

## OPTIMASI PARAMETER PROSES UNTUK MENINGKATKAN PRODUKTIVITAS PEMBUBUTAN DENGAN MENGGUNAKAN METODE TAGUCHI DAN ANOVA

Hendri Van Hoten<sup>1</sup>, Andany Rizka Nanda<sup>1</sup>, Zuliantoni<sup>1</sup>

Program Studi Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Univ. Bengkulu  
Jln. W.R. Supratman Kandang Limun Bengkulu – 38371A  
Telp./Fax.: 073621170/073622105  
Email: [hendri\\_m00@yahoo.com](mailto:hendri_m00@yahoo.com)

**Abstract: Optimization of Cutting Parameters for Improving Productivity Turning Using Taguchi Method and ANOVA.** This research on Optimization of Cutting Parameters for Improving Productivity Machining in Process Turning Using Taguchi Method and ANOVA. In the manufacturing industry, the production time of a product greatly affect the cost of production and the level of productivity machining, so we need a method to optimize the productivity level. Method of Taguchi and ANOVA represent the statistical analysis method which can be used to the optimization to get the best productivity machining level. The material used in this research was steel St 37. From the optimization parameters of turning steel St 37 on a lathe Celtic to get the level of productivity is best to use a combination of spindle speed 515 rpm, feed rate 0.25 mm/rev, depth of cut 1.1 mm and average material removal rate of 3.47 g/sec. This results in an application of optimization methods found in Taguchi were then analyzed using ANOVA to determine the percentage contribution of the influence of process parameters on the test results. The result is the effect of spindle speed 52.83%, depth of cut 39.01% and feed rate 4.67%.

**Key words:** ANOVA, spindle speed, feed rate, material removal rate, depth of cut.

**Abstrak: Optimasi Parameter Proses untuk Meningkatkan Produktivitas Pembubutan dengan Menggunakan Metode Taguchi dan ANOVA.** Penelitian ini tentang optimasi parameter proses untuk meningkatkan produktivitas pembubutan dengan menggunakan metode *Taguchi* dan *ANOVA*. Di dalam dunia industri waktu pengerjaan dari suatu produk sangat mempengaruhi ongkos kerja dan tingkat produktivitas pemesinan, sehingga diperlukan suatu metode agar dapat mengoptimalkan tingkat produktivitas. Metode Taguchi dan ANOVA merupakan metode analisis statistik yang dapat digunakan untuk melakukan optimasi untuk mendapatkan tingkat produktivitas pemesinan terbaik. Pada penelitian ini bahan yang digunakan adalah baja ST 37 dengan proses pemesinan menggunakan mesin bubut Celtic. Hasil optimasi parameter pembubutan baja ST 37 pada mesin bubut Celtic untuk mendapatkan tingkat produktivitas terbaik adalah menggunakan putaran spindle 515 rpm, gerak makan 0.25 mm/rev, kedalaman makan 1.1 mm dan kecepatan menghasilkan geram sebesar 3.47 g/sec. Persen kontribusi pengaruh faktor level terhadap hasil pengujian didapatkan putaran spindle 52.83%, kedalaman makan 39.01 %, dan gerak makan 4.67 %.

**Kata Kunci:** ANOVA, putaran spindel, kecepatan makan, kecepatan menghasilkan geram, kedalaman potong.

### PENDAHULUAN

Di kota Bengkulu banyak ditemui bengkel-bengkel bubut yang membuat produk tanpa melakukan perhitungan parameter yang pas. Para operatornya hanya memperkirakan saja parameter-parameter proses bubut yang mereka lakukan. Sehingga bisa menyebabkan kesalahan dalam pelaksanaan proses pembubutan. Jika dibiarkan terus menerus, hal ini dapat menyebabkan kerugian bagi

pengusaha jasa pembubutan tersebut. Kerugian yang bisa ditimbulkan, misalnya umur mesin yang semakin berkurang sehingga butuh investasi mesin yang baru, pahat bubut yang cepat aus hal ini akan menambah ongkos produksi, dan lain-lain sebagainya. Sehingga dilakukan optimasi yang cocok untuk proses pembubutan tersebut dalam rangka meningkatkan produktivitas produksinya, Hendri (2016).

Dalam proses pembubutan, parameter seperti kecepatan pemotongan, jenis dan geometri pahat, material bahan, kedalaman potong, kecepatan makan, putaran spindle serta penggunaan cairan pendingin akan berdampak pada biaya produksi, Material Removal Rate (MRR), umur alat dan kualitas yang dihasilkan mesin. Kualitas yang dimaksud seperti kekasaran permukaan (surface roughness), kebulatan (roundness) dan dimensi produk, Sidi (2013).

Banyak metode yang dapat diterapkan untuk meningkatkan optimasi parameter pembubutan dalam rangka untuk mengetahui tingkat kekasaran permukaan, kebulatan, kecepatan menghasilkan geram (*Material Removal Rate*) dan lain-lain pada mesin bubut. Salah satu metodenya adalah dengan metode Taguchi dan ANOVA, Krishankant (2012), Murthy (2013), Subhajit (2014).

