

# PENGARUH VARIASI PUTARAN SPINDEL DAN KEDALAMAN PEMOTONGAN TERHADAP KEKASARAN PERMUKAAN BAJA AISI 4340 PADA PROSES BUBUT KONVENSIONAL

Muji Burrahman<sup>1</sup>, Mawardi<sup>2\*</sup>, Murtadhahadi<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Mahasiswa Program Studi Teknologi Rekayasa Manufaktur  
Jurusan Teknik Mesin, Politeknik Negeri Lhokseumawe

<sup>2</sup>Dosen Jurusan Teknik Mesin Politeknik Negeri Lhokseumawe  
Jl. Medan –Banda Aceh Km.280 Buketrata

\*Penulis Korespondensi: mawardi@pnl.ac.id

## Abstract

Kekasaran permukaan adalah salah satu karakteristik penting dalam metode pemesinan karena berpengaruh pada kinerja komponen mesin. Parameter pemesinan seperti kedalaman potong, kecepatan potong, kecepatan gerak pahat, kecepatan putar spindel, lama waktu pemesinan, pendingin, jenis benda kerja, jenis pahat, dan kondisi pemesinan, memiliki dampak signifikan terhadap kualitas kekasaran permukaan. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh putaran spindel dan kedalaman pemotongan dalam proses pembubutan dengan metode *dry cutting* terhadap kekasaran permukaan Baja AISI 4340 menggunakan pahat karbida. Penelitian ini dilakukan dengan variasi kecepatan spindle 900 dan 1230 Rpm dengan kedalaman pemotongan tetap 0,2, 0,3 dan 0,4 mm dan dilakukan 5 kali pemakanan. Total 6 spesimen Baja AISI 4340 digunakan dalam eksperimen ini. Berdasarkan hasil pengujian, nilai kekasaran permukaan terendah ( $R_a$ ) diperoleh pada putaran spindel 1230 Rpm dengan nilai kekasaran rata-rata 1,186  $\mu\text{m}$ . Sedangkan kekasaran permukaan tertinggi ( $R_a$ ) diperoleh putaran spindel 900 Rpm dengan nilai kekasaran 5,611  $\mu\text{m}$ . Hasil ini menunjukkan bahwa peningkatan putaran spindle menghasilkan permukaan benda kerja yang lebih halus.

**Keywords:** Bubut, Baja AISI 4340, Kekasaran Permukaan.

## 1 PENDAHULUAN

### 1.1 Latar Belakang

Perkembangan teknologi industri manufaktur terus meningkat, sejalan dengan perkembangan ilmu pengetahuan dan teknologi, peningkatan produksi harus diimbangi dengan peningkatan kualitas hasil produksi. Ditemukannya mesin-mesin produksi sangat membantu dalam peningkatan kualitas tersebut terutama dalam pembuatan komponen-komponen mesin. Salah satu hal penting dalam pembuatan komponen-komponen mesin adalah pengerjaan logam atau *metal work*. Keberadaan mesin perkakas produksi, menjadikan pengerjaan logam akan semakin efisien serta dengan ketelitian yang tinggi. Dalam proses pengerjaan logam, mesin bubut konvensional telah dikenal peran dan fungsinya untuk membuat suatu komponen atau suku cadang.[1]

Mesin bubut konvensional merupakan mesin yang banyak digunakan untuk proses pemesinan, selain itu juga ada mesin frais, skrup, grinding dan lain - lain, dan hampir mempunyai fungsi yang sama, yaitu untuk memproduksi benda kerja yang

outputnya harus rata dan halus. Dari mesin - mesin konvensional diatas nantinya akan menghasilkan suatu produk untuk menghasilkan produk. Mesin - mesin diatas diciptakan untuk memproduksi suatu barang multiguna yang nantinya akan digunakan lagi untuk memproduksi atau menghasilkan suatu barang yang sering dikonsumsi atau digunakan masyarakat. Mesin bubut saat ini semakin canggih sehingga semakin teliti barang yang dihasilkan.[2]

Kekasaran permukaan menjadi ukuran kualitas permukaan pada proses pembuatannya. Dalam praktek dilapangan sering kali yang pertama ditetapkan adalah Tingkat kekasaran yang diinginkan, kemudian berdasarkan tingkat kekasaran tersebut, dengan menentukan parameter pemotongan yaitu kedalaman pemotongan, laju pemotongan, dan putaran spindel. Jika kekasaran permukaan yang didapat tidak sesuai dengan yang diinginkan maka dilakukan lagi proses pemesinan dengan pengaturan parameter pemotongan yang lain.[3]

