

## PENGARUH TIPE PAHAT TERHADAP TINGKAT KEKASARAN PERMUKAAN MENGUNAKAN MESIN CNC BUBUT

**Feri Andrie Aji Saputro**

S1 Pendidikan Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Negeri Surabaya  
E-mail: ferisaputro@mhs.unesa.ac.id

**Nur Aini Susanti**

Jurusan Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Negeri Surabaya  
E-mail: nursusanti@unesa.ac.id

### Abstrak

Mesin CNC (*Computer Numeric Control*) merupakan mesin yang berjalan menggunakan sistem otomatis yang sesuai dengan perintah program yang telah disusun dan dibuat oleh *programmer CNC*. Kendati menggunakan sistem komputer dan menggunakan bahasa numerik yang telah berjalan secara otomatis dan akurat, mesin tersebut tetap membutuhkan peran operator sebagai pengambil keputusan dan penentu parameter jalannya mesin CNC guna meminimalisir terjadinya kesalahan dalam proses kerja. Pada penelitian ini, digunakan metode eksperimen dan literatur untuk mengetahui peran tipe pahat insert merk Kyocera, Iscar, dan Sumitomo dengan melakukan variasi pemakanan pada sudut  $75^\circ$ ,  $80^\circ$ , dan  $35^\circ$ , serta kedalaman pemakanan 0.3 mm, 0.5 mm, dan 0.7 mm terhadap baja VCN dengan diameter 20 mm. Kecepatan spindle yang digunakan adalah 750 rpm dengan metode bubut rata. Penelitian ini menghasilkan kesimpulan bahwa, ketiga variabel memiliki peran terhadap tingkat kekasaran pada permukaan benda kerja, yaitu : (1) Hasil pemesinan dengan tingkat kekasaran yang paling rendah, dihasilkan oleh pahat Iscar, yang memiliki tingkat kekerasan material yang paling rendah diantara ketiga merk pahat yang digunakan. (2) Sudut terbaik untuk melakukan pemakanan adalah  $75^\circ$ , bilamana sudut pahat semakin tajam, maka proses penyayatan akan semakin baik. (3) Tingkat kekasaran terendah diperoleh dengan kedalaman pemakanan 0.3 mm, hal ini dikarenakan perpindahan panas yang terjadi semakin rendah sehingga berperan baik pada kekasaran permukaan benda kerja. Dalam hal ini, nilai kekasaran terendah dari variasi pemakanan yang dilakukan adalah  $5.78 \mu\text{m}$  yang diperoleh dari pahat merk Iscar dengan sudut  $75^\circ$ .

**Kata Kunci:** *Mesin CNC bubut, pahat insert, tingkat kekasaran permukaan.*

### Abstract

CNC (*Computer Numeric Control*) is a machine that runs using an automation system according to the program commands that have been compiled and created by the CNC programmer. Despite using a computer system and numerical code that running automatically and accurately, the machine still requires the operator's role as a decision maker and to determine the parameters of the CNC machine to minimize errors in the work process. This research applies experimental and literature method to regulate the effect of the variations of the cutting tools' brand (Kyocera, Iscar, and Sumitomo), cutting tool's angle ( $75^\circ$ ,  $80^\circ$ , and  $35^\circ$ ), and depth of cut (0.3 mm, 0.5 mm, and 0.7 mm) to the surface roughness of VCN steel with a diameter of 20 mm. The spindle speed used in this research is 750 rpm with the flat lathe method. The results is the three variables influence the surface roughness of the workpiece, with the following results: (1) Machining results with the lowest level of roughness are produced by the Iscar insert, which has the lowest level of material hardness among the three brands of inserts. (2) The best angle for feeding is  $75^\circ$  because the sharper the tool angle, the better the cut on the workpiece. (3) The lowest level of roughness is obtained by 0.3 mm of feeding depth, because the lower heat transfer occurs, the better the effect on the surface roughness of the workpiece. In this case, the lowest roughness value from the variation of parameters is  $5.78 \mu\text{m}$  obtained from the Iscar insert with an angle of  $75^\circ$ .

