

skripsi_OPTIMASI PARAMETER PEMESINAN TERHADAP KEKASARAN PERMUKAAN PADA PROSES BUBUT BAJA ST45 MENGGUNAKAN METODE TAGUCHI.docx.pdf

by Turnitin Arise

Submission date: 02-Jul-2026 08:11PM (UTC-0700)

Submission ID: 2992813769

File name: skripsi_OPTIMASI_PARAMETER_PEMESINAN_TERHADAP_KEKASARAN_PERMUKAAN_PADA_PROSES_BUBUT_BAJA_ST45_MENGGUNAKAN_METODE_TAGUCHI.docx.pdf (839.

Word count: 9849

Character count: 63218

PENDAHULUAN

A. Latar Belakang

Proses bubut adalah salah satu teknik pemesinan yang paling sering diterapkan dalam industri produksi karena kemampuannya menghasilkan bagian silindris dengan tingkat ketepatan yang tinggi. Kualitas permukaan menjadi faktor utama yang memengaruhi kinerja komponen, terutama pada bagian seperti poros, bantalan, dan elemen transmisi. Namun, hasil pemesinan di lapangan sering kali menunjukkan variasi signifikan dalam nilai kekasaran meskipun proses dilakukan pada material dan mesin yang sama. Ini menunjukkan adanya perbedaan antara teori pemesinan yang seharusnya dan kondisi nyata yang ada, terutama pada material baja karbon seperti ST45 yang banyak digunakan untuk komponen mekanis. Situasi ini menunjukkan perlunya penelitian yang lebih mendalam untuk memahami bagaimana parameter proses memengaruhi kekasaran ST45. (Paliling & Rombeallo, 2023).

Secara teoritis, kecepatan potong, gerak makan, dan kedalaman potong merupakan parameter utama yang menentukan kualitas permukaan dalam proses bubut. Namun, dalam praktik bengkel, penentuan parameter sering dilakukan berdasarkan pengalaman operator, bukan analisis kuantitatif yang terukur. Akibatnya, hasil kekasaran permukaan dapat berbeda-beda meskipun menggunakan kondisi awal yang sama. Hal ini menunjukkan bahwa pendekatan empiris yang digunakan masih belum mampu menyelaraskan teori dengan praktik secara optimal. Kesenjangan tersebut memperlihatkan perlunya metode yang lebih terstruktur dalam menentukan parameter pemotongan (Fauzi & Sumbodo, 2021).

Penggunaan mesin CNC sebenarnya memberikan peluang untuk menghasilkan kualitas permukaan yang lebih konsisten karena pengaturan parameter bersifat digital dan presisi. Meskipun demikian, penelitian menunjukkan bahwa hasil pemesinan CNC tetap menunjukkan variasi nilai kekasaran yang disebabkan oleh kurangnya pemahaman operator terhadap karakteristik parameter pemesinan. Operator yang tidak memahami sensitivitas material terhadap perubahan parameter akan cenderung mengulangi kesalahan yang sama. Situasi ini mengindikasikan bahwa teknologi saja tidak cukup tanpa dukungan pendekatan

analitis yang sistematis. Oleh karena itu, diperlukan metode perancangan eksperimen yang dapat membantu operator dalam menentukan parameter optimal (Fauzi & Sumbodo, 2021).

Penelitian-penelitian terdahulu menunjukkan bahwa gerak makan merupakan faktor dominan dalam mempengaruhi kekasaran permukaan pada proses bubut. Temuan ini konsisten pada berbagai material logam, baik dengan mesin konvensional maupun CNC. Namun dalam praktik industri, perhatian operator lebih sering terpusat pada kecepatan potong dibandingkan gerak makan, sehingga pemilihan parameter tidak mencerminkan temuan eksperimen. Ketidakesesuaian tersebut menyebabkan kualitas permukaan tidak selalu mencapai nilai optimum yang diharapkan. Kondisi ini menegaskan adanya gap antara hasil penelitian dan perilaku operator di lapangan (Özdemir, 2019).

Pada material baja karbon lainnya seperti AISI 1045, penelitian menunjukkan bahwa kombinasi parameter tertentu mampu menghasilkan nilai kekasaran minimum sambil mempertahankan tingkat material removal rate (MRR) yang memadai. Temuan tersebut memperlihatkan bahwa feed rate memiliki pengaruh terbesar terhadap kekasaran permukaan, sedangkan cutting speed dan depth of cut berkontribusi secara berbeda tergantung pada tujuan pemesinan. Penelitian ini juga menekankan pentingnya pemilihan parameter berdasarkan pendekatan statistik agar hasil prediksi mendekati kondisi aktual. Relevansi penelitian pada AISI 1045 menjadi dasar pembandingan dalam merancang optimasi untuk material ST45 yang memiliki sifat fisik serupa. Oleh karena itu, hasil penelitian tersebut penting dijadikan acuan dalam evaluasi parameter pemesinan (Ehibor & Aliemeke, 2021).

Material ST45, yang merupakan baja karbon menengah, dikenal memiliki kekuatan dan ketahanan aus yang baik namun sensitif terhadap perubahan parameter pemesinan. Studi terdahulu menunjukkan bahwa variasi kecil pada kecepatan putar dan gerak makan dapat memberikan dampak signifikan terhadap nilai kekasaran permukaan. Meski demikian, banyak operator yang tidak menjadikan temuan ilmiah tersebut sebagai rujukan dalam praktik pemesinan sehari-hari. Akibatnya, kualitas permukaan tidak stabil dan sering kali tidak mencapai standar yang diharapkan. Ketidakkonsistenan ini menegaskan perlunya

pendekatan optimasi yang lebih terarah untuk material ST45 (Paliling & Rombeallo, 2023) .

Di samping kualitas permukaan, keausan pahat merupakan aspek lain yang sangat mempengaruhi hasil pemesinan. Secara teori, umur pahat dapat diprediksi melalui persamaan Taylor yang memperhitungkan kecepatan potong terhadap tingkat keausan. Namun, penelitian menunjukkan bahwa pahat sering digunakan melebihi batas keausan ideal sehingga nilai kekasaran permukaan menurun drastis. Dampak berikutnya adalah peningkatan biaya produksi akibat performa alat potong yang tidak lagi optimal. Temuan ini memperlihatkan bahwa kontrol parameter pemesinan tidak hanya berdampak pada kualitas permukaan, tetapi juga pada efisiensi alat potong (Alfando et al., 2023) .

Penelitian internasional menunjukkan bahwa analisis ANOVA penting untuk menentukan kontribusi masing-masing parameter terhadap kekasaran permukaan. Prosedur ini memungkinkan identifikasi faktor dominan secara akurat sehingga dapat membantu peneliti dalam merancang percobaan yang lebih efisien. Dengan menggunakan ANOVA, pengaruh variabel seperti depth of cut, feed rate, dan cutting speed dapat diukur secara sistematis sehingga mempermudah proses optimasi. Hasil analisis tersebut memberikan dasar ilmiah yang kuat untuk menentukan parameter prioritas dalam pemesinan. Oleh karena itu, ANOVA menjadi bagian yang tidak terpisahkan dalam penerapan metode Taguchi (Özdemir, 2019) .

Metode Taguchi merupakan salah satu teknik desain eksperimen yang efektif dalam mengidentifikasi parameter pemotongan optimal dengan jumlah percobaan minimal. Penelitian terdahulu menunjukkan bahwa metode ini mampu meningkatkan kualitas permukaan sekaligus menjaga stabilitas proses pemesinan. Selain itu, metode Taguchi memberikan pendekatan yang terstruktur sehingga dapat digunakan pada berbagai kondisi pemotongan. Meskipun demikian, penggunaan metode ini dalam pemesinan baja ST45 masih terbatas dan belum dikaji secara mendalam. Hal ini menunjukkan adanya peluang penelitian untuk memperluas penerapan metode Taguchi pada material ini (Azadar Mehdi, 2022) .

