

# PENGARUH VARIASI KECEPATAN PUTARAN BENDA KERJA DAN KEDALAMAN PEMAKANAN TERHADAP KEKASARAN PERMUKAAN PROSES GERINDA SILINDERIS DENGAN *CENTER* PADA BAJA AISI 4140

Novry Harryadi<sup>1</sup>, Dodi Sofyan Arief<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Mahasiswa Jurusan Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Riau

<sup>2</sup>Dosen Jurusan Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Riau

Kampus Bina Widya Jl. HR. Soebrantas Km 12,5 Pekanbaru, Kode Pos 28293

nharryadi.2010@gmail.com

## Abstract

Cylindrical grinding is a fundamental process in the final machining a component that requires a smooth surface roughness and precision tolerances. Cylindrical grinding process parameter variations, among others, the speed of rotation of the workpiece and the depth of cuts. This study used three variations of round rotation workpieces are low speed (83 rpm), medium speed (194 rpm) and high speed (304 rpm). Likewise with varying depth of cut is 0.005 mm, 0.010 mm, 0.015 mm. The average value of surface roughness of AISI 4140 steel cylindrical grinding tolerances based on the value of the average surface roughness / Ra are as follows : Class N7 roughness , Ra 1.6 , Tolerance ( m ) ( + 50 % and - 25 % ) is 1.2 to 2.4 , a sample length of 0.8 mm. The level of the average surface roughness according to the work cylindrical grinding results Steel AISI 4140 are as follows: Working Process is finishing, Hose ( N ) N4 - N8 , Ra 0.1 to 3.2. Parameters workpiece rotation speed and depth of cut for surface roughness cylindrical grinding process AISI 4140 steel workpiece is rotating speed 194 rpm and 0,010 mm depth of cuts .

**Keywords:** Cylindrical Grinding, Rotation Speed, Depth of Cuts, Surface Roughness.

## 1. Pendahuluan

Gerinda silinderis adalah proses mendasar pada pemesinan akhir sebuah komponen yang memerlukan kekasaran permukaan yang halus dan toleransi yang presisi. Variasi parameter proses penggerindaan silinderis antara lain kecepatan putaran benda kerja dan kedalaman pemakanan. Prinsip kerja penggerindaan sama dengan proses pemotongan benda kerja, pisau atau alat potong gerinda adalah batu gerinda yang tersusun dari partikel *abrasive* yang saling melekat. Proses penggerindaan terjadi oleh batu gerinda yang berputar dan menggesek permukaan benda kerja.

Penelitian terhadap kualitas kekasaran permukaan hasil pengerjaan gerinda silinderis ini dilakukan agar diperoleh kondisi pemesinan yang optimal untuk suatu jenis proses yang diinginkan.

Dalam hal ini yang menjadi batasan adalah kekasaran permukaan benda kerja hasil proses gerinda silinderis (*cylindrical grinding*).

Dilakukannya penelitian ini adalah untuk mengetahui karakteristik parameter proses pemesinan yang optimal pada proses gerinda silinderis diwakili oleh parameter kecepatan putaran benda kerja dan kedalaman pemakanan.