**Keywords:** *CNC lathe machine, cutting tool, the level of surface roughness.*

### PENDAHULUAN

Perkembangan komputerisasi telah mencapai puncaknya pada masa kini, sehingga kemajuan ini dapat diimplementasikan pada bidang teknologi mekanik khususnya mesin-mesin perkakas. Masuknya

komputerisasi pada bidang teknologi mekanik ini akhirnya menginisiasi adanya mesin *Computer Numeric Control (CNC)*, mesin ini berjalan menggunakan program yang telah disusun oleh seorang *programmer* menggunakan komputer dengan media *software* pemrograman yang dapat menerjemahkan proses

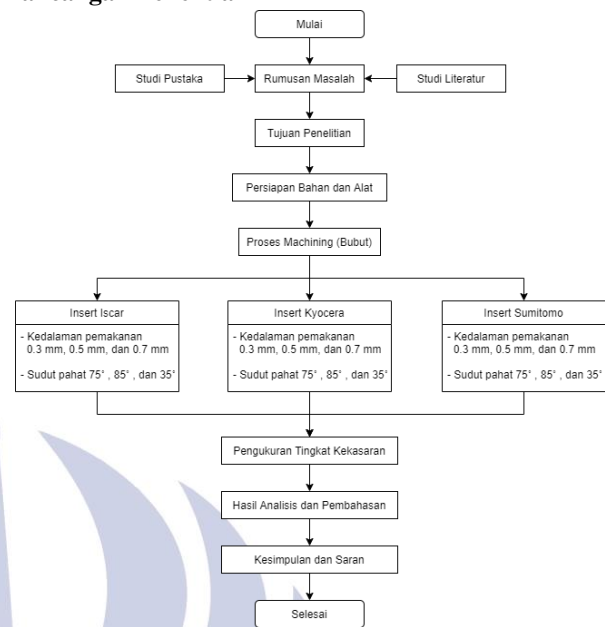
*machining* menjadi bahasa numerik. Kendati menggunakan sistem komputer dan menggunakan bahasa numerik yang telah berjalan secara otomatis dan presisi, mesin tersebut tetap membutuhkan peran operator sebagai pengambil keputusan dan penentu parameter jalannya mesin CNC guna meminimalisir terjadinya kesalahan dalam proses kerja. Dalam proses pemessinan, mesin CNC juga unggul dalam hal presisi dan akurasi dibandingkan dengan mesin perkakas yang dijalankan secara konvensional. Sistem kerja mesin CNC yang otomatis juga membuat penggunaan mesin CNC di dunia industri menciptakan *low cost production* dan mencapai target produksi yang lebih tinggi. Demi kelangsungan proses produksi yang lancar, banyak aspek yang butuh diperhatikan agar mesin CNC dapat menghasilkan produk dengan standar yang tinggi. Salah satu aspek tersebut merupakan tingkat kekasaran permukaan benda. Agar tingkat kekasaran permukaan dapat sesuai dengan standar, pemilihan tipe pahat perlu diperhatikan, begitu pula dengan sudut potong dan parameter lain yang dapat memengaruhi kekasaran permukaan benda.

Penelitian terdahulu oleh para ahli mengenai pengaruh tipe pahat atau alat potong terhadap tingkat kekasaran permukaan benda kerja menghasilkan rata-rata tingkat kekasaran permukaan benda kerja dengan nilai tertinggi yaitu 16,9  $\mu\text{m}$ , sedangkan nilai terendah adalah 19,25  $\mu\text{m}$ . (M. Sobron, 2010; Bima Aditya S., 2012; Ilham Kharisul Mukhlisin, 2012). Penelitian tersebut menggunakan mesin bubut manual atau konvensional dan pahat yang digunakan masih menggunakan pahat jenis HSS. Dengan kondisi tersebut, pada penelitian ini, penulis menggunakan mesin CNC Bubut dan pahat yang digunakan yaitu pahat jenis insert.