Berdasarkan uraian tersebut, dapat disimpulkan bahwa masih terdapat kesenjangan antara teori pemesinan, temuan penelitian ilmiah, dan praktik aktual di

lapangan terutama dalam hal penentuan parameter pemotongan optimal untuk material ST45. Variasi kualitas permukaan yang dihasilkan menunjukkan bahwa operator belum sepenuhnya memanfaatkan pendekatan ilmiah dalam memilih parameter pemesinan. Metode Taguchi telah terbukti mampu memberikan solusi optimasi yang efisien namun belum banyak diterapkan untuk kondisi spesifik material ST45. Oleh karena itu, penelitian ini penting dilakukan untuk mengoptimalkan parameter pemesinan terhadap kekasaran permukaan baja ST45 menggunakan metode Taguchi sebagai pendekatan ilmiah dalam mendapatkan kondisi pemotongan terbaik.

B. Rumusan Masalah

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

1. Bagaimana pengaruh kecepatan potong terhadap kekasaran permukaan baja ST45,
2. Bagaimana pengaruh gerak makan terhadap kekasaran permukaan baja ST45,
3. Bagaimana pengaruh kedalaman potong terhadap kekasaran permukaan baja ST45
4. Kombinasi parameter mana yang menghasilkan kekasaran permukaan terendah berdasarkan metode Taguchi.
5. Kombinasi parameter mana yang menghasilkan kekasaran permukaan terendah berdasarkan metode Taguchi.

C. Tujuan Penelitian

Tujuan dari penelitian ini adalah:

1. Menganalisis pengaruh kecepatan potong terhadap kekasaran permukaan baja ST45,
2. Menganalisis pengaruh gerak makan terhadap kekasaran permukaan baja ST45,
3. Menganalisis pengaruh kedalaman potong terhadap kekasaran permukaan baja ST45,
4. Menentukan parameter pemesinan yang memiliki pengaruh paling dominan terhadap kekasaran permukaan berdasarkan analisis metode Taguchi.

5. Menetapkan kombinasi parameter pemesinan optimal untuk menghasilkan kekasaran permukaan minimum menggunakan metode Taguchi.

55

D. Manfaat Penelitian

Manfaat dari penelitian ini adalah:

1. Memberikan referensi parameter pemesinan yang dapat digunakan operator atau industri untuk meminimalkan kekasaran permukaan pada proses bubut baja ST45.
2. Mendukung peningkatan kualitas hasil pemesinan serta mengurangi kebutuhan proses finishing yang dapat menekan biaya produksi.
3. Menyediakan acuan ilmiah mengenai penerapan metode Taguchi dalam optimasi proses bubut, khususnya untuk material baja karbon menengah.
4. Menjadi sumber rujukan bagi penelitian selanjutnya yang berkaitan dengan optimasi parameter pemesinan maupun penggunaan metode Taguchi pada material dan kondisi pemotongan berbeda.

BAB II

LANDASAN TEORI

A. Teori

1. Kekasaran Permukaan (*Surface Roughness*)

Kekasaran permukaan adalah salah satu ciri utama kualitas produk yang sangat krusial dalam tahap pemesinan. Tingkat kekasaran permukaan berpengaruh langsung terhadap kinerja komponen, mencakup daya tahan terhadap keausan, kekuatan siklis, serta ketahanan terhadap korosi. Nilai kekasaran ini dapat ditentukan dengan menggunakan parameter seperti Ra (tinggi rata-rata aritmetika) yang merupakan standar umum pada gambar teknik. Perencana proses biasanya memanfaatkan parameter pemotongan seperti kecepatan potong, laju pemakanan, dan kedalaman pemotongan untuk menyesuaikan nilai kekasaran permukaan yang diinginkan dalam proses produksi (Abellán-Nebot et al., 2024).

2. Karakteristik Material Baja ST45

Baja ST45 (setara AISI 1045 / JIS S45C) adalah baja karbon menengah yang memiliki keseimbangan antara kekuatan dan kemampuan pemesinan. Sifat mekanik dan perilaku permukaannya dapat berubah signifikan setelah perlakuan panas seperti quench–tempering atau proses pemrosesan permukaan; oleh karena itu, pengaturan parameter pemesinan harus mempertimbangkan kondisi material dan perlakuan sebelumnya (Valentino et al., 2024).

3. Metode Taguchi

Metode Taguchi merupakan suatu teknik dalam desain percobaan (DOE) yang bertujuan untuk meningkatkan proses dengan banyak variabel input, meskipun jumlah eksperimen yang dilakukan terbatas. Teknik ini menggunakan array ortogonal untuk mengatur variasi dari parameter yang diuji, sehingga efek dari setiap faktor terhadap respons seperti kekasaran permukaan dapat dijelajahi dengan lebih mendetail. Penelitian oleh Kristiawan & Suhartoyo (2024) membuktikan bahwa metode Taguchi mampu meningkatkan kekasaran permukaan dalam proses pemotongan CNC dengan merancang percobaan yang efisien serta mengidentifikasi parameter yang memiliki pengaruh signifikan terhadap kualitas permukaan. Selain itu, penelitian lain juga mengimplementasikan metode Taguchi pada optimasi baik kekasaran dan kekerasan material S45-C dengan menggunakan

kombinasi parameter pemesinan melalui orthogonal array L9. Metode ini juga diterapkan dalam proses EDM, di mana Taguchi dimanfaatkan untuk menjaga kualitas produk melalui desain eksperimen dengan variasi parameter dalam proses (Kristiawan & Suhartoyo, 2024).

4. Orthogonal Array (Contoh L9 (3³))

Orthogonal Array (OA) adalah komponen penting dalam eksperimen Taguchi karena memungkinkan kombinasi variabel yang efisien dengan jumlah pengujian yang terbatas, mengurangi waktu dan biaya tanpa mengurangi kualitas analisis. Salah satu OA yang sering digunakan dalam optimasi pemesinan adalah L9 (3³), yang cocok untuk tiga faktor dengan tiga level. Sembilan percobaan dirancang sedemikian rupa dalam desain ini sehingga setiap tingkat kombinasi faktor utama muncul secara tidak seimbang, sehingga dampak individual dari setiap faktor dapat dianalisis secara independen. Studi Rifelino, Rahim, dan Indrawan (2021) menggunakan desain eksperimen L9 (3³) dalam penelitian optimasi parameter pembubutan CNC untuk mendapatkan nilai kekasaran permukaan terendah pada material AISI 1045, dan menunjukkan bahwa kombinasi terbaik dapat diidentifikasi secara efektif melalui OA tersebut (Rifelino et al., 2021).

5. Signal-to-Noise (S/N) Ratio

Rasio Signal-to-Noise (S/N) merupakan salah satu komponen krusial dalam teknik Taguchi untuk menilai kinerja suatu proses terhadap variasi yang tidak diinginkan. Dalam konteks pengoptimalan kekasaran permukaan (Ra), metode "semakin kecil semakin baik" dipilih karena fokus utama penelitian adalah mencapai nilai Ra yang rendah. Nilai S/N dihitung untuk setiap tingkat parameter pengujian berdasarkan nilai respons yang diperoleh. Tingkat parameter yang menghasilkan nilai S/N tertinggi menunjukkan kondisi terbaik karena menunjukkan bahwa hasil permukaan lebih konsisten dan minim terhadap pengaruh noise. Dalam penelitian pengoptimalan proses pemotongan paduan TC21, S/N ratio digunakan untuk menghitung serta membandingkan hasil praktis sehingga ditemukan kombinasi parameter pemesinan yang memberikan kinerja terbaik dalam hal Ra (Sobh et al., 2023).

