

Pengaruh Penggunaan Cairan Pendingin (*Coolant*) dan Perbedaan Waktu pada Proses Bubut terhadap Kekasaran Permukaan Baja AISI 4140

Meri Rahmi¹, Rachmatullah², Khotibul Umam³

^{1,2,3}Jurusan Teknik Mesin, Politeknik Negeri Indramayu, Indramayu 45252
E-mail : meri@polindra.ac.id

ABSTRAK

Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis pengaruh penggunaan cairan pendingin (*coolant*) pada proses bubut terhadap kekasaran permukaan material. Material spesimen dalam penelitian ini adalah baja AISI 4140. Variabel penting lainnya adalah waktu proses bubut di pagi dan sore hari. Hal ini terkait dengan pembagian shift kerja yang ada di industri manufaktur. Kondisi ini dapat mempengaruhi kekasaran permukaan akibat perbedaan waktu pada saat proses bubut. Kekasaran permukaan hasil proses bubut diambil dari 20 partisipan diukur menggunakan *roughness surface tester*. Terdapat empat skenario dalam pengambilan data yaitu, proses bubut pagi dengan *coolant* (1), proses bubut pagi tanpa *coolant* (2), proses bubut sore dengan *coolant* (3) dan proses bubut pagi tanpa *coolant* (4). Hasil *roughness surface tester* menunjukkan bahwa proses bubut dengan menggunakan *coolant* menghasilkan permukaan lebih halus dibandingkan tanpa *coolant* yaitu berkisar pada nilai dengan rata-rata Ra 1.67 - 2.23. Nilai ini masuk kategori permukaan halus. Perbedaan waktu proses bubut tidak signifikan mempengaruhi nilai kekasaran permukaan. Dapat disimpulkan bahwa kekasaran permukaan pada material AISI 4140 lebih baik menggunakan *coolant* daripada tanpa menggunakan *coolant*. Selain itu, proses bubut yang dilakukan pada pagi hari lebih baik daripada dilakukan pada sore hari. Hal ini terkait pada kondisi fisiologis operator mesin bubut lebih fokus dalam melakukan pekerjaan.

Kata Kunci

Roughness Surface, AISI 4140, Coolant, Bubut

1. PENDAHULUAN

Proses pembuatan produk yang berbahan logam selalu dilakukan perlakuan untuk mendapatkan bentuk yang diinginkan. Salah satu caranya adalah dengan memotong. Pemotongannya bisa dilakukan dengan berbagai macam cara, salah satunya adalah dengan proses pemesinan. Proses pemesinan menjadi salah satu pembuatan produk khususnya dalam industri manufaktur. Salah satu proses pemesinan yang biasanya digunakan adalah proses pembubutan. Proses bubut digunakan untuk membuat komponen/*part* berbentuk silindris.

Tuntutan yang harus dipenuhi dalam proses pemesinan, khususnya proses bubut adalah kepresisian dan kualitas permukaan. Sudut dan ketajaman pisau potong dalam proses pembuatannya, variasi kecepatan potong, posisi senter, getaran mesin, perlakuan panas yang kurang baik dan sebagainya merupakan faktor-faktor yang mempengaruhi kualitas

permukaan suatu benda kerja pada proses pemesinan [1].

Kekasaran permukaan dapat dipengaruhi oleh gesekan antara benda kerja dengan mata pahat pada proses bubut. Hal ini akan menimbulkan panas pada benda kerja maupun pahat bubut yang digunakan. Pengaruh kecepatan sayat (*feed rate*) sangat tinggi terhadap kekasaran permukaan. Pemilihan variasi *feed rate* dalam melakukan proses pembubutan cukup berpengaruh terhadap kekasaran permukaan hasil benda kerja. Faktor lain yang mempengaruhi kekasaran permukaan adalah kedalaman pemakanan (*depth of cut*). *Depth of cut* mempunyai pengaruh yang signifikan terhadap gaya potong dan kekasaran permukaan. Dalam proses pembubutan, kecepatan putar spindel juga sangat berpengaruh terhadap nilai kekasaran permukaan [2].