Data pada lapangan menunjukkan bahwa parameter – parameter yang mungkin memiliki pengaruh pada tingkat kekasaran permukaan antara lain adalah jenis pahat, sudut pahat, serta kedalaman pemakanan. Hasil dari pengamatan pada industri manufaktur menunjukkan bahwa penentuan tingkat kekasaran permukaan benda kerja tergantung pada fungsi dan kegunaan dari produk yang dibuat. Sebagai contoh pada matras dan poros memerlukan tingkat kekasaran permukaan dengan ketelitian hingga 0,01. Dengan banyaknya variabel yang berperan pada tingkat kekasaran permukaan, maka dilakukan penelitian dengan judul “Pengaruh Tipe Pahat terhadap Tingkat Kekasaran Permukaan menggunakan Mesin CNC Bubut.”.

## METODE PENELITIAN

### Rancangan Penelitian



Gambar 1. Rancangan penelitian

### Tempat dan Waktu

Rentang waktu pelaksanaan penelitian ini adalah pada bulan Oktober – November 2021. Proses pemessinan benda uji bertempat bengkel mesin bubut CV. Gaya Indah. Lalu, pengujian kekasaran permukaan benda bertempat di ruang Quality Control CV. Gaya Indah.

### Variabel Penelitian

#### • Variabel Bebas

Variabel bebas pada penelitian ini adalah :

- Jenis pahat (Insert Iscar, Insert Kyocera, dan Insert Sumitomo)
- Sudut pahat (75°, 80°, dan 35°)
- Kedalaman pemakanan (0.3 mm, 0.5 mm, 0.7 mm)

#### • Variabel Kontrol

Variabel bebas pada penelitian ini adalah :

- Divariasikan pada sudut pahat.
- Kecepatan spindle, yaitu 750 rpm.
- Jenis material, yaitu baja VCN.
- Mesin bubut, yaitu mesin CNC bubut Leadwell LTC-20B di CV. Gaya Indah. 3 mm, 0.5 mm, 0.7 mm)

#### • Variabel Terikat

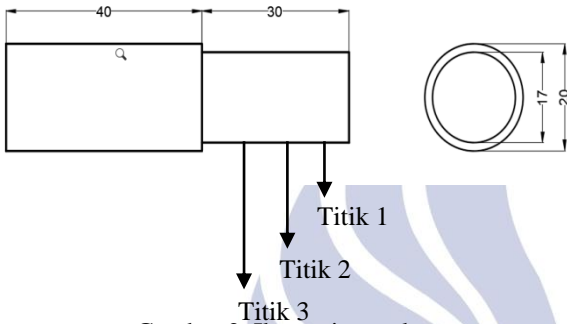
Pada penelitian ini, variabel terikatnya adalah kekasaran permukaan benda uji.

**Teknik Analisis Data**

Setelah memperoleh data berupa tingkat kekasaran permukaan, perlu dilakukan analisis dari hasil pengukuran tersebut. Pada penelitian ini, metode deskripsi kuantitatif merupakan metode yang tepat, yaitu mendeskripsikan data yang diperoleh dengan kalimat yang mudah dipahami, sehingga dapat memberikan informasi secara jelas mengenai hasil penelitian.

**HASIL DAN PEMBAHASAN**

Pengujian dilakukan pada silinder baja VCN berdiameter 20 mm dengan variasi pemakanan pada 3 titik silinder dengan ilustrasi sebagai berikut :



Gambar 2. Ilustrasi pemakanan

**Hasil Penelitian**

Hasil dari pengujian kekasaran permukaan dapat dilihat pada tabel berikut :

