aluminium dengan variasi pendingin dan sudut potong untuk mengetahui pengaruh kekasaran permukaan benda kerja yang dihasilkan.

2. BAHAN DAN METODA

Dalam melakukan penelitian, terdapat langkah-langkah penelitian. Adapun langkah-langkah tersebut dalam diagram alir penelitian pada gambar 1 dibawah ini.



Gambar 1. Diagram Alir Penelitian

2.1. Alat dan Bahan

Dalam melakukan penelitian dibutuhkan bahan dan alat-alat baik kelengkapan eksperimen maupun alat uji hasil eksperimen antara lain adalah :

- Sarung Tangan
- Jangkah Sorong
- Kunci Chuck
- Center
- Kunci L (Ukuran 10)
- Mesin Bubut Conventional

Berikut ini adalah perhitungan untuk mengetahui prestasi yang dimiliki oleh mesin tersebut. Data-data yang dimiliki oleh mesin setelah dilakukan penelitian dapat kita lihat dibawah ini, namun data-data standar yang diketahui tidak seluruhnya digunakan, tetapi hanya untuk menghitung salah satu program dan digunakan sebagai berikut :

- Putaran spindle (n) : 1200 rpm
- Kedalaman potong (a) : 0.5 mm
- Kecepatan makan (F) : 240 mm/menit
- Bergesernya Pahat (f) : 0.2 mm/putaran
- Jumlah pemotongan (i) : 2 kali
- Panjang pemotongan (l) : 30 mm
- Jarak Start Pahat (la) : 4 mm
- Diameter benda kerja (d) : 25.4 mm
- P total pembubutan (L) : 34 mm

Maka perhitungan teoritis terhadap, data-data yang diperoleh bias dilakukan dengan cara sebagai berikut :

- Kecepatan potong (vc)
 $Vc = (.d.n)/1000$
 $Vc = (.25,4.1200)/1000$
 $Vc = 95,707 \text{ mm/menit}$
- Waktu pemesinan bubut rata (tp)
 $tp = (L.i)/(n.f)$
 $L = la + l$
 $= 4 + 30$
 $L = 34 \text{ mm}$
 $F = f.n = 0.2 \times 1200 = 240 \text{ mm/menit}$
 (Pahat bergeser sejauh 240 mm, selama satu menit) $tp = (34.2)/(1200.0,2) = 0.283 \text{ menit } 16.98 \text{ detik}$

2.2. Pahat bubut HSS dengan sudut potong antara lain

- ($\alpha = 80^\circ$, $\beta = 70^\circ$, $\gamma = 12^\circ$ (di bawah standar))
- ($\alpha = 80^\circ$, $\beta = 68^\circ$, $\gamma = 14^\circ$ (standar))
- ($\alpha = 80^\circ$, $\beta = 66^\circ$, $\gamma = 16^\circ$ (Di Atas Standar))

2.3. Alat Ukur Kekasaran (Roughness tester) TR200



Gambar 2. Alat Ukur Kekasaran TR200

2.4 Aluminium 6061 dengan diameter $\varnothing 1 \text{ inch}$ dan panjang 60 mm.



Gambar 3. Aluminium 6061

Tabel 1. Komposisi Material Aluminium 6061

Jenis Kadar (Komposisi Kimia)	Persentase (%)
Magnesium (Mg)	1
Silicon (Si)	0,6
Krom(Cr)	0.2
Tembaga(Cu)	0,27

Paduan aluminium seri 6061 berdasarkan table di atas maka unsure yang memiliki komposisi paling besar serta sangat mempengaruhi sifat

mekanik dari paduan aluminium seri 6061 adalah Magnesium (Mg) dan Silika (Si). Cairan Pendingin (Dromus) yang digunakan adalah 1 : 12, 1 : 24, dan 1 : 36.

Penggunaan cairan pendingin pada proses pemesinan ternyata memberikan efek terhadap pahat dan benda kerja yang sedang dikerjakan. Pengaruh proses pemesinan menggunakan cairan pendingin sebagai berikut.

- Memperpanjang umur pahat.
- Mengurangi deformasi benda kerja karena panas.
- Permukaan benda kerja menjadi lebih baik (halus) pada beberapa kasus.
- Membantu membuang/membersihkan beram.