6. Analisis Varians (ANOVA)

Analisis Varians, atau yang lebih dikenal dengan ANOVA, merupakan metode statistik yang digunakan untuk menilai sejauh mana masing-masing variabel proses mempengaruhi variasi respon dalam suatu eksperimen. Dalam ranah pengoptimalan parameter pemesinan, ANOVA berfungsi untuk mengidentifikasi faktor-faktor yang paling berpengaruh terhadap respon seperti kekasaran permukaan. Sebagai contoh, dalam suatu studi mengenai optimalisasi parameter pemesinan CNC, hasil dari ANOVA menunjukkan bahwa kecepatan spindle memberikan dampak terbesar terhadap fluktuasi kekasaran permukaan, diikuti oleh variabel lainnya seperti laju umpan dan kedalaman pemotongan, yang diperoleh melalui analisis persentase kontribusi dari tiap faktor terhadap total varians respon (Kasim et al., 2023).

7. Pengaruh Parameter Pemesinan terhadap Kekasaran Permukaan

Dalam penelitian yang dilakukan secara eksperimental mengenai pengelasan kering material 40C8, Magdum & Naik (2025) mengungkapkan bahwa laju umpan adalah faktor yang paling signifikan dalam mempengaruhi kekasaran permukaan (44,13 %), diikuti oleh kecepatan pemotongan dan kedalaman pemotongan. Penelitian ini menerapkan desain eksperimen faktorial penuh dan analisis varians (ANOVA) untuk mengevaluasi kontribusi setiap parameter terhadap Ra. Temuan menunjukkan bahwa dampak laju umpan dalam meningkatkan Ra jauh lebih besar ketimbang kecepatan pemotongan atau kedalaman pemotongan, sehingga hal ini sangat penting untuk diperhatikan dalam merancang proses penggilingan agar permukaan yang dihasilkan sesuai dengan spesifikasi (Magdum & Naik, 2018).

8. Proses Pembubutan

Proses pembubutan adalah salah satu kegiatan machinist yang krusial dalam sektor manufaktur, di mana material dihilangkan dari luar benda kerja untuk menciptakan bentuk yang diinginkan, khususnya silinder, dengan menggunakan pahat pada mesin bubut. Dalam pembubutan, benda kerja diputar pada spindle, sedangkan pahat bergerak relatif pada benda kerja sehingga material terangkat dalam bentuk serutan (chip) dan permukaan akhir dibentuk sesuai dengan parameter yang sudah ditentukan. Berbagai parameter dalam proses seperti

kecepatan potong, gerakan makan, dan kedalaman pemotongan memiliki dampak signifikan terhadap karakteristik hasil pembubutan, termasuk suhu pemotongan, masa pakai alat potong, dan kekasaran permukaan benda kerja (Moseas Lukas Gambeh et al., 2015).

B. Penelitian Terdahulu dari Variabel

Beberapa penelitian dalam dekade terakhir telah menerapkan metode Taguchi untuk mengoptimalkan parameter pemesinan dengan fokus utama pada kekasaran permukaan (*surface roughness, Ra*). Putra dkk. (2023) menerapkan metode Taguchi dalam proses *CNC turning* pada material aluminium 6063. Studi ini menggunakan *orthogonal array* L9 untuk merancang percobaan dan ANOVA untuk mengidentifikasi kontribusi parameter. Hasilnya menunjukkan bahwa kecepatan putar spindle memberikan kontribusi terbesar (59,71%) diikuti feed rate (29,80%) dalam memengaruhi kekasaran permukaan, sedangkan *depth of cut* memberikan kontribusi yang lebih kecil (0,72%). Kombinasi terbaik parameter menghasilkan Ra minimum, dan model prediktif menunjukkan kemampuan variabel menjelaskan 91,15% variasi Ra (Putra et al., 2023).

Riady dan Tamjidillah (2025) melakukan penelitian optimasi parameter bubut pada baja ST42 menggunakan metode Taguchi. Penelitian ini menunjukkan penggunaan L9 Taguchi untuk mengidentifikasi kombinasi parameter terbaik yang menghasilkan kekasaran permukaan optimal. Dari hasil analisis, spindle rotation dan feed rate memiliki pengaruh signifikan, sedangkan kedalaman potong memberikan pengaruh lebih rendah dalam menentukan Ra (Riady et al., 2017).

Rifelino dkk. (2021) melakukan optimasi parameter *CNC turning* menggunakan metode Taguchi untuk material AISI 1045. Mereka menemukan bahwa feed rate merupakan faktor yang paling berpengaruh terhadap kekasaran permukaan, diikuti oleh *cutting speed* dan *depth of cut*. Nilai Ra terbaik diperoleh pada kombinasi parameter tertentu berdasarkan rasio *S/N smaller is better* dan analisis konfirmasi eksperimen (Rifelino et al., 2021).

Penelitian oleh Ahmad Fauzi & Wirawan Sumbodo (2025) pada baja ST40 menunjukkan pentingnya pengaturan kecepatan potong, feed, dan *depth of cut* dalam proses bubut CNC untuk meminimalkan kekasaran permukaan. Hasil studi

menunjukkan interaksi parameter yang optimal menghasilkan Ra yang lebih rendah dibandingkan kondisi parameter non-optimal (Fauzi & Sumbodo, n.d.).

Riyanto dkk. (2025) menerapkan metode Taguchi pada *dry machining* bahan Bakelite dengan variasi kecepatan spindle, feed rate, dan depth of cut. Dari analisis S/N dan ANOVA, feed rate terbukti sebagai parameter paling dominan dalam memengaruhi kualitas permukaan, dan kombinasi parameter yang optimal memberikan kekasaran permukaan terendah

Selain studi optimasi langsung, beberapa penelitian lain juga relevan meskipun fokusnya sedikit berbeda, tetapi masih bertalian dengan tema optimasi dan kekasaran permukaan. *Optimization of surface roughness and tool wear in sustainable dry turning of Iron based Nickel A286 alloy* (2020/2021) menggunakan metode Taguchi untuk menilai kekasaran permukaan bersama umur pahat pada turning *superalloy*, menunjukkan kemampuan Taguchi dalam kondisi *dry machining* yang berkelanjutan (Ramana et al., 2021).

C. Kerangka Berpikir

parameter pemrosesan sangat mempengaruhi nilai kekasaran permukaan, dimulai dengan menentukan tiga parameter utama yang digunakan, yaitu kecepatan potong, kecepatan pemakanan, dan kedalaman potong. Ketiga parameter tersebut kemudian diatur ke dalam desain percobaan menggunakan metode Taguchi dengan Orthogonal Array L₉ (3³). Setiap kombinasi parameter dijalankan pada proses bubut, lalu hasil kekasaran permukaan (Ra) diukur menggunakan alat ukur kekasaran. Data Ra yang diperoleh dianalisis menggunakan Signal-to-Noise Ratio dengan karakteristik "smaller is better" untuk melihat kombinasi mana yang menghasilkan nilai paling optimal dan stabil. Setelah itu, analisis ANOVA dilakukan untuk mengetahui parameter mana yang paling berpengaruh terhadap perubahan kekasaran permukaan. Hasil dari analisis S/N dan ANOVA inilah yang nantinya menjadi dasar dalam menentukan kondisi pemrosesan terbaik untuk mendapatkan kekasaran permukaan minimum pada baja ST45.



Gambar 2. 1 machining parameter optimization diagram

D. Hipotesis Penelitian

1. Hipotesis Umum (H_0)

Parameter mesin yang mencakup laju potong, laju pemakanan, dan kedalaman pemotongan memiliki dampak terhadap ketidakrataan permukaan selama proses pemotongan baja ST45, dan ada kombinasi optimal dari parameter pemesinan yang dapat menghasilkan nilai ketidakrataan permukaan yang paling rendah.

2. Hipotesis Khusus

H1: Kecepatan pemotongan memiliki dampak yang besar terhadap nilai kekasaran permukaan saat melakukan proses pembubutan pada baja ST45.

H2: Kecepatan umpan juga memberikan pengaruh yang signifikan terhadap tingkat kekasaran permukaan dalam proses pembubutan baja ST45.

H3: Kedalaman pemotongan berperan penting dalam mempengaruhi nilai kekasaran permukaan pada pemrosesan bubut baja ST45.