Tabel 1. Data Uji Kekasaran

Jenis Pahat	Kecepatan spindle (rpm)	Sudut Pahat	Kedalaman Pemakanan (mm)	Benda Uji	Hasil Pengukuran			
					Kekasaran Permukaan			
					T1	T2	T3	Σ Ra
Sumitomo	750	75°	0.3	1	6.18	5.83	5.33	5.78
			0.5	2	6.35	5.97	5.44	5.92
			0.7	3	6.16	5.47	6.13	5.92
		80°	0.3	4	6.47	5.87	6.57	6.31
			0.5	5	6.61	6.20	5.69	6.16
			0.7	6	7.74	7.21	7.54	7.49
		35°	0.3	7	7.06	8.19	9.19	8.14
			0.5	8	6.65	7.17	7.32	7.04
			0.7	9	6.73	7.43	7.16	7.11
Kyocera	750	75°	0.3	10	7.31	6.57	6.25	6.71
			0.5	11	15.31	18.58	17.25	17.04
			0.7	12	16.67	16.27	15.55	16.16
		80°	0.3	13	9.42	8.38	10.43	9.41
			0.5	14	10.03	11.83	10.43	10.76
			0.7	15	7.79	9.74	7.65	8.39
		35°	0.3	16	7.52	6.47	7.93	7.31
			0.5	17	8.82	10.79	12.03	10.54
			0.7	18	6.81	7.59	8.01	7.47
Iscar	750	75°	0.3	19	7.47	6.21	6.91	6.86
			0.5	20	6.42	7.32	8.21	7.31
			0.7	21	6.56	8.53	9.52	8.21
		80°	0.3	22	7.92	9.32	9.21	8.81
			0.5	23	8.35	9.23	9.57	9.05
			0.7	24	14.87	11.78	15.31	13.98
		35°	0.3	25	10.23	9.43	9.78	9.81
			0.5	26	11.45	10.37	10.53	10.78
			0.7	27	12.43	12.15	13.07	12.55

**Analisis Kekasaran Permukaan**

Analisis data hasil pengukuran, diolah secara statistik menggunakan metode *one way ANOVA* dan metode Duncan. Hal ini bertujuan untuk mencari tahu mana variabel bebas yang memiliki peran signifikan terhadap kekasaran permukaan benda.

• **One Way ANOVA**

Hasil uji One Way ANOVA memperlihatkan bahwasannya jika  $F_{hitung}$  lebih besar dari  $F_{tabel}$  dan nilai kritisnya  $< 0.05$ , artinya  $H_a$  dapat diterima, sehingga dapat disepakati bahwa parameter-parameter tersebut berperan signifikan terhadap proses pemesinan. Jika  $F_{hitung}$  lebih kecil dari  $F_{tabel}$  dan nilai kritisnya  $< 0.05$ , maka  $H_o$  dapat diterima, sehingga dapat disepakati bahwa parameter tersebut tidak berperan signifikan terhadap proses pemesinan.

Tabel 2. Analisis Varian untuk Kekasaran Permukaan

Jenis Pahat	Sum of Squares	df	Mean Square	$F_{hitung}$	Sig
Between Groups	74.170	2	37.085	5.383	0.012
Within Groups	165.334	24	6.889		
Total	239.504	26			
Sudut Pahat	Sum of Squares	df	Mean Square	$F_{hitung}$	Sig
Between Groups	0.075	2	0.038	0.004	0.996
Within Groups	239.428	24	9.976		
Total	239.504	26			
Kedalaman	Sum of Squares	df	Mean Square	$F_{hitung}$	Sig
Between Groups	21.973	2	10.987	1.212	0.315
Within Groups	217.530	24	9.054		
Total	239.504	26			

Berdasarkan tabel tersebut, hasil pengujian menggunakan metode *one way ANOVA* adalah sebagai berikut :

- Pada parameter jenis pahat, nilai  $F_{hitung}$  sebesar 5,383 lebih besar dari  $F_{tabel}$  yaitu 3,03 dengan nilai  $p = 0,012$  lebih kecil dari nilai kritis  $\alpha = 0,05$ . Oleh karena itu, jenis pahat memiliki peran yang signifikan terhadap kekasaran permukaan pada proses pembubutan datar baja VCN.
- Pada parameter sudut pahat nilai  $F_{hitung}$  yaitu 0,004 lebih kecil dari  $F_{tabel}$  yaitu 3,03 dengan  $p = 0,996$  yang lebih besar dari nilai kritis  $\alpha = 0,05$ . Oleh karena itu, sudut pengumpanan pahat tidak berperan signifikan terhadap kekasaran permukaan proses pembubutan datar baja VCN.
- Pada parameter kedalaman pemakanan nilai  $F_{hitung}$  yaitu 1,212 lebih kecil dari  $F_{tabel}$  yaitu 3,03 dengan  $p = 0,315$  lebih besar dari nilai kritis  $\alpha = 0,05$ . Hal ini menunjukkan bahwa kedalaman



pemakanan tidak berperan nyata terhadap kekasaran permukaan pada baja hasil pembubutan datar VCN.