Gambar 4. Cairan Pendingin Oli B

Cairan Pendingin adalah minyak mineral hasil penyulingan yang diskripsikan komposisi (*additive*), cairan pendingin memberikan pendinginan yang baik dalam hal pelumasan dan perlindungan karat karenanya minyak dromus digunakan berbagai pengerolan dan perkerjaan mesin lainnya. Cairan Pendingin mempunyai tingkat kelarutan yang tinggi terhadap air, kombinasi ini dipilih karena cairan ini mempunyai tingkat kekentalan yang rendah serta didesain khusus sebagai media pendingin yang mampu berinteraksi langsung dengan logam, besi, baja (Muchtart Ginting, 2012). Cairan Pendingin yang dipakai dalam pengujian ini yaitu *Shell Dromus Oil B* dibawah ini merupakan informasi komposisi kimia dari dromus tersebut:

Tabel 2. Sifat Kimia Dromus Oil B

Name	CAS	EINECS	Propor-tion	Hazar-d	R Phrase
Polyolefin ether	-	-	1-5 %	Xi	R38, R52
Sodium sulphonate	68608-26-4	271-781-5	1-5 %	Xi	R38, R41, R53
N,N-methylenebismorpholine	5625-90-1	227-062-3	1-2.5 %	C, Xn	R34, R22, R52
Alky alcohol	27458-92-0	248-469-2	1-2.5 %	Xi, N	R38, R50
Sodium carboxylate	-	-	1-2.5 %	Xi	R38, R41, R53
Long chain alkenyl amide borate	-	-	1-2.4 %	Xi, N	R38, R51/53

2.5. Proses Pembuatan Spesimen

Proses pembuatan benda kerja dilakukan dengan menggunakan mesin bubut konvensional dengan material Aluminium 6061. Berikut beberapa persiapan sebelum melakukan proses pengerjaan antara lain adalah sebagai berikut:

- Pilih bahan yang akan digunakan.
- Bersihkan dan rapikan.
- Setting center benda kerja dan pahat, agar tidak mengalami tirus.

Setelah persiapan benda kerja dan pemasangan pahat selesai, dapat dimulai pembuatan spesimen dengan material Aluminium 6061 dengan variasi pendingin dan sudut potong pahat, dimana pahat yang digunakan yaitu pahat HSS. Panjang pemakanan benda kerja 30 mm serta kedalaman pemakanan 0.5 mm dengan kecepatan 1200rpm.

2.6. Prosedur Pengujian

Untuk mendapatkan nilai kekasaran permukaan, diperlukan beberapa tahap proses pengukuran yaitu:

1. Proses Pengujian Kekasaran Permukaan
2. Pengukuran kekasaran permukaan dilakukan dengan menggunakan *Surface Roughness Tester* type TR 200. Alat ini digunakan untuk mengukur tingkat kekasaran permukaan benda kerja setelah usai melakukan proses permesinan.
3. Proses Ambil Nilai Uji Kekasaran
4. Setelah pengukuran sempurna atau lengkap, hasil pengukuran akan ditampilkan pada LCD (Number Display) untuk penegasan serta menunjukkan hasil pengukuran kekasaran permukaan. Kemudian catat komponen kekasaran permukaan seperti nilai Ra dan Rt yang tertera pada layar.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Pengujian kekasaran pada benda kerja didapat dengan melakukan pahat pemotong pada 3 titik penekan yang merata sepanjang permukaan benda kerja. Data kekasaran secara lengkap dapat dilihat pada lampiran laporan.

- Tanggal pengujian 28 juni 2019
- Type alat uji/merk : RT 200/ Qualltest
- Material proses : Alluminium / Turning
- Evaluation lenght : 0.8x 5mm
- Range : ± 40 μ

Berdasarkan hasil pengujian kekasaran permukaan pada proses pemotongan dari cutter (Turning) dengan mendapatkan hasil kekasaran pada setiap spesimen menggunakan mesin bubut konvensional yang ditunjukkan pada tabel dibawah ini.

