

## **Pengaruh Parameter Pemesinan CNC Bubut Terhadap MRR dan Kekasaran Permukaan Material ST 37 Menggunakan Metode Taguchi**

**Nova Rifqhi Syahputra<sup>1\*</sup>, Yudi Oktriadi<sup>1</sup>, Yuli Dartha<sup>1</sup>**

<sup>1</sup>Politeknik Manufaktur Negeri Bangka Belitung, Sungailiat

\*E-mail: novarif\_qhisyahputra@gmail.com

*Received 23 Desember 2025; Received in revised form 6 Januari 2026; Accepted 6 Januari 2026*

### **Abstract**

*The machining process in the manufacturing world greatly influences its quality and productivity. One of the tools in the machining process is a CNC lathe that has parameters for its use process. The process parameters in the CNC machining process are spindle speed, feed rate, and cutting depth. Some aspects that are greatly influenced by process parameters are surface roughness and MRR (Material Removal Rate), which function as efficiency in improving product quality. This study aims to analyse the effect of machining process parameters on surface roughness and MRR on test specimens made of ST 37 material. The method in this study uses the Taguchi method with the aim of increasing productivity and product and process quality. The results of this study show surface roughness based on the use of two types of tools on ST 37 material, with the DNMG 105608-MA tool producing a roughness value of 1.128  $\mu\text{m}$  and the CNMG tool producing a value of 0.865  $\mu\text{m}$ . Meanwhile, the MRR value produced by the DNMG 105608-MA tool is 1,072.8  $\text{mm}^3/\text{s}$ , which is slightly superior to that of the CNMG 120408-MK tool, with an MRR value of 1,032.5  $\text{mm}^3/\text{s}$ .*

**Keywords:** CNC lathe; Surface roughness; MRR; Machine parameters.

### **Abstrak**

Proses pemesinan dalam dunia manufaktur sangat berpengaruh terhadap kualitas dan produktivitasnya. Salah satu peralatan dalam proses pemesinan adalah mesin bubut CNC yang memiliki parameter terhadap proses penggunaannya. Parameter proses dalam proses pemesinan CNC adalah kecepatan spindle, gerak makan, dan kedalaman pemotongan. Beberapa aspek yang sangat dipengaruhi oleh parameter proses, ialah kekasaran permukaan dan MRR (*Material Removal Rate*) yang berfungsi sebagai efisiensi dalam peningkatan kualitas produk. Penelitian ini memiliki tujuan untuk menganalisis pengaruh parameter proses pemesinan terhadap kekasaran permukaan dan MRR pada spesimen uji bermaterial ST 37. Metode dalam penelitian ini menggunakan metode Taguchi dengan tujuan meningkatkan produktivitas dan kualitas produk maupun proses. Hasil penelitian ini menunjukkan kekasaran permukaan berdasarkan hasil dua tipe pahat pada material ST 37, untuk pahat DNMG 105608-MA menghasilkan nilai kekasaran sebesar 1.128  $\mu\text{m}$  dan nilai pada pahat CNMG sebesar 0,865  $\mu\text{m}$ . Sedangkan nilai MRR yang dihasilkan pada pahat DNMG 105608-MA sebesar 1.072,8  $\text{mm}^3/\text{s}$  sedikit lebih unggul dibandingkan pahat CNMG 120408-MK dengan nilai MRR sebesar 1.032,5  $\text{mm}^3/\text{s}$ .

**Kata kunci:** CNC bubut; Kekasaran permukaan; MRR; Parameter mesin.

### **1. PENDAHULUAN**

Proses dalam pemesinan merupakan salah satu aspek mekanisme yang paling penting dalam menunjang proses produksi industri [1]. Proses permesinan merupakan

proses manufaktur dalam pembentukan suatu benda dengan cara menghilangkan atau membuang sebagian material dari benda yang dikerjakan [2].

Dimasa yang telah maju sekarang, sebagian besar fitur teknis dibuat oleh mesin dengan tujuan menghemat waktu pembuatan serta efisiensi tenaga kerja dalam mengurangi biaya produksi [3]. Salah satu mesin dalam proses pemesinan adalah mesin bubut. Mesin bubut sendiri terdapat dua tipe, yaitu mesin bubut manual dan otomatis. Mesin bubut merupakan peralatan yang digunakan untuk memotong benda dengan teknik pemutaran [4].

Mesin bubut otomatis disebut juga Mesin CNC (*Computer Numerical Control*) yang merupakan salah satu dari sekian banyak jenis mesin industri yang digunakan untuk memproduksi komponen dalam jumlah yang banyak secara tepat [5]. Mesin bubut CNC dipengaruhi oleh beberapa faktor seperti akurasi dimensi, keausan pahat, dan kualitas dari kekasaran permukaan. Hal diatas merupakan beberapa parameter utama dalam menentukan kualitas produk yang diproses.

Dalam penelitian yang dilakukan oleh [6], Penelitian ini melibatkan parameter pemotongan yaitu kecepatan spindel, kedalaman pemakanan, dan gerak makan pada proses pembubutan CNC baja SKD 11 dengan menggunakan metode Taguchi. Hasil dalam penelitian itu menyatakan, bahwa kombinasi level dari setiap variabel proses yang berpengaruh pada respon yaitu MRR (*Material Removal Rate*) terbaik dengan putaran spindel 210 put/min, kedalaman pemakanan sebesar 1,5 mm, dan gerak makan diatur sebesar 0,05 mm/rev.

