

## Proses Pembubutan Rata Bahan AISI 1010 Dengan Mesin CNC Untuk Mendapatkan Kualitas Permukaan Yang Optimum

Bena Aldi Finandika<sup>1</sup>, Joko Waluyo<sup>\*2</sup>, Prabuditya Bisma<sup>3</sup>,  
Teknik Mesin S1, Fakultas Teknologi Industri, Institut Sains & Teknologi AKPRIND Yogyakarta  
Email: [joko\\_w@akprind.ac.id](mailto:joko_w@akprind.ac.id)

### ABSTRACT

Surface quality is one of the most important things in turning machining process. The use of the right turning parameters can produce optimal surface quality. The parameters used in this flat turning CNC turning process are AISI 1010 steel using three revolutions at the spindle rotation, namely 1989, 2089, and 2188 revolutions per minute and the selected feeding is 0.1 mm/put, 0.15 mm/put, and 0.25 mm. /put and feed depth of 1.0, 1.5, and 2.0 mm. The optimal price can be obtained for each parameter using Taguchi method. Surface roughness was measured after the flat turning process, and then analysis of variance (ANOVA) and signal to noise ratio analysis were carried out according to Taguchi's design proposal. The results obtained from the analysis of variance, the feed rate parameter was identified as having a large effect on surface roughness at a contribution of 73,10.%, then spindle rotation at a contribution of 17.50% and infeed depth at a contribution of 7,30%. The results of the signal to noise ratio analysis to obtain the best parameters for surface roughness are at spindle rotation of 2188 rpm, feed rate 0.15 mm/put, and feed depth of 1.0 mm with an average surface roughness of 0.804  $\mu\text{m}$ .

**Keywords:** AISI 1010 steel, CNC lathe, surface roughness, taguchi method.

### INTISARI

Kualitas permukaan adalah salah satu hal yang sangat penting pada proses pemesinan pembubutan. Penggunaan parameter pembubutan yang tepat dapat menghasilkan kualitas permukaan yang optimal. Parameter yang digunakan pada proses pembubutan CNC pembubutan rata ini adalah bahan baja AISI 1010 menggunakan tiga putaran pada putaran spindle yaitu sebesar 1989, 2089, dan 2188 putaran per menit dan feeding yang dipilih adalah 0.1 mm/put, 0.15 mm/put, dan 0.25 mm/put serta kedalaman pemakanan sebesar 1.0, 1.5, dan 2.0 mm. Harga yang optimal dapat diperoleh pada setiap parameter menggunakan metode Taguchi. Kekasaran permukaan diukur setelah proses pembubutan rata, lalu dilakukan analisis varians (ANOVA) dan analisis signal to noise ratio sesuai usulan rancangan Taguchi. Hasil yang diperoleh dari analisis varians, parameter laju pemakanan teridentifikasi berpengaruh besar terhadap kekasaran permukaan pada kontribusi sebesar 73.10% kemudian putaran spindle pada kontribusi 17.50% dan kedalaman pemakanan pada kontribusi 7,30%. Hasil analisis signal to noise ratio untuk mendapatkan parameter terbaik terhadap kekasaran permukaan yaitu pada putaran spindle 2188 rpm, laju pemakanan 0.15 mm/put, dan kedalaman pemakanan 1.0 mm kekasaran rata-rata permukaan sebesar 0,804  $\mu\text{m}$ .

**Kata kunci:** Baja AISI 1010, metode taguchi, mesin bubut CNC, kekasaran permukaan

### PENDAHULUAN

Pada perkembangan proses permesinan dalam industri manufaktur yang sangat pesat ini, tuntutan hasil produksi harus benar-benar sesuai dengan standar internasional yang diberlakukan dipasaran internasional. Standar internasional yang diberlakukan itu dapat dilihat dari bentuk profilnya, kepresisian ukuran, kekasaran permukaan, kekerasan, kelenturan bahan, dan masih banyak lagi hal lain yang diberlakukan pada standar internasional. Seiring dengan kemajuan teknologi saat ini, mesin perkakas sangat dibutuhkan untuk menunjang kualitas dan standar yang diperlukan untuk memenuhi syarat standar pasar karena mesin perkakas dapat memproduksi jenis dan benda kerja dalam jumlah yang besar dengan ukuran ketelitian yang sama dan kekasaran permukaan yang baik.