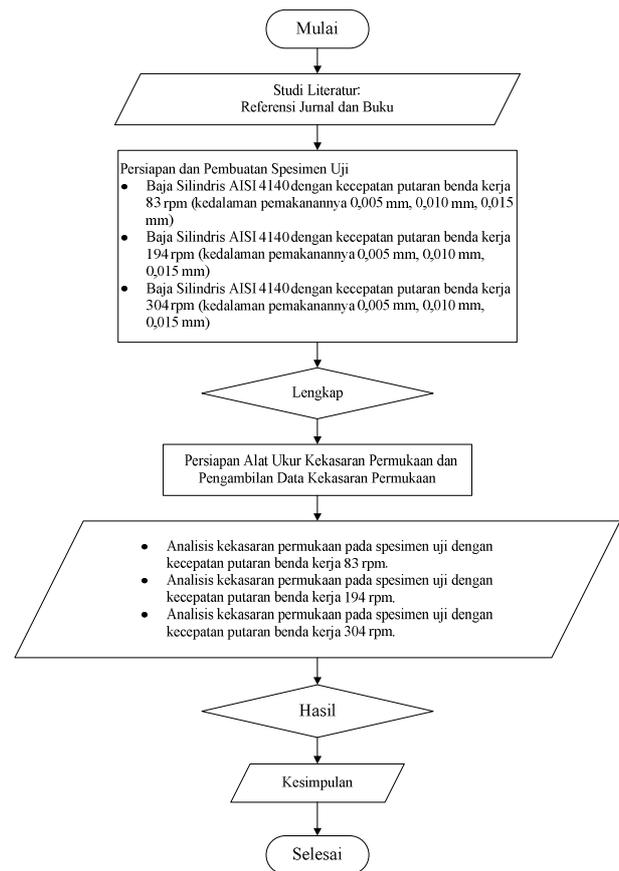
Ganesan et al (2014) didalam penelitiannya mengenai gerinda silinderis memprediksi dan mengoptimasi parameter proses yaitu kedalaman pemakanan, laju gerak batu gerinda dan kecepatan makan mesin gerinda pada material Baja *Stainless Steel* 304 terhadap nilai kekasaran permukaan.[1] Sridhar et al (2014) melakukan penelitian untuk mengoptimasi kecepatan putar benda kerja, kedalaman pemakanan mesin gerinda silinderis dan

jumlah geram yang terbang pada material Baja OHNS AISI 0-1.[2] Pal et al (2012) melakukan penelitian optimasi parameter penggerindaan untuk mendapatkan nilai kekasaran permukaan minimum menggunakan teknik optimasi metode Taguchi dengan parameter yang digunakan kecepatan putar benda kerja, *grade* batu gerinda dan kekerasan material yang digunakan.[3] George et al (2013) melakukan penelitian kekasaran permukaan untuk memprediksi proses gerinda silinderis yang optimal dengan menggunakan parameter kecepatan putar benda kerja, kedalaman pemakanan dan kekerasan material.

Berdasarkan latar belakang yang dikemukakan, dapat dibuat rumusan masalah pada penelitian ini sebagai berikut: Berapa besar pengaruh variasi parameter mesin gerinda yakni kecepatan putaran benda kerja dan kedalaman pemakanan mesin gerinda terhadap kekasaran permukaan benda kerja hasil gerinda silinderis pada bahan AISI 4140 ?. Berdasarkan rumusan masalah, tujuan yang hendak dicapai dari penelitian ini adalah untuk mengetahui seberapa besar nilai kekasaran permukaan antara variasi kecepatan putaran benda kerja dan kedalaman pemakanan mesin gerinda.

## 2. Metode

Prosedur penelitian ini diringkas dan diskemakan pada diagram alir seperti ditunjukkan Gambar 1 berikut:



Gambar 1. Flowchart penelitian

## 2.1 Variabel Penelitian

Variabel yang digunakan dalam penelitian ini adalah sebagai berikut:

### 1) Variabel Bebas

Variabel bebas (independen) adalah variabel yang mempengaruhi variabel terikat (dependen).

Dalam penelitian ini variabel bebasnya adalah:

- Variasi kecepatan putaran benda kerja yaitu 83 rpm, 194 rpm dan 304 rpm
- Variasi kedalaman pemakanan proses gerinda silinderis adalah 0,005, 0,010 dan 0,015 mm

### 2) Variabel Terikat

Variabel terikat (dependen) adalah variabel yang dipengaruhi atau yang menjadi akibat karena adanya variabel bebas. Dalam penelitian ini variabel terikatnya adalah kekasaran permukaan

pada proses penggerindaan silinderis dengan bahan baja AISI 4140

### 3) Variabel Kontrol

Variabel control dimaksudkan agar tidak merubah atau menghilangkan variabel bebas yang akan diungkap pengaruhnya.