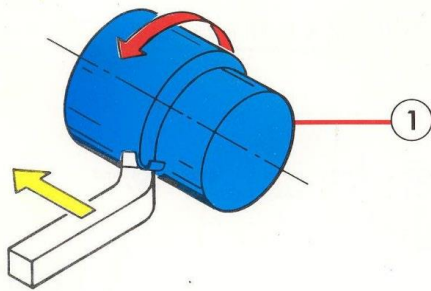
## 2 TINJAUAN PUSTAKA

### 2.1 Proses bubut

Proses Pembubutan menurut definisi ASM International adalah proses pemesian konvensional untuk membentuk permukaan yang dilakukan dengan pahat terhadap benda kerja yang berputar, yang penggunaannya dirancang untuk menyayat bagian material bagian tidak diinginkan untuk memenuhi dimensi, toleransi, dan hasil akhir konsisten dengan desain teknik.

Selain itu fungsi mesin bubut adalah untuk membentuk benda yang dikerjakan menurut parameter geometri tertentu, biasanya mempunyai penampang silinder dan biasanya terbuat dari bahan logam, menjadi bentuk dan ukuran yang diinginkan dengan cara dipotong atau membuang bagian dari benda kerja menjadi serpihan dengan menggunakan mata pahat yang jenis materialnya lebih keras dari benda yang di potong.[4] Proses pemesian permukaan luar benda silindris atau bubut rata yang ciri dasarnya sebagai berikut :

1. Benda kerja yang berputar
2. Menggunakan pahat tunggal
3. Dengan gerakan pahat menyayat permukaan luar benda kerja pada jarak tertentu, sejajar dengan sumbunya (lihat gambar 2.1)



Gambar 2.1 Proses bubut rata permukaan

## 3 METODA PENELITIAN

### 3.1 Waktu dan Tempat

Adapun tempat yang digunakan untuk proses penelitian tersebut dikerjakan di Lab. Produksi dan Lab. Metrologi dan Kontrol Kualitas jurusan Teknik Mesin. Pada penelitian ini adanya tahapan-tahapan dalam melaksanakannya dengan tujuan agar mendapatkan hasil yang akurat dan memuaskan. Waktu untuk proses penelitian eksperimental ini, dilakukan lebih kurang selama 16 minggu.

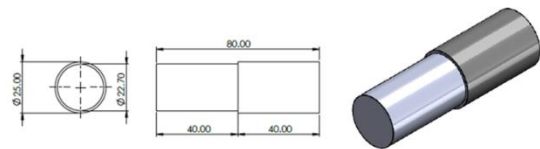
### 3.2 Alat Penelitian

Peralatan yang digunakan pada penelitian ini adalah :

1. Mesin Gergaji.
2. Mesin Bubut EmcoMaier + CO Maximat V-13.
3. Pahat *Insert Carbide*
4. Jangka Sorong.
5. Kunci Chuck.
6. Kunci tool post.
7. Alat Ukur Kekasaran ( *Surface Roughness Test* ) Mitutoyo SJ-310.

### 3.3 Bahan Penelitian

Baja yang digunakan pada pengujian ini adalah jenis baja karbon sedang AISI 4340 dengan diameter 25 mm dan panjang 80 mm, seperti (Gambar 3.1)



Gambar 3. 1 Spesimen pengujian

### 3.4 Tahapan Penelitian

#### 3.4.1 Persiapan Spesimen

1. Memotong material dengan mesin gergaji potong sebanyak 6 pcs dengan  $p \times \varnothing = 80 \text{ mm} \times 25 \text{ mm}$ .
2. Melakukan pembubutan kasar dengan pemakanan 0,5 mm sebanyak 5 kali.
3. Melakukan proses pembubutan dengan variasi yang telah ditentukan.

#### 3.4.2 Menentukan Variabel Parameter Pemotongan

Langkah penelitian diawali dengan menentukan variabel parameter dasar pengukuran. Maka parameter yang harus dilakukan adalah putaran spindle ( $n$ ), kedalaman potong ( $a$ ). Sedangkan untuk variasi pengukuran dibedakan

sebanyak 2 variasi putaran spindle dan 3 kedalaman potong, seperti ditunjukkan pada, (tabel 3.1).

