

PENGARUH KECEPATAN SPINDLE DAN KEDALAMAN PEMAKANAN PROSES CNC FRAIS TERHADAP KEKASARAN PERMUKAAN REMELTING BLOK SILINDER

Anjar Priyatmojo¹, Rusiyanto²

¹Jurusan Teknik Mesin, Universitas Negeri Semarang

²Tenaga Pengajar urusan Teknik Mesin, Universitas Negeri Semarang
anjarpm@gmail.com

ABSTRAK: This study aims to examine the effect of spindle speed and depth of cut on roughness of surface of remelting cylinder block on CNC frais process. To reach the objective its various spindle speed of 1150 rpm, 1350 rpm, and 1600 rpm, while its various depth of cut of 0,25 mm, 0,5 mm, and 0,75 mm. The roughness of the sample measure using Surface Roughness Tester Surfscorder SE 1700 Fowler. Based on this research, spindle speed and depth of cut affect roughness of surface material. High spindle speeds and low depth of cut produced low roughness of surface material. The result lowest roughness that on spindle speed 1600 rpm and depth of cut 0,25 mm is 2,347 μm . The selection of these parameters is also adjusted to the type of tool and material used.

Kata kunci: CNC frais, spindle speed, depth of cut, roughness.

1. PENDAHULUAN

Kebutuhan manusia dalam bidang pemesinan semakin meningkat setiap tahunnya. Hal ini berdampak pada industri manufaktur yang bersaing untuk membuat produk yang murah, berkualitas, dan waktu produksi yang relatif lebih cepat. Salah satu produk dari industri manufaktur yang banyak peminatnya yaitu mesin pemotong rumput [1]. Salah satu komponennya yaitu blok silinder yang merupakan bagian *engine* yang paling besar dan membutuhkan adanya perawatan khusus. Blok silinder memiliki sirip-sirip yang mengelilinginya dan berfungsi untuk menyerap panas dan membuangnya [2]. Putra [3] menunjukkan bahwa "Pada dasarnya blok silinder terbuat dari balok logam tuang, secara umum terbuat dari besi tuang, tetapi ada juga yang terbuat dari aluminium tuang". Surojo, *et al.* [4] telah menemukan bahan yang sama pada piston dimana Al-Si dengan kadar Si 11,37 %. Piston yang hanya dapat digunakan sekali pakai menimbulkan banyaknya limbah yang dihasilkan, sehingga dimanfaatkan sebagai bahan *remelting*. Tahapan pembuatan blok silinder dimulai dari pencetakan dengan cara pengecoran, pembentukan profil hingga *finishing*[1].

Pengecoran dengan metode cetakan pasir memiliki risiko terjadinya cacat coran, terutama dalam pembuatan sirip blok silinder yang memiliki ketebalan tipis dan lebih berpotensi terjadinya cacat coran.

Proses *finishing* dalam pembuatan sirip dapat menggunakan mesin CNC *frais*. Mesin CNC *frais* (*Computer Numerically Controlled*) merupakan mesin *frais* yang dioperasikan menggunakan bahasa numerik dan dilengkapi dengan sistem kontrol berbasis komputer[5]. Keunggulan mesin CNC *frais* yaitu dapat menghasilkan produk yang memiliki kualitas stabil dari produk pertama hingga produk berikutnya, tingkat ketelitian yang tinggi, dan cocok digunakan dalam produksi massal namun membutuhkan waktu yang relatif cepat. Kualitas produk yang dihasilkan dapat diketahui dari tingkat kekasaran permukaan. Purbosari, *et al.*

[6] menunjukkan bahwa hasil kekasaran permukaan bergantung kepada parameter pemesinan, antara lain kecepatan *spindle*, kecepatan pemakanan, kecepatan potong, kedalaman pemakanan, gerak pemakanan, pendinginan, karakteristik pahat, dan lain-lain. Zubaidi, *et al.* [7] telah membuktikan bahwa semakin besar harga *feeding* semakin besar tingkat

kekasarannya. Semakin cepat putarannya maka semakin rendah tingkat kekasarannya. Penelitian ini menggunakan bahan berupa limbah piston yang dicampur dengan serbuk *dry cell*.

