

Optimasi Geometri Sudut Pahat dan Parameter Proses Terhadap Kekasaran Permukaan Dengan Menggunakan Metode Taguchi Dan ANOVA

Hendri Van Hoten¹, Roby Syaputra², Zuliantoni³, Nurbaiti⁴, Antonius Silaen⁵
vanho8284@gmail.com

Abstract

This research is about optimization of chipping angle geometry and process parameter to surface roughness by using taguchi and ANOVA method. In the industrial world, especially small industries in the manufacture of products that require some roughness they do not take into account the geometry of the chisel angle and the parameters suitable for the process. To get the geometry and parameters that fit is needed a method in order to optimize the level of surface roughness. The Taguchi and ANOVA methods are statistical analysis methods that can be used to optimize to get the best machining roughness. In this study the materials used are St. 37 by machining process using Celtic lathe. The design of the St 37 steel lathe optimization parameter on the Celtic lathe to obtain the chisel angle and process parameters is to use a combination of the main cutting angle of 90 °, 75 °, 45 °; spindle rotation (rpm) 290, 370, 460; feeding motion (mm / rev) 0.05, 0.07, 0.09 and cutting depth (mm) 0.5, 0.75, 1. This parameter is then analyzed in Taguchi software which then analyzed by using ANOVA to find out what percentage of contribution of influence of level factor to test result. The optimization result of this research is spindle rotation 290 rpm, feed motion 0.05 mm / rev, cutting depth 1 mm and main cutting angle 45 °. Percentage contribution of each parameter to surface roughness of St 37 steel is feeding motion 52,30%, cutting depth 19,46%, spindle rotation 14,91% and cutting angle 13,32%.

Keywords: Main cut corner, spindle rotation, feeding motion, cutting depth, taguchi and ANOVA.

PENDAHULUAN

Penelitian ini merupakan kelanjutan dari penelitian sebelumnya yang membahas tentang optimasi parameter proses terhadap produktivitas produk (Hendri, 2016:670). Dimana permasalahan ini dilatarbelakangi oleh banyaknya ditemui bengkel-bengkel bubut yang membuat produk tanpa melakukan perhitungan parameter yang pas (Hendri, 2016:670). Parameternya ditetapkan oleh operator berdasarkan pengalaman mereka saja bahkan kadang-kadang diperkirakan saja parameter-parameter proses bubut yang mereka lakukan. Berdasarkan hal inilah sehingga perlu dilakukan penentuan parameter yang paling berpengaruh terhadap hasil produk, khususnya untuk produk yang membutuhkan kekasaran permukaan tertentu.

Penelitian terdahulu yang dilakukan oleh Dangar dan Mukherjee (2014:623) menyimpulkan bahwa putaran *spindle* mempunyai pengaruh yang cukup besar terhadap kekasaran permukaan Besi Cor yang dibubut yaitu sebesar 79%. Begitu juga penelitian yang dilakukan Abdallah dkk. (2014:9) menyimpulkan bahwa kontribusi putaran *spindle*, gerak makan dan kedalaman potong berturut-turut 45%, 36% dan 19% terhadap hasil kekasaran permukaan Aluminium Alloy 6061 (AA6061).

Material AA6061 ini dibubut menggunakan mesin CNC Bubut.

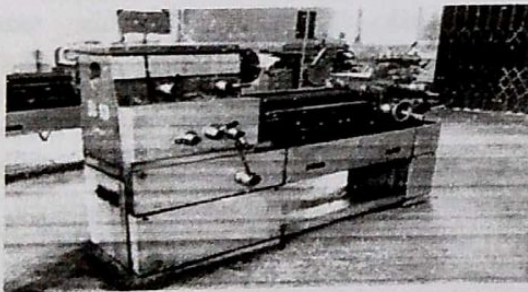
Rao dan Venkatasubbaiah (2016:1) menyimpulkan bahwa gerak makan dan kecepatan putaran *spindle* mempunyai pengaruh yang besar terhadap kekasaran permukaan AA7075. Tapi penelitian diatas tidak membahas tentang pengaruh geometri pahat. Penelitian yang membahas tentang kontribusi geometri pahat terhadap kekasaran permukaan dilakukan oleh Lazarevic dkk. (2012:72-73). Penelitian tersebut mengoptimasi kontribusi dari putaran spindle, gerak makan, kedalaman potong dan radius pojok pahat. Penelitian tersebut menyimpulkan bahwa kontribusi dari gerak makan mempunyai persentase yang signifikan yaitu sekitar 85%, kemudian diikuti oleh radius pojok, putaran spindle dan kedalaman potong berturut-turut 2,5%, 2,5%, 1% dan error sebesar 9%. Material yang digunakan pada penelitian tersebut adalah Polyethylene (PE).

