

# Pengaruh Radius Pojok Terhadap Kualitas Produk Ditinjau Dari Domain Sound Signal Pada Proses Bubut

Sudjarmiko<sup>1,\*</sup>, Rudy Soenoko<sup>2</sup>, Agus Suprpto<sup>2</sup>, Moch. Agus Choiron<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Mahasiswa Pascasarjana JTM Universitas Brawijaya

<sup>2</sup> Jurusan Teknik Mesin Universitas Brawijaya

\* E-mail : djarmiko.mlg@gmail.com

**Abstract.** Sound signal turning process can be used to detect the quality of a product of material Al-6061, where the time domain to the frequency domain is analyzed with Fast Fourier Transform (FFT). The quality of a product is influenced machining processes corner radius (nose radius) (nsr), spindle rotation (n), cutting depth (a), and motion eat (f) constant, can be used as a measure of quality of manufactured goods. Taguchi method is used to analyze the most influential factors and conditions appropriate parameters will result in surface roughness of a lathe products and the value of frequency / amplitude. From the analysis of variance were performed nsr has the most influence on the surface roughness (Ra), conditions are best machining parameters obtained at nsr = 0.5 mm, n = 1250 rounds / min, a = 1.3 mm, Ra = 0.90 lm. Domain Frequency (Hz), which occurs in most excellent condition machining parameters obtained at nsr = 0.4 mm, n = 1 250 rounds / min, a = 1.0 mm. Domain amplitude (dB) the best on the condition nsr = 0.4 mm, n = 750 and A = 0.5 mm.

**Keywords:** Fast Fourier Transform, Nose Radius, Taguchi Method, Surface Roughness

## 1. Latar Belakang

Kualitas merupakan sebuah hal yang menjadi acuan dalam menentukan suatu produk dapat diterima atau tidak. Salah satu kualitas produk hasil proses turning adalah kekasaran permukaan dan kebulatan. Faktor-faktor yang mempengaruhi kekasaran permukaan dan kebulatan antara lain parameter pemrosesan (*Machining Parameters*), spesifikasi pahat potong (*Cutting tool Specifications*), spesifikasi benda kerja (*Workpiece Specifications*), dan proses pemotongan (*Cutting Process*) [1,2,3].

Parameter pemrosesan kedalaman potong merupakan faktor yang paling signifikan berpengaruh menurunkan kekasaran permukaan rata-rata maupun maksimum, kekasaran permukaan (Ra) berkurang dengan meningkatnya radius pojok pahat besar (nsr) telah menghasilkan permukaan yang lebih baik dibandingkan radius ujung pojok pahat kecil [4,5,6].

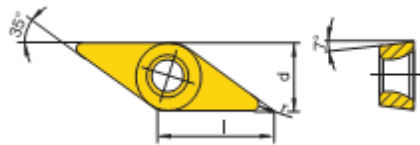
Penelitian proses pembubutan dengan menggunakan pahat *Diamond* menghasilkan kekasaran permukaan yang diukur dalam domain waktu (detik) menggunakan alat ukur Talysurf dan kemudian berubah menjadi domain frekuensi (Hz) menggunakan *Fast Fourier Transform (FFT)*. Berdasarkan besarnya intensitas, geometri pahat bervariasi, gerak makan, kecepatan spindle dan radius pojok pahat, getaran frekuensi rendah dari hasil pengukuran diidentifikasi sebagai faktor utama yang mempengaruhi kekasaran permukaan yang dihasilkan [7].

Pada studi proses penggurdian, sinyal suara penggurdian dicatat dan dianalisis dalam domain waktu ke domain frekuensi. Fasilitas statistik sinyal suara yang keluar dari pahat gudi telah mengalami proses penyaringan suara, frekuensi sinyal suara spektrum dihitung dengan menggunakan *Fast Fourier Transform (FFT)* untuk mendeteksi komponen efek keausan penggunaan pahat gudi pada sinyal suara proses penggurdian pada Aluminium paduan Al -7075 dengan kisaran yang sempit memperoleh nilai frekuensi suara yang ditimbulkan antara 2,75 dan 3,75 KHz, ( range 20-20.000 Hz) [8].

Pada penelitian ini menindak lanjuti dan mengembangkan studi proses bubut sejauh mana Pengaruh radius pojok dan Parameter Pemrosesan terhadap Kualitas Produk berupa Kekasaran permukaan ditinjau dari domain frekuensi dengan metoda Taguchi.