Dalam penelitian ini variabel kontrolnya adalah:

- Proses penggerindaan adalah gerinda silinderis dengan *center*.
- Kecepatan putaran mesin gerinda silinderis 1430 rpm
- Jenis Batu Gerinda yang digunakan adalah A 46 Q V

## 2.2 Alat dan Bahan Penelitian

Adapun alat dan bahan penelitian adalah sebagai berikut :

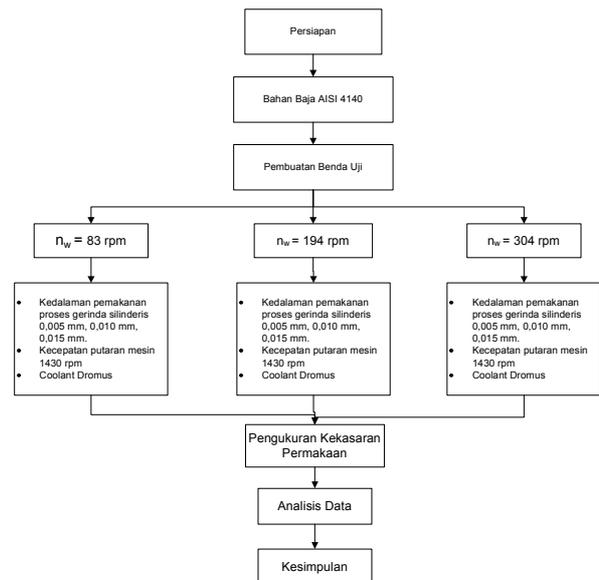
Alat :

1. Mesin gerinda silinderis Jack-Mill JMC 600 AGC
2. Alat ukur kekasaran permukaan Mitutoyo SJ 301
3. Kunci Chuck
4. Kunci L
5. Kamera digital

Bahan yang digunakan adalah Baja AISI 4140.

## 2.3 Tahapan Pengambilan Data

Langkah-langkah pengambilan data dalam penelitian ini dapat dilihat pada bagan alir proses pengambilan data:



Gambar 2. Flowchart Proses Pengambilan Data

Langkah-langkah yang dalam proses pengambilan data penelitian dapat digambarkan dengan Bagan alir proses pengambilan data seperti pada Gambar 2 adalah sebagai berikut:

Langkah pertama, yang harus dilakukan yaitu persiapan peralatan yang mendukung dalam proses penggerindaan nanti diantaranya Kunci Chuck, kunci L dan peralatan lainnya. Dimana bahan yang dipilih untuk penggerindaan adalah Baja AISI 4140 yang panjang 10 cm dan berdiameter 1,5 inch dengan jumlah sampel sembilan benda uji.

Langkah kedua, benda uji dicekamkan pada Chuck lalu dilakukan proses penggerindaan permukaan benda uji, pada tabel kecepatan putar benda kerja yang tertera di mesin gerinda silinderis dipilih tiga kecepatan putar benda kerja yang digunakan dalam penelitian ini yaitu kecepatan rendah putaran benda kerja (83 rpm), kecepatan sedang putaran benda kerja (194 rpm) dan kecepatan tinggi putaran benda kerja (304 rpm). Langkah selanjutnya dapat ditelusuri seperti dibawah ini:

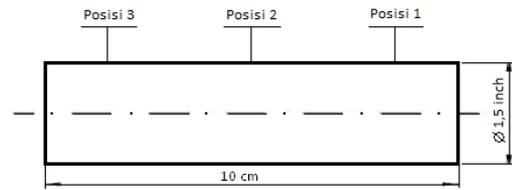
1. Tiga benda uji dengan kedalaman pemakanan 0,005 mm, dilakukan penggerindaan silinderis dimana benda

uji pertama digerinda menggunakan kecepatan putar benda kerja 83 rpm, kemudian benda uji kedua digerinda menggunakan kecepatan putar benda kerja 194 rpm dan benda uji yang ketiga digerinda menggunakan kecepatan putar benda kerja 304 rpm.

2. Tiga benda uji dengan kedalaman pemakanan 0,010 mm, dilakukan penggerindaan silinderis dimana benda uji pertama digerinda menggunakan kecepatan putar benda kerja 83 rpm, kemudian benda uji kedua digerinda menggunakan kecepatan putar benda kerja 194 rpm dan benda uji yang ketiga digerinda menggunakan kecepatan putar benda kerja 304 rpm.
3. Tiga benda uji dengan kedalaman pemakanan 0,015 mm, dilakukan penggerindaan silinderis dimana benda uji pertama digerinda menggunakan kecepatan putar benda kerja 83 rpm, kemudian benda uji kedua digerinda menggunakan kecepatan putar benda kerja 194 rpm dan benda uji yang ketiga digerinda menggunakan kecepatan putar benda kerja 304 rpm.
4. Setelah sembilan sampel tersebut selesai digerinda dan diketahui tingkat permukaannya maka akan dilakukan pengukuran nilai kekasaran permukaan sebagai guna untuk diketahui tingkat kekasaran hasil penggerindaan dan untuk analisa hasil penelitian.

