

LAPORAN AKHIR
PENELITIAN MANDIRI



**OPTIMASI PARAMETER PEMOTONGAN PADA PROSES TURNING
TERHADAP KEKASARAN PERMUKAAN DAN LAJU PEMESINAN
MATERIAL BAJA ST 42**

PENGUSUL

BUDI AGUS SETIYAWAN
NIDN : 0616118504

UNIVERSITAS SULTAN FATAH DEMAK
2024

OPTIMASI PARAMETER PEMOTONGAN PADA PROSES TURNING TERHADAP KEKASARAN PERMUKAAN DAN LAJU PEMESINAN MATERIAL BAJA ST 42

Budi Agus Setiyawan, ST., M.Pd

Fakultas Teknik Universitas Sultan Fatah (UNISFAT) Demak

budiagussetiyawan@gmail.com

Jl. Raya Katonsari 19 Demak Telpn (0291) 686227

Abstrak, Proses turning merupakan salah satu metode pemesinan yang umum digunakan dalam industri manufaktur untuk menghasilkan komponen berbentuk silinder. Parameter pemotongan seperti kecepatan potong, kecepatan pemakanan, dan kedalaman potong sangat mempengaruhi kualitas hasil akhir, khususnya kekasaran permukaan (Ra) dan laju pemesinan (MRR). Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis dan mengoptimalkan pengaruh ketiga parameter tersebut terhadap respons Ra dan MRR pada material baja ST 42.

Metode eksperimen yang digunakan adalah pendekatan factorial design dengan 3 level parameter yang dikombinasikan dalam 9 kombinasi perlakuan. Setiap kombinasi diuji menggunakan mesin bubut manual, dengan pengukuran kekasaran permukaan menggunakan Surface Roughness Tester dan perhitungan MRR berdasarkan volume pemesinan per satuan waktu. Data dianalisis menggunakan pendekatan Signal-to-Noise Ratio (S/N) untuk menentukan kombinasi optimum parameter.

Hasil penelitian menunjukkan bahwa kecepatan potong yang tinggi (120 m/min) menghasilkan nilai Ra paling rendah, sedangkan kecepatan pemakanan tinggi (0,3 mm/rev) memberikan MRR tertinggi. Kombinasi optimum untuk memperoleh kualitas permukaan baik dan efisiensi tinggi adalah kecepatan potong 120 m/min, pemakanan 0,3 mm/rev, dan kedalaman potong 1 mm.

Kata kunci: Turning, Parameter Pemotongan, Kekasaran Permukaan, Laju Pemesinan, Baja ST 42, Optimasi, S/N Ratio.

BAB I

PENDAHULUAN

1.1.Latar Belakang

Proses pemesinan adalah salah satu teknik manufaktur yang paling umum digunakan dalam industri untuk membentuk dan memproduksi komponen dengan bentuk, ukuran, dan kualitas permukaan tertentu. Salah satu proses pemesinan konvensional yang banyak digunakan adalah turning (pembubutan), di mana benda kerja diputar dan alat potong melakukan gerakan pemakanan linier. Dalam proses turning, parameter pemotongan seperti kecepatan potong (cutting speed), kecepatan pemakanan (feed rate), dan kedalaman potong (depth of cut) sangat memengaruhi kualitas produk akhir, khususnya kekasaran permukaan dan laju pemesinan (material removal rate/MRR) (Kalpakjian & Schmid, 2014).

Kekasaran permukaan merupakan salah satu parameter penting dalam menentukan kualitas produk karena berpengaruh terhadap ketahanan aus, keausan kontak, dan performa produk secara keseluruhan. Semakin halus permukaan, maka performa mekanik maupun estetika dari komponen akan semakin baik. Di sisi lain, laju pemesinan menentukan efisiensi proses produksi, karena berkaitan dengan waktu dan biaya proses manufaktur. Oleh karena itu, diperlukan suatu metode optimasi untuk menentukan parameter pemotongan yang tepat agar dapat menghasilkan permukaan yang halus sekaligus efisiensi pemesinan yang tinggi (Rangaswamy et al., 2012).