Tabel 3. Tabel Pengumpulan Data

Bahan	Pendingin Sudut potong	1 : 12	1 : 24	1 : 36
		Aluminium 6061	(= 80, = 70°, = 12° (di bawah standar)),	1,447
1,1	0,356			0,818
0,937	0,459			1,002
(= 80, = 68°, = 14° (standar))	2,013		2,072	2,090
	2,314		2,124	1,858
	1,867		2,310	2,208
(= 80, = 66°, = 16° (di atas standar)).	3,374		2,088	2,884
	3,174		2,306	2,900
	2,993		3,082	2,704

Setelah memasukan data dari hasil pengujian, langkah selanjutnya adalah meratakan hasil percobaan pada setiap spesimen, yang dapat dimasukkan di dalam tabel berikut.

Tabel 4. Rata-rata Hasil Pengujian Kekasaran

No	Putaran Spindle n (rpm)	Variasi Pendingin	Sudut Potong	Kekasaran permukaan			
				Rata-rata Ra (μm)			Rata-rata
				Spesimen 1	Spesimen 2	Spesimen 3	
1	1200	1:12	(= 80, = 70°, = 12° (di bawah standar))	1,447	1,1	0,937	1,161
2			(= 80, = 68°, = 14° (standar))	2,013	2,314	1,867	2,064
3			(= 80, = 66°, = 16° (di atas standar))	3,374	3,174	2,993	3,180
4		1:24	(= 80, = 70°, = 12° (di bawah standar))	0,326	0,356	0,459	0,380
5			(= 80, = 68°, = 14° (standar))	2,072	2,124	2,310	2,168
6			(= 80, = 66°, = 16° (di atas standar))	2,088	2,306	3,082	2,492
7		1:36	(= 80, = 70°, = 12° (di bawah standar))	1,114	0,818	1,002	1,068
8			(= 80, = 68°, = 14° (standar))	2,090	1,858	2,208	2,052
9			(= 80, = 66°, = 16° (di atas standar))	2,884	2,900	2,704	2,829

Data-data yang di dapat dari pengujian kemudian di analisis data tersebut berupa nilai.

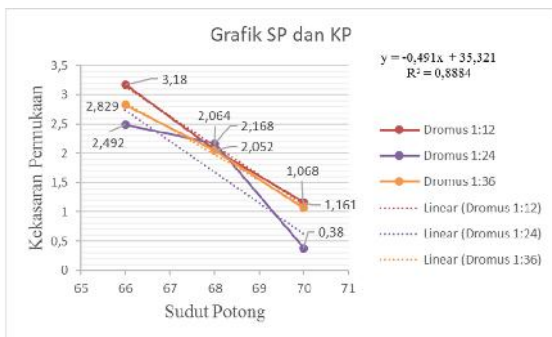
Adapun data tersebut meliputi uji kekasaran permukaan dan bentuk proses pemesian. Pengujian kekasaran permukaan ini menggunakan alat pengukur kekasaran yang dinamakan (*Roughness Surface Taster RT 200*). Data yang dihasilkan dari alat kekasaran berupa nilai. Sedangkan data dari pengujian bentuk pemotongan berupa nilai. Sedangkan data dari pengujian bentuk pemotongan berupa variasi pendingi, variasi sudut potong, dimensi dan bentuk kekasaran. Pengerjaan benda kerja dilakukan dengan cara memvariasikan proses mesin digunakan pahat (Bohler HSS Turning 5/8 x 4 inch), dengan kedalaman pemakanan 0,5 mm. variasi pendingin 1:12, 1:24 1:36 dan sudut potong ($\alpha = 8^\circ, \beta = 70^\circ, \gamma = 12^\circ$ (di bawah standar)), ($\alpha = 8^\circ, \beta = 68^\circ, \gamma = 14^\circ$ (standar)), dan ($\alpha = 8^\circ, \beta = 66^\circ, \gamma = 16^\circ$ (di atas standar)) lalu kecepatan pemakanan 48 mm/menit dan kecepatan putaran spindle 1200 rpm.

Pada variasi proses pemesian pengerjaan benda kerja dilakukan dengan proses pemotongan didalam kondisi air pendingin dan mempunyai pengaruh yang positif terhadap kekasaran dengan angka yang diperoleh dari pengukuran 3 kali tersebut kemudian dirata-rata untuk memperoleh nilai kekasaran permukaan. Setelah melakukan pengukuran kekasaran pada permukaan dan didapat data-data yang selanjutnya diolah dengan metode statistic korelasi, regresi dan uji hipotesis t.