H4: Di antara parameter-parameter yang ada, kecepatan umpan merupakan faktor yang paling berpengaruh terhadap kekasaran permukaan dalam proses pembubutan baja ST45.

H5: Pendekatan Taguchi yang menggunakan rasio sinyal terhadap kebisingan dalam karakteristik yang lebih baik adalah kecil, dapat mengidentifikasi kombinasi parameter pemesinan yang paling efisien untuk mencapai kekasaran permukaan yang minimum pada baja ST45.

METODE PENELITIAN

A. Desain Penelitian

Berikut ini adalah sejumlah variabel yang dapat diidentifikasi dalam studi yang berjudul “Optimasi Parameter Pemessinan untuk Kekasaran Permukaan dalam Proses Pembubutan Baja ST45 dengan Metode Taguchi”, yaitu sebagai berikut:

1. Variabel Bebas

Variabel Bebas dalam studi ini adalah faktor-faktor pemessinan yang diterapkan selama proses pembubutan baja ST45, yang mencakup:

- a. Kecepatan Potong
- b. Kecepatan Pemakanan (*feed rate*)
- c. Kedalaman Potong (*depth of cut*)

2. Variabel Terikat

Variabel terikat dalam kajian ini adalah kekasaran permukaan (*surface roughness*) dari baja ST45 yang dihasilkan melalui pembubutan, yang diukur dalam satuan mikrometer (μm). Nilai kekasaran permukaan ini diperoleh setelah melakukan pengukuran dengan memakai alat pengukur kekasaran permukaan yaitu *surface roughness tester*.

3. Variabel Kontrol

Variabel kontrol merupakan variabel yang dijaga tetap agar perubahan dalam hasil penelitian tidak terpengaruh oleh elemen lain di luar perlakuan utama. Dalam penelitian ini, variabel kontrol mencakup jenis material baja ST45, tipe pahat, keadaan pahat, sistem pendinginan, panjang pemotongan, metode penjepitan benda kerja, dan prosedur pengukuran kekasaran permukaan yang dibuat konsisten di setiap pengujian.

Untuk memberikan pemahaman yang lebih mendalam tentang langkah-langkah dalam pelaksanaan penelitian, disajikan diagram alir (*flow chart*) yang menunjukkan rangkaian aktivitas penelitian dengan cara yang terstruktur.

B. Instrumen Penelitian

1. Alat

- a. Mesin Bubut Konvensional Tengzhou Luzhong Machine Toll
- b. Pahat Karbida

c. *Surface Roughnes Tester Mitutoyo SJ-210*

d. Jangka Sorong

2. Bahan

a. Baja karbon rendah ST45

C. Tempat dan Jadwal Penelitian

Proses pembubutan dilaksanakan di PT Corin Mulia Gemilang, sementara pengujian kekasaran dilakukan di Laboratorium Teknik Mesin Universitas Nusantara PGRI Kediri.

Tabel 3.1 Tabel jadwal penelitian

No.	Tahapan Kegiatan	JADWAL KERJA SELAMA 5 BULAN																			
		I				II				III				IV				V			
		1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4
1	Studi Literatur																				
2	Analisa Data																				
3	Pengambilan Data																				
4	Pengolahan Data																				
5	Penulisan Laporan																				

D. Populasi dan Sampel

Populasi dalam penelitian ini adalah seluruh hasil permukaan benda kerja baja ST45 yang diproses menggunakan mesin bubut dengan variasi parameter pemesinan, meliputi kecepatan putar spindle, gerak makan (*feed rate*), dan kedalaman potong (*depth of cut*). Sampel penelitian berupa spesimen baja ST45 yang dibubut berdasarkan kombinasi parameter pemesinan yang telah ditentukan menggunakan metode Taguchi. Jumlah sampel ditetapkan sesuai dengan Orthogonal Array (OA) yang digunakan dalam penelitian. Sebagai contoh, apabila digunakan OA L9 (3^3), maka jumlah sampel yang diuji sebanyak 9 spesimen, di mana setiap spesimen mewakili satu kombinasi parameter pemesinan yang berbeda. Setiap spesimen kemudian dilakukan pengukuran kekasaran permukaan untuk memperoleh nilai rata-rata kekasaran permukaan (*surface roughness*, Ra).

E. Prosedur Penelitian



Gambar 3. 1 Gambar diagram alir

1. Studi Literatur

Studi literatur adalah langkah pertama dalam penelitian yang bertujuan untuk menganalisis dan memahami teori, konsep, serta hasil-hasil penelitian sebelumnya yang berhubungan dengan proses pembubutan, parameter pemrosesan, kekasaran permukaan, dan metode Taguchi. Sumber-sumber literatur didapatkan dari buku, jurnal akademik, artikel, dan rujukan lainnya yang relevan dengan topik penelitian.

2. Pengumpulan Data dan Sumber Penelitian Sebelumnya

Pada tahap ini, dijalankan proses pengumpulan informasi dari berbagai studi sebelumnya yang berkaitan dengan optimisasi parameter pemesinan dengan menggunakan metode Taguchi pada kegiatan pembubutan. Data tersebut difungsikan sebagai panduan dalam menetapkan parameter, tingkat, serta metode analisis yang akan diterapkan dalam penelitian ini.

3. Persiapan Bahan

Material yang dipakai dalam studi ini adalah baja ST45 sebagai objek kerja. Contoh-contoh dibuat dengan ukuran dan jumlah tertentu mengacu pada rencana

penelitian. Di samping itu, alat potong dan peralatan tambahan lainnya juga disiapkan untuk memastikan bahwa proses pemotongan dapat berlangsung dengan lancar.

4. Perancangan dan Simulasi Pengujian

Sebelum pengujian dimulai, dirancanglah eksperimen menggunakan metode Taguchi dengan Orthogonal Array L9 (3^3). Dalam fase ini, variasi parameter pemesinan ditentukan, meliputi kecepatan pemotongan, kecepatan sufeed, dan kedalaman pemotongan, serta tingkat dari setiap parameter yang ada. Perancangan ini bertujuan untuk mendapatkan kombinasi percobaan yang efisien dan representatif.

5. Proses Pembubutan

Proses pembubutan dilaksanakan dengan menggunakan mesin bubut konvensional mengikuti parameter pemesinan yang telah ditentukan berdasarkan rancangan eksperimen penelitian. Parameter-parameter yang diterapkan mencakup kecepatan pemotongan, laju pemakanan (feed rate), serta kedalaman potong (depth of cut). Setiap kombinasi dari parameter pemesinan dieksekusi secara teratur untuk menghasilkan sampel uji yang konsisten. Setelah proses turning selesai, analisis permukaan pada setiap sampel dilakukan dengan alat ukur kekasaran permukaan untuk mendapatkan nilai kekasaran permukaan yang diperlukan. Hasil pengukuran tersebut kemudian digunakan untuk menilai dampak variasi parameter pemesinan terhadap kualitas permukaan yang dihasilkan dari proses turning.

6. Analisis Hasil dan Kesimpulan

Analisis yang dilakukan terhadap data kekasaran permukaan (R_a) dari hasil pemotongan baja ST45 pada masing-masing kombinasi parameter pemesinan yang telah ditentukan menggunakan metode Taguchi Orthogonal Array L9 (3^3). Data dianalisis dengan menghitung nilai Signal-to-Noise Ratio (S/N) berdasarkan karakteristik yang lebih kecil lebih baik untuk menemukan kombinasi parameter pemesinan yang menghasilkan kekasaran permukaan terendah dan paling konsisten. Selanjutnya, analisis varians (ANOVA) dilakukan untuk mengevaluasi dampak dan kontribusi setiap parameter pemesinan terhadap kekasaran permukaan. Melalui hasil analisis S/N ratio dan ANOVA, ditetapkan parameter pemesinan yang paling berpengaruh serta kombinasi parameter yang paling efektif. Ringkasan

penelitian disusun berdasar hasil analisis tersebut dan digunakan sebagai landasan untuk memberikan rekomendasi bagi penelitian yang akan datang.