Semua penelitian diatas menggunakan metode *Taguchi* dan ANOVA, oleh karena itu penelitian ini juga menggunakan metode tersebut. Perbedaan penelitian ini dari penelitian diatas adalah ditambahkannya parameter sudut potong utama pahat disamping untuk mengoptimasi kontribusi parameter gerak makan, putaran spindle dan kedalaman potong terhadap kekasaran permukaan.

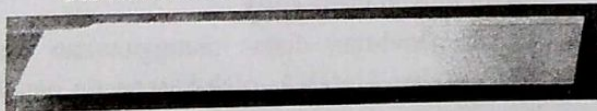
¹Dosen Fak.Teknik Jur. T.mesin Universitas Bengkulu
Majalah Teknik Simes Vol.12 No.2 juli 2018

METODE PENELITIAN

Mesin yang digunakan dalam penelitian ini yaitu mesin bubut merek *celtic*. Mesin bubut tersebut merupakan mesin yang diproduksi oleh PT. Industri Mesin Perkakas Indonesia (IMPI) keluaran tahun 1985 Cilegon Banten selengkapnya dapat dilihat pada Gambar 1. Material yang digunakan pada penelitian ini adalah baja St 37, karena material ini banyak digunakan pada bengkel-bengkel bubut di Kota Bengkulu. Pahat yang digunakan yaitu pahat bubut jenis HSS (*High Speed Steel*) seperti terlihat pada Gambar 2. Parameter Pembubutan dilakukan dengan variasi sudut potong utama yaitu 90°, 75°, 45° sedangkan radius pojoknya konstan sebesar 0,8 mm. Proses pembubutan juga dilakukan dengan variasi parameter pemotongan yaitu putaran spindle, gerak makan dan kedalaman potong. Selanjutnya semua parameter ini dinamakan faktor pengujian dalam metode *Taguchi* dan ANOVA sedangkan banyaknya nilai variasi dinamakan level pengujian. Tiga faktor parameter proses dan tiga level nilai masing-masing parameter berdasarkan metode *Taguchi* selengkapnya dapat dilihat pada Tabel 1.



Gambar 1. Mesin Bubut merek *Celtic*



Gambar 2. Pahat bubut jenis HSS

Tabel 1. Faktor dan level pengujian

| No | Faktor | Level | | |
|----|-----------------------|---------|---------|---------|
| | | Level 1 | Level 2 | Level 3 |
| 1 | Putaran spindle (rpm) | 290 | 370 | 460 |
| 2 | Gerak makan (mm/rev) | 0.05 | 0.07 | 0.09 |
| 3 | Kedalaman makan (mm) | 0.5 | 0.75 | 1 |

| No | Faktor | Level | | |
|----|------------------------|---------|---------|---------|
| | | Level 1 | Level 2 | Level 3 |
| 4 | Sudut potong utama (°) | 45 | 75 | 90 |

Supaya rancangan dan analisis pengujian dapat dilakukan secara otomatis, maka digunakan software *Minitab16*. *Orthogonal array L₉ (3⁴)* yang menunjukkan kondisi percobaan ini dapat dilihat pada Tabel 2. Masing-masing level percobaan dilakukan 4 titik pemeriksaan.

Tabel 2. Taguchi *Orthogonal array L₉ (3⁴)* yang menunjukkan kondisi pengujian

| Putaran spindle (rpm) | Gerak makan (mm/rev) | Kedalaman potong (mm) | Sudut potong utama (°) |
|-----------------------|----------------------|-----------------------|------------------------|
| 290 | 0.05 | 0.50 | 90 |
| 290 | 0.07 | 0.75 | 75 |
| 290 | 0.09 | 1.00 | 45 |
| 370 | 0.05 | 0.75 | 45 |
| 370 | 0.07 | 1.00 | 90 |
| 370 | 0.09 | 0.50 | 75 |
| 460 | 0.05 | 1.00 | 75 |
| 460 | 0.07 | 0.50 | 45 |
| 460 | 0.09 | 0.75 | 90 |

Setelah dilakukan pengujian, input data hasil pengujian ke dalam *Taguchi Design* untuk melakukan *Analyze Taguchi Design* dari nilai kekasaran permukaan benda kerja, sehingga didapatkan nilai *S/N ratio*, *mean* dan grafik analisis. Selanjutnya dilakukan analisis *ANOVA General linier Model*. Tahap ini bertujuan menganalisa pengaruh kekasaran permukaan terhadap level dan faktor sehingga didapatkan persen kontribusi dari masing-masing faktor pengujian.