Tabel 3. 1 Jumlah Sampel untuk Masing-Masing Proses.

| Spesimen: Baja AISI 4340 |                       |                          |                 |
|--------------------------|-----------------------|--------------------------|-----------------|
| Kode Sampel              | Kecepatan Putar (rpm) | Ketebalan Pemakanan (mm) | Jumlah Spesimen |
| X1                       | 900                   | 0.2                      | 1               |
| X2                       | 900                   | 0.3                      | 1               |
| X3                       | 900                   | 0.4                      | 1               |
| Y1                       | 1230                  | 0.2                      | 1               |
| Y2                       | 1230                  | 0.3                      | 1               |
| Y3                       | 1230                  | 0.4                      | 1               |

### 3.4.3 Pengujian Kekasaran Permukaan

Pengujian kekasaran dilakukan dengan menggunakan *Surface Roughness* Terster Mitutoyo SJ-310 dan harga kekasaran dinyatakan dalam *Ra*. Alat uji kekasaran digunakan pada spesimen setelah proses pembubutan untuk mengetahui tingkat kekasaran spesimen tersebut. Berikut langkah-langkahnya:

1. Menyiapkan dan mengkalibrasi alat uji kekasaran Mitutoyo SJ-310.
2. Menyiapkan spesimen yang akan diuji kekasaran.
3. Menempatkan spesimen dibawah stylus alat uji.
4. Memulai sesi uji kekasaran permukaan spesimen.
5. Print data hasil pengujian kekasaran.

## 4 HASIL DAN PEMBAHASAN

### 4.1 Hasil Penelitian

Pengujian ini dilakukan menggunakan alat uji kekasaran *Surface Roughness Test* Mitutoyo SJ-310. Pengujian dilakukan pada 6 sampel yang telah melalui proses pembubutan dengan variasi putaran *spindle* dan kedalaman potong. Pada setiap sampel dilakukan pengujian kekasaran sebanyak 3 titik. Hasil dari sebelum dan sesudah pembubutan dapat dilihat pada gambar 4.1 berikut:



Gambar 4. 1 Spesimen sebelum pembubutan dan Spesimen setelah pembubutan

Pahat yang digunakan yaitu pahat karbida dengan menggunakan persamaan :

$$n = \frac{Vc \times 1000}{\pi \times d}$$

$$= \frac{70,65 \times 1000}{3,14 \times 25}$$

$$= 900 \text{ Rpm}$$

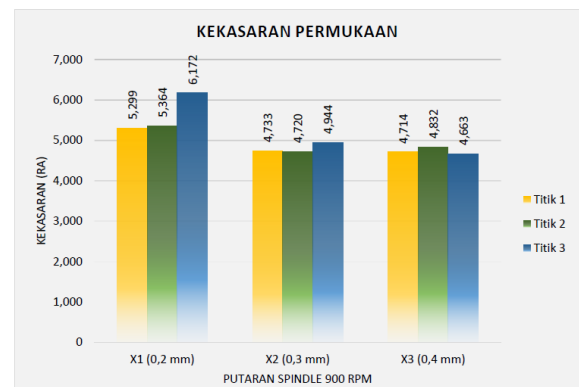
Dari hasil perhitungan di atas dapat diketahui bahwa variasi putaran spindle yang digunakan adalah 900 dan 1230 Rpm.

### 4.1 Proses Penelitian

Proses penelitian ini menggunakan proses bubut *turning* yang dilakukan untuk pembuatan spesimen dan proses pengujian.

### 4.2 Hasil Data Pengujian Kekasaran dan Pembahasan

Berikut hasil data pengujian kekasaran *Surface Ruoghness Test* dari spesimen setelah pembubutan dengan variasi putaran spindle dan kedalaman potong dapat dilihat pada gambar 4.2, gambar 4.3, gambar 4.4, table 4.1, dan table 4.2 berikut:



Gambar 4. 2 Grafik Nilai Kekasaran Permukaan pada Putaran Spindle 900 rpm

Tabel 4. 1 Tingkat Kekasaran Permukaan pada Spesimen X1, X2 dan X3

| Kode Sampel | Titik Uji | Nilai Kekasaran (Ra) |                  |
|-------------|-----------|----------------------|------------------|
|             |           | $\mu\text{m}$        | $\mu\text{inch}$ |
| X1 (0,2 mm) | 1         | 5,299                | 208              |
|             | 2         | 5,364                | 211              |
|             | 3         | 6,172                | 242              |
| X2 (0,3 mm) | 1         | 4,733                | 186              |
|             | 2         | 4,720                | 186              |
|             | 3         | 4,944                | 194              |
| X3 (0,4 mm) | 1         | 4,714                | 185              |
|             | 2         | 4,832                | 190              |
|             | 3         | 4,663                | 183              |