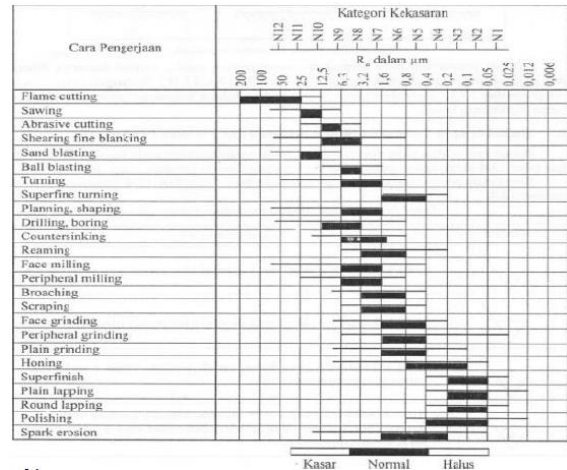
Parameter selain komponen mesin bubut yang dapat mempengaruhi kekasaran

permukaan yaitu cairan pendingin (*coolant*). Selain memperpanjang umur pahat, cairan pendingin juga mampu menurunkan gaya gesek dan temperatur, serta memperhalus permukaan produk hasil pemesinan. Oleh karena itu sangat dianjurkan untuk menggunakan cairan pendingin (*coolant*) pada setiap proses pemesinan. Penelitian [3] menyatakan bahwa cairan pendingin juga pada proses pemesinan, berpengaruh pada kualitas. Secara khusus, kekasaran permukaan memegang peranan penting pada kualitas produk dan merupakan salah satu parameter yang penting untuk mengevaluasi dari hasil proses keakurasian permesinan [4].

Kekasaran permukaan yang banyak digunakan adalah kekasaran rata-rata aritmetik. Kekasaran rata-rata aritmetik ini sebagai harga rata-rata aritmetik bagi harga absolutnya jarak antara profil terukur dan profil tengah. Tingkat kekasaran permukaan dikategorikan berdasarkan nilai mulai dari N1 sampai dengan N12 menurut ISO 1302:1992. Satuan Ra yang digunakan dapat berupa *micrometer* atau *microinches*. Nilai kekasaran rata-rata ini dapat dilihat dalam tabel pada Gambar 1. Sedangkan beberapa nilai kekasaran yang dapat dicapai oleh beberapa cara pengerjaan diperlihatkan dapat dilihat pada tabel pada Gambar 2 [5].

Kekasaran, Ra (μm)	Tingkat Kekasaran	Panjang Sampel (mm)
50	N12	8
25	N11	
12,5	N10	
6,3	N9	
3,2	N8	0,8
1,6	N7	
0,8	N6	
0,4	N5	
0,2	N4	0,25
0,1	N3	
0,05	N2	
0,025	N1	

Gambar 1. Nilai Kekasaran Dan Tingkat Kekasaran [3]



Gambar 2. Nilai Kekasaran Beberapa Pengerjaan [5]

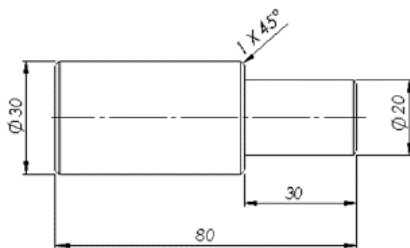
Perbedaan material dan proses kerja serta kondisi pekerja merupakan beberapa faktor yang mempengaruhi nilai kekasaran permukaan. Material dengan tingkat kekerasan baja tertentu akan mempengaruhi karakteristik permukaan. Salah satu karakteristik geometris yang ideal dari suatu komponen adalah permukaan yang halus. Dalam prakteknya memang tidak mungkin untuk mendapatkan suatu komponen dengan permukaan yang betul-betul halus. Hal ini disebabkan oleh beberapa faktor, misalnya faktor manusia (operator) dan faktor-faktor dari mesin-mesin yang digunakan untuk membuatnya. Berdasarkan paparan diatas, penelitian bertujuan untuk menganalisis pengaruh penggunaan cairan pendingin (*coolant*) dan perbedaan waktu pada proses bubut terhadap kekasaran permukaan baja AISI 4140. Indikator pengukuran dilakukan dengan metode pengukuran dengan alat *Roughness Surface Tester*.