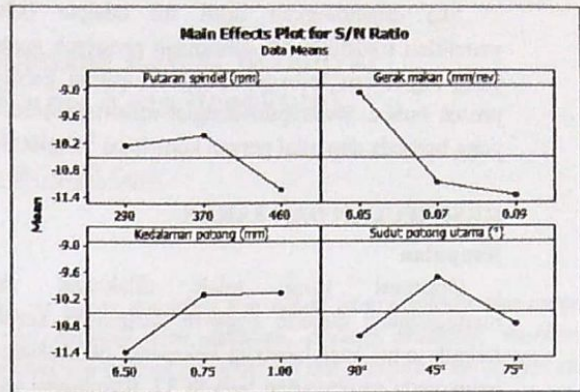
A. HASIL DAN PEMBAHASAN

Setelah dilakukan pengujian berdasarkan Tabel 2 didapatkan hasil nilai kekasaran permukaan (*Ra*) rata-rata, selengkapnya dapat dilihat pada Tabel 3. Pada Tabel 3 dapat dilihat bahwasanya pengujian ke-4 memiliki nilai kekasaran permukaan terendah. Hal ini menunjukkan parameter proses pembubutan pengujian ke-4 tersebut memiliki kehalusan paling tinggi dibandingkan parameter lainnya. Tapi ini belum hasil final, perlu dilakukan analisis berikutnya.

| Putaran spindel (rpm) | Gerak makan (mm/rev) | Kedalaman potong (mm) | Sudut potong utama (°) | Ra1 (µm) | Ra2 (µm) | Ra3 (µm) | Ra4 (µm) | Ra rata-rata (µm) | S/N Ratio |
|-----------------------|----------------------|-----------------------|------------------------|----------|----------|----------|----------|-------------------|-----------|
| 290 | 0.05 | 0.50 | 90 | 3.148 | 3.287 | 3.234 | 3.267 | 3.234 | 10.196 |
| 290 | 0.07 | 0.75 | 75 | 3.578 | 3.334 | 3.402 | 3.333 | 3.412 | 10.663 |
| 290 | 0.09 | 1.00 | 45 | 3.007 | 3.168 | 3.103 | 3.224 | 3.126 | -9.901 |
| 370 | 0.05 | 0.75 | 45 | 2.156 | 2.486 | 2.320 | 2.351 | 2.328 | -7.352 |
| 370 | 0.07 | 1.00 | 90 | 3.248 | 3.202 | 3.675 | 3.541 | 3.417 | 10.686 |
| 370 | 0.09 | 0.50 | 75 | 3.975 | 3.988 | 4.030 | 3.984 | 3.994 | 12.029 |
| 460 | 0.05 | 1.00 | 75 | 3.079 | 2.995 | 2.910 | 3.122 | 3.027 | -9.622 |
| 460 | 0.07 | 0.50 | 45 | 3.456 | 3.988 | 4.030 | 4.268 | 3.936 | 11.925 |
| 460 | 0.09 | 0.75 | 90 | 4.134 | 4.005 | 4.213 | 4.004 | 4.089 | 12.234 |

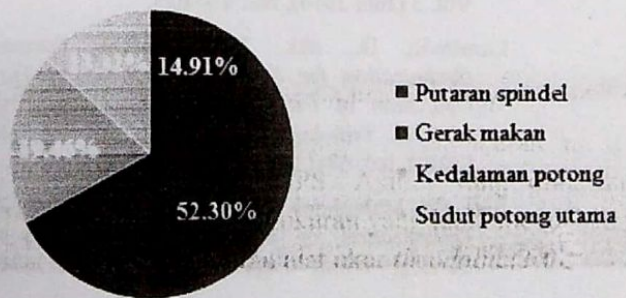
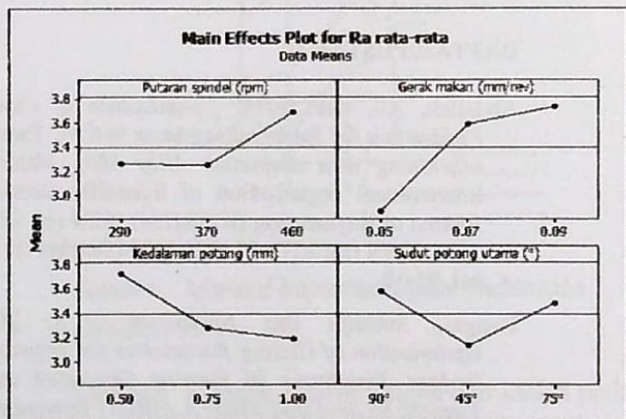
permukaan dengan Tabel 3. Data hasil pengukuran kekasaran metode *Taguchi*