Pada penelitian ini akan mencari optimasi parameter pembubutan dari kecepatan makan, putaran spindle dan kedalaman makan dengan menganalisa *Material Removal Rate (MRR)*. MRR ini menunjukkan tingkat produktivitas suatu proses produksi pemesinan. Material yang digunakan adalah St 37, mesin bubut X dengan metode taguchi.

### METODE PENELITIAN

Alat yang digunakan pada penelitian ini adalah Mesin bubut merk X, dapat dilihat pada Gambar 1. Pahat yang digunakan adalah jenis karbida merk Widia, ditunjukkan oleh Gambar 2. Sudut pahat yang digunakan untuk melakukan pemotongan dapat dilihat pada tabel 1.



**Gambar 1.** Mesin bubut merk X



**Gambar 2.** Pahat karbida merk Widia

**Tabel 1.** Sudut Pahat Bubut.

No	Angle	Value
1	Side Rake Angle	10 °
2	Back rake Angle	13 °
3	Side Clearance Angle	5 °
4	Side Cutting Edge Angle	90 °
5	Front Cutting Edge Angle	6 °
6	End Clearance Angle	8 °

Bahan yang digunakan untuk melakukan penelitian ini adalah St 37. Bentuk benda kerja yang akan digunakan dapat dilihat pada Gambar 3.



**Gambar 3.** Bentuk material uji.

Pada suatu pengujian untuk melihat pengaruh tiga faktor parameter terhadap tiga level yang berbeda dibutuhkan 27 sampel percobaan. Tapi jumlah pengujian ini dapat dikurangi dengan metode Taguchi. Supaya rancangan dan analisis pengujian dapat dilakukan secara otomatis, maka digunakan *software Minitab16*.

penelitian ini dilakukan untuk mengoptimasi parameter proses bubut dan mencari yang paling berpengaruh untuk meningkatkan produktivitas produk. Tiga

faktor parameter proses dan tiga level nilai masing-masing parameter berdasarkan metode Taguchi dapat dilihat pada Tabel 2. *Orthogonal array*  $L_9 (3^3)$  yang menunjukkan kondisi percobaan ini dapat dilihat pada Tabel 3. Masing-masing level percobaan dilakukan 2 kali pengujian.

**Tabel 2.** Faktor dan Level Pengujian.

No	Faktor	Level		
1	Putaran <i>spindle</i> (n)	370	460	515
2	Gerak makan (mm/rev)	0,2	0,23	0,25
3	Kedalaman makan (mm)	1,1	1,0	0,9

**Tabel 3.** Taguchi *Orthogonal Array*  $L_9 (3^3)$  yang menunjukkan kondisi pengujian.

No	Putarans <i>pindle</i> (rpm)	Gerakmakan (mm/rev)	Kedalama makan (mm)
1	370	0.20	1.1
2	370	0.23	1.0
3	370	0.25	0.9
4	460	0.20	1.0
5	460	0.23	0.9
6	460	0.25	1.1
7	515	0.20	0.9
8	515	0.23	1.1
9	515	0.25	1.0

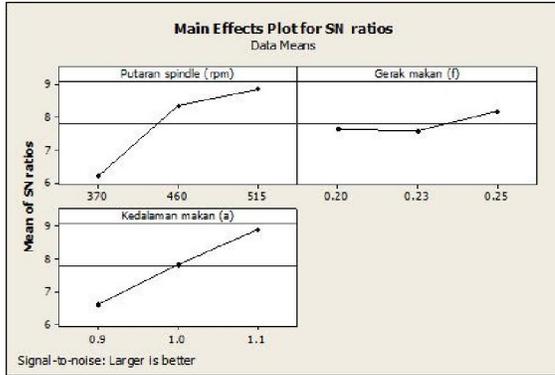
**HASIL DAN PEMBAHASAN**

Setelah dilakukan pengujian berdasarkan tabel 3 didapatkan data laju penghasilan geram (MRR) rata, hasil lengkapnya dapat dilihat pada Tabel 4. Pada Tabel 4 dapat dilihat bahwasanya pengujian ke-6 memiliki nilai laju penghasilan geram tertinggi. Hal ini menunjukkan parameter proses pembubutan pengujian ke-6 tersebut memiliki produktivitas tertinggi dibandingkan parameter lainnya. Tapi ini belum hasil final, perlu dilakukan analisis beerikutnya.