Kemudian penelitian yang dilakukan oleh [7], menyatakan kombinasi parameter kecepatan spindel level 3 sebesar 3.184 rpm, kecepatan pemakanan level 3 sebesar 2,5 mm, dan *feeding* level 3 sebesar 0,22 mm/rev. Ketiga parameter ini paling berpengaruh besar terhadap respon nilai MRR, yaitu kedalaman pemakanan dengan selisih 4,22 dan pengaruh terkecil adalah kecepatan spindel dengan selisih 1,98.

Penelitian yang dilakukan oleh [8], menyatakan bahwa parameter yang sangat berpengaruh terhadap kekasaran permukaan adalah gerakan pemakanan dengan presentase sebesar 43,23 %. Kekasaran yang optimal diperoleh dari kombinasi parameter kecepatan spindel adalah 235 rpm, gerakan pemakanan 0,059 mm/rad, dan kedalaman pemotongan 0,5 mm dengan oli dan sudut buang mata pahat  $10^{\circ}$  dengan menghasilkan nilai rata-rata kekasaran permukaan 3,279  $\mu\text{m}$ . Kemudian untuk penelitian yang dilakukan oleh [9] pada proses pembubutan material ST 37, menyatakan jika kecepatan

putaran spindel semakin tinggi dan gerakan pemakanan semakin rendah maka didapatkan hasil kekasaran yang lebih rendah dibandingkan dengan kecepatan putaran spindel yang rendah dan gerak pemakanan yang tinggi. Dalam menghasilkan kekasaran yang maksimal perlunya kecepatan spindel 345 rpm, gerak pemakan 0,051 mm/rad, dan kedalaman pemotongan 1 mm..

Dalam penelitian yang dilakukan oleh Penulis bertujuan untuk mengetahui pengaruh parameter proses pemesinan CNC terhadap MRR (*Material Removal Rate*) dan Kekasaran Permukaan dengan Menggunakan metode Taguchi pada Material ST 37 untuk meningkatkan efisiensi waktu kerja dan kualitas dari produk.

## 2. METODE PENELITIAN

Penelitian ini dilakukan dengan menggunakan metode Taguchi yang bertujuan untuk mencapai kualitas produk yang terbaik dan optimal. Metode Taguchi merupakan suatu pendekatan yang dirancang untuk menekan penggunaan biaya dan sumber daya, sekaligus meningkatkan kualitas produk maupun proses [10]. Menurut Taguchi, pemenuhan toleransi atribut kualitas produk saja tidak cukup untuk memperoleh hasil produksi yang optimal. Untuk mencapai tujuan tersebut dilakukannya upaya membuat produk atau proses menjadi tidak peka terhadap variasi variabel lain seperti tenaga kerja, peralatan produksi, maupun kondisi operasi. Penelitian ini mencakup beberapa tahapan proses pelaksanaan dengan skema penelitian yang dikonsepsikan melalui tahapan awal, tahapan pemeriksaan, pengambilan data dan kekasaran permukaan, dan tahap pengolahan data.

Dalam tahapan awal dilakukan penentuan dasar data pada penelitian sebagai acuan dan persiapan alat atau bahan pada penelitian. Berikut rincian keseluruhan pada tahapan awal:

### a. Dasar data pada Penelitian

Beberapa parameter yang diperlukan dalam proses pemesinan CNC adalah kecepatan spindel, gerak pemakanan, dan kedalaman pemotongan.

Kecepatan spindel adalah parameter yang berhubungan dengan pergerakan benda kerja terhadap spindel mesin, yang biasanya dinyatakan dalam satuan putaran per menit (*revolutions per minute*) dan diprioritaskan dalam proses permesinan CNC bubut [11]. Persamaan yang digunakan untuk

menentukan kecepatan potong adalah sebagai berikut:

$$vc = \pi \times d \times n \times 1000 \left( \frac{m}{menit} \right) \dots\dots\dots(1)$$

Dimana:

- Vc = Kecepatan potong (m/menit)
- d = Diameter benda kerja (mm)
- n = Putaran spindle (rpm)

Kemudian parameter gerak pemakanan, merupakan jarak yang dilewati oleh pahat untuk pemakanan putar benda kerja [11]. Untuk menentukan gerak pemakanan dapat menggunakan persamaan berikut:

$$vf = f \times n \left( \frac{m}{menit} \right) \dots\dots\dots(2)$$

Dimana:

- Vf = Kecepatan pemakanan (mm/menit)
- f = Gerak makan (mm/menit)
- n = Putaran spindle (rpm)

Dan untuk parameter selanjutnya ialah kedalaman pemotongan yang merupakan besaran dalam penunjukkan ketebalan material benda kerja oleh pahat [11]. Berikut persamaan yang digunakan dalam menentukan kedalaman pemotongan:

$$a = do - dm \text{ (mm)} \dots\dots\dots(3)$$

Dimana:

- do = Diameter Awal (mm)
- dm = Diameter Akhir (mm)

Dalam penelitian ini, penggunaan metode Taguchi menggunakan matriks *orthogonal array* yang merupakan rancangan secara independen dari faktor lainnya. Pemelihan *orthogonal array* dengan dua level didasari oleh jumlah tingkatan faktor yang digunakan. Untuk faktor dengan tiga level digunakan tingkatan *orthogonal array* tiga tingkat. Apabila dalam satu eksperimen terdapat faktor dengan dua level dan faktor lain dengan tiga level, maka jumlah percobaannya lebih besar. Struktur *orthogonal array* berbentuk tabel dengan baris dan kolom, di mana baris menyatakan jumlah percobaan yang berkaitan dengan faktor yang diamati [10]. Berikut contoh dari *orthogonal array* untuk memberikan kemudahan dalam proses analisis data pada tabel 1.

