



# Pengaruh Putaran Spindel dan Cairan Pendingin terhadap Kekasaran Permukaan Baja AISI 4140 pada Proses Pembubutan

## Effect of Spindle Rotation and Coolant on AISI 4140 Steel Surface Roughness in Turning Process

Angga Hari Setyawan<sup>\*</sup>, Iswanto Iswanto

Teknik Mesin, Universitas Muhammadiyah Sidoarjo, Indonesia

<sup>\*</sup>Email Penulis Korespondensi: [iswanto.sda@gmail.com](mailto:iswanto.sda@gmail.com)

**Abstrak.** Tujuan dari tulisan ini membahas bagaimana pengaruh kecepatan putaran spindel yang berbeda-beda terhadap kekasaran permukaan, bagaimana pengaruh cairan pendingin yang berbeda-beda terhadap kekasaran permukaan dan adakah interaksi antara kecepatan putaran spindel dan cairan pendingin terhadap kekasaran permukaan pada proses bubut konvensional. Pada penelitian ini variabel yang divariasikan adalah kecepatan putaran spindel ( $n$ ) yaitu 630 rpm, 920 rpm, dan 1250 rpm dan variasi cairan pendingin yang digunakan adalah coolant, minyak jelantah, dan oli SAE 40 bekas. Kemudian dilakukan uji kekasaran permukaan tersebut. Dari hasil uji kekasaran permukaan yang sebelumnya dilakukan proses pembubutan dengan variasi kecepatan putaran spindel dan cairan pendingin, maka dapat disimpulkan bahwa: nilai kekasaran permukaan tertinggi diperoleh pada saat proses pembubutan menggunakan cairan pendingin minyak jelantah dan putaran spindel yang digunakan sebesar 920 rpm. Sedangkan nilai kekasaran permukaan benda kerja terendah diperoleh ketika menggunakan cairan pendingin oli SAE 40 bekas dengan menggunakan putaran spindle 1250 rpm.

**Keywords-** Kekasaran permukaan; Kecepatan putaran spindle; Cairan pendingin

**Abstract .** The purpose of this paper discusses how the effect of different spindle spin speeds on surface roughness, how the effect of different coolant fluid on surface roughness and is there an interaction between rotation speed of spindle and coolant to surface roughness in conventional lathe process. In this study the variable varied is the spin speed of the spindle that is is 630 rpm, 920 rpm, and 1250 rpm and the variation of coolant used is coolant, used cooking oil, and used SAE 40 oil. Then the surface roughness test was done. From the results of surface roughness test previously done the lathe process with variations of rotation speed of spindle and coolant, it can be concluded that: the highest surface roughness value was obtained during the turning process using used cooking oil coolant and spindle rotation used at 920 rpm. While the lowest value of surface roughness of the workpiece is obtained when using used SAE 40 oil coolant using a spindle rotation of 1250 rpm.

**Keywords-** Surface roughness; Spindle spin speed; Coolant liquid.

How to cite: Angga Hari Setyawan, Iswanto Iswanto (2019) Pengaruh Putaran Spindel dan Cairan Pendingin terhadap Kekasaran Permukaan Baja AISI 4140 pada Proses Pembubutan. R.E.M (Rekayasa Energi Manufaktur) Jurnal 4 (1). doi: 10.21070/r.e.m.v4i1.2629

## PENDAHULUAN

Seiring berkembangnya teknologi saat ini hasil produk harus disertai kualitas yang bagus dan mutu yang baik terutama pada hasil kekasaran permukaan. Beberapa faktor yang meliputi pengaruh kekasaran permukaan pada proses bubut konvensional, antara lain: kecepatan putaran spindel, pemakanan yang terlalu banyak, kondisi mesin terlalu tua, bahan benda kerja terlalu keras, ujung mata pahat sudah tumpul, cairan pendingin yang tidak standart, operator masih tahap belajar [1, 2]. Mesin Bubut (turning machine) adalah mesin perkakas yang fungsinya untuk mengerjakan benda kerja yang berbentuk silinder