Langkah yang ketiga atau yang terakhir adalah pengukuran kekasaran permukaan dengan menggunakan *Surface Tester SJ 301* merek Mitutoyo, proses pembacaan angka-angka profil kekasaran permukaan ditunjukkan dengan *stylus* dengan panjang pengukuran 0,8 x 5 mm dengan ketelitian 1 $\mu$ m (*micron meter*) dimana jarum tersebut bergerak meraba bagian dari titik permukaan setelah itu muncul pada layar digital kekasaran berupa grafik dengan nilai Ra (rata-rata uji permukaan) sebagai datanya. Langkah selanjutnya data yang diperoleh dari pengukuran tersebut di analisa datanya sebagai hasil penelitian

yang mana akan ditarik kesimpulan data penelitian.



Gambar 3. Skema Proses Pengukuran Kekasaran Permukaan

## 2.4 Metode Pengolahan Data

Penelitian ini menggunakan metode 3 x 3 sehingga diperlukan 9 kondisi eksperimen atau 9 kombinasi perlakuan yang berbeda-beda. Pada penelitian ini terdapat dua variabel bebas ini disebut faktor. Faktor A mempunyai tiga taraf yaitu kecepatan putar benda kerja mesin gerinda untuk n=83 rpm; n=194 rpm dan n=304 rpm, sedangkan faktor B mempunyai tiga taraf yaitu kedalaman pemakanan yaitu 0.005mm, 0.010mm dan 0.015mm. Pada masing-masing perlakuan dilakukan tiga kali pengulangan sehingga tiap perlakuan diperoleh 3 data. Karena pada tiap perlakuan dilakukan replikasi sebanyak tiga kali, maka pada faktoriak 3x3 ini akan diperoleh data sebanyak 27 data.

## 3. Hasil

Data hasil pengujian kekasaran permukaan setelah dilakukan proses pengukuran kekasaran permukaan dengan variasi kecepatan putaran benda kerja dan kedalaman pemakanan sebagai parameter. Variasi kecepatan putar benda kerja gerinda silindris yaitu 83 rpm, 194 rpm dan 304 rpm dan variasi kedalaman pemakanan yaitu 0,005 mm, 0,010 mm dan 0,015. Kedua parameter yang divariasikan tersebut merupakan variabel bebas, sedangkan variabel terikatnya adalah kekasaran permukaan baja AISI 4140 hasil gerinda silinderis.

Sehingga diperoleh desain eksperimen faktorial 3 x 3. Dengan demikian diperlakukan sembilan kondisi percobaan yang berbeda-beda. Pada tiap perlakuan

dilakukan 3 kali pengulangan, sehingga tiap perlakuan diperoleh 3 data. Karena setiap perlakuan dilakukan pengulangan sebanyak 3 kali, maka pada percobaan 3 x 3 ini diperoleh data sebanyak 27 data penelitian.

Tabel 4. Data hasil pengukuran kekasaran permukaan hasil penggerindaan silinderis Baja AISI 4140

#### 4. Pembahasan

Dari data yang diperoleh dalam pengujian kekasaran permukaan hasil

		Variasi Kecepatan Putar Benda Kerja			Jumlah	Rata-rata
		83 rpm	194 rpm	304 rpm		
Kedalaman Pemakanan	0,005 mm	1.01	1.52	1.61		
		1.28	1.47	1.5		
		1.25	1.92	1.99		
	Jumlah	3.54	4.91	5.1	13.55	
	rata-rata	1.18	1.637	1.7		1.506
	0,010 mm	1.65	1.31	1.17		
		1.62	1.37	1.6		
		1.71	1.64	1.69		
	Jumlah	4.98	4.32	4.46	13.76	
	rata-rata	1.66	1.44	1.487		1.529
	0,015 mm	1.47	1.68	2.63		
		1.42	1.55	2.31		
1.44		2.05	2.52			
Jumlah	4.33	5.28	7.46	17.07		
rata-rata	1.443	1.76	2.487		1.897	
Jumlah besar	12.85	14.51	17.02	44.38		
rata-rata besar	1.428	1.612	1.891		1.644	