Tabel 1. Contoh *Orthogonal Array*

| Eksperimen | Parameter |   |   |
|------------|-----------|---|---|
| 1          | A         | A | A |
| 2          | A         | B | B |
| 3          | A         | C | C |
| 4          | B         | A | B |
| 5          | B         | B | C |
| 6          | B         | C | A |
| 7          | C         | A | C |
| 8          | C         | B | A |
| 9          | C         | C | B |

Kemudian untuk Optimasi dalam metode Taguchi dapat dipertimbangkan melalui nilai rasio S/N (*Signal to Noise*). Berikut tipe dari rasio S/N dalam metode Taguchi yang digunakan:

1. *Smaller the Better*

Untuk menentukan nilai rasio S/N dapat menggunakan persamaan berikut:

$$S/N \text{ Ratio} = -10 \times \log \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n y_i^2 \dots\dots\dots (4)$$

2. *Larger the Better*

Dalam menentukan nilai rasio S/N *larger the better* dapat menggunakan persamaan berikut ini:

$$S/N \text{ Ratio} = -10 \times \log \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n \frac{1}{y_i^2} \dots\dots\dots(5)$$

Dalam menentukan kekasaran permukaan pada penelitian ini perlunya

mengetahui nilai toleransi rata-rata harga kekasaran. Kekasaran permukaan merupakan salah satu aspek geometris pada karakteristik yang diharapkan dalam sebuah benda. Untuk menentukan rata-rata kekasaran permukaan dapat menggunakan persamaan berikut:

$$Ra = \frac{y_1 + y_2 + y_3 + \dots + y_n}{n} \dots\dots\dots(6)$$

Dimana:

- Ra = Rata-rata kekasaran permukaan (µm)
- y = Jarak profil referensi ke profil terukur
- n = Jumlah Titik Jarak Profil

Umumnya nilai kekasaran berada sekitar 25% hingga 50% lebih dari nilai nominalnya. Untuk nilai umum toleransi pada rata-rata dapat dilihat pada tabel 2.

Tabel 2. Nilai umum toleransi harga kekasaran

| Kelas Kekasaran | Harga C.L.A. (µm) | Harga Ra (µm) | Toleransi N-25%+50% | Panjang Sampel (µm) |
|-----------------|-------------------|---------------|---------------------|---------------------|
| N1              | 1                 | 0.0025        | 0.02-0.04           | 0.08                |
| N2              | 2                 | 0.05          | 0.04-0.08           |                     |
| N3              | 4                 | 0.0           | 0.08-0.15           | 0.25                |
| N4              | 8                 | 0.2           | 0.15-0.3            |                     |
| N5              | 16                | 0.4           | 0.3-0.6             |                     |
| N6              | 32                | 0.8           | 0.6-1.2             |                     |
| N7              | 63                | 1.6           | 1.2-2.4             |                     |
| N8              | 125               | 3.2           | 2.4-4.8             | 0.8                 |
| N9              | 250               | 6.3           | 4.8-9.6             |                     |
| N10             | 500               | 12.5          | 9.6-18.75           | 2.5                 |
| N11             | 1000              | 25.0          | 18.75-37.5          |                     |
| N12             | 2000              | 50.0          | 37.5-75.0           | 8                   |

Dalam menentukan nilai MRR (*Material Removal Rate*), yaitu merupakan jumlah dari massa benda yang terbuang dalam persatuan waktu secara langsung dapat diperlihatkan dari produktivitas proses [12]. Dalam menentukan nilai MRR sebagai volume material yang terbuang persatuan waktu ( $\text{mm}^3/\text{menit}$ ) dapat menggunakan persamaan berikut ini:

$$MRR = \frac{\text{Volume Material Terbuang (mm}^3\text{)}}{\text{Waktu Proses (S)}} \dots\dots (7)$$

Tahapan ini diawali dengan melakukan persiapan pada alat dan bahan penelitian. Berikut ini alat dan bahan yang digunakan pada peneliatng ini:

1. Alat

Alat-alat yang digunakan dalam penelitian ini: Mesin gergaji potong DOALL C-916; Mesin CNC *turning mori seiki SL-25*; Mata Potong *insert carbide* tipe DNMG 105608-MA dan CNMG 120408-MK; Alat ukur, yaitu jangka sorong dan *surface roughness tester*; dan Timbangan Digital.

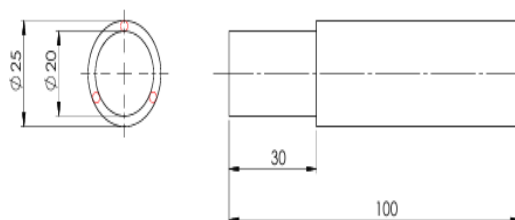
Kemudian untuk bahan-bahan yang digunakan dalam penelitian ialah: 27 benda uji bermaterial ST 37 sebagai spesimen dengan dimensi, yaitu diameter 25 mm dan panjang 100 mm yang dapat dilihat pada gambar 1; Dromus sebagai pendingin; dan Oli sebagi pelumas.



