



## PENGARUH VARIASI PAHAT DAN JENIS MATERIAL TERHADAP KEKASARAN PERMUKAAN PADA PROSES PEMBUBUTAN CNC XTRA 420

Isnanda Putra Pratama<sup>1</sup>, Fajar Satriya Hadi<sup>2</sup>, Retno Eka Pramitasari<sup>3</sup>, Mochamad Arif Irfa'I,<sup>4</sup>

<sup>123</sup>Program Studi Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Hasyim Asy'ari

<sup>1</sup>[pratamaisnandaputra@gmail.com](mailto:pratamaisnandaputra@gmail.com)

### Abstrak

Kekasaran permukaan merupakan salah satu parameter penting dalam menilai kualitas hasil pemesinan. Penelitian ini bertujuan untuk mengevaluasi pengaruh variasi ukuran pahat *insert* terhadap kekasaran permukaan pada proses pembubutan menggunakan mesin CNC XTRA 420. Material yang digunakan meliputi S 45 C, ST 37, dan ST 42, dengan pahat *insert* tipe DNMG berukuran radius 0,2 mm, 0,6 mm, dan 0,8 mm serta kedalaman potong konstan sebesar 1 mm. Metode penelitian bersifat eksperimen dengan pendekatan deskriptif kuantitatif, di mana kekasaran permukaan diukur menggunakan alat *Surface Roughness Tester* dan dihitung rata-rata dari tiga titik pengukuran pada setiap spesimen. Hasil menunjukkan bahwa pahat *insert* berukuran  $r$  0,2 pada material S 45 C menghasilkan kekasaran permukaan terbaik dengan nilai Ra 1,71  $\mu\text{m}$ , sedangkan kekasaran tertinggi sebesar 4,45  $\mu\text{m}$  terjadi pada penggunaan pahat berukuran  $r$  0,8 pada material ST 42. Temuan ini menunjukkan bahwa variasi ukuran pahat *insert* secara signifikan memengaruhi kekasaran permukaan hasil pemesinan.

**Kata kunci:** kekasaran permukaan, ukuran pahat *insert*, pembubutan CNC, material S 45 C, ST 37, ST 42, *Surface Roughness Tester*, radius pahat.

### Abstract

*Surface roughness was recognized as a key parameter in assessing the quality of machining operations. This research aimed to analyze the influence of insert nose radius variation on the surface roughness of workpieces machined on a CNC lathe XTRA 420. The work materials comprised S45C, ST37, and ST42 steels. DNMG-type inserts with nose radii of 0.2 mm, 0.6 mm, and 0.8 mm were utilized, maintaining a constant depth of cut of 1 mm throughout the tests. A quantitative-descriptive experimental method was adopted. Surface roughness was measured using a surface roughness tester, with measurements averaged over three points per specimen. The experimental results showed that the finest surface finish was obtained on S45C using the 0.2 mm nose radius insert, resulting in an average Ra value of 1.71  $\mu\text{m}$ . Conversely, the poorest surface finish was observed on ST42 using the 0.8 mm nose radius insert, with an Ra value of 4.45  $\mu\text{m}$ . These findings demonstrated that the variation in insert nose radius had a significant impact on the resulting surface roughness of the machined parts.*

**Keywords:** surface roughness, insert tool size, CNC turning, S 45 C material, ST 37, ST 42, *Surface Roughness Tester*, tool nose radius.

### Article History

Received: Juni 2025  
Reviewed: Juni 2025  
Published: Juni 2025

Plagiarism Checker No 235  
Prefix DOI :

[10.8734/Kohesi.v1i12.365](https://doi.org/10.8734/Kohesi.v1i12.365)

Copyright : Author  
Publish by : Kohesi



This work is licensed under a [Creative Commons Attribution-NonCommercial 4.0 International License](https://creativecommons.org/licenses/by-nc/4.0/)



## PENDAHULUAN

Perkembangan zaman menuju era modern mendorong kemajuan yang pesat dalam bidang ilmu pengetahuan dan teknologi. Perkembangan ini memberikan dampak signifikan terhadap dunia industri, khususnya pada sektor manufaktur. Tingginya permintaan konsumen dan persaingan harga yang ketat mendorong industri manufaktur untuk meningkatkan efisiensi produksi tanpa mengorbankan kualitas produk. Oleh karena itu, pengendalian kualitas dan kuantitas produk menjadi faktor utama agar perusahaan tetap kompetitif dan dipercaya oleh konsumen [1].