2. METODE DAN BAHAN

Penelitian ini dilakukan dengan metode eksperimen pada saat mengoperasikan mesin bubut dengan dua kondisi berbeda yaitu menggunakan *coolant* dan tanpa *coolant*. Data eksperimen juga dilakukan pada waktu berbeda yaitu pagi dan sore hari. Partisipan yang ikut dalam eksperimen adalah partisipan yang telah lolos *screening*. Bentuk *screening* awal dilakukan dengan metode wawancara tertutup dan surat pernyataan yang bersedia menjadi partisipan sampai dengan tahap akhir. Material yang akan dibandingkan pada proses bubut adalah baja AISI 4140. Pengukuran secara objektif dilakukan terhadap dimensi produk dan kekasaran

permukaan hasil proses bubut untuk masing-masing kondisi.

Setiap partisipan melakukan empat kali pengambilan data yaitu; dua kondisi dengan menggunakan *coolant* dan dua kondisi tanpa *coolant* yang dilakukan waktu pagi dan sore. Partisipan yang terlibat berjenis kelamin laki-laki dan mampu mengoperasikan mesin bubut. Partisipan diberi penjelasan dan arahan tentang prosedur eksperimen. Proses bubut sesuai dengan gambar produk yang ditunjukkan pada Gambar 3. Sedangkan proses pengambilan data oleh partisipan pada mesin bubut dapat dilihat pada Gambar 4. Setelah partisipan menyelesaikan proses bubut, dilanjutkan dengan pengukuran menggunakan *Roughness Surface Tester*. Eksperimen pendahuluan dilakukan sebelum pengumpulan data guna memastikan sesuai dengan rancangan eksperimen.



Gambar 3. Gambar Kerja [6]



Gambar 4. Proses Bubut oleh Partisipan

3. HASIL DAN DISKUSI

3.1 Data Partisipan

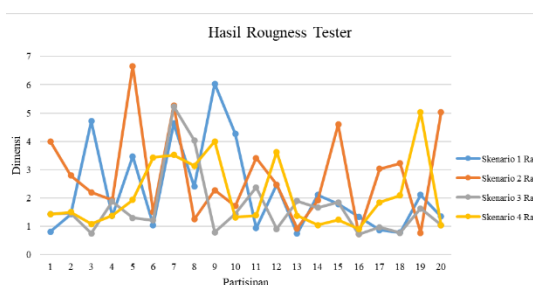
Partisipan yang terlibat dalam pengambilan data berjumlah 20 orang. Semua partisipan berjenis kelamin laki-laki dengan usia rata-rata 20 tahun (standar deviasi 0.83). Jenis kelamin dapat mempengaruhi kerja, sehingga partisipan laki-laki banyak dipilih karena operator bubut dalam industri manufaktur. Kondisi partisipan sehat, berdasarkan hasil *screening* sebelum dilakukan pengambilan data pada saat proses bubut.

3.2 Hasil *Roughness Surface Tester*

Data yang didapatkan dari proses bubut terdiri dari empat skenario yang dapat dilihat pada Tabel 1. Hasil pengukuran kekasaran permukaan yang diukur dengan alat ukur *Roughness Surface Tester* untuk 20 partisipan dapat dilihat pada Gambar 5.

Tabel 1. Skenario Untuk Rancangan Ekperimen

Skenario	Proses Bubut	Waktu
1	Dengan Coolant	Pagi
2	Tanpa Coolant	Pagi
3	Dengan Coolant	Sore
4	Tanpa Coolant	Sore

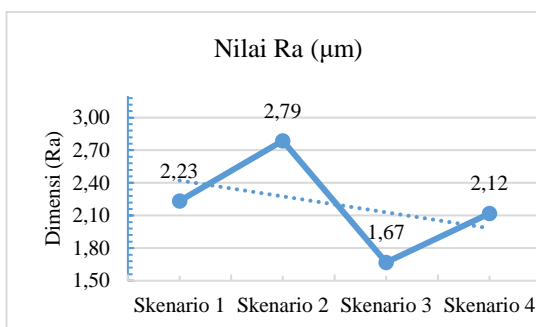


Gambar 5. Grafik Hasil Roughness Surface Tester

Untuk nilai rata-rata kekasaran permukaan untuk setiap satuan dapat dilihat pada Tabel 2. Sedangkan grafiknya rata-rata untuk setiap hasil pengukuran dengan satuan yang berbeda dapat dilihat pada Gambar 6, Gambar 7 dan Gambar 8. Perbedaan satuan ini menunjukkan karakteristik permukaan yang terukur dengan alat ukur *Roughness Surface Tester*.