gerinda silinderis pada Baja AISI 4140 dengan variasi kecepatan putar benda kerja dan kedalaman pemakanan terbagi menjadi 9 kelompok, yaitu hasil variasi kecepatan putar benda kerja dengan kecepatan 83

rpm dengan masing-masing kedalaman pemakanan 0,005 mm, 0,010 mm, dan 0,015 mm. Kecepatan 194 rpm dengan masing-masing kedalaman pemakanan 0,005 mm, 0,010 mm, dan 0,015 mm. Kecepatan 304 rpm dengan masing-masing kedalaman pemakanan 0,005 mm, 0,010 mm, dan 0,015 mm.

Tabel 5. Data Rata-Rata Hasil Pengujian Kekasaran Permukaan Benda Kerja Hasil Penggerindaan Silinderis Pada Baja AISI 4140

Variasi kecepatan putaran benda kerja	Variasi kedalaman pemakanan		
	0,005 mm	0,010 mm	0,015 mm
83 rpm	1,18 $\mu$ m	1,66 $\mu$ m	1,44 $\mu$ m
194 rpm	1,63 $\mu$ m	1,44 $\mu$ m	1,76 $\mu$ m
304 rpm	1,7 $\mu$ m	1,48 $\mu$ m	2,48 $\mu$ m

Dari tabel data rata-rata hasil pengujian kekasaran permukaan benda kerja hasil penggerindaan silinderis pada baja AISI 4140 diatas, dapat ditentukan toleransi nilai kekasaran rata-rata/Ra dan tingkat kekasaran rata-rata permukaan menurut proses pengerjaannya berdasarkan kepada Tabel Klasifikasi Taufiq Rochim, 2001.

Tabel 6. Toleransi nilai kekasaran permukaan rata-rata/Ra (Rochim, 2001)

Kelas Kekasaran	Harga Ra ( $\mu\text{m}$ )	Toleransi ( $\mu\text{m}$ ) (+50% & -25%)	Panjang sampel (mm)
N1	0,025	0,02 - 0,04	0,08
N2	0,05	0,04 - 0,08	
N3	0,1	0,08 - 0,15	0,25
N4	0,2	0,15 - 0,3	
N5	0,4	0,3 - 0,6	
N6	0,8	0,6 - 1,2	0,8
N7	1,6	1,2 - 2,4	
N8	3,2	2,4 - 4,8	
N9	6,3	4,8 - 9,6	
N10	12,5	9,6 - 18,75	2,5
N11	25	18,5 - 37,5	
N12	50	37,5 - 75,0	8

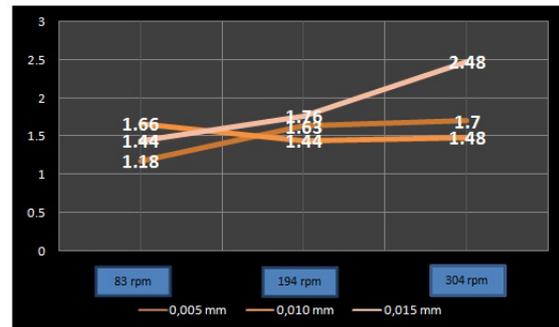
Berdasarkan pencocokan Tabel 5. Data Rata-Rata Hasil Pengujian Kekasaran Permukaan Benda Kerja Hasil Penggerindaan Silinderis Pada Baja AISI 4140 dan Tabel 6. Toleransi nilai kekasaran rata-rata/Ra (Rochim, 2011) maka nilai kekasaran hasil penggerindaan silinderis Baja AISI 4140 masuk ke dalam kelas kekasaran N7. Nilai rata-rata kekasaran permukaan Baja AISI 4140 terendah adalah 1,18  $\mu\text{m}$  dan tertinggi adalah 2,48  $\mu\text{m}$  yang masuk dalam wilayah toleransi N7.