F. Teknik Analisis Data

Teknik analisis data dalam penelitian ini dilakukan menggunakan metode Taguchi dengan tahapan sebagai berikut:

1. Pengolahan Data Kekasaran Permukaan

Data yang diperoleh dari pengukuran kekasaran permukaan (R_a) pada masing-masing spesimen dicatat dan nilai rata-ratanya dihitung untuk menggambarkan hasil dari setiap kombinasi parameter pemesinan.

2. Penentuan Karakteristik Kualitas

Karakteristik kualitas yang diterapkan adalah *smaller is better*, karena sasaran penelitian adalah untuk mendapatkan nilai kekasaran permukaan serendah mungkin.

3. Perhitungan Signal to Noise Ratio (S/N Ratio)

Nilai S/N Ratio dihitung untuk setiap kombinasi parameter pemesinan guna mengetahui kestabilan proses terhadap gangguan (*noise*). Persamaan S/N Ratio yang digunakan adalah:

$$S/N = -10 \log \left(\frac{1}{n} \sum_{i=1}^n y_i^2 \right)$$

Keterangan setiap komponen pada persamaan tersebut adalah sebagai berikut:

- S/N merupakan nilai *Signal to Noise Ratio* yang menyatakan perbandingan antara sinyal (nilai yang diinginkan) terhadap gangguan (*noise*) dalam proses pemesinan.
- $-10 \log$ merupakan konstanta dalam metode Taguchi yang digunakan untuk mengubah nilai respon ke dalam skala logaritmik desibel (dB). Penggunaan skala logaritmik bertujuan untuk memperjelas perbedaan variasi data dan menekan pengaruh fluktuasi yang tidak diinginkan.

- c. log adalah logaritma basis 10 yang digunakan untuk mentransformasikan data agar variasi antar perlakuan lebih mudah dibandingkan.
- d. $\frac{1}{n}$ menyatakan nilai rata-rata dari hasil pengukuran, di mana n adalah jumlah pengulangan pengukuran kekasaran permukaan pada setiap spesimen.
- e. $\sum_{i=1}^n$ menunjukkan proses penjumlahan seluruh data hasil pengukuran dari pengulangan pertama hingga pengulangan ke- n .
- f. y_i adalah nilai kekasaran permukaan pada pengukuran ke- i .
- g. y_i^2 merupakan kuadrat dari nilai kekasaran permukaan, yang bertujuan untuk memberikan penalti lebih besar terhadap nilai kekasaran yang tinggi, sehingga metode ini menekankan pencapaian nilai kekasaran permukaan yang rendah dan stabil.

4. Analisis Respon Faktor

Analisis dilakukan dengan membandingkan nilai rata-rata S/N Ratio dan nilai rata-rata R_a pada setiap level parameter untuk mengetahui pengaruh masing-masing faktor terhadap kekasaran permukaan.

5. Penentuan Parameter Pemesinan Optimum

Kombinasi parameter optimum ditentukan berdasarkan level parameter yang menghasilkan nilai S/N Ratio tertinggi dan nilai kekasaran permukaan terendah.

6. Interpretasi dan Penarikan Kesimpulan

Hasil analisis diinterpretasikan untuk menjelaskan hubungan antara parameter pemesinan dan kekasaran permukaan pada proses pembubutan baja ST45, kemudian digunakan sebagai dasar penarikan kesimpulan penelitian.

A. Hasil Penelitian

1. Penentuan Faktor dan Level Parameter Pemotongan

Dalam penelitian ini, kualitas hasil pembubutan dievaluasi berdasarkan nilai kekasaran permukaan yang dihasilkan pada benda kerja setelah proses pemesinan. Kualitas permukaan merupakan salah satu indikator penting dalam proses manufaktur karena berpengaruh terhadap ketelitian dimensi, kemampuan kontak antar komponen, tingkat keausan, serta umur pakai produk. Nilai kekasaran permukaan yang dihasilkan dipengaruhi oleh berbagai parameter pemotongan, sehingga diperlukan identifikasi faktor-faktor yang memiliki potensi memberikan pengaruh terhadap respon yang diamati.

Metode Taguchi digunakan sebagai pendekatan dalam penelitian ini karena mampu mengidentifikasi pengaruh faktor proses secara sistematis melalui jumlah percobaan yang lebih efisien. Berdasarkan studi literatur, karakteristik proses pembubutan, serta kemampuan mesin dan peralatan yang digunakan selama penelitian, ditetapkan tiga faktor utama yang diduga memengaruhi nilai kekasaran permukaan, yaitu kecepatan potong (V_c), gerak makan (f), dan kedalaman potong (a_p). Masing-masing faktor ditentukan dalam tiga level yang berbeda untuk memperoleh variasi kondisi pemotongan yang dapat mewakili rentang parameter penelitian.

Penentuan level pada setiap faktor dilakukan dengan mempertimbangkan kondisi pemotongan yang aman, stabil, dan memungkinkan untuk diterapkan selama proses eksperimen. Variasi level yang digunakan bertujuan untuk mengetahui kecenderungan perubahan nilai kekasaran permukaan akibat perubahan parameter pemotongan yang diberikan. Faktor dan level yang digunakan dalam penelitian ini disajikan pada Tabel 4.1.

Faktor	Level 1	Level 2	Level 3
Kecepatan potong (V_c)	42,4 m/min	66,9 m/min	84,8 m/min
Gerak makan (f)	0,05 mm/rev	0,1 mm/rev	0,3 mm/rev
Kedalaman potong (a_p)	1 mm	1,5 mm	2 mm

Tabel 4.1 Faktor dan Level Parameter Pemotongan

Berdasarkan faktor dan level yang telah ditetapkan, dapat diketahui bahwa penelitian ini menggunakan tiga faktor dengan masing-masing tiga tingkatan perlakuan. Kombinasi dari faktor dan level tersebut selanjutnya digunakan sebagai dasar dalam penyusunan rancangan eksperimen menggunakan metode Taguchi. Penyusunan rancangan percobaan diperlukan agar setiap kombinasi parameter dapat diuji secara terstruktur sehingga pengaruh masing-masing faktor terhadap nilai kekasaran permukaan dapat dianalisis pada tahap berikutnya.

2. Rancangan Eksperimen Metode Taguchi

Setelah faktor dan level penelitian ditentukan, langkah selanjutnya adalah menyusun rancangan eksperimen yang akan digunakan selama proses pengambilan data. Penyusunan rancangan percobaan merupakan tahapan penting dalam metode Taguchi karena berfungsi untuk mengatur kombinasi perlakuan yang akan diuji secara sistematis dan efisien. Melalui rancangan eksperimen yang tepat, pengaruh masing-masing faktor terhadap respon penelitian dapat diamati dengan jumlah percobaan yang lebih sedikit dibandingkan metode faktorial penuh, tanpa mengurangi kualitas informasi yang diperoleh.

Metode Taguchi menggunakan matriks ortogonal (*Orthogonal Array*) sebagai dasar dalam penyusunan kombinasi percobaan. Matriks ortogonal memungkinkan setiap faktor dan level mendapatkan kesempatan yang seimbang untuk diuji sehingga pengaruh masing-masing faktor terhadap respon dapat dianalisis secara lebih objektif. Pada penelitian ini digunakan tiga faktor, yaitu kecepatan potong (V_c), gerak makan (f), dan kedalaman potong (a_p), dengan masing-masing faktor memiliki tiga level. Berdasarkan jumlah faktor dan level tersebut, rancangan eksperimen yang sesuai adalah Orthogonal Array L9 (3^3).

Penggunaan Orthogonal Array L9 dipilih karena mampu mengakomodasi tiga faktor dengan tiga level hanya dalam sembilan kombinasi percobaan. Jika menggunakan metode faktorial penuh, jumlah kombinasi percobaan yang diperlukan juga sebanyak 27 pengamatan ($9 \text{ kombinasi} \times 3 \text{ replikasi}$), sehingga penggunaan metode Taguchi memberikan proses eksperimen yang lebih terstruktur dan efisien dalam hal waktu, biaya, maupun penggunaan material penelitian.