Dalam proses akselerasi produksi, khususnya pada manufaktur berbasis permesinan *CNC* (*Computer Numerical Control*), diperlukan standar pengukuran yang tepat, seperti kecepatan potong, gerak makan (*feeding*), dan kedalaman pemotongan. Permasalahan yang umum terjadi adalah kurangnya pemahaman operator atau pelaku usaha kecil dalam menentukan parameter yang sesuai untuk mencapai standar kekasaran permukaan yang diinginkan [2]. Proses ini diawali dari desain menggunakan perangkat lunak *CAD* (*Computer-Aided Design*), kemudian dilanjutkan dengan proses manufaktur berbasis *CAM* (*Computer-Aided Manufacturing*) guna mengoptimalkan efisiensi dan presisi dalam pembubutan [5].

Salah satu faktor penting yang memengaruhi hasil pembubutan adalah jenis alat potong (pahat) yang digunakan. Bentuk dan material pahat memiliki karakteristik yang berbeda, sehingga memengaruhi hasil akhir permukaan benda kerja [3]. Dengan mempertimbangkan latar belakang tersebut, tujuan dari penelitian ini adalah untuk menganalisis dampak variasi jenis pahat dan material benda kerja terhadap tingkat kekasaran permukaan pada proses pembubutan rata menggunakan mesin *CNC XTRA 420*.

## TINJAUAN PUSTAKA

### Mesin *CNC XTRA 420*

*CNC XTRA 420* merupakan salah satu jenis mesin bubut *CNC* yang dioperasikan menggunakan program *G-Code*, sehingga sangat cocok untuk meningkatkan efisiensi dan kepresisian proses produksi. Mesin bubut *CNC* memiliki perbedaan mendasar dibandingkan dengan mesin bubut konvensional, yaitu terletak pada sistem pengoperasiannya. Mesin bubut *CNC* dikendalikan oleh sistem komputer (*Computer Numerical Control*), sedangkan mesin konvensional dioperasikan secara manual oleh operator yang membutuhkan keterampilan khusus. *CNC XTRA 420* termasuk dalam kategori mesin bubut *CNC* yang dirancang untuk mendukung produksi presisi tinggi dan mampu menangani pekerjaan dengan kompleksitas yang lebih tinggi [2].

### Pahat *CNC Turning*

Pahat *CNC Turning* merupakan alat potong yang sangat penting dalam proses pembubutan, karena tersedia dalam berbagai jenis yang masing-masing memiliki fungsi spesifik, pahat ini berfungsi untuk memotong benda kerja agar sesuai dengan bentuk serta kebutuhan proses kerja, dan dapat diaplikasikan dalam berbagai operasi seperti pembubutan permukaan (*facing*), *chamfer*, tirus, rata, bertingkat, alur, pembesaran lubang, pembuatan ulir, serta pemotongan. Setiap jenis pahat *CNC Turning* umumnya menggunakan *insert* yang memiliki kode khusus, seperti *WNMG 060404WH*, *MDJNR 1616*, dan *CNMG 120408*, yang masing-masing merepresentasikan bentuk, ukuran, dan geometri *insert* [1].



### Material Besi S 45 C

Besi S 45 C adalah baja karbon menengah yang umum digunakan di industri dengan kandungan C 0,42%–0,48%, Si 0,15%–0,35%, Mn 0,60%–0,90%, serta kekuatan tarik 570–700 MPa [5]. Sifat material ini dipengaruhi oleh perlakuan panas, proses pengolahan, dan komposisi kimia. Oleh karena itu, penting mengacu pada spesifikasi dari produsen atau konsultasi dengan ahli material [5].