dan dalam proses pembubutan perlu adanya mata potong pahat (tools) yang berfungsi untuk menyayat benda kerja tersebut [3, 4]. Kecepatan potong merupakan kecepatan tersayatnya benda kerja hingga menghasilkan sayatan logam yang dapat berupa serbuk atau chip. Chip dapat berupa gulungan yang membentuk lingkaran yang saling menyambung [1]. Cairan pendingin yang digunakan pada proses pemesinan mempunyai beberapa syarat, yaitu memperpanjang umur pahat, meningkatkan hasil kualitas yang baik dari proses pemesinan, mengurangi deformasi benda kerja karena panas dan membersihkan beram dari permukaan potong [5, 6]. Permukaan merupakan

batas yang memisahkan antara benda padat dengan sekelilingnya. Jika dilihat dengan skala kecil kofigurasi permukaan merupakan suatu karakteristik geometri golongan mikogeometri. Untuk yang tergolong makrogeometri yaitu permukaan secara keseluruhan yang membuat bentuk yang spesifik [1]. Tulisan ini akan membahas pengaruh kecepatan putar spindel dan cairan pendingin terhadap kekasaran permukaan benda kerja pada proses pembubutan.

## METODE

Metode yang digunakan dalam penelitian kali ini adalah metode eksperimen. Penelitian eksperimen adalah penelitian yang dilakukan dengan mengadakan manipulasi terhadap obyek penelitian serta adanya kontrol [7].

Metode yang akan diterapkan adalah metode eksperimen desain dan eksperimen faktorial. Pada eksperimen desain mempunyai sebuah taraf faktor A dan faktor B, semuanya digunakan dalam eksperimen yang akan dilakukan.

Pada penelitian kali ini untuk mengukur tingkat kekasaran digunakan eksperimen faktorial. Ada dua variabel yang disebut faktorial. Faktor pertama adalah variasi kecepatan spindel yang berbeda-beda. Faktor kedua adalah variasi media pendingin yaitu dengan coolant, minyak goreng jelantah, dan oli SAE 40 bekas.

Pengujian dilakukan untuk mendapatkan data yang diperlukan. Proses pengujian yang dilakukan dalam penelitian ini adalah uji kekasaran permukaan. Setelah benda kerja dibubut dengan menggunakan kecepatan putaran spindel yang telah ditentukan dan media pendingin kemudian benda kerja diuji tingkat kekasaran permukaan. Proses pembubutan dilakukan dengan mengkombinasikan parameter yang telah ditetapkan, sehingga tersusun seperti Tabel 1

[Table 1 about here.]

Pada penelitian ini menggunakan alat dan bahan seperti berikut:

1. Mesin bubut konvensional  
Merk : ANN YANG MACHINERY  
Spindel : 2000 rpm.
2. Pahat Insert  
Merk : ZCC-CT  
Model : TNMG 160408-ZM
3. Alat ukur kekasaran permukaan  
Merk : Mitutoyo  
Type : Surfist-301
4. Baja AISI 4140  
Diameter : 35 mm  
Panjang : 150 mm

Dalam penelitian ini langkah kerja yang dilakukan untuk mendapatkan hasil yang diharapkan sebagai berikut:

- Persiapan alat dan bahan

Sebelum dilakukan pembubutan, dilakukan terlebih dahulu hal-hal berikut ini:

1. Menyiapkan pahat rata kanan insert TNMG 160408 dan material baja AISI 4140.
2. Memotong benda kerja sesuai ukuran.
3. Memasang pahat insert pada tool holder.
4. Memasang benda kerja pada cekam (chuck), kemudian kencangkan.

Proses pembubutan

1. Menghidupkan mesin dan melakukan proses Bubut Roughing dengan variabel yang telah ditentukan hingga selesai.

2. Membubut dengan variasi yang berbeda-beda pada material baja AISI 4140, Panjang = 150 mm dan diameter 35mm.

3. Setelah selesai dilakukan proses bubut roughing, mesin bubut dimatikan dan dibersihkan.

4. Kemudian mengukur kekasaran permukaan benda kerja dengan alat kekasaran permukaan Mitutoyo Surfist-301.

Pengujian kekasaran permukaan

Pengujian kekasaran permukaan dilakukan dengan menggunakan alat Surfist-301. Pada satu benda uji dilakukan tiga kali pengukuran kekasaran pada tempat yang berbeda. Sampel sebanyak 9 buah, pada tiap sampel direplikasikan sebanyak 3 kali, sehingga terdapat 18 data penelitian. Dengan hasil pengukuran kekasaran permukaan pada proses pembubutan baja AISI 4140 ditetapkan dalam ukuran mikro meter. Langkah-langkah dalam pengujian kekasaran sebagai berikut:

1. Ambil benda yang akan kita ukur.
2. Lakukan penyetelan pada dial indicator agar posisi benda kerja dengan alat surfist sejajar.
3. Lakukan pengukuran dengan surfist finish comparator dengan 3 kali uji dari pojok kanan, tengah, hingga pojok kiri, sehingga setelah melakukan uji bias mengetahui hasil kekasarannya.
4. Kemudian catat hasil pengukurannya.

## HASIL DAN PEMBAHASAN

Data yang didapatkan pada penelitian ini merupakan data nilai kekasaran permukaan yang dipengaruhi oleh perbedaan putaran spindel dan cairan pendingin pada saat proses pembubutan seperti tersaji pada Tabel 2.

[Table 2 about here.]

### Pengaruh Putaran Spindel Terhadap Kekasaran Permukaan

Dari data pada Tabel 2 yang merupakan hasil pengukuran kekasaran permukaan benda kerja kemudian dibuat grafik hubungan antara putaran spindel dengan kekasaran permukaan benda kerja seperti pada Gambar 1. Dapat diketahui dari Gambar 1 bahwa kekasaran permukaan tertinggi terjadi pada putaran spindel 920 rpm dan

kekasaran permukaan terendah terjadi pada putaran spindel 1250 rpm.

[Figure 1 about here.]

### Pengaruh Cairan Pendingin Terhadap Kekasaran Permukaan

Selanjutnya data dari Tabel 2 dibuat grafik hubungan cairan pendingin yang berbeda terhadap kekasaran permukaan seperti pada Gambar 2. Dari Gambar 2 dapat diketahui bahwa cairan pendingin pada proses pembubutan menghasilkan kekasaran permukaan benda kerja yang berbeda. Kekasaran permukaan tertinggi terjadi pada pendingin minyak jelantah, sedangkan kekasaran permukaan terendah terjadi pada pendingin oli SAE 40 bekas.

[Figure 2 about here.]

Data hasil percobaan atau eksperimen diuji secara statistik. Untuk mengetahui apakah putaran spindel dan media pendingin berpengaruh terhadap kekasaran permukaan pada proses pembubutan konvensional, maka dilakukan analisa varian two way anova.

#### A. Output Pertama Between-Subjects Factors.

Dalam output ini tampak untuk variabel media pendingin (X1) terdapat 3 level kategori, sedangkan variabel kecepatan spindel (X2) juga terdapat 3 level kategori seperti pada Tabel 3. Ini hanya menggambarkan data penelitian saja.

[Table 3 about here.]

#### B. Output Kedua Tests of Between-Subjects Effects

Dalam mencari data uji F dalam analisis two way anova menggunakan *software* komputer. Setelah melakukan pengisian data X1, X2, dan Y, maka diperoleh beberapa data seperti pada Tabel 4.

[Table 4 about here.]

Pada hasil Tabel 4 *Tests of Between-Subjects Effects* diketahui F hitungnya untuk X1 adalah 0,008 dan untuk X2 adalah 4,704. Untuk memperoleh hasil keputusan analisis *two way anova* terlebih dahulu harus mengetahui F tabelnya, dengan cara menghitung dengan rumus sebagai berikut:

$$(k - n - k)$$

dimana:

k = jumlah variabel independent (bebas)

n = jumlah responden atau jumlah pengujian

Dari output Tabel 4 menunjukkan bahwa k = 2, variabel media pendingin (X1), kecepatan spindel (X2), selanjutnya dimasukkan ke dalam rumus menjadi:

$$(k ; n - k)$$

$$(2 ; 9 - 2)$$

$$(2 ; 7)$$

Hasil dari perhitungan yaitu (2 ; 7), angka ini kemudian dijadikan acuan agar bisa mengetahui nilai F tabel. Berdasarkan gambar tabel distribusi F maka diketahui bahwa nilai F tabel adalah 4,7374. Karena nilai F hitung pada X1 lebih kecil dari F tabel ( $0,008 < 4,7374$ ) dan nilai F hitung pada X2 lebih kecil dari F tabel ( $4,704 < 4,7374$ ), maka dapat disimpulkan bahwa variabel bebas media pendingin (X1) dan kecepatan putaran spindel (X2) secara simultan berpengaruh pada variabel terikat kekasaran permukaan (Y).