Metode Taguchi merupakan usaha peningkatan kualitas yang berfokus pada peningkatan rancangan produk dan proses dengan tujuan untuk memperbaiki kualitas proses atau faktor yang dikontrol dan produk. Sasaran metode tersebut adalah menjadikan produk menjadi kokoh (*rebutst*)

terhadap variabel gangguan (*noise*), sehingga disebut sebagai *robust design*. Metode ini juga digunakan dalam perekayasaan dan peningkatan kualitas dengan cara rancangan percobaan untuk menemukan penyebab utama yang sangat dominan mempengaruhi karakteristik kualitas dalam proses, sehingga variabelitas karakteristik kualitas dapat dikendalikan.

Ardiyanto Susarno (2012), penelitian ini dilakukan dengan cara memvariasikan kecepatan potong, sudut potong, gerak makan dan kedalaman pemakanan, sebagai tolak ukur adalah kekasaran permukaan (*Surface Roughness*). Proses pemesinan dilakukan dengan kedalaman 1 mm dengan memvariasikan kecepatan potong, gerak makan dan sudut potong, dari benda kerja ST 37 yang mempunyai diameter 16 mm dengan panjang 70 mm dan dibubut sepanjang  $\pm 30$  mm menggunakan pahat HSS. Setelah benda kerja dibubut, kemudian benda kerja diukur kekasaran permukaannya dengan menggunakan alat uji kekasaran (*Roughness*).

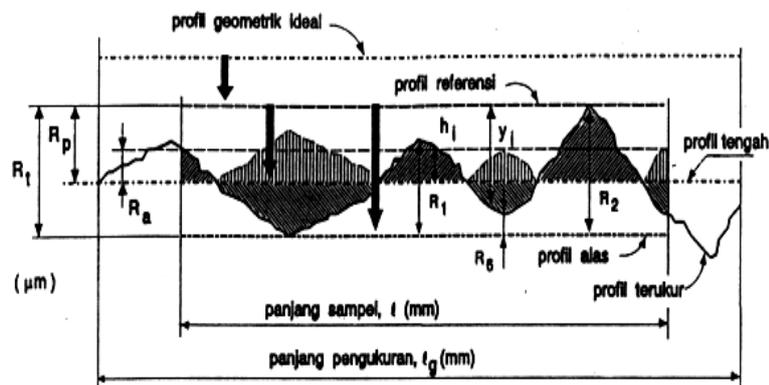
Hasil dari penelitian ini menunjukkan bahwa putaran mesin, gerak makan, sudut potong dan kedalaman pemakanan berpengaruh signifikan terhadap kekasaran permukaan. Pada percobaan sudut potong 850, 900 dan 950, secara grafis menunjukkan kekasaran permukaan tertinggi terdapat pada sudut 850 dengan nilai kekasaran permukaan rata-rata  $7,25 \mu\text{m}$  dan nilai kekasaran paling rendah ada pada sudut 950 dengan nilai kekasaran permukaan rata-rata  $3,9 \mu\text{m}$ . Pada putaran 230 rpm, 490 rpm dan 650 rpm, secara grafis nilai kekasaran terendah terdapat pada putaran 650 rpm dengan nilai kekasaran permukaan  $3,9 \mu\text{m}$  dan nilai kekasaran permukaan tertinggi terdapat pada putaran 230 rpm dengan nilai kekasaran permukaan rata-rata  $7,25 \mu\text{m}$ . Pada feeding 0,14 mm/rev dan feeding 0,21 mm/rev, secara grafis nilai kekasaran lebih rendah terdapat pada feeding 0,14 mm/rev dengan nilai kekasaran rata-rata  $4,4 \mu\text{m}$  dan nilai kekasaran permukaan tertinggi pada feeding 0,21 mm/rev dengan nilai kekasaran permukaan rata-rata  $6,9 \mu\text{m}$ .

Philip Selvaraj (2010), melakukan penelitian dengan menggunakan variasi kecepatan potong, laju pemakanan dan kedalaman pemakanan masing-masing 3 level variasi Benda kerja yang digunakan baja tahan karat AISI 304. Analisa data dengan menggunakan metode *taguchi* dengan *Orthogonal Array*  $L_9(3^3)$ . Hasil pembubutan baja tahan karat AISI 304 kemudian diukur tingkat kekasaran permukaan dan dilakukan analisis varians, *signal to noise ratio*. Hasil yang didapatkan dari penelitian tersebut dengan analisa ANOVA di dapatkan parameter yang paling berpengaruh adalah laju pemakanan sebesar 51.84%, kecepatan potong 41.99% serta kedalaman pemakanan sebesar 1.66%.