### Material Baja ST 37

Baja ST 37 termasuk dalam kategori baja karbon rendah yang umum dimanfaatkan di sektor industri konstruksi, dengan kadar karbon di bawah 0,17% serta kandungan *mangan* berkisar antara 0,35% hingga 0,65% serta unsur lain seperti *silikon* dan *sulfur* dalam jumlah terbatas. Baja ini memiliki kekuatan tarik sekitar 360–510 MPa [5]. Berdasarkan sifat material dan kandungan kimianya, baja ST 37 dapat digunakan dalam pembuatan berbagai komponen mesin seperti velg, piston, dan komponen lainnya [5].

### Material Baja ST 42

Baja ST 42 termasuk jenis baja karbon rendah yang memiliki kadar karbon kurang dari 0,3% dan kekuatan tarik sekitar 420–550 MPa, serta memiliki keuletan tinggi dan kekerasan relatif rendah [5]. Berdasarkan karakteristik tersebut, baja ini sering digunakan dalam konstruksi mesin yang melibatkan gesekan antar komponen seperti roda gigi dan poros [5].

### Rata-Rata Kekasaran Permukaan

Rata-rata kekasaran permukaan merupakan parameter statistik yang menggambarkan tingkat kekasaran atau kehalusan suatu permukaan objek. Nilai ini diperoleh dari nilai tengah hasil pengukuran kekasaran pada beberapa titik uji atau tahapan proses pemesinan [4].

Dalam proses pengumpulan data, nilai kekasaran permukaan seringkali masih dinyatakan dalam satuan *inch*. Karena itu, konversi data ke dalam satuan meter perlu dilakukan sebelum memasuki tahap analisis lanjutan. Adapun rumus konversi dari *mikron-inci* ke *mikronmeter* di sajikan sebagai berikut:

$$\mu m = 0,0254 \times \mu in$$

Keterangan :  $\mu m$  = Mikrometer (Ra)

$\mu in$  = Mikroinci (Ra)

Kemudian untuk menghitung rata-rata bisa menggunakan rumus dibawah ini :

$$\Sigma Ra_s = \frac{X1 + X2 + X3 \dots}{n}$$

Keterangan :  $\Sigma Ra_s$  = Jumlah Ra

X1 = Nilai titik 1 (Ra1)

X2 = Nilai titik 2 (Ra2)

X3 = Nilai titik 3 (Ra3)

n = Jumlah titik sampel

## METODE PENELITIAN

### Jenis Penelitian

Penelitian ini memakai metode deskriptif kuantitatif dengan tujuan menganalisis data secara objektif demi menjabarkan fenomena yang diteliti [1]. Tujuannya adalah mengidentifikasi tingkat kekasaran permukaan pada material S 45 C, ST 37, dan ST 42 menggunakan variasi radius pahat *insert* pada Mesin Bubut CNC XTRA 420, dengan pengukuran menggunakan *Surface Roughness Tester*.



## Variabel Penelitian

### 1. Variabel Bebas

Variabel bebas merupakan variabel yang memiliki pengaruh terhadap variabel terikat. Dalam penelitian ini, variabel bebas yang digunakan adalah variasi jenis pahat *DNMG r 0,2; r 0,4* dan *r 0,8* serta jenis material yaitu Besi *S 45 C, ST 37, ST 42*.

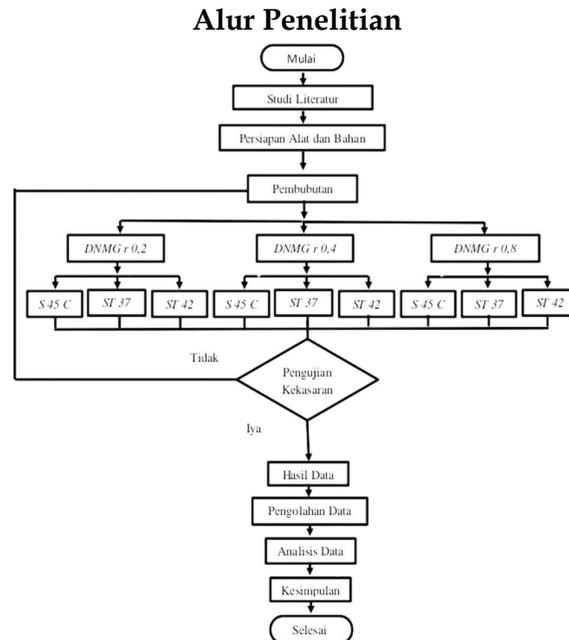
### 2. Variabel Terikat

Penelitian ini menetapkan kekasaran permukaan bubut rata sebagai variabel terikat