• **Duncan**

a. Hasil Pengujian berdasarkan Parameter Jenis Pahat

Tabel 3. Hasil Uji Duncan Berdasarkan Jenis Pahat

Pahat	N	Subset for $\alpha = 0.05$	
		1	2
1	9	6.6522	
2	9		9.7067
3	9		10.4956
Sig.		1.000	0.530

Hasil uji Duncan pada Tabel 3 memperlihatkan bahwa rata - rata pahat 2 dan 3 memiliki selisih yang sangat tipis secara statistik, dengan nilai signifikan sebesar 0.530 dan berada pada satu subset. Sedangkan, nilai signifikan pahat 1 memiliki selisih yang lebih jauh dengan subset yang berbeda.

b. Hasil Pengujian berdasarkan Parameter Sudut Pahat

Tabel 4. Hasil Uji Duncan berdasarkan Sudut Pahat

Sudut	N	Subset for $\alpha = 0.05$	
		1	
75°	9	8.8789	
80°	9	8.9722	
35°	9	9.0033	
Sig.		0.938	

Hasil uji Duncan pada Tabel 4 memperlihatkan nilai signifikan sebesar 0.938 dengan nilai rata – rata yang hampir sama dan berada pada satu subset.

c. Hasil Pengujian berdasarkan Parameter Kedalaman Pemakanan

Tabel 5. Hasil Uji Duncan berdasarkan Kedalaman Pemakanan

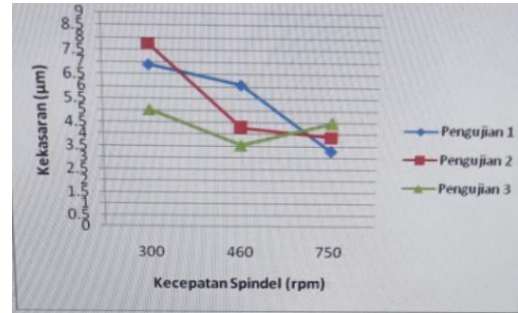
Sudut	N	Subset for $\alpha = 0.05$	
		1	
0.3	9	7.6822	
0.5	9	9.4744	
0.7	9	9.6978	
Sig.		0.192	

Hasil uji Duncan pada Tabel 5 memperlihatkan nilai signifikan sebesar 0.192 dengan nilai rata – rata yang hampir sama dan berada pada satu subset.

**Hasil Analisis dalam Bentuk Grafik**

• **Tingkat Kekasaran Permukaan Benda Uji berdasarkan Jenis Pahat (Insert)**

a. Insert Iscar



Gambar 3. Grafik rata – rata tingkat kekasaran permukaan berdasarkan jenis pahat insert Iscar

1. Pengujian I

- Sudut pahat 75° kedalaman 0.3 mm = 5.78 µm
- Sudut pahat 80° kedalaman 0.3 mm = 6.31 µm
- Sudut pahat 35° kedalaman 0.3 mm = 8.14 µm

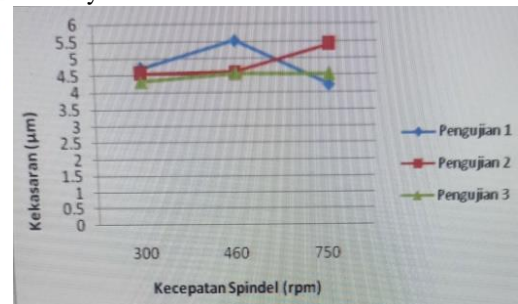
2. Pengujian II

- Sudut pahat 75° kedalaman 0.5 mm = 5.92 µm
- Sudut pahat 80° kedalaman 0.5 mm = 6.16 µm
- Sudut pahat 35° kedalaman 0.5 mm = 7.04 µm