## 2. Metodologi Penelitian

Material benda kerja Aluminium Al-6061 dengan komposisi : 0,63% Si, 0,466% Fe, 0,096% Cu, Mn 0,179%, 0,53% Mg, 0,091% Zn, 0,028% Cr, 0,028% Ti dan sisanya aluminium. Modulus Young adalah 80 Gpa dan kekerasan 98 BHN[14-15]. Geometri pahat karbida seperti ditunjukkan pada Gambar 1, dengan komposisi material pahat Karbida tidak berlapis : 0.82 % W, 0.01 % Ti dan 0.08 Co, data material ditunjukkan pada Tabel 1. Sifat mekanis pahat karbida sebagai berikut : *Hardness* : 1800 HK , *Compression Stress* : 1050 MPa, *Impact Strength* : 0,34 Joule, *Density* : 10 kg/cm<sup>3</sup> *Melting Point* : 1400°C, *Modulus of elasticity* : 6,95 GPa, *Thermal conductivity* : 42 W/mk, *Poisson's ratio* : 0,23 [9].



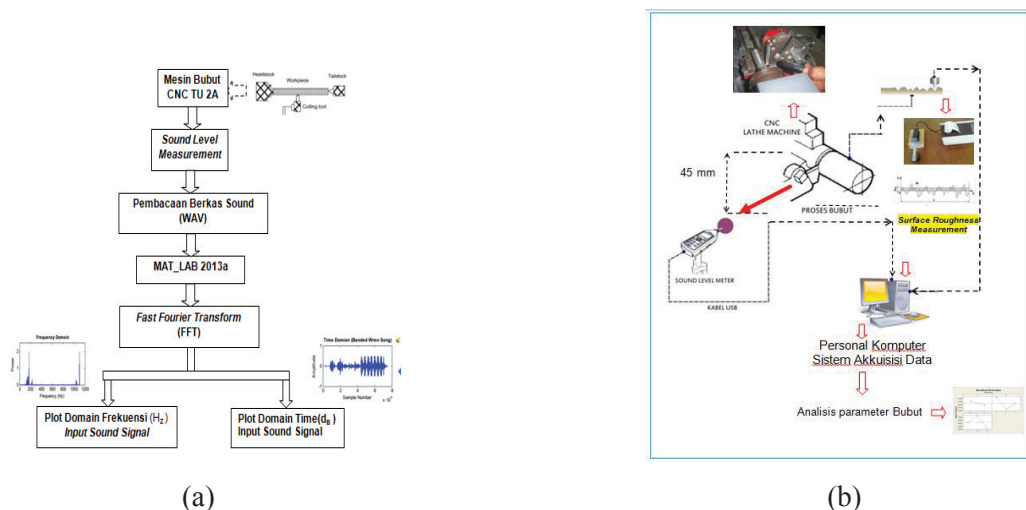
Gambar 1. Geometri Pahat Karbida

Tabel 1. Data Material

| No | Jenis       | Bahan     | Dimensi (l x d) | Type                 |
|----|-------------|-----------|-----------------|----------------------|
| 1  | Pahat       | Karbida   | (7.75x6.35) mm  | DCGT-070202FN-27-M20 |
| 2  | Benda Kerja | Aluminium | (100 x 22) mm   | Al-6061              |

### 2.1. Desain Pengujian dan Parameter

Pengujian eksperimental dilakukan pada mesin bubut CNC TU 2A dengan memanfaatkan alat perekam suara *Sound Level Measurement* untuk mendapatkan data sinyal suara dalam bentuk file WAV. Peletakan *Sound Level Measurement* didekatkan pada pahat potong terhadap benda kerja  $\pm 45$  mm. Sinyal data suara tersebut diolah dengan memanfaatkan program *MAT\_LAB R2013a* untuk menghasilkan nilai domain waktu ( $d_B$ ) dan domain frekuensi ( $H_z$ ) (Gambar 2a dan 2b).



Gambar 2. (a).Penyaringan Suara Spektrum. eksperimen penelitian.

(b) proses Bubut Diagram Skematik Setting

### 2.2. Desain of Eksperimen(DOE)

Orthogonal array (OA) Taguchi desain digunakan pada penelitian ini difokuskan pada efek dari parameter pembubutan, percobaan dilakukan dengan 3 level dikontrol 3 faktor tingkat dan dua variabel respon 18 eksperimental berjalan berdasarkan orthogonal array  $L_{18} (3^2)$  mixed level

diperlukan[10,11]. Tabel 2 menyajikan 3 faktor terkendali radius pojok (nsr), Putaran Spindel (n) dan kedalaman potong (a) dengan 3 tingkat.