Rancangan percobaan yang digunakan dalam penelitian ini disajikan pada Tabel 4.2.

Tabel 4.2 Orthogonal Array L9

Percobaan	Vc	f	ap
1	42,4 m/min	0,05 mm/rev	1 mm
2		0,1 mm/rev	1,5 mm
3		0,3 mm/rev	2 mm
4	66,9 m/min	0,05 mm/rev	1,5 mm
5		0,1 mm/rev	2 mm
6		0,3 mm/rev	1 mm
7	84,8 m/min	0,05 mm/rev	2 mm
8		0,1 mm/rev	1 mm
9		0,3 mm/rev	1,5 mm

Keterangan angka pada Tabel 4.2 menunjukkan level dari masing-masing faktor yang digunakan pada setiap percobaan. Selanjutnya, kode level tersebut dikonversikan ke dalam nilai parameter pemotongan yang sebenarnya sesuai dengan faktor dan level yang telah ditetapkan pada Tabel 4.1. Setiap kombinasi percobaan kemudian dilakukan proses pembubutan dan pengukuran kekasaran permukaan sebanyak tiga kali pengulangan untuk meningkatkan keandalan data yang diperoleh.

Berdasarkan rancangan eksperimen tersebut, diperoleh sembilan kombinasi parameter pemotongan yang digunakan sebagai dasar pelaksanaan pengujian. Data hasil pengukuran kekasaran permukaan dari setiap kombinasi percobaan selanjutnya digunakan untuk analisis nilai rata-rata, perhitungan Signal to Noise Ratio (S/N Ratio), serta analisis varians (ANOVA) guna menentukan parameter pemotongan yang memberikan nilai kekasaran permukaan optimum.

3. Hasil Pengukuran Kekasaran Permukaan

Setelah proses pembubutan dilakukan sesuai dengan kombinasi parameter yang telah ditentukan pada rancangan eksperimen Taguchi, langkah selanjutnya adalah melakukan pengukuran kekasaran permukaan pada setiap spesimen hasil pemesinan. Pengukuran ini bertujuan untuk memperoleh data kuantitatif mengenai kualitas permukaan yang dihasilkan dari setiap kombinasi parameter pemotongan yang diuji. Nilai kekasaran permukaan digunakan sebagai respon penelitian karena merupakan salah satu indikator penting dalam mengevaluasi kualitas hasil proses pembubutan.

Pada penelitian ini, setiap kombinasi percobaan dilakukan pengukuran sebanyak tiga kali pengulangan untuk meningkatkan tingkat keandalan data dan meminimalkan kemungkinan terjadinya penyimpangan hasil pengukuran. Hasil pengukuran dari masing-masing pengulangan kemudian dihitung nilai rata-ratanya sehingga diperoleh satu nilai representatif yang digunakan dalam tahap analisis berikutnya. Penggunaan nilai rata-rata dimaksudkan untuk memberikan gambaran yang lebih akurat mengenai kondisi permukaan yang dihasilkan pada setiap perlakuan.

Data hasil pengukuran kekasaran permukaan untuk seluruh kombinasi parameter pemotongan disajikan pada Tabel 4.3.

Tabel 4.3 Hasil Pengukuran Kekasaran Permukaan

No.	Vc (m/min)	f (mm/rev)	ap (mm)	Ra 1	Ra 2	Ra 3	Ra rata-rata
1	42,4	0,05	1	8,445	8,561	7,898	8,30
2		0,10	1,5	7,792	7,947	7,986	7,91
3		0,30	2	7,132	7,039	7,130	7,10
4	66,9	0,05	1,5	6,083	6,239	6,116	6,15
5		0,10	2	11,552	11,655	11,698	11,64
6		0,30	1	31,326	33,146	32,061	32,18
7	84,8	0,05	2	5,573	5,632	5,736	5,65
8		0,10	1	11,970	11,544	11,477	11,66
9		0,30	1,5	37,300	37,264	37,237	37,27

Berdasarkan data pada Tabel 4.3, diperoleh variasi nilai kekasaran permukaan pada setiap kombinasi parameter pemotongan yang digunakan. Perbedaan nilai tersebut menunjukkan bahwa perubahan kecepatan potong, gerak makan, dan kedalaman potong menghasilkan respon yang berbeda terhadap kualitas permukaan benda kerja. Hasil pengukuran menunjukkan bahwa nilai kekasaran permukaan rata-rata terendah diperoleh pada percobaan ke-7 dengan kombinasi parameter kecepatan potong 84,8 m/min, gerak makan 0,05 mm/rev, dan kedalaman potong 2 mm, yaitu sebesar 5,65 μ m. Sementara itu, nilai kekasaran permukaan rata-rata tertinggi diperoleh pada percobaan ke-9 dengan kombinasi kecepatan potong 84,8

m/min, gerak makan 0,30 mm/rev, dan kedalaman potong 1,5 mm sebesar 37,27 μm .

Selain itu, hasil pengukuran juga menunjukkan adanya rentang nilai kekasaran permukaan yang cukup besar antar percobaan, yaitu dari 5,65 μm hingga 37,27 μm . Variasi tersebut mengindikasikan bahwa kombinasi parameter pemotongan yang diterapkan selama proses pembubutan memberikan pengaruh terhadap karakteristik permukaan benda kerja yang dihasilkan. Data hasil pengukuran ini selanjutnya digunakan sebagai dasar dalam perhitungan Signal to Noise Ratio (S/N Ratio) dan analisis varians (ANOVA) untuk menentukan parameter pemotongan yang memberikan kualitas permukaan optimum.

4. Perhitungan Signal to Noise Ratio (S/N Ratio)

Setelah diperoleh data hasil pengukuran kekasaran permukaan pada setiap kombinasi percobaan, tahap selanjutnya adalah melakukan perhitungan Signal to Noise Ratio (S/N Ratio). Dalam metode Taguchi, S/N Ratio digunakan untuk mengevaluasi tingkat kestabilan suatu respon terhadap variasi yang terjadi selama proses eksperimen. Analisis ini bertujuan untuk menentukan kombinasi parameter yang mampu menghasilkan kualitas terbaik sekaligus meminimalkan pengaruh faktor-faktor yang tidak dapat dikendalikan (*noise factor*).

Pada penelitian ini, respon yang diamati adalah nilai kekasaran permukaan hasil pembubutan. Karakteristik kualitas yang digunakan dalam perhitungan S/N Ratio adalah *Smaller The Better*, karena tujuan utama penelitian adalah memperoleh nilai kekasaran permukaan sekecil mungkin. Semakin kecil nilai kekasaran permukaan yang dihasilkan, maka semakin baik kualitas permukaan benda kerja hasil proses pemesinan.