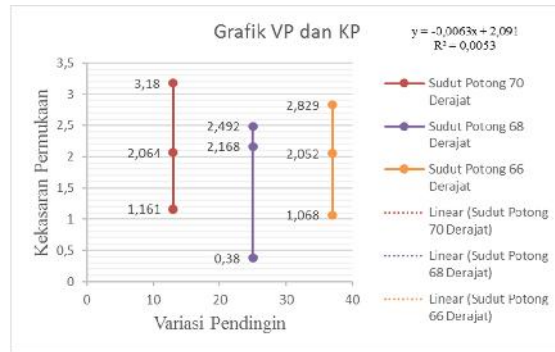
Dari hasil yang diperoleh dalam penelitian pada tabel 2 kemudian di tampilkan dalam bentuk grafik agar mudah mengetahui pengaruh masing-masing variabel penelitian yang dilakukan.

Tingkat kekasaran permukaan benda kerja berdasarkan proses mesin turning konvensional dengan jenis pahat HSS di bawah ini merupakan penyajian data berupa grafik distributif dari masing-masing pengujian benda kerja berdasarkan proses pemotong dari mata pahat HSS.

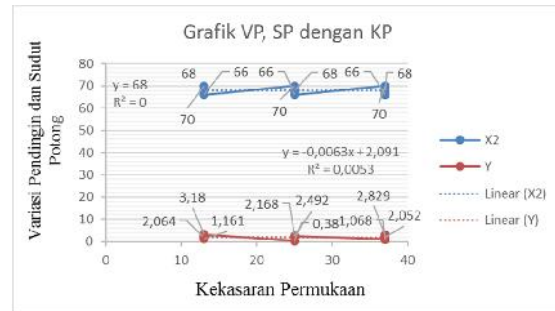
Pada tiap tiap bahan dibawah ini memiliki cara kerja yang berbeda sehingga menghasilkan nilai yang berbeda-beda pula. dan berikut ini adalah grafik hasil uji kekasaran permukaan pada benda kerja dari proses pemesian mesin bubut konvensional dengan variasi pendingin dan sudut potong pada material alluminium 6061.



Gambar 5. Grafik Perbandingan Nilai SP dan KP



Gambar 6. Grafik Perbandingan Nilai VP dan KP



Gambar 7. Grafik Perbandingan Nilai VP, SP dengan KP

Berdasarkan nilai statistik korelasi nilai r adalah $r_{X_1 X_2 Y} < 1$ dan $r_{X_1 X_2 Y} < -1$, maka nilai $r_{X_1 X_2 Y}^2$ dihasilkan = 0,9450, jadi $0,9450 < 1$, sehingga dapat dikatakan bahwa antara variasi pendingin dan sudut potong dengan nilai kekasaran permukaan suatu benda terdapat hubungan linier positif. Hal ini berarti adanya hubungan positif antara kualitas proses pemotongan dengan rata-rata kekasaran, namun jika dilihat dari nilai korelasi hubungan variabel tersebut termasuk kategori menengah. Dengan demikian berarti kualitas proses pemotong memiliki hubungan tidak terlalu tinggi terhadap kenaikan rata-rata kekasaran. Nilai koefisien determinasi sebesar 0.8930. hal ini menunjukkan kemampuan variabel kualitas proses pemotong digunakan mesin bubut konvensional didalam mempengaruhi variabel rata-rata kekasaran sebesar 89.30% sedangkan sisanya 10.70% dipengaruhi oleh faktor lain.

Hasil uji determinasi ($R_{X_1 X_2 Y}^2$) dapat dilihat dari hitung dapat nilai koefisien determinasi berdasarkan diatas diperoleh angka $R_{X_1 X_2 Y}^2$ (R Square) sebesar 0,8930 atau (89.30%). Hal ini menunjukkan bahwa persentase sumbangan pengaruh proses mesin bubut konvensional (variasi pendingin dan sudut potong pahat dengan kedalaman 0.5 mm) terhadap kekasaran permukaan dalam memilih sebesar 89.30%.