F hitung < F tabel

#### C. Output Ketiga Estimated Marginal Means

Output bagian ketiga ini menjelaskan tentang perbedaan nilai rata-rata hasil kekasaran permukaan berdasarkan media pendingin dan kecepatan spindel secara deskriptif yang terdapat pada Tabel 5, Tabel 6, Tabel 7

[Table 5 about here.]

[Table 6 about here.]

[Table 7 about here.]

## KESIMPULAN

1. Data hasil penelitian yang diperoleh bawasanya media pendingin berpengaruh terhadap kekasaran permukaan logam baja AISI 4140. Hal ini ditunjukkan bahwa F hitung = 0,008 lebih kecil dari F tabel = 4,7374 (F hitung < F tabel).

2. Dari hasil penelitian yang dilakukan diperoleh bawasanya kecepatan putaran spindel berpengaruh terhadap kekasaran permukaan logam baja AISI 4140. Ini dapat dilihat dari F hitung = 4,704 lebih kecil dari F tabel = 4,7374 (F hitung < F tabel).

3. Dalam gabungan antara media pendingin dan kecepatan putaran spindel ada pengaruh bersama (interaksi) yang signifikan terhadap kekasaran permukaan logam hasil pembubutan pada material baja AISI 4140. Hal ini ditunjukkan pada hasil uji analisis data yang menunjukkan bahwa F hitung = 2,528 lebih kecil dari F tabel = 4,7374 (F hitung < F tabel).

## REFERENCES

- [1] T. Rochim, "Teori dan Teknologi Proses Pemesinan dan Spesifikasi, Metrologi dan Kualitas Kontrol," and others, Ed. Institut Teknologi Bandung, 2007.
- [2] P. P. Yunus, "Pengaruh Jenis Pahat, Sudut Pahat dan Kedalaman Pemakanan Terhadap Tingkat Kekasaran dan Kekerasan pada Proses Bubut Rata Baja ST 42," *Jurnal Teknik Mesin*, vol. 1, no. 3, 2013.
- [3] W. Sumbodo, "Teknik Produksi Mesin Industry," and others, Ed. Departemen Pendidikan Nasional, 2008.

- [4] I. Lesmono, “Pengaruh Jenis Pahat, Kecepatan Spindel, Dan Kedalaman Pemakanan Terhadap Tingkat Kekasaran Dan Kekerasan Permukaan Baja ST. 42 Pada Proses Bubut Konvensional,” *Jurnal Teknik Mesin*, vol. 1, no. 3, 2013.
- [5] D. Rahdiyanta, “Media Pendingin untuk Proses Permesinan,” and others, Ed. Universitas Negeri Yogyakarta, 2010.
- [6] T. A. Prasetya, “Pengaruh Gerak Pemakanan dan Media Pendingin terhadap Kekasaran permukaan Logam Hasil Pembubutan pada Material Baja HQ-760,” 2010. [Online]. Available: (<http://eprints.uns.ac.id>)
- [7] Arikunto, “Prosedur Penelitian, Suatu Pendekatan Praktek.” Yogyakarta: Rineka Cipta, 2006.

**Conflict of Interest Statement:**

*The author declares that the research was conducted in the absence of any commercial or financial relationships that could be construed as a potential conflict of interest.*

**Article History:**

*Received: 10 April 2019 | Accepted: 10 Juni 2019 |  
Published: 30 Juni 2019*

**LIST OF TABLES**

1	Perencanaan Proses Pembubutan . . . . .	6
2	Data Hasil Pengukuran Kekasaran Permukaan . . . . .	7
3	Hasil Output <i>Between-Subjects Factors</i> . . . . .	8
4	Hasil Output Tests of Between Effects . . . . .	9
5	Hasil Output X1 . . . . .	10
6	Hasil Output X2 . . . . .	11
7	Hasil Output X1*X2 . . . . .	12