Selanjutnya data 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* for smaller is better. Dari hasil analisis *Taguchi Design* didapatkan *main effect plot S/N ratio* dan *mean* (rata-rata), seperti terlihat pada Gambar 3 dan 4. Gambar 3 dan 4 menunjukkan kombinasi terbaik untuk mendapatkan nilai kekasaran permukaan yang halus pada proses pembubutan baja St 37 adalah dengan putaran spindle 290 (rpm), gerak makan 0.05 (mm/rev), kedalaman potong 1 (mm) dan sudut potong utama 45°. Hasil analisis *Taguchi Design* juga bisa berupa tabel pengaruh level dari faktor terhadap nilai kekasaran permukaan. 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 3. Grafik perbandingan *S/N Ratio*

Dari Gambar 3 dan 4 juga ditunjukkan bahwasanya parameter gerak makan memiliki kemiringan yang signifikan dibandingkan tiga parameter lainnya. Hal ini menunjukkan bahwa parameter gerak makan ini mempunyai pengaruh yang besar terhadap nilai kekasaran permukaan baja St 37. Hasil ini juga sesuai dengan analisis *ANOVA General Linier Models*. Dimana didapatkan persen kontribusi setiap faktor terhadap pengujian yaitu gerak makan 52,30%, kedalaman potong 19,46%, putaran spindle 14,91% dan sudut potong utama 13,32%, seperti terlihat pada Gambar 3. Pada Gambar 3 terlihat jelas bahwa faktor yang paling signifikan pengaruhnya terhadap kekasaran permukaan baja St 37 hasil pembubutan adalah gerak makan.



Gambar 5. Grafik persen kontribusi masing-masing parameter terhadap kekasaran permukaan

Jika dibandingkan hasil ini dengan beberapa penelitian terdahulu ada kesamaan pengaruh parameter yang signifikan terhadap hasil kekasaran permukaan proses bubut. Walaupun dengan material benda kerja yang berbeda dan nilai persen kontribusi yang berbeda.

KESIMPULAN DAN SARAN

Simpulan

Optimasi yang telah dilakukan dengan menggunakan metode *Taguchi* didapatkan kombinasi terbaik untuk mendapatkan kekasaran permukaan yang halus pada pembubutan baja St 37. Kombinasi tersebut adalah putaran spindle 290 (rpm), gerak makan 0.05 (mm/rev), kedalaman potong 1 (mm) dan sudut potong utama 45°.

Pada analisis ANOVA didapatkan besarnya pengaruh level faktor terhadap kekasaran permukaan. Hasilnya berupa persen kontribusi faktor gerak makan 52,30%, kedalaman potong 19,46%, putaran spindle 14,91% dan sudut potong utama 13,32%.

Saran

1. Pada penelitian selanjutnya lakukan pengujian seperti ini pada mesin bubut jenis CNC agar dapat dilihat perbedaan hasil data penelitian.
2. Pada penelitian berikutnya lakukan pengujian pada jenis material yang berbeda, parameter yang sama dan mesin yang sama sehingga akan menambah perbendaharaan referensi penelitian tentang kekasaran permukaan.

DAFTAR PUSTAKA

- Abdallah, Ali, dkk. 2014. *Optimization of Cutting Parameters for Surface Roughness in CNC Turning Machining with Aluminum Alloy 6061 Material*. International organization of Scientific Research Journal of Engineering (IOSRJEN) ISSN (e): 2250-3021, ISSN (p): 2278-8719 Vol. 04 (October 2014), hal. 01-10.
- Dangar, Subhagit dan Mukherjee, S. 2014. *Optimization of Cutting Parameters for Improving Surface Roughness in Turning Operation using Taguchi Method and ANOVA*. IJRET: International Journal of Research in Engineering and Technology Vol. 3 (Juni 2014), hal. 620-623.
- Lazarevic, D., dkk. 2012. *Cutting Parameters Optimization for Surface Roughness in Turning Operation of Polyethylene (PE) Using Taguchi Method*. Tribology in Industry Vol. 34, No. 2 (2012), hal. 68-73.
- Rao, Ch. Maheswara dan Venkatasubbaiah, K. 2016. *Optimization of Surface Roughness in CNC Turning Using Taguchi Method and ANOVA*.

Majalah Teknik Simes Vol.12 No.2 juli 2018

International Journal of Advanced Science and Technology Vol.93 (2016), hal. 1-14.

Sonowal, Dharindom, dkk. 2016. *Taguchi Optimization of Cutting Parameters in Turning AISI 1020 MS with M2 HSS Tool*. Makalah disampaikan pada International Conference on Advanced Material Technologies (ICAMT) di Dadi Institute of Engineering and Technology (DIET), Visakhapatnam, Andhra Pradesh, India pada tanggal 27 dan 28 Desember 2016.