3. Pengujian III

- Sudut pahat 75° kedalaman 0.7 mm = 5.92 µm
- Sudut pahat 80° kedalaman 0.7 mm = 7.49 µm
- Sudut pahat 35° kedalaman 0.7 mm = 7.11 µm

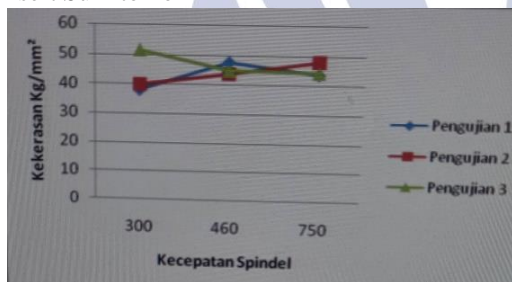
b. Insert Kyocera



Gambar 4. Grafik rata – rata tingkat kekasaran permukaan berdasarkan jenis pahat insert Kyocera

1. Pengujian I
  - Sudut pahat 75° kedalaman 0.3 mm = 6.71 μm
  - Sudut pahat 80° kedalaman 0.3 mm = 9.41 μm
  - Sudut pahat 35° kedalaman 0.3 mm = 7.31 μm
2. Pengujian II
  - Sudut pahat 75° kedalaman 0.5 mm = 17.02 μm
  - Sudut pahat 80° kedalaman 0.5 mm = 11.43 μm
  - Sudut pahat 35° kedalaman 0.5 mm = 10.54 μm
3. Pengujian III
  - Sudut pahat 75° kedalaman 0.7 mm = 16.16 μm
  - Sudut pahat 80° kedalaman 0.7 mm = 8.39 μm
  - Sudut pahat 35° kedalaman 0.7 mm = 7.47 μm

c. Insert Sumitomo

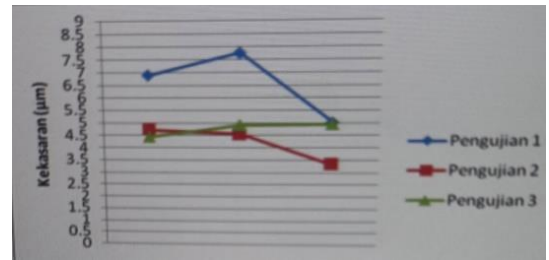


Gambar 5. Grafik rata – rata tingkat kekasaran permukaan berdasarkan jenis pahat insert Sumitomo

1. Pengujian I
  - Sudut pahat 75° kedalaman 0.3 mm = 6.86 μm
  - Sudut pahat 80° kedalaman 0.3 mm = 8.81 μm
  - Sudut pahat 35° kedalaman 0.3 mm = 9.81 μm
2. Pengujian II
  - Sudut pahat 75° kedalaman 0.5 mm = 7.31 μm
  - Sudut pahat 80° kedalaman 0.5 mm = 9.05 μm
  - Sudut pahat 35° kedalaman 0.5 mm = 10.78 μm
3. Pengujian III
  - Sudut pahat 75° kedalaman 0.7 mm = 8.21 μm
  - Sudut pahat 80° kedalaman 0.7 mm = 13.98 μm
  - Sudut pahat 35° kedalaman 0.7 mm = 12.55 μm

• **Tingkat Kekasaran Permukaan Benda Uji berdasarkan Sudut Pahat (Insert)**

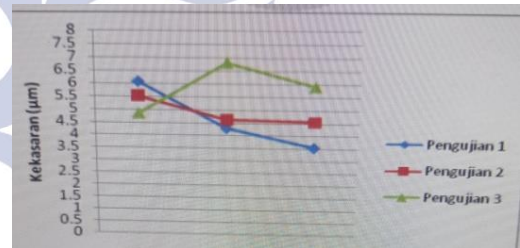
a. Sudut 75°



Gambar 6. Grafik rata – rata tingkat kekasaran permukaan berdasarkan sudut pahat 75°