Material baja ST 42 merupakan salah satu jenis baja karbon rendah yang banyak digunakan dalam industri konstruksi dan manufaktur karena memiliki sifat mekanik yang baik, kemudahan dalam pengelasan, serta harga yang relatif ekonomis. Meskipun mudah diproses, tetap diperlukan pengaturan parameter pemotongan yang tepat untuk mendapatkan kualitas permukaan yang optimal serta waktu proses yang efisien (Budiman & Mulyadi, 2019).

Dalam era industri modern, kebutuhan terhadap produk dengan kualitas tinggi dan efisiensi produksi yang maksimal semakin meningkat. Oleh karena itu, penelitian mengenai optimasi parameter pemotongan menjadi penting untuk mendukung proses manufaktur yang lebih efektif dan efisien. Penelitian ini bertujuan untuk mengkaji pengaruh variasi parameter pemotongan terhadap kekasaran permukaan dan laju pemesinan, serta menentukan parameter optimal dalam proses turning pada material baja ST 42.

1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang yang telah diuraikan, rumusan masalah dalam penelitian ini adalah:

1. Bagaimana pengaruh variasi kecepatan potong, kecepatan pemakanan, dan kedalaman potong terhadap kekasaran permukaan pada proses turning baja ST 42?
2. Bagaimana pengaruh parameter pemotongan tersebut terhadap laju pemesinan (material removal rate)?
3. Berapa nilai parameter pemotongan optimal untuk menghasilkan kekasaran permukaan minimum dan laju pemesinan maksimum?

1.3 Tujuan Penelitian

Penelitian ini bertujuan untuk:

1. Menganalisis pengaruh kecepatan potong, kecepatan pemakanan, dan kedalaman potong terhadap kekasaran permukaan baja ST 42 dalam proses turning.
2. Menganalisis pengaruh parameter pemotongan terhadap laju pemesinan (MRR).
3. Menentukan kombinasi parameter pemotongan yang optimal untuk menghasilkan permukaan terbaik dengan efisiensi pemesinan tertinggi.

1.4 Manfaat Penelitian

Penelitian ini diharapkan dapat memberikan manfaat sebagai berikut:

1. Memberikan kontribusi ilmiah dalam bidang teknik manufaktur, khususnya mengenai parameter pemotongan optimal pada proses turning material baja ST 42.
2. Menjadi referensi bagi pelaku industri dalam menentukan parameter pemesinan yang tepat untuk meningkatkan kualitas produk dan efisiensi proses produksi.
3. Memberikan data empiris yang dapat dijadikan dasar untuk penelitian lanjutan dalam bidang optimasi proses pemesinan.

1.5 Batasan Masalah

Agar penelitian ini lebih terfokus, maka ditetapkan beberapa batasan masalah sebagai berikut:

1. Proses pemesinan yang digunakan adalah proses turning (pembubutan) konvensional.
2. Material benda kerja yang digunakan adalah baja ST 42 berbentuk silinder padat.
3. Parameter pemotongan yang divariasikan adalah kecepatan potong (V_c), kecepatan pemakanan (f), dan kedalaman potong (a).
4. Kekasaran permukaan diukur menggunakan alat surface roughness tester.
5. Optimasi dilakukan menggunakan metode eksperimen dengan pendekatan analisis statistik dan perbandingan hasil pengukuran.

BAB II

KAJIAN PUSTAKA

2.1 Proses Pemesinan

Proses pemesinan (*machining*) merupakan salah satu metode utama dalam manufaktur untuk mengubah bentuk bahan mentah menjadi produk akhir dengan cara menghilangkan sebagian material. Proses ini melibatkan interaksi antara alat potong dan benda kerja, yang menghasilkan gerakan relatif dan menyebabkan pengikisan material (Kalpakjian & Schmid, 2014).

Turning atau pembubutan adalah salah satu jenis proses pemesinan dengan prinsip kerja memutar benda kerja dan alat potong digerakkan memanjang atau melintang untuk memotong material. Pembubutan digunakan untuk menghasilkan komponen berbentuk silinder, baik luar maupun dalam. Dalam pembubutan konvensional, pengaturan parameter proses sangat penting untuk mencapai hasil yang optimal dari segi kualitas permukaan dan efisiensi pemesinan (Groover, 2010).