## Dasar Teori

### 1. Kekasaran Permukaan

Kekasaran permukaan merupakan ketidak teraturan tekstur permukaan dan penyimpangan karakteristik permukaan berupa gerutan yang nantinya akan terlihat pada profil permukaan benda kerja. Beberapa faktor yang dapat menyebabkan kekasaran permukaan yaitu: mekanisme parameter pemotongan, geometri pahat, dimensi pahat, cacat pada material benda kerja dan kerusakan pada aliran geram. Kualitas suatu produk yang dihasilkan dipengaruhi oleh kekasaran permukaan benda kerja. Kekasaran permukaan dapat dinyatakan dengan menganggap jarak antara puncak tertinggi dan lembah terdalam sebagai ukuran dari kekasaran permukaan. Dapat juga dinyatakan dengan jarak rata-rata dari profil ke garis tengah.



Gambar 1. Profil Permukaan  
Sumber : Rochim, 2001

Berdasarkan profil pada gambar 1 dapat didefinisikan parameter permukaan dengan dimensi pada arah tegak dan arah melintang. Angka kekasaran dapat diklarifikasikan menjadi 12 angka kelas dari kekasaran yang dapat dilihat pada tabel 1 dibawah ini.

Tabel 1. Standarisasi Nilai Kekasaran

Kekasaran Ra ( $\mu\text{m}$ )	Tingkat kekasaran	Panjang sampel (mm)
50	N12	8
25	N11	
12,5	N10	2.5
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	0.08

Sumber : Bimbing Atedi dan Djoko Agustono, 2005

## 2. Metode Taguchi

Metode taguchi merupakan metode perancangan yang berprinsip pada perbaikan mutu dengan memperkecil akibat dari variasi tanpa menghilangkan penyebabnya. Hal ini dapat diperoleh melalui optimasi produk dan perancangan proses untuk membuat unjuk kerja kebal terhadap berbagai penyebab variasi suatu proses yang disebut perancangan parameter (Belavendram, 1995). Optimasi proses yang dilakukan oleh metode taguchi adalah dengan memperhatikan nilai S/N Ratio. Prinsip dasarnya adalah pengaturan proses produksi mencapai kondisi yang optimum jika dapat memaksimalkan nilai S/N Ratio. S/N Ratio adalah suatu bilangan yang menggambarkan perbandingan antara signal dan noise dari suatu parameter kendali. Ada tiga jenis S/N Ratio yang bisa dipakai dalam optimasi permasalahan statik yaitu:

- Smaller the Better*  

$$S/N \text{ ratio} = -10 \log \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n y_i^2$$
- Larger the Better*  

$$S/N \text{ ratio} = -10 \log \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n y_i^2$$
- Nominal the Better*  

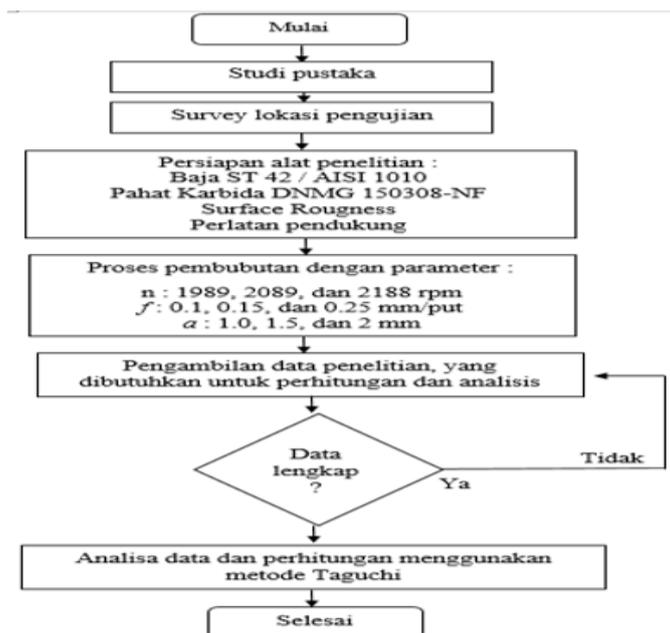
$$S/N \text{ ratio} = -10 \log \frac{y^2}{s^2}$$

Analisis varian (Anova) yang digunakan untuk mencari besarnya pengaruh dari setiap parameter kendali terhadap suatu proses. Besarnya efek tersebut dapat diketahui dengan membandingkan nilai Sum of Square dari suatu parameter kendali terhadap seluruh parameter kendali.