1. Pengujian I Insert Iscar
  - Kedalaman 0.3 mm = 5.78 μm
  - Kedalaman 0.5 mm = 5.92 μm
  - Kedalaman 0.7 mm = 5.92 μm
2. Pengujian II Insert Kyocera
  - Kedalaman 0.3 mm = 6.71 μm
  - Kedalaman 0.5 mm = 17.04 μm
  - Kedalaman 0.7 mm = 16.16 μm
3. Pengujian III Insert Sumitomo
  - Kedalaman 0.3 mm = 6.68 μm
  - Kedalaman 0.5 mm = 7.31 μm
  - Kedalaman 0.7 mm = 8.21 μm

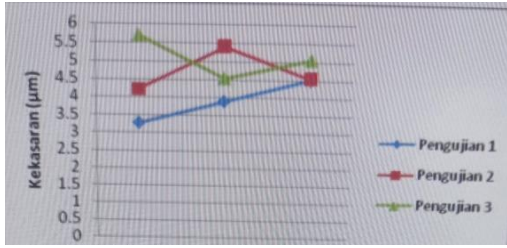
b. Sudut 80°



Gambar 7. Grafik rata – rata tingkat kekasaran permukaan berdasarkan sudut pahat 80°

1. Pengujian I Insert Iscar
  - Kedalaman 0.3 mm = 6.31 μm
  - Kedalaman 0.5 mm = 6.16 μm
  - Kedalaman 0.7 mm = 7.49 μm
2. Pengujian II Insert Kyocera
  - Kedalaman 0.3 mm = 9.41 μm
  - Kedalaman 0.5 mm = 11.43 μm
  - Kedalaman 0.7 mm = 8.39 μm
3. Pengujian III Insert Sumitomo
  - Kedalaman 0.3 mm = 8.81 μm
  - Kedalaman 0.5 mm = 9.05 μm
  - Kedalaman 0.7 mm = 13.98 μm

c. Sudut 35°

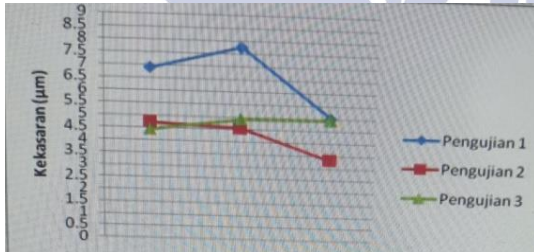


Gambar 8. Grafik rata – rata tingkat kekasaran permukaan berdasarkan sudut pahat 35°

1. Pengujian I Insert Iscar
  - Kedalaman 0.3 mm = 8.14 μm
  - Kedalaman 0.5 mm = 7.04 μm
  - Kedalaman 0.7 mm = 7.11 μm
2. Pengujian II Insert Kyocera
  - Kedalaman 0.3 mm = 7.31 μm
  - Kedalaman 0.5 mm = 10.54 μm
  - Kedalaman 0.7 mm = 7.47 μm
3. Pengujian III Insert Sumitomo
  - Kedalaman 0.3 mm = 9.81 μm
  - Kedalaman 0.5 mm = 10.78 μm
  - Kedalaman 0.7 mm = 12.55 μm

• **Tingkat Kekasaran Permukaan Benda Uji berdasarkan Kedalaman Pemakanan**

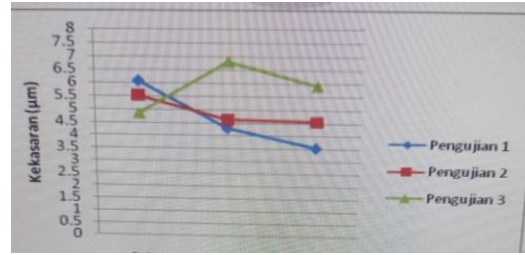
a. Kedalaman 0.3 mm



Gambar 9. Grafik rata – rata tingkat kekasaran permukaan berdasarkan kedalaman pemakanan 0.3 mm