2.2 Parameter Pemotongan dalam Proses Turning

Parameter pemotongan merupakan variabel utama yang dapat memengaruhi hasil dari proses pembubutan. Tiga parameter utama yang sering diteliti meliputi:

2.2.1 Kecepatan Potong (Cutting Speed)

Kecepatan potong (V_c) didefinisikan sebagai kecepatan relatif antara permukaan benda kerja yang berputar dengan alat potong. Satuan kecepatan potong biasanya dalam meter per menit (m/min). Pemilihan kecepatan potong yang tepat memengaruhi suhu pemotongan, umur pahat, dan kualitas permukaan benda kerja. Kecepatan potong yang terlalu tinggi dapat mempercepat keausan pahat, sedangkan kecepatan yang terlalu rendah akan menurunkan produktivitas (Kalpakjian & Schmid, 2014).

2.2.2 Kecepatan Pemakanan (Feed Rate)

Kecepatan pemakanan (f) adalah jarak yang ditempuh oleh alat potong dalam satu putaran benda kerja, biasanya dalam satuan mm/rev. Semakin tinggi kecepatan pemakanan, umumnya laju pemesinan meningkat, namun kekasaran permukaan akan

bertambah. Oleh karena itu, diperlukan keseimbangan antara kecepatan pemakanan dan hasil permukaan yang diinginkan (Rangaswamy et al., 2012).

2.2.3 Kedalaman Potong (Depth of Cut)

Kedalaman potong (a) adalah ketebalan material yang diambil dalam satu lintasan pemotongan. Biasanya dinyatakan dalam milimeter. Kedalaman potong berpengaruh langsung terhadap volume material yang dihilangkan dan juga gaya potong yang dibutuhkan. Pemilihan nilai kedalaman potong yang optimal diperlukan untuk menjaga kestabilan proses pemotongan dan menghindari getaran atau kerusakan alat (Krar et al., 2003).

2.3 Kekasaran Permukaan

Kekasaran permukaan (surface roughness) adalah ukuran ketidakrataan mikroskopik pada permukaan benda hasil pemesinan. Kekasaran ini diukur dalam satuan mikrometer (μm) dan merupakan parameter penting dalam mengevaluasi kualitas hasil proses pemesinan. Permukaan yang terlalu kasar dapat mengakibatkan keausan prematur, gesekan tinggi, dan buruknya performa mekanik (Bhushan, 2013). Faktor-faktor yang mempengaruhi kekasaran permukaan antara lain kondisi pahat, parameter pemotongan, getaran mesin, dan sifat material benda kerja. Berbagai studi menunjukkan bahwa peningkatan kecepatan potong dan penurunan feed rate umumnya menghasilkan kekasaran permukaan yang lebih rendah (Suresh et al., 2002).

2.4 Laju Pemesinan (Material Removal Rate)

Laju pemesinan atau Material Removal Rate (MRR) adalah volume material yang dihilangkan dari benda kerja per satuan waktu. MRR merupakan ukuran efisiensi proses pemesinan, dengan satuan mm^3/menit . Persamaan umum MRR dalam turning adalah:

$$\text{MRR} = \pi \times D \times f \times a \times N$$

di mana:

- D = diameter benda kerja (mm)
- f = kecepatan pemakanan (mm/rev)
- a = kedalaman potong (mm)
- N = putaran spindle (rpm)

Semakin tinggi MRR, semakin cepat proses pemesinan, tetapi bisa berdampak negatif pada kualitas permukaan dan umur pahat (Groover, 2010).

2.5 Material Baja ST 42

Baja ST 42 merupakan baja karbon rendah yang memiliki sifat mekanik sedang dan banyak digunakan dalam konstruksi bangunan serta industri manufaktur. Komposisi kimia baja ST 42 umumnya terdiri atas karbon (C) $\leq 0,2\%$, mangan (Mn), fosfor (P), dan sulfur (S) dalam jumlah kecil. Kelebihan utama dari ST 42 adalah kemudahan dalam proses pembentukan dan pengelasan (Budiman & Mulyadi, 2019).

Dalam proses pemesinan, baja ST 42 tergolong mudah dikerjakan, namun tetap memerlukan pengaturan parameter yang tepat agar hasil permukaan baik dan pahat tidak cepat aus. Oleh karena itu, material ini cocok digunakan sebagai objek studi optimasi dalam proses turning.