Nilai rata-rata kekasaran permukaan pada kedalaman potong 0,2 mm dengan putaran *spindle* 900 rpm, dengan menggunakan persamaan :

$$Ra = \frac{Ra1+Ra2 + Ra3}{3} \dots\dots\dots(1)$$

$$Ra = \frac{5,299 + 5,364 + 6,172}{3} = 5,611 \mu\text{m}$$

Nilai rata-rata kekasaran permukaan pada kedalaman potong 0,3 mm dengan putaran *spindle* 900 rpm adalah:

$$Ra = \frac{Ra1+Ra2 + Ra3}{3} \dots\dots\dots(2)$$

$$Ra = \frac{4,733 + 4,720 + 4,944}{3} = 4,799 \mu\text{m}$$

Nilai rata-rata kekasaran permukaan pada kedalaman potong 0,4 mm dengan putaran *spindle* 900 rpm adalah:

$$Ra = \frac{Ra1+Ra2 + Ra3}{3} \dots\dots\dots(3)$$

$$Ra = \frac{4,714 + 4,832 + 4,663}{3} = 4,736 \mu\text{m}$$

Dari grafik 4.2 dapat dilihat bahwa hasil kekasaran permukaan terbaik terdapat pada spesimen X3 (0.4 mm) di titik uji ketiga dengan hasil Ra 4.663  $\mu\text{m}$  yang termasuk ke dalam range N8, ditentukan berdasarkan standar pada tabel 2.1 di halaman 19, kemudian kekasaran permukaan yang paling tinggi terdapat pada spesimen X1 (0.2 mm) di titik uji ke 3 dengan hasil Ra 6.172  $\mu\text{m}$  yang termasuk dalam range N8.

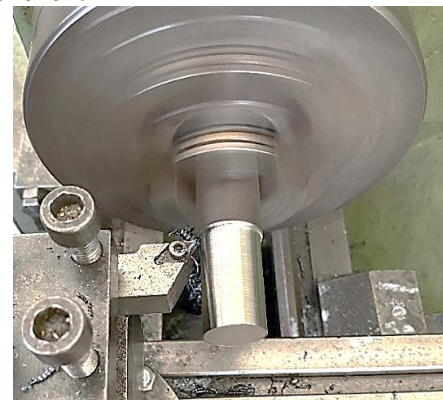
Hal ini di pengaruhi oleh semakin besar kedalaman potong yang digunakan akan menyebabkan pembentukan tatal yang akan tersambung atau kontiniu dan sebaliknya kedalaman potong yang semakin rendah, akan menghasilkan tatal yang terputus-putus atau terpisah. Kedua hal ini mengakibatkan perbedaan tingkat kekasaran permukaan benda kerja yang bergantung pada

kecepatan potong dan juga dapat dipengaruhi oleh jenis bahan benda kerja dan bahan alat potong yang digunakan.

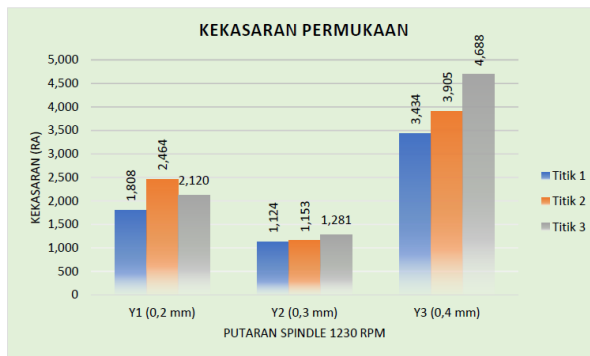
Nilai kekasaran terbaik diperoleh pada speimen X3 titik 3 kedalaman potong 0,4 mm dengan nilai kekasaran 4,736  $\mu\text{m}$ . Sedangkan nilai kekasaran tertinggi diperoleh pada spesimen X1 titik 3 kedalaman potong 0,2 mm dengan nilai kekasaran 6,172  $\mu\text{m}$ . Pada spesimen X1 nilai kekasarannya tinggi, hal ini disebabkan karena mata pahat yang aus sehingga mata pahat tidak mampu menahan beban yang besar dari putaran spindle yang tinggi. Berdasarkan nilai kekasaran permukaan rata-rata tersebut pencapaian tingkat kekasaran permukaan (N) adalah berkisaran antara N8 yang artinya tingkat kekasaran permukaan yang dicapai masih dalam standar yang diizinkan dari hasil pada proses pembubutan.