Beberapa penelitian yang menggunakan parameter kecepatan *spindle* dan kedalaman pemakanan terhadap pengaruh kekasaran permukaan sudah dilakukan. Penelitian tersebut menunjukkan bahwa kekasaran permukaan terbaik diperoleh pada kecepatan *spindle* tertinggi, karena kecepatan *spindle* yang tinggi akan mengakibatkan benda berputar lebih cepat maka sering terjadi penyayatan dan benda akan bergerak stabil sehingga semakin halus. Kekasaran juga dipengaruhi oleh kedalaman pemakanan, karena kedalaman pemakanan yang rendah akan menghasilkan kekasaran permukaan terbaik. Kedalaman pemakanan yang rendah memberikan beban pada saat penyayatan semakin kecil sehingga pahat tidak terlalu bergetar dan membuat permukaan semakin halus [8,9].

Berdasarkan uraian permasalahan di atas, perlu diadakan penelitian untuk mengetahui pengaruh kecepatan *spindle* dan kedalaman pemakanan terhadap kekasaran permukaan paduan aluminium hasil coran blok silinder.

2. BAHAN DAN METODE PENELITIAN

2.1 Bahan Penelitian

Penelitian ini menggunakan bahan dari aluminium yang berasal dari piston bekas dan ditambah dengan *dry cell* kemudian dilebur dan dibentuk sesuai dengan blok silinder mesin. Tabel 1. menunjukkan kandungan bahan yang digunakan :

Tabel 1. Kandungan bahan yang digunakan [10].

Unsur	0,7%
	18/S1116(%)

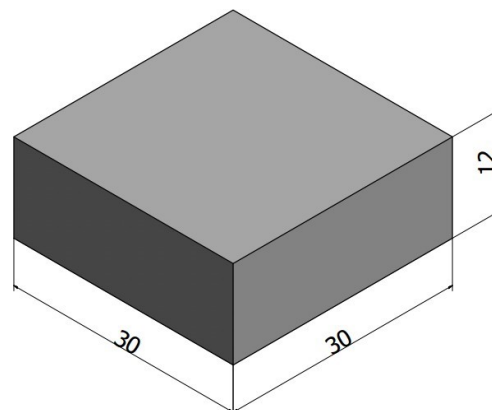
Al	81,15
Si	17,6
Cu	0,109
Mn	0,0276
Mg	0,0665
Zn	0,0185
Sn	0,0494
Ti	0,0831

2.2 Peralatan Penelitian

Pembuatan benda kerja menggunakan mesin CNC *frais* jenis *production unit* dengan merek KIRA dimana terdapat tiga sumbu koordinat X,Y, dan Z. Sumbu X bergerak ke arah memanjang, sumbu Y bergerak ke arah melintang dan sumbu Z bergerak ke arah vertikal. Pada mesin ini dilengkapi dengan 4 bagian utama mekanik mesin, yaitu *spindle* utama, meja memanjang, meja melintang, dan tiang atau kolom. Alat potong yang digunakan berdiameter 7 mm dan berjenis *HSS* (*High Speed Steel*). *HSS* merupakan baja dengan paduan tinggi yang tahan terhadap keausan hingga pada suhu 600 °C dan mengandung karbon *Cromium*, *vanadium* dan *molybdenum*. Pengujian kekasaran permukaan dengan menggunakan alat uji kekasaran *Surface Roughness Tester Surfscorder SE 1700 Fowler* yang dilengkapi dengan *microprocessor* untuk mengolah data hasil pengujian. Alat uji tersebut dilengkapi dengan printer yang berfungsi untuk mencetak hasil pengujian.

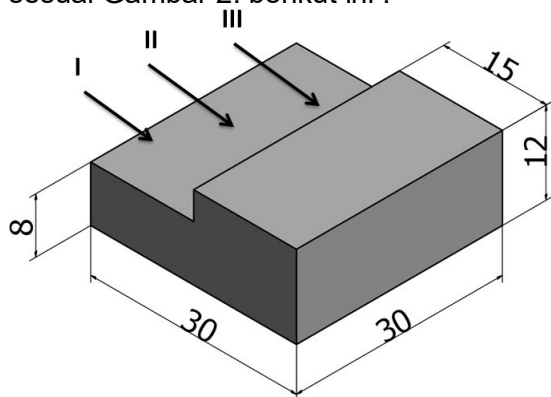
2.3 Prosedur Penelitian

Penelitian ini diawali dengan menyiapkan benda kerja atau spesimen yang selanjutnya akan dilakukan proses CNC. Benda kerja atau spesimen tersebut diperoleh dengan proses *remelting* antara piston bekas dan *dry cell* sesuai Gambar 1. berikut ini :