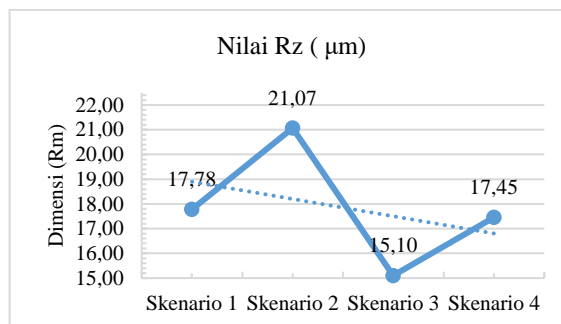
Tabel 2. Rata-Rata Hasil Roughness Tester

Satuan	Skenario 1	Skenario 2	Skenario 3	Skenario 4
Ra (μm)	2,23	2,79	1,67	2,12
Rz (μm)	17,78	21,07	15,10	17,45
Rq (μm)	2,88	3,57	2,22	2,76



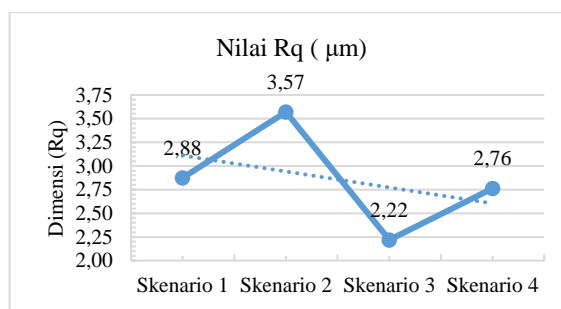
Gambar 6. Grafik Rata-rata Satuan Ra (μm)

Berdasarkan grafik pada Gambar 6, menunjukkan bahwa nilai rata-rata maksimum aritmetik (Ra) yang paling tinggi ditunjukkan pada skenario 2. Proses bubut tanpa *coolant* yang dilakukan pada pagi hari dengan nilai Ra 2.79. Sedangkan nilai rata-rata minimum terjadi pada skenario 3 dengan nilai Ra 1.67, yaitu proses bubut menggunakan *coolant* pada sore hari.



Gambar 7. Grafik Rata-rata Satuan Rz (μm)

Berdasarkan grafik pada Gambar 7, menunjukkan bahwa jarak antara profil alas (Rz) yang paling tinggi ditunjukkan pada skenario 2. Proses bubut tanpa *coolant* yang dilakukan pada pagi hari dengan nilai Rz 21.07. Sedangkan nilai rata-rata minimum terjadi pada skenario 3 dengan nilai Rz 15.10, yaitu proses bubut menggunakan *coolant* pada sore hari.



Gambar 8. Grafik Rata-rata Satuan Rq (μm)

Berdasarkan grafik pada Gambar 8, menunjukkan bahwa nilai rata-rata maksimum kuadratik (Rq) yang paling tinggi ditunjukkan pada skenario 2. Proses bubut tanpa *coolant* yang dilakukan pada pagi hari dengan nilai Rq 3.57. Sedangkan nilai rata-rata minimum terjadi pada skenario 3 dengan nilai Rq 2.22, yaitu proses bubut menggunakan *coolant* pada sore hari.