Perhitungan S/N Ratio untuk karakteristik *Smaller The Better* dilakukan menggunakan persamaan berikut:

$$S / N = -\log \sum_{i=1}^n y_i^2$$

Dengan :

- S/N = Signal to Noise Ratio (dB)
- y_i = nilai kekasaran permukaan pada pengukuran ke- i
- n = jumlah pengulangan (dalam penelitian ini $n = 3$)

Contoh Perhitungan S/N Ratio (Percobaan 1)

Sebagai ilustrasi, perhitungan S/N Ratio pada percobaan ke-1 dengan parameter

$V_c = 42,4$ m/min, $f = 0,05$ mm/rev, dan $a_p = 1$ mm dilakukan sebagai berikut:

Data percobaan ke-1:

- $Ra_1 = 8,445 \mu\text{m}$
- $Ra_2 = 8,561 \mu\text{m}$
- $Ra_3 = 7,898 \mu\text{m}$

Langkah perhitungan:

1. Hitung kuadrat masing-masing nilai:

$$8,445^2 = 71,32$$

$$8,561^2 = 73,29$$

$$7,898^2 = 62,38$$

2. Hitung rata-rata kuadrat:

$$\frac{71,32 + 73,29 + 62,38}{3} = 68,996$$

3. Hitung S/N Ratio:

$$S/N = -10 \log (68,996)$$

$$S/N = 18,39 \text{ dB}$$

Hasil perhitungan S/N Ratio untuk seluruh kombinasi parameter disajikan pada

Tabel berikut:

Tabel 4.4 Hasil Perhitungan Signal to Noise Ratio (S/N Ratio)

No	V_c (m/min)	f (Mm/min)	a_p (mm)	Ra rata-rata	S/N Ratio (dB)
1	42,4	0,05	1	8,30	-18,39
2	42,4	0,10	1,5	7,91	-17,96
3	42,4	0,30	2	7,10	-17,03
4	66,9	0,05	1,5	6,15	-15,78
5	66,9	0,10	2	11,64	-21,32
6	66,9	0,30	1	32,18	-30,15
7	84,8	0,05	2	5,65	-15,04
8	84,8	0,10	1	11,66	-21,34
9	84,8	0,30	1,5	37,27	-31,43

31
28
3
Berdasarkan hasil perhitungan *Signal to Noise Ratio* (S/N Ratio), percobaan ke-7 menghasilkan nilai S/N Ratio tertinggi sebesar -15,04 dB serta nilai kekasaran permukaan terendah sebesar 5,65 μm dibandingkan dengan kombinasi parameter lainnya yang diuji dalam penelitian ini. Pada karakteristik kualitas *Smaller The Better*, nilai S/N Ratio yang semakin tinggi (mendekati nol) menunjukkan kualitas respon yang semakin baik karena variasi hasil yang dihasilkan semakin kecil dan nilai respon yang diperoleh cenderung lebih rendah. Oleh karena itu, hasil pada percobaan ke-7 menunjukkan bahwa kombinasi parameter tersebut mampu menghasilkan kualitas permukaan terbaik berdasarkan data eksperimen yang telah dilakukan.

2
Hasil tersebut juga mengindikasikan bahwa penggunaan kecepatan potong sebesar 84,8 m/min, gerak makan sebesar 0,05 mm/rev, dan kedalaman potong sebesar 2 mm memberikan kondisi pemotongan yang mampu menghasilkan permukaan benda kerja paling halus di antara sembilan kombinasi percobaan yang diuji. Nilai kekasaran permukaan yang rendah menunjukkan bahwa proses pemotongan berlangsung relatif stabil sehingga jejak pemotongan yang terbentuk pada permukaan benda kerja menjadi lebih seragam. Kondisi ini sejalan dengan tujuan penelitian, yaitu memperoleh nilai kekasaran permukaan sekecil mungkin pada proses pembubutan baja ST45.

Meskipun demikian, penentuan parameter optimum dalam metode Taguchi tidak hanya didasarkan pada hasil terbaik yang diperoleh dari satu percobaan. Metode Taguchi mempertimbangkan pengaruh setiap faktor secara keseluruhan melalui analisis respon rata-rata (*Response Table for Means*) sehingga level optimum ditentukan berdasarkan kecenderungan performa masing-masing faktor pada seluruh kombinasi percobaan. Dengan pendekatan tersebut, parameter optimum yang dihasilkan tidak hanya merepresentasikan hasil terbaik pada satu percobaan tertentu, tetapi juga menggambarkan kombinasi parameter yang diprediksi mampu memberikan performa yang lebih konsisten dan robust terhadap variasi proses.

6
Berdasarkan hasil analisis respon rata-rata, diperoleh kombinasi parameter optimum yang terdiri atas kecepatan potong sebesar 42,4 m/min, gerak makan sebesar 0,05 mm/rev, dan kedalaman potong sebesar 2 mm. Perbedaan antara kombinasi percobaan terbaik dan kombinasi parameter optimum merupakan hal

yang umum dalam metode Taguchi, karena optimasi dilakukan berdasarkan evaluasi pengaruh faktor secara menyeluruh, bukan hanya berdasarkan nilai respon terkecil yang diperoleh pada satu percobaan. Oleh karena itu, hasil S/N Ratio dan hasil optimasi Taguchi saling melengkapi dalam menentukan kondisi pemesinan yang mampu menghasilkan kualitas permukaan yang baik dan konsisten.

5. Analisis Varians (ANOVA)

Setelah dilakukan perhitungan **Signal to Noise Ratio (S/N Ratio)**, tahap selanjutnya adalah melakukan analisis varians (*Analysis of Variance* atau ANOVA). Analisis varians digunakan untuk mengetahui besarnya pengaruh masing-masing faktor terhadap respon penelitian, yaitu nilai kekasaran permukaan hasil pembubutan. Selain itu, ANOVA juga digunakan untuk menentukan faktor yang memberikan kontribusi paling dominan terhadap perubahan nilai kekasaran permukaan sehingga dapat diketahui parameter yang perlu mendapatkan perhatian lebih dalam proses optimasi.

Dalam penelitian ini, analisis varians dilakukan berdasarkan data hasil pengujian yang telah diperoleh dari setiap kombinasi percobaan pada rancangan eksperimen Taguchi. Hasil perhitungan ANOVA menghasilkan nilai *Sum of Squares* (SS), *Mean Square* (MS), derajat kebebasan (*Degree of Freedom* atau DOF), serta persentase kontribusi masing-masing faktor terhadap respon penelitian. Hasil analisis varians disajikan pada Tabel 4.5.

Tabel 4.5 Hasil Analisis Varians (ANOVA)

Faktor	DOF	SS	MS	Kontribusi (%)
Vc	2	44,61	22,31	18,69
f	2	145,96	72,98	61,14
ap	2	46,41	23,21	19,44
Error	2	1,75	0,88	0,73
Total	8	238,73	-	100

Berdasarkan Tabel 4.5 dapat diketahui bahwa faktor gerak makan (*feed rate*) memiliki kontribusi terbesar terhadap perubahan nilai kekasaran permukaan, yaitu sebesar 61,14%. Persentase tersebut menunjukkan bahwa variasi gerak makan memberikan pengaruh paling dominan dibandingkan faktor lainnya dalam menentukan kualitas permukaan hasil pembubutan baja ST45. Semakin besar

perubahan nilai gerak makan yang digunakan selama proses pembubutan, semakin besar pula perubahan nilai kekasaran permukaan yang dihasilkan. Oleh karena itu, pengaturan gerak makan menjadi aspek yang paling penting untuk diperhatikan apabila tujuan proses pembubutan adalah memperoleh permukaan benda kerja yang lebih halus.

Sementara itu, faktor kedalaman potong (*depth of cut*) memberikan kontribusi sebesar 19,44% terhadap perubahan nilai kekasaran permukaan. Nilai tersebut menunjukkan bahwa kedalaman potong juga memengaruhi kualitas permukaan hasil pembubutan, meskipun tingkat pengaruhnya masih berada di bawah faktor gerak makan. Perubahan kedalaman potong menyebabkan perubahan gaya pemotongan yang berpengaruh terhadap kondisi penyayatan, sehingga dapat memengaruhi nilai kekasaran permukaan yang dihasilkan.

Adapun faktor kecepatan potong (*cutting speed*) memiliki kontribusi sebesar 18,69%. Hasil ini menunjukkan bahwa kecepatan potong tetap memberikan pengaruh terhadap nilai kekasaran permukaan, namun pengaruhnya relatif lebih kecil dibandingkan gerak makan maupun kedalaman potong. Dengan demikian, perubahan kecepatan potong pada rentang parameter yang digunakan dalam penelitian ini belum memberikan dampak yang sebesar perubahan gerak makan terhadap kualitas permukaan hasil pembubutan.