Gambar 1. Spesimen hasil *remelting*

Setelah alat dan bahan pendukung sudah siap kemudian melakukan proses CNC *frais*. Proses CNC *frais* dilakukan dengan menggunakan kecepatan *spindle* 1150 rpm, 1350 rpm, dan 1600 rpm serta kedalaman pemakanan 0,25 mm, 0,5 mm, dan 0,75 mm, sehingga menghasilkan spesimen sesuai Gambar 2. berikut ini :



Gambar 2. Desain spesimen

2.4 Analisis Sampel

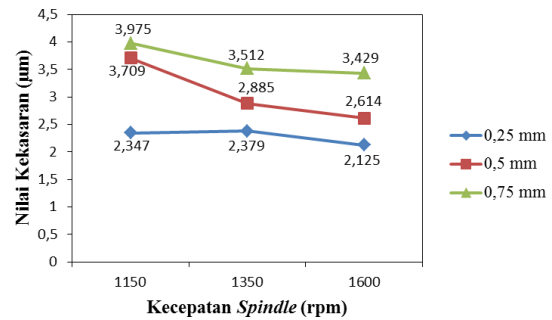
Analisis sampel yang dilakukan berupa uji kekasaran permukaan permukaan pada benda kerja. Pengujian kekasaran dilakukan dengan tujuan untuk mengetahui nilai kekasaran permukaan suatu benda. Alat yang digunakan yaitu *Surface Roughness Testes Surfscorder SE 1700 Fowler* yang hasilnya langsung dapat dicetak pada printer bawaan alat tersebut, sehingga nilai kekasaran (Ra) langsung dapat diketahui. Nilai kekasaran dinyatakan dalam *Roughness average* (Ra) yang secara aritmetis dapat ditentukan dengan rumus di bawah ini [11].

$$Ra = \frac{\text{luas daerah P} + \text{luas daerah Q}}{L} \times \frac{1000}{Vv} \quad (1)$$

3. HASIL DAN DISKUSI

3.1 Pengaruh Kecepatan *Spindle* terhadap Nilai Kekasaran

Gambar 3. menunjukkan bahwa adanya penurunan nilai kekasaran setelah diberi perlakuan yang berbeda tiap masing-masing spesimen.

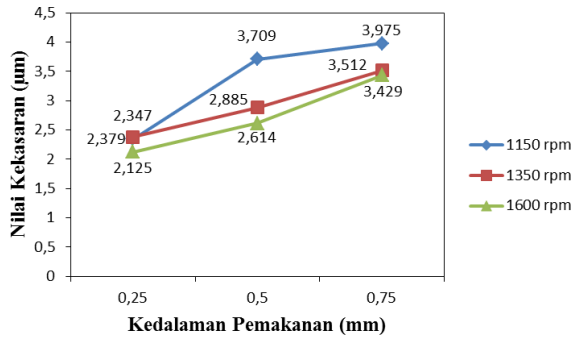


Gambar 3. Pengaruh kecepatan *spindle* terhadap nilai kekasaran pada berbagai kedalaman pemakanan

Berbeda halnya pada hasil nilai kekasaran dengan kedalaman pemakanan 0,25 mm terjadi perubahan nilai kekasaran yang tidak menentu. Hal ini dapat terjadi karena diakibatkan dari spesimen yang digunakan atau titik uji pada permukaan yang dilakukan pengujian kekasaran. Nilai kekasaran tertinggi diperoleh pada variasi kecepatan *spindle* 1150 rpm dengan kedalaman pemakanan 0,75 mm sebesar 3,975 µm. Nilai kekasaran terendah diperoleh pada variasi kecepatan *spindle* 1600 rpm dan kedalaman pemakanan 0,25 mm sebesar 2,125 µm. Data tersebut membuktikan adanya pengaruh kecepatan *spindle* terhadap nilai kekasaran. Hasil dari penelitian ini sesuai dengan kesimpulan pada penelitian yang dilakukan oleh Sunyapa [12] yang membuktikan bahwa kecepatan *spindle* memberikan pengaruh secara signifikan terhadap kekasaran permukaan dengan nilai kontribusi sebesar 53,10%. Hal ini dapat terjadi karena kecepatan *spindle* yang tinggi akan mengakibatkan pahat/ pisau berputar lebih cepat, maka sering terjadi penyayatan dan bergerak stabil.