Tabel 2. Setting Level Faktor

| Faktor | Parameter | Unit      | Level 1 | Level 2 | Level 3 |
|--------|-----------|-----------|---------|---------|---------|
| A      | nsr       | mm        | 0.2     | 0.4     | -       |
| B      | n         | Put/menit | 750     | 1000    | 1250    |
| C      | a         | mm        | 0.5     | 1.0     | 1.3     |

### 3. Hasil dan Pembahasan

Eksperimen ini menggunakan rancangan Orthogonal array (OA) ( $L_{18}$ ) dengan hasil sebagai berikut :

Tabel 3. Hasil Eksperimental dengan [ $L_{18}(3^2)$ ]

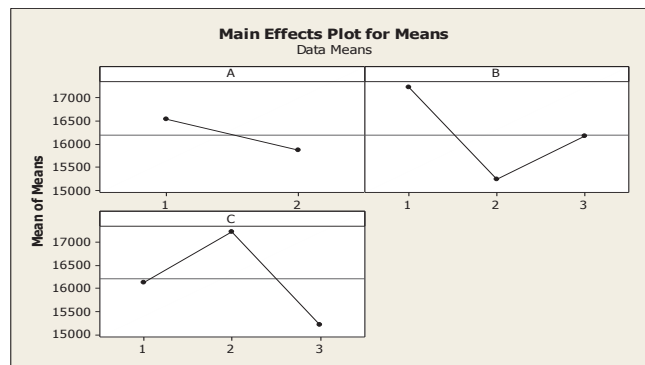
| No | A | B | C | Respon    |          |               |
|----|---|---|---|-----------|----------|---------------|
|    |   |   |   | Frek (Hz) | Ampl(dB) | Ra ( $\mu$ m) |
| 1  | 1 | 1 | 1 | 17017     | 79,490   | 2.09          |
| 2  | 1 | 1 | 2 | 17670     | 81,087   | 1.93          |
| 3  | 1 | 1 | 3 | 17162     | 81,476   | 1.69          |
| 4  | 1 | 2 | 1 | 17173     | 79,366   | 1.54          |
| 5  | 1 | 2 | 2 | 17139     | 80,814   | 1.35          |
| 6  | 1 | 2 | 3 | 15831     | 80,013   | 1.45          |
| 7  | 1 | 3 | 1 | 17058     | 81,264   | 1.52          |
| 8  | 1 | 3 | 2 | 17168     | 77,444   | 1.03          |
| 9  | 1 | 3 | 3 | 17150     | 78,983   | 1.03          |
| 10 | 2 | 1 | 1 | 17220     | 81,005   | 1.18          |
| 11 | 2 | 1 | 2 | 17139     | 80,915   | 0.93          |
| 12 | 2 | 1 | 3 | 17092     | 81,491   | 1.10          |
| 13 | 2 | 2 | 1 | 15357     | 79,310   | 1.11          |
| 14 | 2 | 2 | 2 | 17161     | 81,619   | 0.96          |
| 15 | 2 | 2 | 3 | 17045     | 81,366   | 0.98          |
| 16 | 2 | 3 | 1 | 16922     | 79,070   | 0.98          |
| 17 | 2 | 3 | 2 | 12122     | 80,740   | 0.92          |
| 18 | 2 | 3 | 3 | 13851     | 80,773   | 0.90          |

Nilai respon Frek, Amplitudo dan Ra yang sekecil mungkin adalah tujuan dari eksperimen ini, sehingga karakteristik kualitas yang sesuai untuk keduanya adalah *smaller-the-better*.

Tabel 4. ANOVA for Mean Results for Frequency

Analysis of Variance for Means for frekuensi Versus A ; B ; C

| Source         | DF | Seq SS   | Adj SS   | Adj MS  | F    | P     |
|----------------|----|----------|----------|---------|------|-------|
| A              | 1  | 2047613  | 2047613  | 2047613 | 0,44 | 0,518 |
| B              | 2  | 11885263 | 11885263 | 5942632 | 1,29 | 0,312 |
| C              | 2  | 12148311 | 12148311 | 6074155 | 1,31 | 0,305 |
| Residual Error | 12 | 55492347 | 55492347 | 4624362 |      |       |
| Total          | 17 | 81573534 |          |         |      |       |