## METODE PENELITIAN

Metode penelitian dengan judul proses pembubutan rata bahan AISI 1010 dengan mesin CNC untuk mendapatkan kualitas yang optimum dapat dilihat pada gambar 2. Menunjukkan diagram alir tahapan-tahapan proses dalam penelitian ini, tahapan tersebut dijelaskan seperti berikut:

- Studi Pustaka : pengumpulan konsep yang bertujuan untuk menentukan metode yang akan digunakan
- Survey Lokasi : Survey tempat untuk melaksanakan penelitian
- Persiapan bahan dan alat yang digunakan dalam proses pembubutan untuk mendapatkan nilai kekasaran yang optimum.



Gambar 2. Diagram alir

Bahan pengujian adalah bahan Baja AISI 1010 yang mempunyai panjang 4000 mm dan bahan tersebut dipotong dengan panjang 300 mm. Adapun bahan penelitian Baja AISI 1010 seperti terlihat pada gambar 3.



Gambar 3. Baja AISI 1010

Mesin bubut yang digunakan adalah mesin bubut yang berada di laboratorium Computer Numerical Control yaitu Mesin CNC turning Mazak Quick Turn Neus 100. Adapun mesin tersebut seperti pada gambar 4.



Gambar 4. Mesin Bubut CNC

Pengujian kekasaran permukaan dilaksanakan di laboratorium Politeknik Manufaktur Ceper Laboratorium Logam Ceper Klaten adapun alat uji kekasaran permukaan *Surfcorder SE 1200* seperti terlihat pada gambar 5.

Gambar 5. *Surfcorder SE 1200*

Penentuan parameter pembubutan dengan cara menentukan parameter yang akan digunakan sebagai acuan proses pembubutan dapat dilihat parameter percobaan pada tabel 2.

Tabel 2. Parameter percobaan

Control Factor	Level		
	1	2	3
Putaran Spindel (rpm)	1989	2089	2188
Laju Pemakanan (mm/put)	0.1	0.15	0.25
Kedalaman Potong (mm)	1.0	1.5	2.0

Analisis Data : Menganalisis data yang telah diperoleh setelah melakukan pengujian dengan menggunakan metode *taguchi*. Pada suatu percobaan untuk melihat pengaruh 3 faktor parameter terhadap 3 level dengan menggunakan 9 percobaan serta analisis pengujian menggunakan *software Minitab16*.

## HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil pengujian nilai kekasaran pada benda kerja baja AISI 1010 pada tabel 3 berdasarkan metode Taguchi didapatkan 9 kali pengujian dengan *Orthogonal array L<sub>9</sub> (3<sup>3</sup>)*.

Tabel 3. Pengukuran kekasaran

Percobaan	Faktor			Rata-Rata Nilai Kekasaran ( $\mu\text{m}$ )
	n (rpm)	f (mm/put)	a (mm)	
1	1989	0.1	1.0	1.458
2	1989	0.15	1.5	1.263
3	1989	0.25	2.0	2.132
4	2089	0.1	1.5	1.167
5	2089	0.15	2.0	0.891
6	2089	0.25	1.0	1.498
7	2188	0.1	2.0	0.849
8	2188	0.15	1.0	0.804
9	2188	0.25	1.5	2.055

Selanjutnya data rata-rata kekasaran permukaan diinput ke dalam program *taguchi* untuk dilakukan *Analyze Taguchi Design* pada *software Minitab16*. Tujuan dari analisa ini adalah untuk mendapatkan nilai *S/N Ratio* yang hasilnya terdapat pada tabel 4.

Tabel 4. *S/N Ratio* kekasaran permukaan

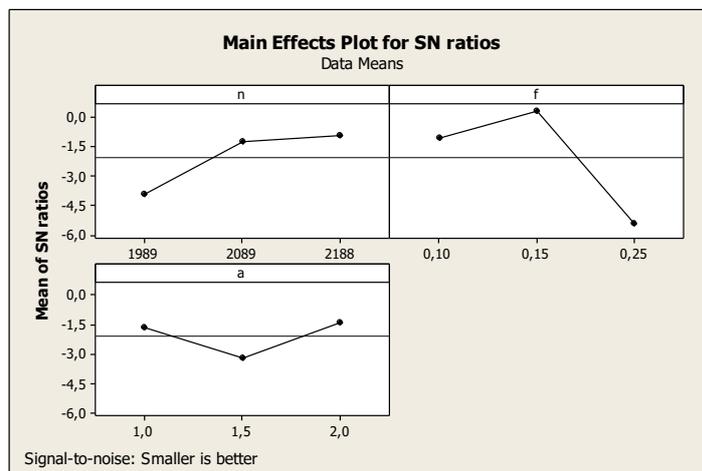
Percobaan	Faktor			SNR
	n (rpm)	f (mm/put)	a (mm)	
1	1989	0.1	1.0	-3.27515
2	1989	0.15	1.5	-2.02807
3	1989	0.25	2.0	-6.57574
4	2089	0.1	1.5	-1.34142
5	2089	0.15	2.0	1.00245
6	2089	0.25	1.0	-3.51024
7	2188	0.1	2.0	1.42185
8	2188	0.15	1.0	1.89488
9	2188	0.25	1.5	-6.25624