**Table 1.** Perencanaan Proses Pembubutan

No	Gerak makan (mm/r)	Putaran spindle (rpm)	Pendingin
1			Coolant
2		630	Minyak jelanta
3			Oli SAE 40 bekas
4			Coolant
5	0,3	920	Minyak jelanta
6			Oli SAE 40 bekas
7			Coolant
8		1250	Minyak jelanta
9			Oli SAE 40 bekas

**Table 2.** Data Hasil Pengukuran Kekasaran Permukaan

No	Gerak makan (mm/r)	Putaran spindle (rpm)	Pendingin	Nilai kekasaran ( $\mu\text{m}$ )
1	0,3	630	Coolant	3,63
2	0,3	630	Minyak jelanta	3,92
3	0,3	630	Oli SAE 40 bekas	3,395
4	0,3	920	Coolant	3,92
5	0,3	920	Minyak jelanta	4,105
6	0,3	920	Oli SAE 40 bekas	3,62
7	0,3	1250	Coolant	3,62
8	0,3	1250	Minyak jelanta	3,365
9	0,3	1250	Oli SAE 40 bekas	3,33

**Table 3.** Hasil Output *Between-Subjects Factors*.

		N
X1	1	3
X1	2	3
X1	3	3
X2	630	3
X2	920	3
X2	1250	3



**Table 4.** Hasil Output Tests of Between Effects

Source	Type III Sum of Squares	Df	Mean Square	F	Sig.
Corrected Model	.489a	5	.098	2.557	.235
Intercept	109.003	1	109.003	2,85E+06	.000
X1	.000	1	.000	.008	.934
X2	.360	2	.180	4.704	.119
X1 * X2	.193	2	.097	2.528	.227
Error	.115	3	.038		
Total	120.908	9			
Corrected Total	.603	8			

**Table 5.** Hasil Output X1

X1	Mean	Std. Error	95% Confidence Interval	
			Lower Bound	Upper Bound
1	3.698	.092	3.404	3.991
2	3.685	.103	3.357	4.013

**Table 6.** Hasil Output X2

X2	Mean	Std. Error	95% Confidence Interval	
			Lower Bound	Upper Bound
630	3.716	.120	3.335	4.097
920	3.938	.120	3.556	4.319
1250	3.420	.120	3.039	3.801

**Table 7.** Hasil Output X1\*X2

X1	X2	Mean	Std. Error	95% Confidence Interval	
				Lower Bound	Upper Bound
1	630	3.512	.138	3.073	3.952
	920	4.105	.196	3.483	4.727
	1250	3.475	.138	3.035	3.915
2	630	3.920	.196	3.298	4.542
	920	3.770	.138	3.330	4.210
	1250	3.365	.196	2.743	3.987

---

**LIST OF FIGURES**

1	Grafik hubungan putaran spindel terhadap kekasaran permukaan . . . . .	14
2	Grafik hubungan cairan pendingin terhadap kekasaran permukaan . . . . .	15