Kekasaran benda kerja yang terbaik adalah yang nilainya terendah yang dihasilkan. Setelah dilakukan pengujian kekasaran dengan alat uji Mitotoyo SJ-310, diketahui spesimen dengan kedalaman potong 0,2 mm lebih kasar dengan nilai rata-rata 5,611 $\mu\text{m}$  dan nilai rata-rata kedalaman potong 0,3 mm adalah 4,799  $\mu\text{m}$  sedangkan spesimen dengan pemotongan 0,4 mm sedikit lebih halus dengan nilai rata- rata kekasarannya yaitu 4,736  $\mu\text{m}$ .

Hal ini di pengaruhi oleh semakin besar kedalaman potong yang digunakan akan menyebabkan pembentukan tatal yang akan tersambung atau kontiniu dan sebaliknya kedalaman potong yang semakin rendah, akan menghasilkan tatal yang terputus-putus atau terpisah seperti yang terlihat pada (Gambar 4.3), kedua hal ini mengakibatkan perbedaan tingkat kekasaran permukaan benda kerja yang bergantung pada kecepatan potong dan juga dapat dipengaruhi oleh jenis bahan benda kerja dan bahan alat potong yang digunakan.



Gambar 4. 3 Tatal yang terpisah pada proses bubut *Spindle speed* berpengaruh terhadap bentuk tatal dalam proses pembubutan, kecepatan yang tinggi dapat menghasilkan tatal lebih halus dan panjang karena pemotongan yang lebih cepat, sedangkan kecepatan rendah menghasilkan tatal lebih kasar dan pendek karena pemotongan yang lebih lambat. Penyesuaian kecepatan spindle yang tepat dengan *feed rate* sangat penting untuk menghasilkan bentuk dan ukuran tatal yang diinginkan serta memastikan efisiensi pemesinan.[5] Datanya dapat dilihat pada (Gambar 4.4) sebagai berikut :



Gambar 4.4 Grafik Nilai Kekasaran Permukaan pada Putaran Spindle 1230 rpm

Tabel 4. 2 Tingkat Kekasaran Permukaan pada Spesimen Y1, Y2 dan Y3

| Kode Sampel | Titik Uji | Nilai Kekasaran (Ra) |                  |
|-------------|-----------|----------------------|------------------|
|             |           | $\mu\text{m}$        | $\mu\text{inch}$ |
| Y1 (0,2 mm) | 1         | 1,808                | 71               |
|             | 2         | 2,464                | 97               |
|             | 3         | 2,120                | 83               |
| Y2 (0,3 mm) | 1         | 1,124                | 44               |
|             | 2         | 1,153                | 45               |
|             | 3         | 1,281                | 50               |
| Y3 (0,4 mm) | 1         | 3,434                | 135              |
|             | 2         | 3,905                | 153              |
|             | 3         | 4,688                | 185              |

Nilai rata-rata kekasaran permukaan pada kedalaman potong 0,2 mm dengan putaran *spindle* 1230 rpm dengan menggunakan persamaan:

$$Ra = \frac{Ra1+Ra2 + Ra3}{3} \dots\dots\dots(4)$$

$$Ra = \frac{1,808 + 2,464 + 2,120}{3} = 2,130 \mu\text{m}$$

Nilai rata-rata kekasaran permukaan pada kedalaman potong 0,3 mm dengan putaran *spindle* 1230 rpm adalah:

$$Ra = \frac{Ra1+Ra2 + Ra3}{3} \dots\dots\dots(5)$$

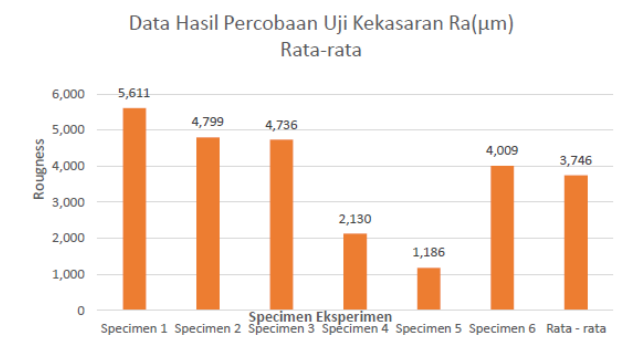
$$Ra = \frac{1,124 + 1,153 + 1,281}{3} = 1,186 \mu\text{m}$$