Tabel 7. Tingkat kekasaran rata-rata permukaan menurut proses pengerjaannya (Rochim, 2001)

Proses pengerjaan	Selang (N)	Harga Ra
Flat and cylindrical lapping,	N1 - N4	0.025- 0.2
Superfinishing Diamond turning	N1 - N6	0.025- 0.8
Flat cylindrical grinding	N1 - N8	0.025- 3.2
Finishing	N4 - N8	0.1 - 3.2
Face and cylindrical turning, milling andreaming	N5 - N12	0.4 - 50.0
Drilling	N7 - N10	1.6 - 12.5
Shapping, planing, horizontal milling	N6 - N12	0.8 - 50.0
Sandcasting and forging	N10 - N11	12.5- 25.0
Extruding, cold rolling, drawing	N6 - N8	0.8 - 3.2
Die casting	N6 - N7	0.8 - 1.6

Berdasarkan pencocokan Tabel 5. Data Rata-Rata Hasil Pengujian Kekasaran Permukaan Benda Kerja Hasil Penggerindaan Silinderis Pada Baja AISI 4140 dan Tabel 7. Tingkat kekasaran rata-rata permukaan menurut proses pengerjaannya (Rochim, 2001) maka nilai kekasaran hasil penggerindaan silinderis Baja AISI 4140 masuk ke dalam proses

pengerjaan *Finishing*, selang (N) N4 - N8, harga Ra 0,1 - 3,2.



Gambar 4. Grafik rata-rata nilai kekasaran permukaan Baja AISI 4140 hasil penggerindaan silinderis.

## 5. Simpulan

Berdasarkan hasil penelitian tentang pengaruh variasi kecepatan putar benda kerja mesin gerinda dan kedalaman pemakanan terhadap kekasaran permukaan benda kerja hasil penggerindaan selinderis dapa bahan baja AISI 4140, maka dapat disimpulkan beberapa hal sebagai berikut :

1. Nilai rata-rata kekasaran permukaan hasil penggerindaan silinderis Baja AISI 4140 berdasarkan toleransi nilai kekasaran permukaan rata-rata/Ra adalah sebagai berikut: Kelas kekasaran N7, Harga Ra 1,6, Toleransi ( $\mu\text{m}$ ) (+50%&-25%) adalah 1,2 - 2,4, Panjang sampel 0,8 mm.
2. Tingkat kekasaran rata-rata permukaan menurut proses pengerjaannya hasil gerinda silinderis Baja AISI 4140 adalah sebagai berikut: Proses Pengerjaan: *finishing*, Selang (N) N4- N8, Harga Ra 0,1 - 3,2
3. Parameter kecepatan putaran benda kerja dan kedalaman pemakanan yang terbaik untuk pengujian kekasaran permukaan proses gerinda silinderis Baja AISI 4140 adalah kecepatan putar benda kerja 194 rpm dan kedalaman pemakanan 0,010 mm.

## Daftar Pustaka

- [1] Ganesan, M, S Karthikeyan, N karthikeyan: 2014. Prediction and Optimization of Cylindrical Grinding Parameters for Surface Roughness Using Taguchi Method. *IOSR Journal of Mechanical and Civil Engineering (IOSR-JMCE)*
- [2] Sridhar, M Melwin Jagadesh, M Manickam, dan V Kalaiyarasan: 2014. Optimization of Cylindrical Grinding Process Parameters of OHNS Steel (AISI 1-0) Rounds Using Design of Experiments Concept. *International Journal of Engineering Trends and Technology (IJETT)*.
- [3] Pal, Deepak, Ajay bangar, Rajan Sharma, Ashish Yadav: 2012. Optimization of Grinding Parameters for Minimum Surface Roughness by Taguchi Parametric Optimization Technique. *International Journal Of Mechanical And Industrial Engineering (IJMIE)*
- [4] George, Lijohn P, K Varughese Job, I M Chandran: 2013. Study of Surface Roughness and its Prediction in Cylindrical Grinding Process based on Taguchi Method of Optimization. *International Journal of Scientific and Research Publications*.