### 3. Variabel Kontrol

Variabel kontrol merupakan faktor yang dipertahankan konstan selama proses pembuatan spesimen dan tidak memberikan pengaruh terhadap variabel utama. Dalam penelitian ini, variabel kontrol meliputi:

- Mesin bubut *CNC* yang digunakan yaitu Mesin Bubut *CNC CIAMIX XTRA 420*.
- Jenis pahat *insert DNMG r 0,2; r 0,4* dan *r 0,8*.
- Material Besi *S 45 C, ST 37, ST 42*.
- Arah pada putaran *spindle* berlawanan dengan jarum jam.
- Kecepatan *spindle* yang digunakan *1500 Rpm*.
- Kecepatan pemakanan (*feeding*) pada benda kerja sebesar *0,1 mm/s*.
- Operator Mesin Bubut *CNC XTRA 420*.



Gambar 1. Alur penelitian

## Instrumen Penelitian

Alat ukur *Surface Roughness Tester* digunakan sebagai instrumen penelitian untuk mendapatkan data yang relevan dan valid dalam mendukung pengujian hipotesis serta menjawab rumusan masalah secara tepat.



### Teknik Pengumpulan Data

Untuk memperoleh data yang dibutuhkan, peneliti menerapkan beberapa metode sebagai berikut:

1. Eksperimental bertujuan untuk mengetahui kondisi serta mendapat data yang lebih valid dari suatu penelitian.
2. Pengamatan sendiri dilakukan pada benda yang akan diteliti yaitu pada *S 45 C*, *ST 37*, dan *ST 42*. Pengamatan ini diperoleh melalui penggunaan *Surface Roughness Tester*.

### Teknik Analisis Data

Teknik Analisis data merupakan proses pemeriksaan ulang hasil uji untuk memastikan validitas data. Penelitian ini menggunakan statistik deskriptif guna menggambarkan kekasaran permukaan berdasarkan hasil uji di Universitas Negeri Malang.

## HASIL DAN PEMBAHASAN

### Hasil

Penelitian ini menyajikan data kuantitatif dalam format visual seperti tabel dan grafik guna mempermudah analisis, yang diperoleh dari variasi penggunaan pahat *insert* tipe *DNMG* dengan radius  $0,2\text{ mm}$ ,  $0,4\text{ mm}$ , dan  $0,8\text{ mm}$ . Pengujian difokuskan pada pengukuran tingkat kekasaran permukaan hasil proses pembubutan terhadap tiga jenis material berbeda, yaitu Besi *S 45 C*, Baja *ST 37*, dan Baja *ST 42*. Seluruh data yang diperoleh dari proses pengujian kemudian direkapitulasi secara sistematis untuk dianalisis lebih lanjut. Pengambilan data dilakukan dengan prosedur yang sama untuk setiap spesimen guna menjaga konsistensi dan validitas hasil. Berikut disajikan tabel yang memuat hasil pengujian kekasaran permukaan berdasarkan jenis spesimen material yang digunakan dalam eksperimen ini.

Tabel 1. Data uji kekasaran

DNMG			
Material Benda Kerja	S 45 C	ST 37	ST 42
	Ukuran <i>Insert</i>		
$r_1 = r\ 0,2$	$1,57\ \mu m$	$1,97\ \mu m$	$2,95\ \mu m$
	$1,62\ \mu m$	$1,78\ \mu m$	$2,71\ \mu m$
	$1,96\ \mu m$	$1,85\ \mu m$	$2,35\ \mu m$
Rata-rata	$1,71\ \mu m$	$1,86\ \mu m$	$2,66\ \mu m$
$r_2 = r\ 0,4$	$2,51\ \mu m$	$2,40\ \mu m$	$3,10\ \mu m$
	$2,53\ \mu m$	$2,27\ \mu m$	$3,75\ \mu m$
	$2,77\ \mu m$	$3,33\ \mu m$	$3,73\ \mu m$
Rata-rata	$2,60\ \mu m$	$2,66\ \mu m$	$3,52\ \mu m$
$r_2 = r\ 0,8$	$4,04\ \mu m$	$4,04\ \mu m$	$4,19\ \mu m$
	$5,33\ \mu m$	$4,19\ \mu m$	$4,75\ \mu m$
	$4,86\ \mu m$	$3,26\ \mu m$	$4,43\ \mu m$