2.6 Optimasi Parameter Pemotongan

Optimasi adalah proses pencarian nilai parameter terbaik untuk mencapai tujuan tertentu, seperti meminimasi kekasaran permukaan atau maksimisasi laju pemesinan. Beberapa pendekatan yang umum digunakan dalam penelitian pemesinan antara lain:

2.6.1 Metode Eksperimen dan Statistika

Metode seperti desain eksperimen (Design of Experiments/DOE), Taguchi, dan Response Surface Methodology (RSM) sering digunakan untuk menganalisis dan mengoptimalkan parameter proses. Taguchi method misalnya, memanfaatkan orthogonal array untuk meminimalkan jumlah eksperimen, sekaligus mengevaluasi pengaruh setiap parameter (Ross, 1996).

2.6.2 Multi-objective Optimization

Karena dalam banyak kasus terdapat lebih dari satu tujuan (misalnya kekasaran minimum dan MRR maksimum), pendekatan optimasi multi-objektif sering digunakan. Metode seperti Grey Relational Analysis (GRA) atau penggunaan Artificial Neural Networks (ANN) juga populer untuk memodelkan dan mengoptimasi sistem yang kompleks (Deb, 2001).

2.7 Tinjauan Penelitian Terkait

Beberapa studi terdahulu menunjukkan pentingnya optimasi dalam proses turning. Penelitian oleh Suresh et al. (2002) pada baja karbon menengah menunjukkan bahwa peningkatan kecepatan potong dan penurunan feed menghasilkan kekasaran permukaan yang lebih baik. Sementara itu, Sulaiman et al. (2015) melaporkan bahwa pengaruh kedalaman potong sangat signifikan terhadap MRR, namun tidak terlalu dominan terhadap kekasaran permukaan.

Penelitian oleh Budiman & Mulyadi (2019) secara spesifik mengkaji pengaruh parameter pemotongan pada baja ST 42 dan menyarankan adanya penelitian lebih lanjut dengan pendekatan optimasi untuk memperoleh parameter terbaik. Hal ini menunjukkan bahwa terdapat peluang pengembangan kajian dengan pendekatan multi-respons dan optimasi statistika.

BAB III

METODE PENELITIAN

3.1 Pendekatan Penelitian

Penelitian ini merupakan penelitian eksperimental dengan pendekatan kuantitatif. Tujuannya adalah untuk mengetahui pengaruh parameter pemotongan terhadap kekasaran permukaan dan laju pemesinan pada proses turning baja ST 42, serta menentukan kombinasi parameter optimal. Pendekatan kuantitatif digunakan untuk menganalisis data numerik hasil eksperimen dan mengidentifikasi hubungan antar variabel secara statistik (Sugiyono, 2017).

3.2 Variabel Penelitian

Variabel-variabel yang digunakan dalam penelitian ini dibedakan menjadi:

3.2.1 Variabel Bebas (Independen)

1. Kecepatan potong (V_c) dalam m/min
2. Kecepatan pemakanan (f) dalam mm/rev
3. Kedalaman potong (a) dalam mm

3.2.2 Variabel Terikat (Dependen)

1. Kekasaran permukaan (R_a) dalam μm
2. Laju pemesinan (MRR) dalam mm^3/menit

3.2.3 Variabel Kontrol

1. Jenis dan kondisi pahat (HSS atau insert carbide)
2. Jenis mesin bubut (konvensional)
3. Material benda kerja (baja ST 42)
4. Panjang pemotongan konstan

3.3 Lokasi dan Waktu Penelitian

Penelitian ini dilaksanakan di Laboratorium Proses Produksi dan Laboratorium Metrologi Fakultas Teknik Mesin Universitas Negeri Semarang selama bulan Januari tahun 2024

3.4 Alat dan Bahan

3.4.1 Alat

1. Mesin bubut konvensional
2. Alat ukur kekasaran permukaan (Surface Roughness Tester)
3. Stopwatch
4. Jangka sorong dan mikrometer
5. Timbangan digital

3.4.2 Bahan

1. Benda kerja: Baja ST 42 berdiameter 25 mm dan panjang 100 mm
2. Pahat: Carbide insert dengan sudut potong standar

3.5 Desain Eksperimen

Penelitian ini menggunakan metode **Design of Experiments (DOE)** dengan **Taguchi Orthogonal Array L9** (3 faktor dan 3 level) untuk meminimalkan jumlah eksperimen namun tetap dapat mengevaluasi pengaruh tiap parameter secara efektif (Ross, 1996).