**Tabel 4.** Data hasil pembubutan dengan metode Taguchi.

Putaran <i>spindle</i> (rpm)	Gerak makan (mm/rev)	Kedalaman makan (mm)	Rata-rata nilai MRR
370	0.2	1.1	2.19
370	0.23	1	2.065
370	0.25	0.9	1.87
460	0.2	1	2.595
460	0.23	0.9	2.135
460	0.25	1.1	3.2
515	0.2	0.9	2.45
515	0.23	1.1	3.1
515	0.25	1	2.805

Selanjutnya data MRR diinput ke dalam program *Taguchi* untuk dilakukan *Analyze Taguchi Design* pada *software Minitab16*. Tujuan dari analisa ini adalah untuk mendapatkan nilai *S/N Ratio*. Dari hasil analisis *Taguchi Design* didapatkan grafik *S/N ratio*, seperti terlihat pada Gambar 4. Gambar 4 menunjukkan didaptkannya kombinasi terbaik untuk laju penghasilan geram pada proses pembubutan baja St 37 adalah dengan putaran *spindle* 515 (rpm), gerak makan 0.25 (mm/rev), dan kedalaman makan 1.1 (mm). Hasil ini tidak terdapat dalam percobaan, maka perlu dilakukan konfirmasi pengujian tersebut. Hasil analisis *Taguchi Design* juga berupa tabel pengaruh level dari faktor terhadap laju penghasilan geram, seperti terlihat pada Tabel 5. Fungsi dari tabel ini adalah untuk mengetahui nilai rata –rata *S/N ratio* pada setiap individu faktor dan level sehingga diketahui selisih nilai rata –rata setiap individu level. Tabel ini juga digunakan untuk mengetahui ranking setiap level, ranking tersebut menyatakan tingkat pengaruh faktor pengujian terhadap hasil pengujian.

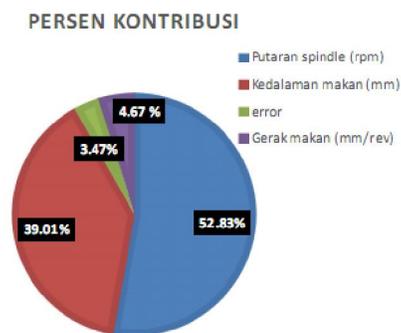


Gambar 4. Grafik perbandingan S/N Ratio.

Tabel 5. Pengaruh level dari faktor terhadap laju penghasilan geram.

Level	Putaran spindle (n) (rpm)	Gerak makan (f) (mm/rev)	Kedalaman makan (a) (mm)
1	6.176	7.619	6.599
2	8.322	7.565	7.840
3	8.846	8.161	8.905
Delta	2.670	0.596	2.306
Rank	1	3	2

Selanjutnya dilakukan ANOVA *General Linier Models* pada *software Minitab16*. Hasilnya didapatkan persen kontribusi setiap faktor terhadap pengujian sehingga diketahui faktor mana yang sangat mempengaruhi hasil pengujian, seperti terlihat pada Gambar 5.



Gambar 5. Grafik persen kontribusi ANOVA *general linier models*.

Berdasarkan hasil diatas, maka dilakukan konfirmasi terhadap parameter putaran spindle 515 (rpm), gerak makan 0.25 (mm/rev), dan kedalaman makan 1.1 (mm) terhadap MRR. Hasil konfirmasi menunjukkan nilai MRR yang didapatkan

lebih besar dibandingkan 9 parameter percobaan yang dilakukan sebelumnya yaitu sebesar 3.47 g/sec.

## KESIMPULAN

1. Optimasi yang telah dilakukan dengan menggunakan metode taguchi didapatkan kombinasi terbaik untuk mendapatkan laju penghasilan geram. Kombinasi tersebut adalah putaran spindle 515 (rpm), gerak makan 0.25 (mm/rev), kedalaman makan 1.1 (mm) dan laju penghasilan geram sebesar 3.47 g/sec.

2. Pada analisis *Taguchi Design* didapatkan tabel pengaruh level dari faktor terhadap laju penghasilan geram dimana ranking 1 adalah putaran spindle, ranking 2 adalah kedalaman makan dan ranking 3 adalah gerak makan. Ranking tersebut menyatakan besarnya pengaruh level faktor terhadap laju penghasilan geram, hasilnya berupa persen kontribusi faktor putaran spindle sebesar 52.83 %, kedalaman makan sebesar 39.01 %, dan gerak makan sebesar 4.67%.

## DAFTAR RUJUKAN

Hendri Van Hoten. 2016, "Design Optimization of Cutting Parameters for Improving Productivity Machining in Process Turning Using Taguchi Method and ANOVA", Bengkulu: Program Studi teknik Mesin, Universitas Bengkulu.

Krishankant,dkk.2012, "Application of Taguchi Method for Optimizing Turning Process by the effects of Machining Parameters", India: Faculty of Mechanical Engineering, Galaxy Global Group of Institutions, Dinarpur, Ambala.

Sidi, Pranowo, Muhammad, T. Wahyudi. 2013," Aplikasi Metoda Taguchi untuk Mengetahui Optimasi Kebulatan pada Proses Bubut CNC", Surabaya: Politeknik Perkapalan Negeri Surabaya.

Subhajit Dangar, S.Mukherjee, 2014,  
"Optimization Of Cutting Parameters For  
Improving Surface Roughness In  
Turning Operation Using Taguchi  
Method And Anova", India: Department  
of Mechanical Engineering, Jalpaiguri  
Government Engineering College, West  
Bengal.

T. Sreenivasa Murthy,dkk, 2013,  
"Optimization of process parameters in  
dry turning operation of EN 41B alloy  
steels with cermet tool based on the  
Taguchi method", India : Department of  
Mechanical Engineering,  
Srikalahasteswara Institute of  
Technology, Srikalahasti.