Dari hasil tabel 4.7 diatas diketahui bahwa rata-rata variabel X_1 dan X_2 dan rata-rata variabel Y sedangkan hasil dari persamaan regresi yang dihasilkan adalah : $Y'_{X_1 X_2 Y} = a + b_1 X_1 + b_2 X_2$

$$Y'_{X_1X_2Y} = 0,020325 + (-0,001029X_1) + (0,020325X_2)$$

Mengenai penjelasan koefisien regresi sebesar $b_1 = -0,001029$, berarti kualitas proses pemotong mempunyai nilai hubungan negatif atau tidak searah dengan rata-rata kekasaran, karena koefisien regresi bernilai hubungan negatif atau tidak searah dengan rata-rata kekasaran, karena koefisien regresi bernilai negatif. Setiap penurunan satu satuan kualitas proses mesin bubut konvensional maka akan berpengaruh terhadap penurunan rata-rata kekasaran $-0,001029 \mu m$. dan koefisien regresi $b_2 = 0,0285$ hasil mempunyai hubungan positif. Setiap peningkatan satu-satuan kualitas mesin bubut konvensional sebesar satu-satuan akan berpengaruh terhadap peningkatan kualitas mesin bubut konvensional sebesar 1 satuan akan berpengaruh terhadap peningkatan rata-rata kekasaran sebesar $0,0285 \mu m$.

Nilai konstanta $a_{X_1X_2Y}$ sebesar $0,020325$ menunjukkan besarnya variabel rata-rata kekasaran yang tidak dipengaruhi oleh kualitas proses mesin bubut atau dapat diartikan pada saat nilai kualitas pemotong digunakan mesin bubut konvensional sebesar 0, maka rata-rata kekasaran sebesar $0,020325$.

Selanjutnya dilakukan uji hipotesis nilai t, jadi $t_{hitung} = 28,2082$ uji t dengan metode dua arah dengan $n = 9$ dan $df = 7$ menggunakan (taraf signifikan) $\alpha = 5\%$ ($0,05$). Signifikan 5% atau $0,05$ adalah ukuran standar yang sering digunakan dalam penelitian. Dari tabel didapat $t = 1,833$ sampai $t = 1,894$.

Jadi $t_{hitung} > t_{tabel}$ atau $28,2082 > 1,894$ dengan demikian hipotesa hubungan antara variasi pendingin dan variasi sudut potong dengan tingkat nilai kekasaran permukaan benda terdapat pengaruh yang signifikan.

Aluminium 6061 merupakan yang paling banyak digunakan dan dapat dilakukan pengerjaan dalam keadaan panas maupun pengerjaan dingin. Arti dari material itu sendiri adalah singkatan dari Al (aluminium) sedangkan 60 berarti menunjukkan batas minimum untuk kekuatan tarik 60 kg/mm^2 . Pada hasil perhitungan proses mesin turning menunjukkan ada pengaruh yang signifikan antara variasi pendingin dan sudut potong pahat terhadap kekasaran logam hasil turning pada material aluminium 6061. Hal ini disebabkan karena adanya perbedaan pada takaran pendingin (*Dromus oil*), variasi sudut potong yang semakin rendah akan semakin memperkecil kekasaran permukaan benda kerja. Terhadap kekasaran permukaan logam, hasil bubut pada material aluminium 6061 diproses mesin penggunaan media pendingin. Hal ini disebabkan karena fungsi dari media pendingin selain mendinginkan juga sebagai pelumas antara mata potong pahat dengan permukaan benda kerja. Dalam penelitian ini panas yang terjadi tidak terlalu besar, sehingga fungsi media pendingin yang lebih berpengaruh adalah daya pelumasannya. Media pendingin yang

mempunyai daya pelumasan yang lebih besar akan menghasilkan kekasaran yang lebih kecil.