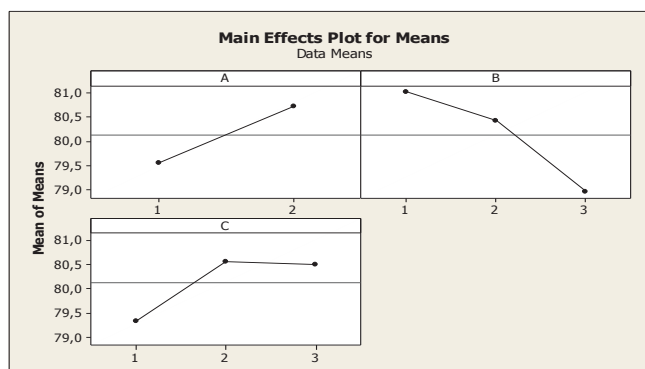


Gambar 4 . Plot Mean Effect Frequency vs parameter A,B, C

Respon eksperimean pada Tabel 4 dan Gambar 4 menunjukkan bahwa, respon frekuensi rata-rata level 1,2 dan 3 terhadap faktor A mempunyai pengaruh terhadap *radius pojok* (nsr) ( pada titik 2) nsr yang besar, maka nilai frekuensi semakin kecil, hal ini disebabkan adanya oleh luasan nsr besar . Faktor B mempunyai pengaruh pada putaran spindel (n) yang tinggi akan diperoleh frekuensi yang rendah (titik 3), hal ini dipengaruhi oleh besarnya nsr. Demikian halnya pada faktor C dengan kedalaman potong rata-rata diperoleh nilai frekuensi yang rendah, hal ini dipengaruhi oleh level 1 dan 2 pada yaitu nsr.

Tabel 5. ANOVA for Mean Results for Amplitudo

| Analysis of Variance for Means for Amplitudo versus A ; B ; C |    |        |        |        |      |       |
|---------------------------------------------------------------|----|--------|--------|--------|------|-------|
| Source                                                        | DF | Seq SS | Adj SS | Adj MS | F    | P     |
| A                                                             | 1  | 6,069  | 6,069  | 6,0691 | 8,78 | 0,012 |
| B                                                             | 2  | 13,474 | 13,474 | 6,7372 | 9,75 | 0,003 |
| C                                                             | 2  | 5,682  | 5,682  | 2,8412 | 4,11 | 0,044 |
| Residual Error                                                | 12 | 8,290  | 8,290  | 0,6909 |      |       |
| Total                                                         | 17 | 33,516 |        |        |      |       |



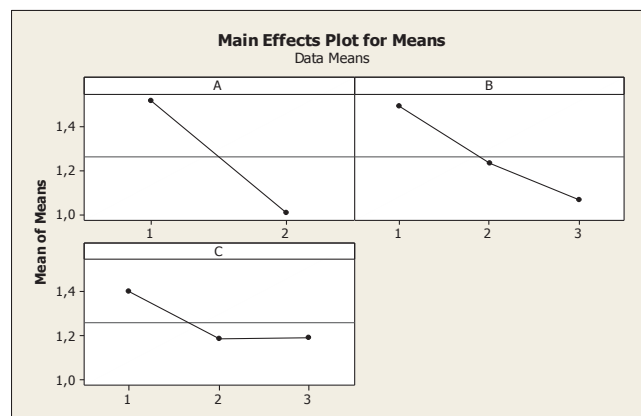
Gambar 5. Plot Mean Effect Amplitudo Vs parameter A,B, C

Respon eksperimen pada Tabel 5 dan Gambar 5 menunjukkan bahwa, respon amplitudo rata-rata level 1,2 dan 3 terhadap faktor A mempunyai pengaruh terhadap *radius pojok* (nsr), pada 2 nsr yang besar, maka nilai amplitudo semakin besar, hal ini disebabkan adanya oleh luasan nsr yang besar . Faktor B mempunyai pengaruh pada putaran spindel (n) yang tinggi akan diperoleh amplitudo yang rendah (titik 3), hal ini dipengaruhi oleh kecilnya nsr. Demikian halnya pada faktor C dengan kedalaman potong rata-rata diperoleh nilai amplitudo yang rendah, sedangkan nilai C pada titik 2 dan 3 tidak jauh beda, artinya hal ini dipengaruhi oleh level 2 pada yaitu nsr yang besar.

Tabel 6. ANOVA for Mean Results for Surface Roughness (Ra)

Analysis of Variance for Means for surface Roughness versus A ; B ; C

| Source         | DF | Seq SS | Adj SS | Adj MS  | F     | P     |
|----------------|----|--------|--------|---------|-------|-------|
| A              | 1  | 1,1603 | 1,1603 | 1,16027 | 36,15 | 0,000 |
| B              | 2  | 0,5451 | 0,5451 | 0,27257 | 8,49  | 0,005 |
| C              | 2  | 0,1835 | 0,1835 | 0,09177 | 2,86  | 0,096 |
| Residual Error | 12 | 0,3851 | 0,3851 | 0,03209 |       |       |
| Total          | 17 | 2,2741 |        |         |       |       |