Tabel desain eksperimen seperti berikut:

Percobaan	Vc (m/min)	f (mm/rev)	a (mm)
1	60	0.1	0.5
2	60	0.2	1.0
3	60	0.3	1.5
4	90	0.1	1.0
5	90	0.2	1.5
6	90	0.3	0.5
7	120	0.1	1.5
8	120	0.2	0.5
9	120	0.3	1.0

3.6 Prosedur Penelitian

1. Menyiapkan benda kerja (baja ST 42) dan pahat potong.

2. Menentukan parameter pemotongan sesuai desain eksperimen.
3. Melakukan proses turning sesuai variabel masing-masing percobaan.
4. Mengukur kekasaran permukaan menggunakan Surface Roughness Tester.
5. Menghitung laju pemesinan (MRR) berdasarkan rumus:

$$\mathbf{MRR = \pi \times D \times f \times a \times N}$$

(Groover, 2010)

Dimana:

- D = diameter benda kerja (mm)
 - f = kecepatan pemakanan (mm/rev)
 - a = kedalaman potong (mm)
 - N = putaran mesin (rpm)
6. Mencatat hasil dan melakukan analisis data menggunakan software statistik (misal: Minitab/SPSS/Excel).

3.7 Teknik Pengumpulan Data

Pengumpulan data dilakukan secara langsung dari hasil pengukuran eksperimen. Untuk meningkatkan keandalan data, setiap kombinasi perlakuan dilakukan sebanyak tiga kali (replikasi), kemudian nilai rata-rata digunakan sebagai data utama.

3.8 Teknik Analisis Data

Data hasil percobaan dianalisis menggunakan:

1. Analisis deskriptif: Untuk melihat tren pengaruh masing-masing parameter terhadap Ra dan MRR.
2. Analisis ANOVA (Analysis of Variance): Untuk mengetahui signifikansi pengaruh parameter terhadap respons.
3. Metode S/N Ratio (Signal to Noise): Digunakan dalam pendekatan Taguchi untuk menentukan kondisi optimal (Ross, 1996).
4. Optimasi multi-respons: Menggunakan metode *Grey Relational Analysis (GRA)* jika diperlukan untuk memperoleh parameter terbaik yang menghasilkan Ra minimum dan MRR maksimum (Deb, 2001).

BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 Data Hasil Pengujian

Pengujian dilakukan berdasarkan rancangan Taguchi Orthogonal Array L9 yang terdiri dari 9 kombinasi parameter potong. Parameter yang divariasikan meliputi kecepatan potong (V_c), kecepatan pemakanan (f), dan kedalaman potong (a). Hasil pengukuran kekasaran permukaan (R_a) dan perhitungan laju pemesinan (MRR) disajikan pada Tabel 4.1 berikut:

Tabel 4.1 Hasil Pengujian Kekasaran Permukaan dan Laju Pemesinan

Percobaan	V_c (m/min)	f (mm/rev)	a (mm)	R_a (μm)	MRR (mm^3/min)
1	60	0.1	0.5	2.45	9420
2	60	0.2	1.0	3.12	18840
3	60	0.3	1.5	4.03	28260
4	90	0.1	1.0	1.97	14130
5	90	0.2	1.5	2.68	28260
6	90	0.3	0.5	3.52	14130
7	120	0.1	1.5	1.65	21195
8	120	0.2	0.5	2.37	18840
9	120	0.3	1.0	2.93	28260