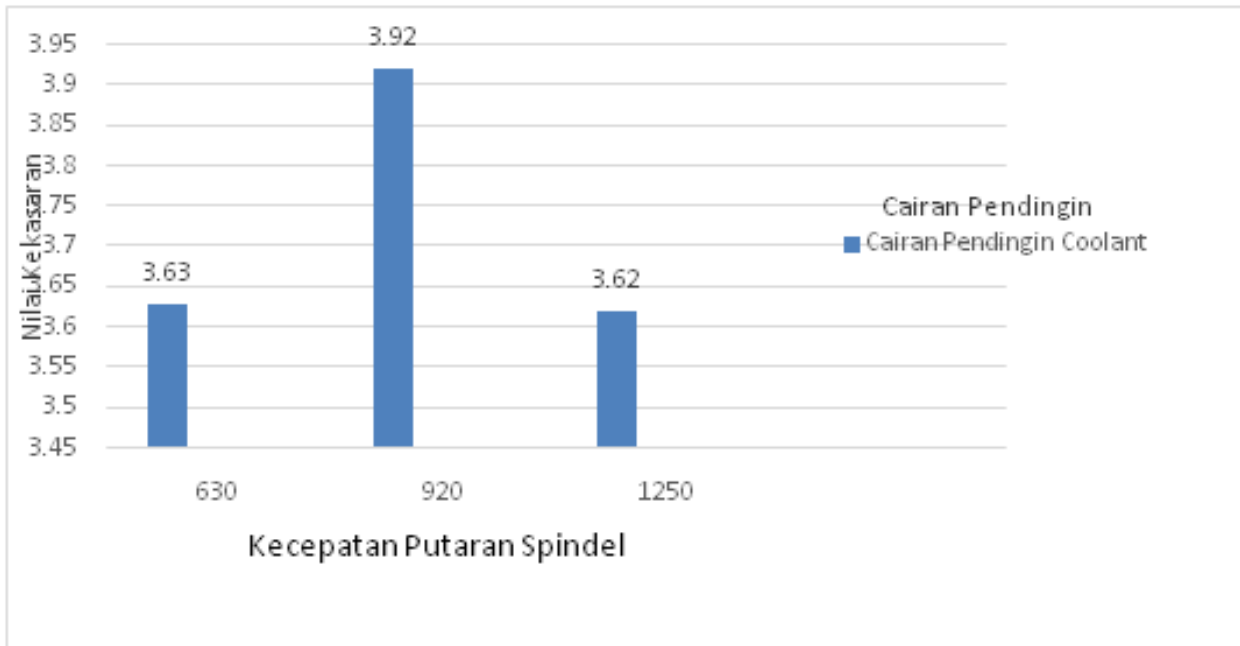
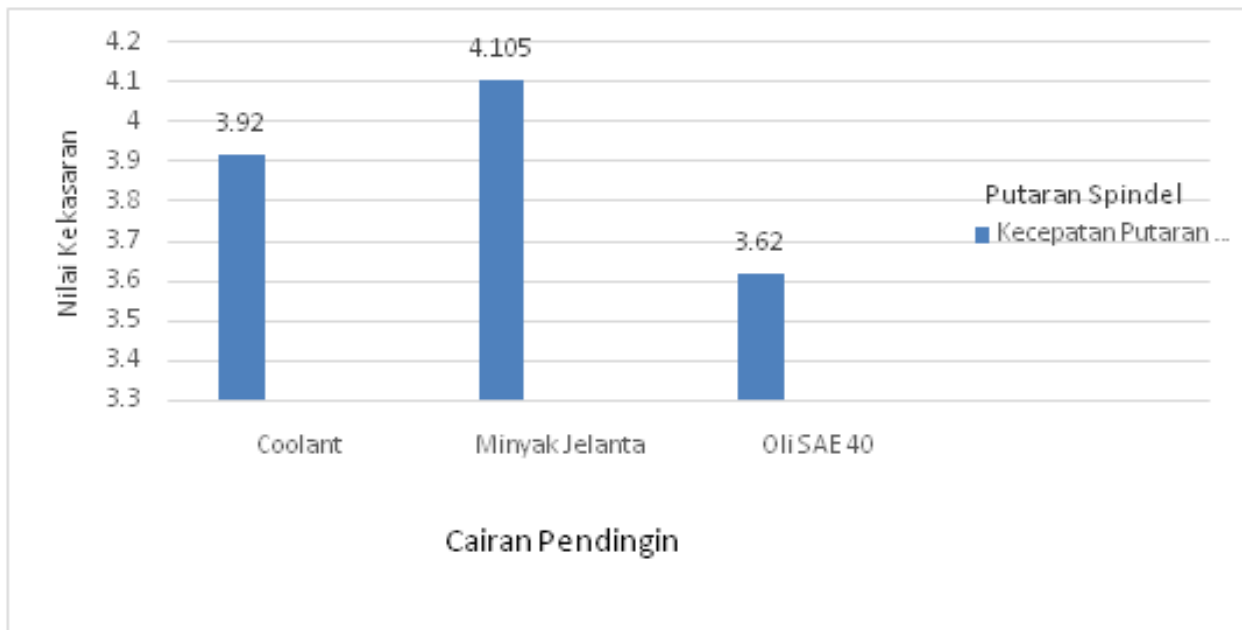


Figure 1. Grafik hubungan putaran spindel terhadap kekasaran permukaan



**Figure 2.** Grafik hubungan cairan pendingin terhadap kekasaran permukaan