Gambar 6 . Plot Mean Effect for Surface Roughness parameter A,B, C

Respon eksperimen pada Tabel 6 dan Gambar 6 menunjukkan bahwa, respon kekasaran permukaan (Ra) rata-rata level 1,2 dan 3 terhadap faktor A mempunyai pengaruh terhadap *radius pojok* (nsr), pada titik 2 nsr yang besar, maka nilai kekasaran permukaan semakin kecil, hal ini dipengaruhi oleh luasan nsr . Faktor B mempunyai pengaruh pada putaran spindel (n) yang tinggi akan diperoleh kekasaran permukaan yang rendah (titik 3), hal ini dipengaruhi oleh besarnya nsr. Demikian halnya pada faktor C dengan kedalaman potong rata-rata diperoleh nilai kekasaran permukaan yang tinggi, hal ini dipengaruhi oleh level 1 dan 2 pada yaitu nsr.

#### 4. Kesimpulan

Dari analisa varian yang dilakukan nsr memiliki pengaruh paling besar terhadap kekasaran permukaan (Ra) , kondisi parameter pemesinan paling baik diperoleh pada nsr = 0.5 mm, n = 1250 put/min, a = 1.3 mm, Ra = 0,90  $\mu$ m. Sedangkan domain Frekuensi (Hz) pada kondisi parameter pemesinan paling baik diperoleh pada nsr = 0,4 mm, putaran n = 1250 put/min, a = 1.0 mm. Domain amplitudo (dB) pada kondisi nsr = 0.4 mm, n = 750 dan a = 0.5 mm.

#### 5. Daftar Referensi

- [1] Mahdavinejad R.A, H. Sharifi Bidgoli, 2009. Optimization of Surface roughness parameter in dry turning, Journal AMME, Volume 37, Issue 2 .
- [2] Goitondo V.N. S.R. Karnik, and J. Paulo Davim, 2009. Multiperformance Optimization in Turning of Free-Machining Steel Using Taguchi Method and Utility Concept. Journal of Material Engineering and Performance, Volume 18 (3) 231
- [3] Krishankant, Jatin Taneja, Mohit Bector, Rajesh Kumar,2012.Application of Taguchi Method for Optimizing Turning Process by the effects of Machining Parameters.International Journal of Engineering and Advanced Technology (IJEAT) ISSN: 2249 – 8958, Volume-2, Issue-1

- [4] Suhail Adeel, H. N. Ismail, S.V. Wong and N. A. Abdul Jalil, 2010. Optimization of Cutting Parameter Based on Surface Roughness and Assistance of Workpiece Surface Temperature in Turning Process, American Journal of Engineering and Applied Sciences 3 (1) : 102-108
- [5] Chou Kevin.Y, Hui Song, 2004. Tool nose radius effects on finish hard turning, journal of material processing Technology, (148) 259-268.
- [6] Endres William J, Raja K. Kountonya. 2002. The Effects of Corner Radius and Edge Radius on Tool Flank Wear., Dept. of Mechanical Engineering-Engineering, Michigan, USA, Journal Mechanical Engineering.
- [7] Hocheng H and , M.L. Hsieh, 2004. Signal analysis of surface roughness in diamond turning of lens molds. International Journal of Machine Tools & Manufacture 44 -1607–1618. Desimation In Time (Dit) Dengan Resolusi 1/10 Hertz
- [8] Rafezi Hamed, Mehdi Behzad, and Javad Akbari, 2012. Time Domain and Frequency Spectrum Analysis of Sound Signal for Drill Wear Detection, International Journal of Computer and Electrical Engineering, Vol. 4, No. 5
- [9] Boothroyd, Geoffrey. 1981. Fundamentals of Metal Machining and Machine Tool. Washington, McGraw-Hill Book Company.
- [10] Montgomery. D.C, 2001. Design and Analysis of Experiments. 5<sup>th</sup> Edition. John Wiley & Son. Inc.
- [11] Soejanto Irwan. 2009. Desain eksperimental dengan Metoda Taguchi. Cetak Pertama penerbit
- [12] PT Graha Ilmu, Yogyakarta.
- [13] Devendiran S, K. Manivannan, 2013. Condition monitoring on grinding wheel Wear using wavelet analysis and decision tree C4.5 algorithm. International Journal of Engineering and Technology (IJET), ISSN : 0975-4024 Vol 5 No 5.
- [14] A. Mathew Kuttalamadom, Sina Hamzehlouia, M. Laine Mears, 2010. Effect of Machining Feed on Surface Roughness in Cutting 6061 Aluminum. J. SAE International L 01-0218.