Berdasarkan nilai rata-rata grafik yang ditunjukkan pada Gambar 6, 7 dan 8 didapatkan bahwa proses bubut tanpa *coolant* menunjukkan nilai paling tinggi yang berarti bahwa permukaan yang dihasilkan lebih kasar. Sedangkan nilai terendah didapatkan pada proses bubut dengan *coolant* pada sore hari. Hal ini menunjukkan bahwa penambahan *coolant* pada saat proses bubut

menjadikan permukaan masuk dalam kategori normal dan halus. Hal ini juga sejalan dengan hasil penelitian [8], bahwa pengaruh *coolant* terhadap permukaan pada proses bubut, meskipun terdapat tiga jenis *coolant* berbeda. Nilai yang dihasilkan masuk dalam kategori normal dan halus yaitu 2.03-3.11 μm .

Perbedaan waktu proses bubut tidak signifikan mempengaruhi kekasaran permukaan. Akan tetapi nilai yang didapatkan masih masuk dalam kategori kekasaran permukaan yang dihasilkan dalam proses bubut.

4. KESIMPULAN

Kesimpulan yang didapatkan bahwa hasil *roughness surface tester* menunjukkan permukaan hasil proses bubut dengan penambahan coolant masuk kategori normal dan halus yaitu berkisar pada nilai dengan rata-rata Ra 1.67 – 2.23. Untuk waktu proses atau waktu pengambilan data proses bubu tantara pagi dan sore hari tidak berpengaruh signifikan.

Berdasarkan proses dan hasil penelitian disarankan untuk melakukan proses bubut untuk partisipan yang sering menggunakan mesin bubut dan tidak mengambil datapada kondisi partisipan *fatigue* (kelelahan fisik sebelumnya) karena akan mempengaruhi hasil kekasaran permukaan meskipun dengan penambahan *coolant*. ateriial Selain itu, ketajaman dan jenis pahat bubut juga perlu diperhatikan menyesuaikan dengan kekerasan material yang akan dibubut.

UCAPAN TERIMA KASIH

Terima kasih diucapkan kepada Unit Penelitian dan Pengabdian kepada Masyarakat (P3M) Politeknik Negeri Indramayu yang telah memberikan fasilitas dan pembiayaan penelitian ini. Selain itu, penulis mengucapkan terima kasih kepada Jurusan Teknik Mesin yang telah memberikan fasilitas selama kegiatan penelitian dilakukan.

DAFTAR PUSTAKA

[1] R. W. and P. , "Pengaruh Variasi Kecepatan Potong Dan Kedalaman Potong Pada Mesin Bubut Terhadap

Tingkat Kekasaran Permukaan Benda Kerja St 41," *Jurnal Teknik Mesin*, vol. 24, no. 1, pp. 1-9, 2016.

- [2] K. S. and S. R. Steven, *Manufacturing Engineering and Teknologi Fourth Edition*, London: Prentice, 2002.
- [3] S. "Analisis Kekasaran Permukaan Hasil Pembubutan Pada Baja St 42 Menggunakan Cairan Pendingin Sintetik Dan Semi Sintetik," 2013. [Online]. Available: Http://Isjd.Pdii.Lipi.Go.Id/Admin/Jurnal/72087176_0216-4582.Pdf. . [Accessed 21 11 2021].
- [4] D. I. Permana and Y. , "Optimasi Parameter Permesinan Terhadap Tingkat Kekasaran," *Jurnal Sistem Mekanik dan Termal*, vol. 03, no. 01, pp. 10-16, 2019.
- [5] T. Rochim, *Spesifikasi, Metrologi dan*, Bandung: ITB, 2001.
- [6] M. Rahmi, R. and C. Sukardi, "Pengaruh Proses Bubut Baja AISI 4140 terhadap Mental Workload dengan Metode NASA-TLX," *Jurnal Rekayasa Mesin*, vol. 12, no. 2, pp. 361-369, 2021.
- [7] H. Saputro, "Model Matematik Untuk Memprediksi Kekasaran Permukaan Hasil Proses Cnc Bubut Tanpa Pendinginan," *Traksi*, vol. 10, no. 1, 2010.
- [8] P. Arsana, I. P. Nugraha and K. R. Dantes, "Pengaruh Variasi Media Pendingin Terhadap Kekasaran Permukaan Benda Kerja Hasil Pembubutan Rata Pada Baja ST. 37," *Jurnal Pendidikan Teknik Mesin Undiksha*, vol. 7, no. 1, pp. 7-17, 2019.