Dari hasil analisis *Taguchi Design* juga didapatkan hasil nilai rata-rata *S/N Ratio* kekasaran permukaan pada setiap individu faktor dan level pada tabel 5. Tabel ini juga digunakan untuk menentukan ranking setiap level, ranking tersebut menyatakan tingkat pengaruh faktor pengujian terhadap hasil pengujian.

Tabel 5. *S/N Ratio* rata-rata kekasaran permukaan setiap level

Level	n (rpm)	f (mm/put)	a (mm)
1	-3.9597	-1.0649	-1.6302
2	-1.2831	0.2898	-3.2086
3	-0.9798	-5.4474	-1.3838
Delta	2.9798	5.7372	1.8248
Rank	2	1	3

Gambar 6 menunjukkan parameter terbaik untuk mendapatkan nilai kekasaran yang optimum yaitu dengan kecepatan putar *spindel* 2188 (rpm), laju pemakanan 0.15 (mm/put), dan kedalaman pemakanan 1.0 (mm).

Gambar 6. Grafik perbandingan *S/N Ratio*.

Selanjutnya dilakukan uji ANOVA *General Linier Models* pada *software Minitab16*. Hasil yang akan didapat yaitu persen kontribusi dari setiap faktor terhadap pengujian, sehingga dapat diketahui faktor mana yang paling berpengaruh terhadap nilai kekasaran, dapat dilihat pada tabel 6.

Tabel 6. Presentase kontribusi setiap faktor terhadap kekasaran permukaan

No	Parameter	Presentase Kontribusi (%)
1	Kecepatan putar spindel (n)	17.5
2	Laju pemakanan (f)	73.10
3	Kedalaman pemakanan (a)	7.30
4	Error	97,90
	Total	100

Pada tabel 6 dapat diketahui presentase kontribusi paling besar adalah laju pemakanan sebesar 73.10 % kemudian urutan kedua kecepatan putar spindel dengan nilai 17.5 % dan kedalaman pemakanan dengan nilai 7,3 % dan error Presentase kontribusi dari keseluruhan faktor adalah 94.49 % sedangkan sisanya 100 % - 96,83 % = 2,1 % adalah error percobaan.

## KESIMPULAN

Hasil uji Anova faktor yang mempunyai pengaruh terhadap kekasaran permukaan yaitu laju, putaran spindel dan dalamnya pemakanan kontribusi yang dihasilkan masing-masing sebesar 72.01 %, 17,25% dan dalamnya pemakanan 5,31%, serta hasil kekasaran permukaan optimum

sebesar 0,804  $\mu\text{m}$  dengan itingkat kekasaran N6 pada putaran spindel (n) 2188 rpm, laju pemakan 0.15 mm/put dan kedalaman pemakanan 1 mm

#### DAFTAR PUSTAKA

- Susarno, Ardiyan. 2012. *Studi Pengaruh Sudut Potong Pahat HSS Pada Proses Bubut Dengan Tipe Pemotongan Orthogonal Terhadap Kekasaran Permukaan*. Surakarta. Universitas Muhammadiyah Surakarta.
- Selvaraj, Philip D, 2010, *Optimization Of Surface Roughness Of AISI 304 Austenitic Stainless Steel In Dry Turning Operation using Taguchi Design Method*, Journal of Engineering Science and Technology, Vol 5 (3), 293-301.
- Rochim, Taufiq. 2001. *Spesifikasi Metalurgi & Kontrol Kualitas Geometrik*. Bandung. ITB.
- Atedi, Bimbing dan Agustono, Djoko. 2005. *Standar Kekasaran Permukaan Bidang Pada Yoke Flange Menurut ISO R1302 dan Din 4768 Dengan Memperhatikan Nilai Ketidakpastiannya*. Media Mesin.
- Belavendram, Nicolo. 1995. *Quality by Design Taguchi Techniques for Industrial Experimentation*. USA. Pertince Hall. USA.