3.2 Pengaruh Kedalaman Pemakanan terhadap Nilai Kekasaran

Pengaruh kedalaman pemakanan terhadap nilai kekasaran ditunjukkan pada Gambar 4.



Gambar 4. Pengaruh kedalaman pemakanan terhadap nilai kekasaran pada berbagai kecepatan *spindle*

Gambar 4. menunjukkan adanya kenaikan nilai kekasaran yang signifikan pada kecepatan *spindle* 1150 rpm dengan prosentase kenaikan sebesar 69%. Berbeda pada kecepatan *spindle* 1350 rpm dan 1600 rpm yang kenaikannya relatif lebih stabil. Data tersebut membuktikan

adanya pengaruh kedalaman pemakanan terhadap nilai kekasaran.

Ramadhani dan Irfa'l [8] menyebutkan bahwa semakin rendah kedalaman pemakanan yang digunakan, nilai kekasaran yang dihasilkan akan semakin rendah, dan sebaliknya. Kedalaman pemakanan yang rendah akan memberikan beban pada saat penyayatan semakin kecil sehingga pahat tidak terlalu bergetar dan membuat permukaan benda kerja menghasilkan nilai kekasaran yang rendah.

3.3 Perbandingan Nilai Kekasaran

Hasil yang paling optimal diperoleh pada kecepatan *spindle* 1600 rpm dan kedalaman pemakanan 0,25 mm sebesar 2,125 µm. Hasil penelitian ini kemudian akan dibandingkan dengan penelitian sebelumnya seperti terlihat pada Tabel 2.

Tabel 2. Data perbandingan nilai kekasaran hasil penelitian

Kecepatan <i>Spindle</i> (rpm)	Kedalaman Pemakanan (mm)	Bahan	Nilai Kekasaran (µm)	Referensi	Keterangan
1600	0,25	Al Al-loy	2,125	Penelitian ini	
2700	0,1	Al 6061	1,366	Kurniawan dan Irfa'i	
-	-	Al Al-loy	3,118	Penelitian ini	Tipe <i>fixed star</i> 36F

Dari hasil perbandingan yang ditunjukkan pada Tabel 2 dapat disimpulkan bahwa hasil penelitian sudah cukup baik. Sesuai dengan penelitian yang dilakukan oleh Seprianto dan Rizal [13] yang menjelaskan bahwa standar nilai kekasaran antara N6 sampai dengan N8 (0,8 µm – 3,2 µm). Berdasarkan hasil uji kekasaran yang dilakukan pada blok silinder mesin pemotong rumput yang di beli dipasaran tipe *fixed star* 36F, menghasilkan nilai kekasaran sebesar 3,118 µm. Penelitian ini menghasilkan nilai kekasaran sebesar 2,125 µm, sehingga dapat ditarik kesimpulan bahwa hasil penelitian ini menghasilkan blok silinder mesin pemotong rumput dengan nilai kekasaran yang lebih rendah dibandingkan dengan yang sudah ada dipasaran.

4. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian, analisa, dan pembahasan yang telah dilakukan dapat disimpulkan sebagai berikut :

1. Ada pengaruh kecepatan *spindle* terhadap nilai kekasaran permukaan paduan aluminium hasil coran pada proses CNC *frais*. Semakin tinggi kecepatan *spindle* yang digunakan, nilai kekasaran semakin rendah, dan sebaliknya. Kecepatan *spindle* yang menghasilkan nilai kekasaran permukaan terendah yaitu 1600 rpm sebesar 2,124 µm.
2. Terdapat pengaruh kedalaman pemakanan terhadap kekasaran permukaan paduan aluminium hasil coran. Semakin besar kedalaman pemakanan yang digunakan, semakin

- tinggi nilai kekasaran permukaan dan sebaliknya. Kedalaman pemakanan yang menghasilkan nilai kekasaran permukaan tertinggi yaitu 0,75 mm sebesar 3,975 μm .
3. Kondisi terbaik yang memenuhi kriteria kekasaran minimal untuk blok silinder diperoleh pada kecepatan *spindle* 1150 rpm dan kedalaman pemakanan 0,25 mm dengan nilai kekasaran 2,347 μm .