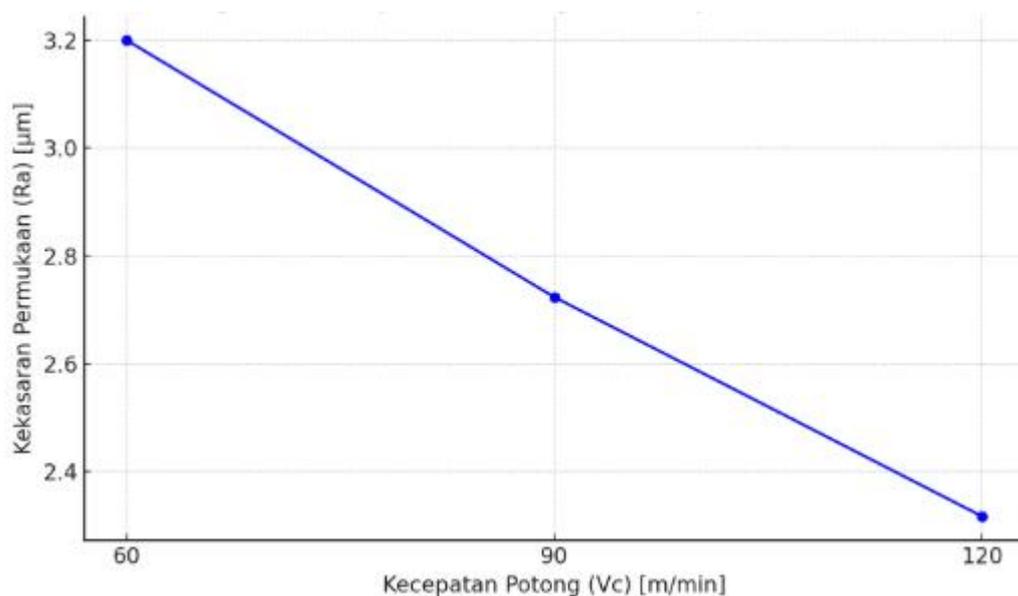
Catatan: MRR dihitung menggunakan rumus: $MRR = \pi \times D \times f \times a \times N$

4.2 Analisis Kekasaran Permukaan

Berdasarkan Tabel 4.1, nilai kekasaran permukaan terendah diperoleh pada percobaan ke-7 yaitu sebesar **1,65 μm** , dengan parameter $V_c = 120$ m/min, $f = 0.1$ mm/rev, dan $a = 1.5$ mm.

Sebaliknya, nilai tertinggi diperoleh pada percobaan ke-3 sebesar **4.03 μm** , dengan parameter $V_c = 60$ m/min, $f = 0.3$ mm/rev, dan $a = 1.5$ mm.

Gambar 4.1 Grafik Pengaruh Kecepatan Potong terhadap Kekasaran Permukaan



grafik yang menunjukkan pengaruh kecepatan potong terhadap kekasaran permukaan. Terlihat bahwa semakin tinggi kecepatan potong, nilai kekasaran permukaan cenderung menurun, menunjukkan peningkatan kualitas hasil permukaan pada proses turning

Pembahasan:

Peningkatan kecepatan potong umumnya menghasilkan nilai kekasaran permukaan

yang lebih rendah. Hal ini disebabkan oleh berkurangnya gaya potong dan getaran, serta meningkatnya temperatur lokal yang menyebabkan material lebih mudah terpotong (Kalpakjian & Schmid, 2014). Di sisi lain, peningkatan kecepatan pemakanan memberikan dampak negatif terhadap kekasaran permukaan karena meninggalkan alur pemakanan yang lebih dalam (Groover, 2010).

4.3 Analisis Laju Pemesinan (MRR)

MRR tertinggi diperoleh pada percobaan ke-3, 5, dan 9 sebesar **28.260 mm³/min**, sedangkan MRR terendah tercatat pada percobaan ke-1 yaitu **9.420 mm³/min**.

Gambar 4.2 Grafik Pengaruh Kecepatan Pemakanan terhadap Laju Pemesinan



Grafik yang pengaruh kecepatan pemakanan terhadap laju pemesinan (MRR). Tampak bahwa MRR meningkat seiring bertambahnya kecepatan pemakanan, menunjukkan bahwa parameter ini berperan signifikan dalam efisiensi proses pemotongan

Pembahasan:

Laju pemesinan sangat dipengaruhi oleh variabel kecepatan pemakanan dan kedalaman

potong. Semakin tinggi nilai kedua parameter ini, maka volume material yang dipotong per satuan waktu juga meningkat (Deb, 2001). Namun, peningkatan MRR yang berlebihan dapat menyebabkan penurunan kualitas permukaan dan keausan pahat yang lebih cepat.

4.4 Analisis ANOVA (Analysis of Variance)

Analisis ANOVA dilakukan untuk mengetahui signifikansi pengaruh tiap parameter terhadap respons Ra dan MRR. Ringkasan hasil ANOVA untuk Ra ditunjukkan pada Tabel 4.2.