Gambar 1. Benda uji bermaterial ST 37

Proses pemesinan dilakukan pada mesin CNC *turning* dengan program yang telah dilakukan pengaturan untuk mengerjakan benda uji tersebut. Untuk

dimensi dalam pengerjaan benda kerja menjadi benda siap uji dapat dilihat pada gambar 2



Gambar 2. Dimensi benda kerja jadi

Tahapan pengambilan data, yaitu mencatat hasil MRR dan kekasaran permukaan dari proses permesinan. Data kekasaran permukaan dianalisis

menggunakan alat ukur *surface roughness tester* yang dapat dilihat proses pengambilan data pada gambar 3. Kemudian untuk pengambilan data MRR dilakukan dengan

melakukan pengurangan volume awal dengan volume benda dengan dilakukan penimbangan massa benda yang dapat dilihat

pada gambar, kemudian data diolah melalui persamaan 8.



Gambar 3. Proses pengambilan data kekasaran (a) dan proses pengambilan data MRR (b)

Tahapan penyelesaian merupakan tahapan yang bertujuan untuk mendapatkan hasil keseluruhan data dengan pengolahan data mentah MRR dan Kekasaran permukaan

dari 2 sampel hasil pahat, yaitu pahat DNMG 150608-MA dan CNMG 120408-MK.

### 3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Untuk menentukan parameter atau variabel proses saat pemesinan, yaitu kecepatan spindel, *feeding*, dan kedalaman pemakanan dapat menggunakan persamaan

1, 2, dan 3. Untuk data keseluruhan parameter berdasarkan 2 jenis pahat, yaitu pahat DNMG 150608-MA dapat dilihat pada tabel 3 dan pahat CNMG pada tabel 4.

Tabel 3. Parameter pemesinan pada pahat DNMG 150608-MA

| Kode | Variabel Proses                          | Level |       |       |
|------|--|-------|-------|-------|
|      |  | 1     | 2     | 3     |
| A    | Kecepatan putaran spindel ( <i>rpm</i> ) | 1.379 | 1.567 | 1.755 |
| B    | Kecepatan pemakanan ( <i>feeding</i> )   | 0.20  | 0.22  | 0.24  |
| C    | Kedalaman pemakanan (mm)                 | 0.5   | 1     | 1.5   |

Sumber data: [5]

Tabel 4. Proses pada pahat CNMG 120408-MK

| Kode | Variabel Proses                          | Level |       |       |
|------|--|-------|-------|-------|
|      |  | 1     | 2     | 3     |
| A    | Kecepatan putaran spindel ( <i>rpm</i> ) | 1.379 | 1.567 | 1.755 |
| B    | Kecepatan pemakanan ( <i>feeding</i> )   | 0.20  | 0.22  | 0.24  |
| C    | Kedalaman pemakanan (mm)                 | 0.5   | 1     | 1.5   |

Melalui proses pengambilan data dengan pengukuran melalui alat ukur *surface roughness tester* setelah telah diproses dengan acuan parameter pemesinan pada tabel 3 dan 4 dapat dilihat pada gambar 3, didapatkan nilai pengukuran kekasaran permukaan berdasarkan hasil dari pahat *insert carbide*

DNMG 150608-MA yang dapat dilihat pada tabel 5 dan pahat CNMG 120408-MK pada tabel 6. Kemudian rata-rata terhadap respon dengan pengelompokan data melalui persamaan 6 didapatkan hasil untuk pahat DNMG 150608-MA pada tabel 5 dan untuk pahat CNMG 120408-MK pada tabel 6.

Tabel 5. Data kekasaran permukaan pada pahat DNMG 150608-MA

| No. | Kecepatan Spindel ( <i>rpm</i> ) | <i>Feeding</i> (mm/rev) | Kedalaman Pemakanan (mm) | Kekasaran |       |       | Rata-Rata |
|-----|----------------------------------|-------------------------|--------------------------|-----------|-------|-------|-----------|
|     |                                  |                         |                          | 1         | 2     | 3     |           |
| 1   | 1379                             | 0,20                    | 0,5                      | 1,120     | 0,982 | 1,553 | 1.218     |
| 2   | 1379                             | 0,22                    | 1,0                      | 1,472     | 1,329 | 2,098 | 1.633     |
| 3   | 1379                             | 0,24                    | 1,5                      | 1,894     | 2,073 | 1,852 | 1.939     |
| 4   | 1567                             | 0,20                    | 1,0                      | 1,088     | 1,665 | 1,186 | 1.313     |

|   |      |      |     |       |       |       |       |
|---|------|------|-----|-------|-------|-------|-------|
| 5 | 1567 | 0,22 | 1,5 | 2,006 | 1,408 | 1,804 | 1.739 |
| 6 | 1567 | 0,24 | 0,5 | 2,187 | 1,461 | 1,336 | 1.661 |
| 7 | 1755 | 0,20 | 1,5 | 1,313 | 1,593 | 1,170 | 1.358 |
| 8 | 1755 | 0,22 | 0,5 | 1,437 | 0,895 | 1,371 | 1.234 |
| 9 | 1755 | 0,24 | 1,0 | 2,105 | 2,230 | 2,150 | 2.161 |