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Siswanto, B., *Pengaruh Kecepatan dan Kedalaman Potong Pada Proses Pembubutan Konvensional Terhadap Kekasaran Permukaan Lubang Blok Silinder Mesin Pemotong Rumput, Skripsi*, Universitas Negeri Semarang, Semarang, 2018.
- [2] Mustofa, "Analisis Pengaruh Jarak Sirip Vertikal Dan Kecepatan Angin Terhadap Perpindahan Panas Pada Motor 4 Tak", *Jurnal Agritek*, v. 11, n. 1, pp. 24-29, Maret. 2010.
- [3] Putra, *Komponen Utama Mesin Bensin*, Jakarta, Direktorat Pembinaan Kursus dan Pelatihan, 2013.
- [4] Surojo, E., T. Triyono, dan K. Wahyudi. 2009. Pengaruh *Remelting* Terhadap Struktur Mikro Dan Kekerasan Paduan Cor Al-Si. *Mekanika* 8(1): 126-129.
- [5] Sumbodo, Wirawan. 2008. *Teknik Produksi Mesin Industri Jilid 2*. Jakarta : Direktorat Pembinaan Sekolah Menengah Kejuruan.
- [6] Purbosari, D., H. Saputro, dan D. S. Wijayanto, "Karakterisasi Tingkat Kekasaran Permukaan Baja ST 40 Hasil Pemesinan CNC *Milling* ZK 7040 Efek Dari Kecepatan Pemakanan (*Feed Rate*) dan Awal Waktu Pemberian Pendingin", *Jurnal Nosel*, v. 1, n. 2, pp. 1-15, 2012.
- [7] Zubaidi, A., I. Syafa'at, dan Darmanto, "Analisis Pengaruh Kecepatan Putar dan Kecepatan Pemakanan Terhadap Kekasaran Permukaan Material FCD 40 Pada Mesin Bubut CNC", *Jurnal Momentum*, v. 8, n. 1, pp. 40-47, 2012.
- [8] Ramadhani, A. B. dan M. A. Irfa'l, "Analisis Kecepatan Putar *Spindle*, Jenis Pahat dan Variasi Kedalaman Pemakanan Terhadap Kekasaran dan Kerataan Permukaan Aluminium 6061 Pada Mesin CNC TU-3A Dengan Program Absolut G01", *Jurnal Teknik Mesin*, v. 1, n. 1, pp. 118-125, 2015.
- [9] Kurniawan, P. D. dan M. A. Irfa'l, "Pengaruh Variasi Kedalaman Pemakanan dan Kecepatan Putar *Spindle* Terhadap Tingkat Kekasaran Permukaan Aluminium 6061 Pada Mesin CNC TU-2A Dengan Program Absolut G01", *Jurnal Teknik Mesin*, v. 3, n. 1, pp. 120-125, 2014.
- [10] Sanjaya, D. P. dan Sunyoto, "Pengaruh Penambahan Serbuk Karbon Dan Variasi Temperatur Tuang Terhadap Nilai Keausan, Kekerasan, Dan Porositas Hasil Pengecoran Logam Menggunakan Cetakan Pasir", pp. 1-7, Feb. 2019.
- [11] Munadi, Sudji, *Dasar Dasar Metrologi Industri*, Jakarta, Departemen Pendidikan dan Kebudayaan, 1988.
- [12] Sunyapa, B., *Analisis Variasi Proses Milling CNC Terhadap Kekasaran Permukaan Baja ST 41 Dengan Metode Taguchi, Skripsi*, Universitas Jember, Jember, 2016.
- [13] Seprianto, D. dan S. Rizal, "Analisa Pengaruh Perubahan Ketebalan Pemakanan, Kecepatan Putar Pada Mesin, Kecepatan Pemakanan (*Feeding*) *Frais* Horizontal Terhadap Kekasaran Permukaan Logam", *Jurnal Austenit*, v. 1, n.1 , pp. 33-38, 2009.