4. KESIMPULAN

Dari penelitian yang telah dilakukan terhadap spesimen uji kekasaran hasil analisa dan pembahasan data-data hasil penelitian, maka dapat diambil suatu kesimpulan mengenai pengaruh proses permesinan (variasi pendingin dan sudut potong) pada proses membubut terhadap kekasaran permukaan material aluminium 6061 adalah sebagai berikut:

1. Proses permesinan pada mesin turning (Bubut Konvensional) perlu diperhatikan beberapa hal mengenai penentuan putaran spindle, kecepatan makan, sudut potong, dan pendingin karena dapat mempengaruhi nilai kekasaran permukaan benda kerja.
2. Kekasaran terendah yang dihasilkan oleh masing-masing kedalaman pemakanan secara berturut-turut adalah :
3. Spesimen kesatu didalam proses putaran spindle 1200, sudut potong 70° , pendingin 1:24 dan kedalaman pemakanan $0,5 \text{ mm}$ dapat hasil kekasaran $0,380 \mu m$.
4. Spesimen kedua didalam proses putaran spindle 1200, sudut potong 70° , pendingin 1:36 dan kedalaman pemakanan $0,5 \text{ mm}$ dapat hasil kekasaran $1,068 \mu m$.
5. Spesimen ketiga didalam proses putaran spindle 1200, sudut potong 70° , pendingin 1:12 dan kedalaman pemakanan $0,5 \text{ mm}$ dapat hasil kekasaran $1,161 \mu m$.
6. Pada hasil tersebut dapat diketahui, dengan memberikan perlakuan pendingin dan sudut potong 70° terhadap benda kerja memiliki tingkat kekasaran permukaan yang terendah. Hal ini membuktikan bahwa perlakuan pendingin dan sudut potong 70° merupakan perlakuan yang sesuai untuk memberikan permukaan yang halus.
7. Dalam hasil statistic hubungan variasi pendingin dengan sudut potong terhadap kekasaran permukaan. Nilai korelasi diperoleh sebesar $0,9450$. Hal ini berarti adanya hubungan positif antara kualitas proses mesin dengan rata-rata kekasaran, namun jika dilihat dari nilai korelasi hubungan variabel tersebut termasuk kategori rendah dan nilai koefisien determinasi sebesar $0,8930$ menunjukkan kekasaran sebesar $80,30\%$ hal ini hasil regresi sebesar $b_1 = -0,001029$, berarti kualitas proses pemoton mempunyai hubungan negative dan $b_2 = 0,0285$ hasil mempunyai hubungan positif dengan nilai konstanta $a_{(X_1 X_2 Y)} = 0,020325$ dan hasil uji hipotesis t_{hitung} adalah $28,2082$.
8. Untuk melakukan proses pembutan benda kerja, maka semakin rendah variasi pendingin

dan sudut potong, maka tingkat/nilai kekasaran permukaan akan semakin rendah.

DAFTAR PUSTAKA

- A. A. Sani, D. Suryana and Karmin, "Pemanfaatan Minyak Sayur Sebagai Cairan Pendingin Alternatif pada Mesin CNC-MILL 3A," Yogyakarta, 2017.
- D. Suryana, F. Putri and Romli, "Pengaruh Media Pendingin Dan Kondisi Pemotongan Baja Aisi 1045 Terhadap Kekasaran Permukaan Pada Proses Cnc Milling," *Austenit*, vol. 6 , no. 1, pp. 21-29, April 2014.
- D. Suryana , A. A. Sani, D. Sepriyanto and Iskandar, "Pengaruh Dept Of Cut Dan Feedrate Dengan Cutter Diameter 60 Mm Terhadap Kerataan Permukaan Material Astm A36 Pada Mesin Mitsubishi Cnc-Mill 3a," *Austenit*, vol. 7, no. 1, pp. 1-6, April 2015.
- Paridawati, 2015. " Pengaruh Kecepatan Dan Sudut Potong Terhadap Kekasaran Benda Kerja Pada Mesin Bubut", Jurnal Ilmiah Teknik Mesin, Vol.3, No.1, UNIVERSITAS ISLAM 45 BEKASI.
- Farokhi, Muhammad. dkk. 2017. "Pengaruh Kecepatan Putar Spindle (Rpm) Dan Jenis Sudut Potong Pahat Pada Proses Pembubutan Terhadap Tingkat Kekasaran Benda Kerja Baja EMS 45", Jurnal Pendidikan Teknik Mesin, UNIVERSITAS NEGERI SEMARANG.