Tabel 6. Data kekasaran permukaan pada pahat CNMG 120408-MK

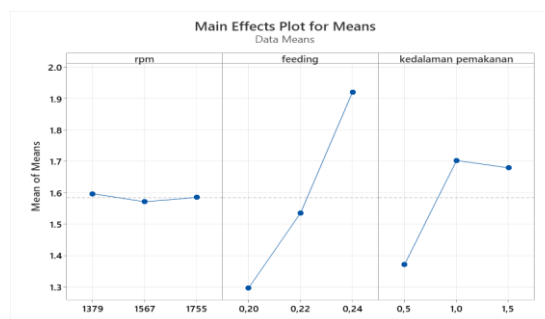
| No. | Kecepatan Spindel (rpm) | Feeding (mm/rev) | Kedalaman Pemakanan (mm) | Kekasaran |       |       | Rata-Rata |
|-----|-------------------------|------------------|--------------------------|-----------|-------|-------|-----------|
|     |                         |                  |                          | 1         | 2     | 3     |           |
| 1   | 1880                    | 0,20             | 0,5                      | 0,992     | 1,801 | 0,965 | 1.252     |
| 2   | 1880                    | 0,22             | 1,0                      | 0,821     | 1,111 | 0,664 | 0.865     |
| 3   | 1880                    | 0,24             | 1,5                      | 1,154     | 1,157 | 1,192 | 1.167     |
| 4   | 2256                    | 0,20             | 1,0                      | 1,561     | 1,117 | 1,628 | 1.435     |
| 5   | 2256                    | 0,22             | 1,5                      | 1,111     | 0,623 | 1,425 | 1.053     |
| 6   | 2256                    | 0,24             | 0,5                      | 1,743     | 1,478 | 1,262 | 1.494     |
| 7   | 2633                    | 0,20             | 1,5                      | 1,859     | 1,478 | 1,441 | 1.592     |
| 8   | 2633                    | 0,22             | 0,5                      | 0,835     | 1,320 | 1,089 | 1.081     |
| 9   | 2633                    | 0,24             | 1,0                      | 1,105     | 1,928 | 0,932 | 1.321     |

Tabel 7. Rata-rata terhadap respon pada pahat DNMG 150608-MA

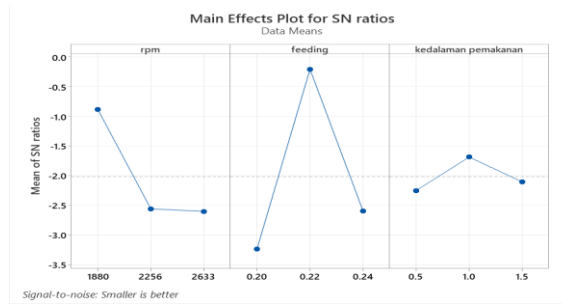
| Respon Parameter Terhadap Mean |                         |                  |                          |
|--------------------------------|-------------------------|------------------|--------------------------|
| Level                          | Kecepatan Spindel (rpm) | Feeding (mm/rev) | Kedalaman pemakanan (mm) |
| 1                              | 1,594                   | 1,296            | 1,371                    |
| 2                              | 1,571                   | 1,535            | 1,702                    |
| 3                              | 1,584                   | 1,920            | 1,678                    |
| Delta                          | 0,025                   | 0,624            | 0,331                    |
| Ranking                        | 3                       | 1                | 2                        |

Tabel 8. Rata-rata terhadap respon pada pahat CNMG 120408-MK

| Respon Parameter Terhadap Mean |                         |                  |                          |
|--------------------------------|-------------------------|------------------|--------------------------|
| Level                          | Kecepatan Spindel (rpm) | Feeding (mm/rev) | Kedalaman pemakanan (mm) |
| 1                              | 1,594                   | 1,296            | 1,371                    |
| 2                              | 1,571                   | 1,535            | 1,702                    |
| 3                              | 1,584                   | 1,920            | 1,678                    |
| Delta                          | 0,025                   | 0,624            | 0,331                    |
| Ranking                        | 3                       | 1                | 2                        |



Gambar 4. Grafik respon terhadap parameter



Gambar 5. Grafik rasio S/N terhadap parameter

Kemudian untuk hasil grafik rata-rata terhadap respon terhadap parameter dapat dilihat pada gambar 4. Melalui persamaan 4 dan 4 didapatkan hasil data rasio S/N pada kekasaran permukaan dengan pahat DNMG

150608 pada tabel 9 dan CNMG 120408-MK pada tabel 10 dengan. Hasil grafik dari rasio S/N pada tiap parameter dapat dilihat pada gambar 5.

Tabel 9. Data rasio S/N terhadap respon pada pahat DNMG 150608-MA

| No | Kecepatan Spindel<br>(rpm) | Feeding<br>(mm/rev) | Kedalaman<br>Pemakanan (mm) | Kekasaran |       |       | S/N    |
|----|----------------------------|---------------------|-----------------------------|-----------|-------|-------|--------|
|    |                            |                     |                             | 1         | 2     | 3     |        |
| 1  | 1379                       | 0,20                | 0,5                         | 1,120     | 0,982 | 1,553 | -1,884 |
| 2  | 1379                       | 0,22                | 1,0                         | 1,472     | 1,329 | 2,098 | -4,438 |
| 3  | 1379                       | 0,24                | 1,5                         | 1,894     | 2,073 | 1,852 | -5,76  |
| 4  | 1567                       | 0,20                | 1,0                         | 1,088     | 1,665 | 1,186 | -2,52  |
| 5  | 1567                       | 0,22                | 1,5                         | 2,006     | 1,408 | 1,804 | -4,90  |
| 6  | 1567                       | 0,24                | 0,5                         | 2,187     | 1,461 | 1,336 | -4,62  |
| 7  | 1755                       | 0,20                | 1,5                         | 1,313     | 1,593 | 1,170 | -2,74  |
| 8  | 1755                       | 0,22                | 0,5                         | 1,437     | 0,895 | 1,371 | -1,99  |
| 9  | 1755                       | 0,24                | 1,0                         | 2,105     | 2,230 | 2,150 | -6,70  |