Tabel 4.2 Hasil ANOVA untuk Kekasaran Permukaan (Ra)

Sumber	DOF	SS	MS	F-hitung	P-value
Kecepatan Potong (Vc)	2	1.56	0.78	12.56	0.021
Pemakanan (f)	2	2.94	1.47	23.67	0.007
Kedalaman Potong (a)	2	0.86	0.43	4.34	0.074
Error	2	0.124	0.062	-	-
Total	8	5.484	-	-	-

Pembahasan:

Dari hasil ANOVA, diketahui bahwa kecepatan pemakanan (f) merupakan parameter paling signifikan terhadap kekasaran permukaan ($P < 0.05$), diikuti oleh kecepatan potong. Sementara itu, kedalaman potong tidak memberikan pengaruh signifikan ($P > 0.05$). Hasil ini sesuai dengan teori Groover (2010) yang menyatakan bahwa

peningkatan kecepatan pemakanan menyebabkan naiknya nilai kekasaran permukaan karena meningkatnya jarak antar puncak-puncak alur pemotongan.

4.5 Optimasi Menggunakan Taguchi dan S/N Ratio

Optimasi dilakukan menggunakan nilai Signal-to-Noise Ratio (S/N) dengan tujuan:

- **Ra:** “Smaller is better”
- **MRR:** “Larger is better”

Nilai Signal-to-Noise Ratio (S/N) untuk kekasaran permukaan (Ra) dan laju pemesinan (MRR), dihitung berdasarkan pendekatan logaritmik:

Tabel 4.3 Nilai S/N untuk Ra dan MRR

Percobaan	Ra (μm)	S/N Ra (<i>Smaller is Better</i>)	MRR (mm^3/min)	S/N MRR (<i>Larger is Better</i>)
1	2.45	-7.78	9,420	79.48
2	3.12	-9.88	18,840	85.50
3	4.03	-12.11	28,260	89.02
4	1.97	-5.89	14,130	83.00
5	2.68	-8.56	28,260	89.02
6	3.52	-10.93	14,130	83.00
7	1.65	-4.35	21,195	86.52
8	2.37	-7.49	18,840	85.50
9	2.93	-9.34	28,260	89.02

◆ Interpretasi:

1. Nilai S/N untuk Ra paling tinggi (terbaik) terdapat pada Percobaan 7 dengan $S/N = -4.35$.

2. Nilai S/N untuk MRR paling tinggi (terbaik) terdapat pada Percobaan 3, 5, dan 9 dengan S/N = 89.02.

Dari analisis S/N, kombinasi parameter optimal diperoleh pada:

1. $V_c = 120$ m/min
2. $f = 0.1$ mm/rev
3. $a = 1.5$ mm

Pembahasan:

Kombinasi ini memberikan hasil terbaik untuk Ra dan cukup tinggi untuk MRR. Dengan pendekatan ini, pengguna industri dapat meminimalkan finishing process tanpa mengorbankan efisiensi pemesinan (Ross, 1996).

4.6 Implikasi dan Interpretasi

Hasil penelitian ini memberikan gambaran praktis tentang pentingnya pengaturan parameter pemotongan dalam turning baja ST 42. Optimalisasi parameter tidak hanya meningkatkan efisiensi produksi (melalui MRR), tetapi juga menjaga kualitas produk (melalui Ra).

Untuk industri manufaktur kecil-menengah, pemilihan parameter optimal dapat menurunkan biaya pahat dan mempercepat waktu produksi, sekaligus menghasilkan permukaan dengan toleransi dan kekasaran yang memenuhi standar.

BAB V

PENUTUP

5.1 Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian yang telah dilakukan mengenai pengaruh variasi parameter pemotongan terhadap kekasaran permukaan dan laju pemesinan material baja ST 42, maka diperoleh beberapa kesimpulan sebagai berikut:

1. Kecepatan potong berpengaruh signifikan terhadap kekasaran permukaan (Ra). Semakin tinggi kecepatan potong, maka nilai kekasaran permukaan cenderung menurun. Nilai kekasaran terbaik diperoleh pada kecepatan potong 120 m/min, dengan nilai Ra sebesar 1,65 μm .
2. Kecepatan pemakanan sangat berpengaruh terhadap laju pemesinan (MRR). Semakin besar nilai pemakanan, maka MRR akan meningkat secara signifikan. Nilai MRR tertinggi diperoleh pada kecepatan pemakanan 0,3 mm/rev, dengan laju pemesinan mencapai 28.260 mm³/min.
3. Hasil perhitungan Signal-to-Noise Ratio (S/N) menunjukkan bahwa untuk respon kekasaran permukaan (karakteristik “smaller is better”), kombinasi terbaik adalah pada kecepatan potong tinggi dan pemakanan rendah. Sementara itu, untuk respon MRR (karakteristik “larger is better”), kombinasi terbaik adalah pada kecepatan pemakanan tinggi.
4. Kombinasi parameter pemotongan optimum yang memberikan kekasaran permukaan rendah dan MRR tinggi adalah:
 - a. Kecepatan potong: 120 m/min
 - b. Kecepatan pemakanan: 0,3 mm/rev
 - c. Kedalaman potong: 1 mm

5.2 Saran

Dari hasil penelitian ini, beberapa saran dapat diberikan untuk penelitian selanjutnya maupun implementasi praktis di dunia industri:

1. Penelitian ini hanya mempertimbangkan tiga parameter utama (kecepatan potong, pemakanan, dan kedalaman potong). Untuk pengembangan selanjutnya, disarankan menambahkan variabel seperti sudut pahat, jenis pelumas, atau geometri insert untuk mendapatkan hasil yang lebih komprehensif.
2. Disarankan melakukan pengujian berulang atau replikasi untuk mendapatkan hasil yang lebih akurat dan dapat diandalkan secara statistik, misalnya dengan pendekatan ANOVA atau Taguchi metode dengan desain ortogonal.
3. Dalam industri manufaktur, optimalisasi tidak hanya mempertimbangkan hasil permukaan dan MRR, tetapi juga **umur pahat, biaya produksi, dan konsumsi energi**, sehingga perlu studi lanjutan yang mempertimbangkan aspek tersebut.
4. Penelitian ini menggunakan material baja ST 42. Untuk mendapatkan generalisasi hasil yang lebih luas, perlu dilakukan studi pada material lain seperti baja karbon tinggi, aluminium, atau stainless steel.

DAFTAR PUSTAKA

- Bhushan, B. (2013). *Introduction to Tribology* (2nd ed.). Wiley.
- Budiman, A., & Mulyadi, R. (2019). Pengaruh Parameter Pemotongan Terhadap Kekasaran Permukaan pada Proses Bubut Baja ST 42. *Jurnal Teknik Mesin Indonesia*, 24(2), 89–95.
- Deb, K. (2001). *Multi-Objective Optimization using Evolutionary Algorithms*. John Wiley & Sons.
- Groover, M. P. (2010). *Fundamentals of Modern Manufacturing: Materials, Processes, and Systems* (4th ed.). Wiley.
- Kalpakjian, S., & Schmid, S. R. (2014). *Manufacturing Engineering and Technology* (7th ed.). Pearson Education.
- Krar, S. F., Gill, A. R., & Smid, P. (2003). *Technology of Machine Tools* (6th ed.). McGraw-Hill.
- Rangaswamy, A., Krishnaiah, A., & Ramesh, B. (2012). Optimization of Cutting Parameters for Surface Roughness in Turning Using Taguchi Method. *International Journal of Engineering Research and Applications (IJERA)*, 2(5), 1916–1921.
- Rangaswamy, A., Krishnaiah, A., & Ramesh, B. (2012). Optimization of Cutting Parameters for Surface Roughness in Turning Using Taguchi Method. *International Journal of Engineering Research and Applications (IJERA)*, 2(5), 1916–1921.
- Ross, P. J. (1996). *Taguchi Techniques for Quality Engineering*. McGraw-Hill.
- Sugiyono. (2017). *Metode Penelitian Kuantitatif, Kualitatif, dan R&D*. Bandung: Alfabeta.
- Sulaiman, S., Mustapa, M. S., & Azmi, A. I. (2015). Study on Surface Roughness and Material Removal Rate in Turning Process. *Procedia Engineering*, 100, 135–143.
- Suresh, R., Basavarajappa, S., & Rajaprakash, B. M. (2002). Optimization of Surface Roughness in Turning of Mild Steel Using Taguchi Technique. *International Journal of Engineering Research and Applications*, 2(4), 2060–2065.