1. Pengujian I sudut 75°
  - Pahat Insert Iscar = 5.78 μm
  - Pahat Insert Kyocera = 6.71 μm
  - Pahat Insert Sumitomo = 6.86 μm
2. Pengujian II sudut 80°
  - Pahat Insert Iscar = 6.31 μm
  - Pahat Insert Kyocera = 9.41 μm
  - Pahat insert Sumitomo = 8.81 μm
3. Pengujian III sudut 35°
  - Pahat Insert Iscar = 8.14 μm
  - Pahat Insert Kyocera = 7.31 μm
  - Pahat insert Sumitomo = 9.81 μm

b. Kedalaman 0.5 mm



Gambar 10. Grafik rata – rata tingkat kekasaran permukaan berdasarkan kedalaman pemakanan 0.5 mm

1. Pengujian I sudut 75°
  - Pahat Insert Iscar = 5.92 μm
  - Pahat Insert Kyocera = 17.04 μm
  - Pahat Insert Sumitomo = 7.31 μm
2. Pengujian II sudut 80°
  - Pahat Iscar = 6.16 μm
  - Pahat Kyocera = 11.43 μm
  - Pahat Sumitomo = 9.05 μm
3. Pengujian III sudut 35°
  - Pahat Iscar = 7.04 μm
  - Pahat Kyocera = 10.54 μm
  - Pahat Sumitomo = 10.78 μm

c. Kedalaman 0.7 mm



Gambar 11. Grafik rata – rata tingkat kekasaran permukaan berdasarkan kedalaman pemakanan 0.7 mm

1. Pengujian I sudut 75°
  - Pahat Insert Iscar = 5.92 μm
  - Pahat Insert Kyocera = 16.16 μm
  - Pahat Insert Sumitomo = 8.21 μm
2. Pengujian II sudut 80°
  - Pahat Insert Iscar = 7.49 μm
  - Pahat Insert Kyocera = 8.39 μm
  - Pahat Insert Sumitomo = 13.98 μm
3. Pengujian III sudut 35°
  - Pahat Insert Iscar = 7.11 μm
  - Pahat Insert Kyocera = 7.47 μm
  - Pahat Insert Sumitomo = 12.55 μm



## **PENUTUP**

### **Simpulan**

- Jenis pahat, sudut pahat, dan kedalaman pemakanan berperan pada tingkat kekasaran permukaan benda kerja pada proses pemesian bubut rata.
- Tipe pahat insert yang menghasilkan nilai kekasaran terbaik adalah Iscar dengan sudut pahat  $75^\circ$  dan kedalaman pemakanan 0.3 mm yang menghasilkan nilai kekasaran  $5.78 \mu\text{m}$ .

### **Saran**

- Agar hasil penelitian menjadi lebih akurat, variabel kontrol perlu diusahakan supaya lebih beragam pada saat dilakukan pengujian kekasaran dan kekerasan permukaan.
- Untuk kekasaran permukaan yang baik, gunakan pahat iscar dengan sudut pemakanan  $75^\circ$  dan kedalaman potong 0,3 mm.
- Disarankan untuk mengembangkan topik lain yang berkaitan dengan proses pembubutan rata untuk melengkapi penelitian tentang proses pembubutan rata.

## **DAFTAR PUSTAKA**

A.S Bima. 2012. *Pengaruh Kedalaman dan Cairan Pendingin terhadap Kekasaran dan Kekerasan Permukaan pada Proses Bubut Konvensional*. Surabaya: Perpus Jurusan Pendidikan Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Negeri Surabaya.

Muklhasin, Ilham Charisul. 2012. *Pengaruh Jenis Pahat, Kecepatan Spindel, dan Kedalaman Pemakanan Terhadap Tingkat Kekasaran dan Kekerasan Permukaan Baja st 60 pada Proses Bubut Konvensional*. Surabaya: Perpus Jurusan Pendidikan Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Negeri Surabaya.

Sudjana. 1997. *Metoda Statistika*. Bandung: TARISTO. Cetak ulang ketiga edisi keenam.

Takeshi, S.G. & Sugiarto, H.N. 1999. *Menggambar Mesin Menurut Standar ISO (8th ed)*. Jakarta: PT. Pradnya Paramita.

Widarto. 2008. *Teknik Pemesinan Jilid 1*. Jakarta: Direktorat Pembinaan Sekolah Menengah Kejuruan, Direktorat Jendral Manajemen Pendidikan dan Menengah, Departemen Pendidikan Nasional.