Tabel 10. Data rasio S/N terhadap respon pada pahat CNMG 120408-MK

| No | Kecepatan Spindel<br>(rpm) | Feeding<br>(mm/rev) | Kedalaman<br>Pemakanan (mm) | Kekasaran |       |       | S/N   |
|----|----------------------------|---------------------|-----------------------------|-----------|-------|-------|-------|
|    |                            |                     |                             | 1         | 2     | 3     |       |
| 1  | 1880                       | 0,20                | 0,5                         | 0,992     | 1,801 | 0,965 | -2,36 |
| 2  | 1880                       | 0,22                | 1,0                         | 0,821     | 1,111 | 0,664 | 1,06  |
| 3  | 1880                       | 0,24                | 1,5                         | 1,154     | 1,157 | 1,192 | -1,34 |
| 4  | 2256                       | 0,20                | 1,0                         | 1,561     | 1,117 | 1,628 | -3,24 |
| 5  | 2256                       | 0,22                | 1,5                         | 1,111     | 0,623 | 1,425 | -0,86 |
| 6  | 2256                       | 0,24                | 0,5                         | 1,743     | 1,478 | 1,262 | -3,56 |
| 7  | 2633                       | 0,20                | 1,5                         | 1,859     | 1,478 | 1,441 | -4,10 |
| 8  | 2633                       | 0,22                | 0,5                         | 0,835     | 1,320 | 1,089 | -0,82 |
| 9  | 2633                       | 0,24                | 1,0                         | 1,105     | 1,928 | 0,932 | -2,87 |

Berdasarkan data MRR yang didapatkan pada tahapan pengambilan data dengan melalui persamaan 7 didapatkan hasil data MRR pahat DNMG 150608-MA pada tabel 11 dan pahat CNMG 120408-MK pada

tabel 12. Kemudian untuk data hasil rasio S/N berdasarkan penggunaan persamaan 4 dan 5, didapatkan pada pahat DNMG 150608-MA bisa dilihat pada tabel 13 dan pahat CNMG 120408-MK pada tabel 14.

Tabel 11. Data hasil MRR pada pahat DNMG 105608-MA

| No. Spesimen | Selisih (gram) | waktu (s) | Massa jenis (g/mm <sup>3</sup> ) | Volume material yang        |                          |
|--------------|----------------|-----------|----------------------------------|-----------------------------|--------------------------|
|              |                |           |                                  | terbuang (mm <sup>3</sup> ) | MRR (mm <sup>3</sup> /s) |
| 1            | 44.68          | 69.13     | 0,0078                           | 5728.205                    | 82.86135                 |
| 2            | 44.44          | 42.38     | 0,0078                           | 5697.436                    | 134.4369                 |
| 3            | 45.21          | 29.08     | 0,0078                           | 5796.154                    | 199.3175                 |
| 4            | 52.5           | 40.41     | 0,0078                           | 6730.769                    | 166.562                  |
| 5            | 44.88          | 27.52     | 0,0078                           | 5753.846                    | 209.0787                 |
| 6            | 44.15          | 50.42     | 0,0078                           | 5660.256                    | 112.2621                 |
| 7            | 44.73          | 26.94     | 0,0078                           | 5734.615                    | 212.8662                 |

| No. Spesimen | Selisih (gram) | waktu (s) | Massa jenis (g/mm <sup>3</sup> ) | Volume material yang        |                          |
|--------------|----------------|-----------|----------------------------------|-----------------------------|--------------------------|
|              |                |           |                                  | terbuang (mm <sup>3</sup> ) | MRR (mm <sup>3</sup> /s) |
| 8            | 42.63          | 49.91     | 0,0078                           | 5465.385                    | 109.5048                 |
| 9            | 43.2           | 30.55     | 0,0078                           | 5538.462                    | 181.2917                 |
| 10           | 43.93          | 69.9      | 0,0078                           | 5632.051                    | 80.57298                 |
| 11           | 44.71          | 41.61     | 0,0078                           | 5732.051                    | 137.7566                 |
| 12           | 46.88          | 29.02     | 0,0078                           | 6010.256                    | 207.1074                 |
| 13           | 45.21          | 40.15     | 0,0078                           | 5796.154                    | 144.3625                 |
| 14           | 45.06          | 27.4      | 0,0078                           | 5776.923                    | 210.8366                 |
| 15           | 44.12          | 51.72     | 0,0078                           | 5656.41                     | 109.366                  |
| 16           | 43.94          | 26.99     | 0,0078                           | 5633.333                    | 208.7193                 |
| 17           | 42.92          | 49.9      | 0,0078                           | 5502.564                    | 110.2718                 |
| 18           | 42.38          | 30.66     | 0,0078                           | 5433.333                    | 177.2124                 |
| 19           | 44.43          | 68.22     | 0,0078                           | 5696.154                    | 83.49683                 |
| 20           | 45.1           | 41.51     | 0,0078                           | 5782.051                    | 139.293                  |
| 21           | 49.59          | 28.53     | 0,0078                           | 6357.692                    | 222.8424                 |
| 22           | 44.15          | 40.86     | 0,0078                           | 5660.256                    | 138.5281                 |
| 23           | 43.83          | 27.34     | 0,0078                           | 5619.231                    | 205.5315                 |
| 24           | 45.1           | 51.68     | 0,0078                           | 5782.051                    | 111.8818                 |
| 25           | 43.31          | 26.65     | 0,0078                           | 5552.564                    | 208.3514                 |
| 26           | 42.45          | 50.38     | 0,0078                           | 5442.308                    | 108.0252                 |
| 27           | 42.99          | 30.5      | 0,0078                           | 5511.538                    | 180.7062                 |