Keterangan:

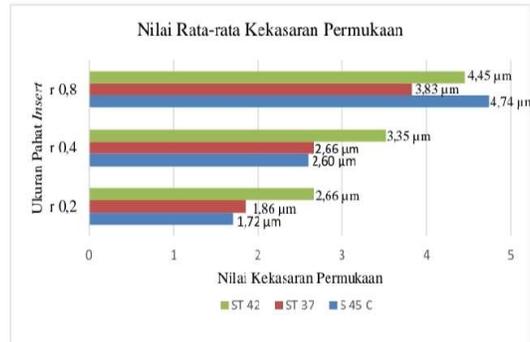
$\mu m$  = Rata-rata kekasaran permukaan



Berdasarkan data hasil pengujian yang ditampilkan pada tabel di atas, data diperoleh melalui metode eksperimental dengan mengambil tiga titik uji pada setiap sampel spesimen. Titik-titik tersebut meliputi bagian ujung, tengah, dan pangkal spesimen yang dipilih sebagai parameter dalam pengambilan data untuk mengevaluasi hasil perlakuan bahan selama proses pembubutan.

### Pembahasan

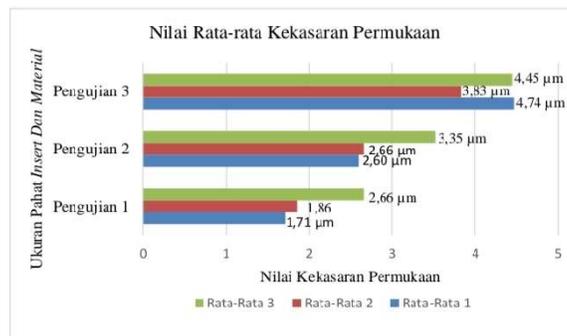
#### 1. Nilai rata-rata Uji Kekasaran Variasi Jenis Material



Gambar 2. rata-rata uji kekasaran variasi jenis material

Berdasarkan hasil pengujian grafik yang telah dilakukan, bahwa variasi radius pahat sebesar 0,2 mm pada material S 45 C terbukti memberikan hasil kekasaran permukaan yang lebih baik dibandingkan dengan material ST 37 dan ST 42. Hal ini menunjukkan bahwa pemilihan radius yang tepat sangat berpengaruh terhadap kualitas permukaan hasil pemesinan, khususnya pada material S 45 C.

#### 2. Nilai Rata - Rata Uji Kekasaran Variasi insert radius



Gambar 3. rata-rata uji kekasaran variasi radius

Pada pengujian variasi jenis material memiliki hasil pengujian grafik diatas maka variasi pada material S 45 C terbukti menghasilkan kekasaran permukaan yang lebih baik dibandingkan ST 37 dan ST 42, hal tersebut dikarenakan pada sifat material besi S 45 C yang memiliki kekuatan tarik yang bagus.



### 3. Nilai hasil rata-rata pengujian variasi *Insert* radius dan jenis material



Gambar 4. Nilai hasil rata-rata uji kekasaran variasi radius

Pada pengujian pertama, nilai rata-rata kekasaran permukaan berturut-turut adalah  $1,71 \mu\text{m}$ ,  $1,86 \mu\text{m}$ , dan  $2,66 \mu\text{m}$ . Pengujian kedua menghasilkan nilai rata-rata  $2,60 \mu\text{m}$ ,  $2,66 \mu\text{m}$ , dan  $3,35 \mu\text{m}$ . Sedangkan pada pengujian ketiga, diperoleh kekasaran permukaan rata-rata sebesar  $4,74 \mu\text{m}$ ,  $3,83 \mu\text{m}$ , dan  $4,45 \mu\text{m}$ . Data ini menunjukkan peningkatan nilai kekasaran seiring perubahan kondisi pengujian.

### UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis menyampaikan rasa terima kasih yang sebesar-besarnya kepada bapak Fajar Satriya Hadi, ibu Retno Eka Pramasari, dan bapak Mochamad Arif Irfa'i atas dukungan dan kontribusi yang diberikan selama pelaksanaan penelitian ini. Penulis juga mengapresiasi Program Studi Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Hasyim Asy'ari atas fasilitas dan kesempatan yang telah disediakan.

### PENUTUP

#### Simpulan

Kesimpulan yang dapat ditarik dari hasil penelitian ini adalah:

1. Merujuk pada hasil pengujian terhadap tingkat kekasaran permukaan benda kerja menggunakan *Surface Roughness Tester* maka Penelitian menunjukkan bahwa ukuran pahat *insert DNMG* memengaruhi kekasaran permukaan. Pahat dengan radius  $0,2 \text{ mm}$  memberikan hasil paling halus, sedangkan radius  $0,8 \text{ mm}$  menghasilkan kekasaran tertinggi. Hal ini karena ujung pahat yang lebih runcing menghasilkan penyayatan yang lebih halus.
2. Berdasarkan uji kelasaran permukaan dan data grafik nilai kekasaran dari Hasil penelitian menunjukkan bahwa jenis material benda kerja berpengaruh terhadap kekasaran permukaan. Material *S 45 C* menghasilkan kekasaran paling baik, sedangkan *ST 42* menghasilkan kekasaran tertinggi. Perbedaan ini dipengaruhi oleh kekuatan tarik dan tingkat kekerasan masing-masing material. *S 45 C*, yang memiliki kekerasan dan fleksibilitas tinggi, memberikan hasil permukaan yang lebih halus.
3. Berdasarkan hasil uji, ukuran pahat *insert DNMG* dan jenis material memengaruhi kekasaran permukaan. Pahat dengan radius  $0,2 \text{ mm}$  pada material *S45 C* menghasilkan kekasaran terbaik, sedangkan pahat radius  $0,8 \text{ mm}$  pada material *ST 42* menghasilkan kekasaran tertinggi. Variasi ukuran pahat dan material berpengaruh signifikan terhadap kualitas permukaan setiap *specimen*.



## Saran

Berdasarkan pengalaman selama penelitian, peneliti menyampaikan beberapa pemikiran terkait penelitian yang telah dilakukan. Diharapkan penelitian selanjutnya dapat lebih baik. Berikut adalah saran dari peneliti:

1. Penelitian selanjutnya disarankan membatasi perbedaan kedalaman penyayatan agar hasil lebih spesifik dan akurat.
2. Variasi ukuran pahat insert dan kedalaman penyayatan dapat dijadikan referensi dalam industri pembubutan sebagai parameter keberhasilan proses.
3. Untuk penelitian berikutnya dengan topik serupa, disarankan menetapkan ketentuan variabel yang berbeda agar menghasilkan temuan baru yang berguna bagi industri mesin bubut CNC.

## DAFTAR PUSTAKA

- [1] Alois. 2020. *Pengaruh Alat Potong terhadap Hasil Permesina*. Bandung: Institut Teknologi Nasional Press.
- [2] E. Satyarini, R. Firmansyah, dan R. Hariyadi. 2020. *Dasar-Dasar Metalurgi Fisik dan Pengujian Bahan*. Jakarta: Erlangga.
- [3] M. D. Sumbodo, B. Sugeng, dan E. Purwanto. 2019. *Teknologi Mekanik*, Jakarta: Direktorat Jenderal Manajemen Pendidikan Dasar dan Menengah, Departemen Pendidikan Nasional.
- [4] S. Susarno. 2018. "Studi pengaruh sudut potong pahat HSS pada proses bubut dengan tipe pemotongan orthogonal terhadap kekasaran permukaan". J. Jurusan Teknik Mesin, Fak. Teknik, Univ. Muhammadiyah Surakarta, vol. 1, pp. 1-14.
- [5] Waluyo. 2020. *Manufaktur dan Efisiensi Biaya Produksi*, Jakarta: Penerbit Teknik Industri.