Nilai rata-rata kekasaran permukaan pada kedalaman potong 0,4 mm dengan putaran *spindle* 1230 rpm adalah:

$$Ra = \frac{Ra1+Ra2 + Ra3}{3} \dots\dots\dots(6)$$

$$Ra = \frac{3,434 + 3,905 + 4,688}{3} = 4,009 \mu\text{m}$$

Dari grafik 4.4 dapat dilihat bahwa hasil kekasaran permukaan terbaik terdapat pada spesimen Y2 (0.3 mm) di titik uji pertama dengan hasil Ra 1.186  $\mu\text{m}$  yang termasuk ke dalam range N7 ditentukan berdasarkan standar pada tabel 2.1 di halaman 19, kemudian kekasaran permukaan yang paling tinggi terdapat pada spesimen Y3 (0.4 mm) di titik uji ke 3 dengan hasil Ra 4,009  $\mu\text{m}$  yang termasuk dalam range N8. Artinya semakin tinggi putaran spindle dan kedalaman pemakanan menengah semakin baik hasil terhadap kekasaran permukaan.



Gambar 4. 5 Grafik Nilai Rata-Rata Kekasaran Permukaan

Berdasarkan gambar 4.5 di atas dapat dijelaskan bahwa nilai kekasaran permukaan rata-rata yang dicapai dari hasil pembubutan Baja AISI 4340 menggunakan pahat potong karbida yang divariasikan putaran spindle 900 Rpm dan 1230 Rpm dengan kedalaman pemotongan 0.2 mm, 0.3 mm dan 0.4 mm, nilai permukaan terhalus yang dicapai adalah (Ra) = 1,186  $\mu\text{m}$  yaitu pada

putaran spindel 1230 Rpm dan kedalaman pemotongan 0.3 mm. Sedangkan nilai kekasaran terkasar yang dicapai adalah  $(Ra) = 5,611 \mu m$  yaitu pada putaran spindel 900 Rpm dan kedalaman pemakanan 0.2 mm.

## 5 Kesimpulan

1. Nilai kekasaran permukaan terbaik (halus) terdapat pada spesimen Y2 dengan putaran spindle 1230 rpm dan kedalaman pemotongan 0.3 mm dengan nilai kekasaran rata-rata adalah  $1.186 \mu m$  yang termasuk ke dalam range N7.

2. Nilai kekasaran permukaan terbesar (kasar) terdapat pada spesimen X1 dengan putaran spindle 900 rpm dan kedalaman pemotongan 0.2 mm dengan nilai kekasaran rata-rata  $5.611 \mu m$  yang termasuk ke dalam range N8.

## 6 Daftar Pustaka

- [1] M. A. Aditia and A. M. Sakti, "Jenis Pahat, Kecepatan Spindel, Dan Kedalaman Pemakanan terhadap Tingkat Kerataan Permukaan dan Bentuk Geram Baja St. 60 Pengaruh pada Proses Bubut Konvensional Muhammad," *J. Tek. Mesin*, vol. 01, no. 02, pp. 311–318, 2013.
- [2] G. A. Rachman and A. M. Sakti, "Pengaruh Kedalaman Pemakanan, Jenis Pendinginan Dan Kecepatan Spindel Terhadap Kerataan Dan Kekasaran Permukaan Baja St 42 Pada Proses Bubut Konvensional," *Pengaruh Kedalaman Pemakanan, Jenis Pendinginan dan Kecepatan Spindel*, vol. 2, no. 3, pp. 11–20, 2014.
- [3] M. Sabil, I. Yusuf, and Sumardi, "Pengaruh Variasi Putaran Spindel Dan Kedalaman Pemotongan Terhadap Kekasaran Permukaan Baja ST 60 Pada Proses Bubut Konvensional," *J. Mesin Sains Terap. Vol.1 No. 1*, vol. 1, no. 1, pp. 1–6, 2017.
- [4] Mudjijanto, E. Sutarto, and Sarip, "Analisis Karakteristik Geram dan Kekasaran Permukaan pada Proses Bubut Kecepatan Rendah terhadap Baja Karbon," *Simetris*, vol. 13, no. 1, pp. 18–23, 2019.
- [5] Dhanu Widhiantoro, "Pengaruh Spindle

Speed dan Feed Rate Terhadap Kekasaran Permukaan AL 6061 Melalui Proses CNC Milling Sinumeric Type802S," *Tek Mesin*, vol. 1, pp. 23–24, 2017.