Tabel 12. Data hasil MRR pada pahat CNMG 120408-MK

| No. Spesimen | Selisih (gram) | waktu (s) | Massa jenis (g/mm <sup>3</sup> ) | Volume material yang        |                          |
|--------------|----------------|-----------|----------------------------------|-----------------------------|--------------------------|
|              |                |           |                                  | terbuang (mm <sup>3</sup> ) | MRR (mm <sup>3</sup> /s) |
| 1            | 46.97          | 52.41     | 0,0078                           | 6021.795                    | 114.8978                 |
| 2            | 45.52          | 30.35     | 0,0078                           | 5835.897                    | 192.2866                 |
| 3            | 45.7           | 21.93     | 0,0078                           | 5858.974                    | 267.1671                 |
| 4            | 43.26          | 42.76     | 0,0078                           | 5546.154                    | 129.7043                 |
| 5            | 46.84          | 26.6      | 0,0078                           | 6005.128                    | 225.7567                 |
| 6            | 50.43          | 18.25     | 0,0078                           | 6465.385                    | 354.2677                 |
| 7            | 52.21          | 38.1      | 0,0078                           | 6693.59                     | 175.6848                 |
| 8            | 45.61          | 23.09     | 0,0078                           | 5847.436                    | 253.2454                 |
| 9            | 46.8           | 17.55     | 0,0078                           | 6000                        | 341.8803                 |
| 10           | 45.35          | 51.35     | 0,0078                           | 5814.103                    | 113.225                  |
| 11           | 45.98          | 31.7      | 0,0078                           | 5894.872                    | 185.9581                 |

|    |       |       |        |          |          |
|----|-------|-------|--------|----------|----------|
| 12 | 46.05 | 22.19 | 0,0078 | 5903.846 | 266.0589 |
| 13 | 47.21 | 43.34 | 0,0078 | 6052.564 | 139.6531 |
| 14 | 48.82 | 26.75 | 0,0078 | 6258.974 | 233.9803 |
| 15 | 50.44 | 18.1  | 0,0078 | 6466.667 | 357.2744 |
| 16 | 45.88 | 38.17 | 0,0078 | 5882.051 | 154.1014 |
| 17 | 47.96 | 23.08 | 0,0078 | 6148.718 | 266.4089 |
| 18 | 45.07 | 15.87 | 0,0078 | 5778.205 | 364.0961 |
| 19 | 45.9  | 51.45 | 0,0078 | 5884.615 | 114.3754 |
| 20 | 45.9  | 31.01 | 0,0078 | 5884.615 | 189.7651 |

| No. Spesimen | Selisih (gram) | waktu (s) | Massa jenis (g/mm <sup>3</sup> ) | Volume material yang        |                          |
|--------------|----------------|-----------|----------------------------------|-----------------------------|--------------------------|
|              |                |           |                                  | terbuang (mm <sup>3</sup> ) | MRR (mm <sup>3</sup> /s) |
| 21           | 45.9           | 20.83     | 0,0078                           | 5884.615                    | 282.5067                 |
| 22           | 46.4           | 43.94     | 0,0078                           | 5948.718                    | 135.3827                 |
| 23           | 50.05          | 26.5      | 0,0078                           | 6416.667                    | 242.1384                 |
| 24           | 50.72          | 18.05     | 0,0078                           | 6502.564                    | 360.2529                 |
| 25           | 48,17          | 38.09     | 0,0078                           | 6175,641                    | 162,1329                 |
| 26           | 45.36          | 23.76     | 0,0078                           | 5815.385                    | 244.7552                 |
| 27           | 46             | 15.82     | 0,0078                           | 5897.436                    | 372.7836                 |

Tabel 13. Data hasil rasio S/N pada pahat DNMG 105608-MK

| No. | Kecepatan Spindel (rpm) | Feeding (mm/rev) | Kedalaman Pemakanan (mm) | MRR    |        |        | S/N    |
|-----|-------------------------|------------------|--------------------------|--------|--------|--------|--------|
|     |                         |                  |                          | 1      | 2      | 3      |        |
| 1   | 1379                    | 0,20             | 0,5                      | 82.861 | 80.572 | 83.496 | -38.31 |
| 2   | 1379                    | 0,22             | 1,0                      | 134.43 | 137.75 | 139.29 | -42.74 |
| 3   | 1379                    | 0,24             | 1,5                      | 199.31 | 207.10 | 222.84 | -46.44 |
| 4   | 1567                    | 0,20             | 1,0                      | 166.56 | 144.36 | 138.52 | -43.53 |

| No. | Kecepatan Spindel (rpm) | Feeding (mm/rev) | Kedalaman Pemakanan (mm) | MRR    |        |        | S/N    |
|-----|-------------------------|------------------|--------------------------|--------|--------|--------|--------|
|     |                         |                  |                          | 1      | 2      | 3      |        |
| 5   | 1567                    | 0,22             | 1,5                      | 209.07 | 210.83 | 205.53 | -46.38 |
| 6   | 1567                    | 0,24             | 0,5                      | 112.26 | 109.36 | 111.88 | -40.92 |
| 7   | 1755                    | 0,20             | 1,5                      | 212.86 | 208.71 | 208.35 | -46.44 |
| 8   | 1755                    | 0,22             | 0,5                      | 109.50 | 110.27 | 108.02 | -40.77 |
| 9   | 1755                    | 0,24             | 1,0                      | 181.29 | 177.21 | 180.70 | -45.09 |

Tabel 14. Data hasil rasio S/N pada pahat CNMG 120408-MK

| No. | Kecepatan Spindel (rpm) | Feeding (mm/rev) | Kedalaman Pemakanan (mm) | MRR     |         |         | S/N    |
|-----|-------------------------|------------------|--------------------------|---------|---------|---------|--------|
|     |                         |                  |                          | 1       | 2       | 3       |        |
| 1   | 1880                    | 0.20             | 0.5                      | 114.898 | 113.225 | 114.375 | -41.15 |
| 2   | 1880                    | 0.22             | 1.0                      | 192.287 | 185.958 | 189.765 | -45.54 |
| 3   | 1880                    | 0.24             | 1.5                      | 267.167 | 266.059 | 282.507 | -48.69 |
| 4   | 2256                    | 0.20             | 1.0                      | 129.704 | 139.653 | 135.383 | -42.60 |
| 5   | 2256                    | 0.22             | 1.5                      | 225.757 | 233.980 | 242.138 | -47.38 |
| 6   | 2256                    | 0.24             | 0.5                      | 354.268 | 357.274 | 360.253 | -51.06 |
| 7   | 2633                    | 0.20             | 1.5                      | 175.685 | 154.101 | 162.133 | -44.30 |
| 8   | 2633                    | 0.22             | 0.5                      | 253.245 | 266.409 | 244.755 | -48.12 |
| 9   | 1880                    | 0.20             | 0.5                      | 114.898 | 113.225 | 114.375 | -51.12 |

#### 4. SIMPULAN

Hasil penelitian ini mengenai pengaruh parameter pemesinan CNC bubut terkait MRR dan kekasaran permukaan menyatakan untuk

parameter yang sangat mempengaruhi MRR adalah kecepatan potong dengan parameter optimal 1755 rpm untuk kecepatan putar, 0,24

mm/rev untuk kecepatan pemakanan, dan 1,5 mm untuk kedalaman pemotongan. Pahat DNMG 105608-MA didapatkan nilai MRR sebesar 1.072,8 mm<sup>3</sup>/s sedikit lebih unggul dibandingkan pahat CNMG 120408-MK dengan nilai MRR sebesar 1.032,5 mm<sup>3</sup>/s.

Kemudian untuk parameter yang sangat berpengaruh terhadap kekasaran

permukaan adalah *feeding*. Parameter terbaik didapatkan pada jenis pahat DNMG 105608-MA dengan nilai kecepatan putar 1379 rpm, *feeding* 0,20 mm/rev, dan kedalaman pemotongan 0,5 mm. Didapatkan nilai kekasaran permukaan pada hasil dari pahat DNMG 105608-MA sebesar 1.128 μm dan nilai pahat CNMG sebesar 0,865 μm.

#### DAFTAR PUSTAKA

- [1] Azib FB. Pengaruh Variasi Kecepatan Potong, Gerak Makan, Dan Kedalaman Potong Pada Mesin Bubut Terhadap Tingkat Keausan Pahat HSS. *Jurnal Rekayasa Mesin* 2017:1–10.
- [2] Wulandari R, A M. Pengaruh Variasi Putaran Mesin Terhadap Waktu Pengeboran Dengan Material Aluminium Al 6063 Pada Mesin Bor Duduk. *Jurnal Mechanical Engineering (J Mech Eng)* 2021:1–23.
- [3] C TK. Analisis Efisiensi Dan Efektifitas Penggunaan Mesin Produksi Pada CV. Harapan Baru Surakarta. 2009.
- [4] Indrawan E. Analisis Kualitas Geometri Mesin Bubut Maximat Super 11. *INVOTEK* 2020:71–80.
- [5] Rifqi Syahputra N. Analisis Pengaruh Parameter Pemesinan CNC Bubut Terhadap MRR dan Kekasaran Permukaan pada Material ST 37 Menggunakan Metode Taguchi. *Politeknik Manufaktur Negeri Bangka Belitung*, 2025.
- [6] Sihombing JD. Analisa Material Removal Rate (MRR) Baja SKD11 pada Proses CNC Turning dengan Menggunakan Metode Taguchi. *Jurnal Teknik Mesin* 2022.
- [7] Gilbran A, Oktriadi Y, Yudo E. Analisis Pengaruh Parameter Terhadap MRR Pada Benda Kerja di Mesin CNC Turning dengan Metode Taguchi. *Jurnal Inovasi Teknologi Terapan* 2024:9–14.
- [8] Ananta EM, Nurrohkayati AS, Mujianto A, Waluyo HT. Optimasi Nilai Kekasaran Permukaan Baja ST 37 Berdasarkan pada Parameter Proses Pembubutan Menggunakan Metode Taguchi. *Simposium Nasional RAPI XXI–2022 FT UMS*, 2022, p. 65–72.
- [9] Syach S, Nurrohkayati AS, Pranoto SH. Optimasi parameter untuk kekasaran permukaan pada proses pembubutan baja ST37 dengan menggunakan metode Taguchi. *TEKNOSAINS: Jurnal Sains, Teknologi Dan Informatika* 2022:114–20.
- [10] Kondo MY, C. P, Souza J V, Ribeiro M V, Alves MC. Optimizing Cutting Parameters for Cutting Power and Roughness in VAT32® Turning with an Experimental Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> Method. *Procedia CIRP* 2018.
- [11] Groover PM. *Fundamentals of Modern Manufacturing: Materials, Processes and Systems*. New York: Wiley; 2010.
- [12] Septiaji P. Aluminium 1100 Dengan Pengaruh Variasi Tegangan Dan Gap Pada Proses Electro-Chemical Machining (ECM) Menggunakan Elektroda Terisolasi. *Jurnal Teknik Mesin* 2016.