Selain ketiga faktor utama tersebut, diperoleh nilai kontribusi galat (*error*) sebesar 0,73%. Nilai galat yang relatif kecil menunjukkan bahwa sebagian besar variasi respon penelitian telah mampu dijelaskan oleh faktor-faktor yang digunakan dalam rancangan eksperimen, yaitu kecepatan potong, gerak makan, dan kedalaman potong. Dengan kata lain, faktor-faktor tersebut telah mewakili sumber utama variasi yang memengaruhi kekasaran permukaan pada proses pembubutan baja ST45, sehingga hasil analisis dapat dianggap memiliki tingkat keandalan yang baik.

Secara keseluruhan, hasil analisis varians menunjukkan bahwa gerak makan (*feed rate*) merupakan faktor yang paling dominan memengaruhi kekasaran permukaan, diikuti oleh kedalaman potong dan kecepatan potong. Temuan ini juga sejalan dengan hasil analisis *Response Table for Means* yang menunjukkan bahwa faktor gerak makan memiliki nilai *Delta* terbesar dan menempati Rank 1, sehingga kedua metode analisis tersebut saling mendukung dalam mengidentifikasi faktor

yang paling berpengaruh terhadap respon penelitian. Oleh karena itu, pengendalian nilai gerak makan menjadi langkah utama dalam upaya memperoleh kualitas permukaan hasil pembubutan yang lebih baik.

6. Penentuan Parameter Optimum

Penentuan parameter optimum merupakan tahapan akhir dalam analisis metode Taguchi yang bertujuan untuk memperoleh kombinasi parameter pemesinan yang mampu menghasilkan nilai kekasaran permukaan serendah mungkin. Pada penelitian ini, penentuan parameter optimum dilakukan berdasarkan hasil analisis respon rata-rata (*Response Table for Means*) dengan karakteristik kualitas *Smaller The Better*. Karakteristik tersebut dipilih karena tujuan penelitian adalah memperoleh nilai kekasaran permukaan yang minimum, sehingga level faktor yang menghasilkan nilai rata-rata respon paling kecil dipilih sebagai level optimum.

Analisis respon rata-rata dilakukan dengan menghitung nilai rata-rata kekasaran permukaan pada setiap level faktor yang digunakan dalam penelitian, yaitu kecepatan potong (*cutting speed*), gerak makan (*feed rate*), dan kedalaman potong (*depth of cut*). Hasil perhitungan respon rata-rata ditunjukkan pada Tabel 4.6.

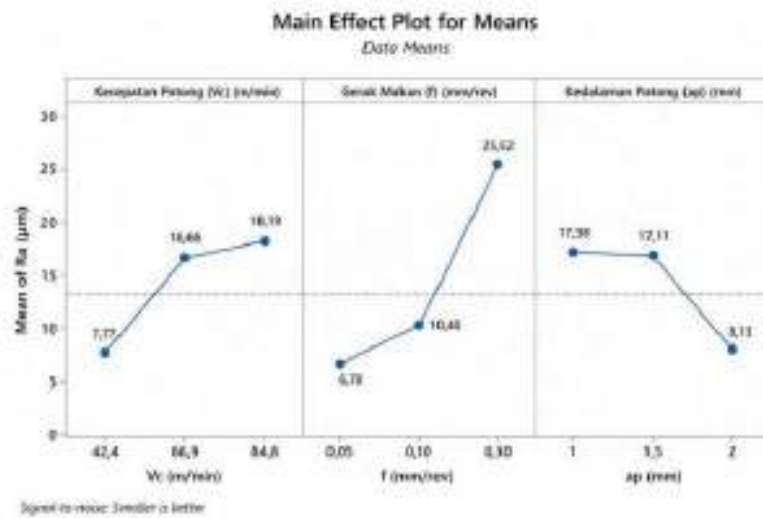
Tabel 4.6 Response Table for Means

Faktor	Level 1	Level 2	Level 3	Delta	Rank
Vc	7,77	16,66	18,19	10,42	2
f	6,7	10,4	25,52	18,82	1
ap	17,38	17,11	8,13	9,25	3

Berdasarkan Tabel 4.6, terlihat bahwa faktor gerak makan (*feed rate*) memiliki nilai *delta* terbesar, yaitu 18,82 sehingga menempati peringkat pertama dalam memengaruhi perubahan nilai kekasaran permukaan. Faktor kecepatan potong berada pada peringkat kedua dengan nilai *delta* sebesar 10,42, sedangkan faktor kedalaman potong berada pada peringkat ketiga dengan nilai *delta* sebesar 9,25. Semakin besar nilai *delta* yang diperoleh, semakin besar pula pengaruh faktor tersebut terhadap respon penelitian.

Untuk memperjelas kecenderungan pengaruh masing-masing faktor terhadap nilai kekasaran permukaan, hasil analisis respon rata-rata divisualisasikan dalam bentuk *Main Effect Plot for Means* sebagaimana ditunjukkan pada Gambar 4.1

Gambar 4.1 Main Effect Plot for Means



Berdasarkan Gambar 4.1, terlihat bahwa faktor gerak makan menunjukkan perubahan nilai respon yang paling signifikan dibandingkan faktor lainnya. Hal ini ditunjukkan oleh kemiringan kurva yang lebih besar dibandingkan kurva pada faktor kecepatan potong maupun kedalaman potong. Kondisi tersebut mengindikasikan bahwa perubahan nilai gerak makan memberikan pengaruh paling besar terhadap kualitas permukaan hasil pembubutan. Sementara itu, faktor kecepatan potong dan kedalaman potong juga memengaruhi nilai kekasaran permukaan, namun tingkat pengaruhnya relatif lebih rendah dibandingkan gerak makan.

Penentuan level optimum dilakukan dengan memilih level yang memiliki nilai rata-rata kekasaran permukaan paling rendah pada masing-masing faktor. Hasil penentuan level optimum ditunjukkan pada Tabel 4.7.

Tabel 4.7 Penentuan Level Optimum Berdasarkan Response Table for Means

Faktor	Level 1	Level 2	Level 3	Level Optimum
V_c (m/min)	7,77	16,66	18,19	Level 1
f (mm/rev)	6,7	10,4	25,52	Level 1
a_p (mm)	17,38	17,11	8,13	Level 3

Berdasarkan Tabel 4.7, faktor kecepatan potong menghasilkan nilai rata-rata kekasaran permukaan terendah pada Level 1 sebesar 7,77 μm . Faktor gerak makan juga menghasilkan nilai rata-rata terendah pada Level 1 sebesar 6,70 μm . Sementara itu, faktor kedalaman potong menghasilkan nilai rata-rata kekasaran permukaan

terendah pada Level 3 sebesar 8,13 μm . Oleh karena itu, level-level tersebut dipilih sebagai level optimum untuk masing-masing faktor.

Level optimum yang telah diperoleh kemudian dikonversikan ke dalam nilai parameter pemotongan aktual sebagaimana ditunjukkan pada Tabel 4.8.

Tabel 4.8 Kombinasi Parameter Pemotongan Optimum

Faktor	Level Optimum	Nilai Aktual
Kecepatan potong (V_c)	Level 1	42,4 m/min
Gerak makan (f)	Level 1	0,05 mm/rev
Kedalaman potong (a_p)	Level 3	2 mm

Berdasarkan hasil analisis metode Taguchi, kombinasi parameter pemotongan yang diprediksi mampu menghasilkan nilai kekasaran permukaan optimum adalah kecepatan potong sebesar 42,4 m/min, gerak makan sebesar 0,05 mm/rev, dan kedalaman potong sebesar 2 mm. Kombinasi tersebut diperoleh dari pemilihan level dengan nilai respon rata-rata terendah pada masing-masing faktor sesuai dengan karakteristik kualitas *Smaller The Better*.

Meskipun percobaan ke-7 menghasilkan nilai kekasaran permukaan terkecil sebesar 5,65 μm , penentuan parameter optimum dalam metode Taguchi tidak hanya didasarkan pada hasil terbaik dari satu percobaan. Penentuan level optimum dilakukan berdasarkan kecenderungan pengaruh masing-masing faktor terhadap seluruh kombinasi percobaan yang telah dilakukan. Dengan demikian, kombinasi parameter optimum yang diperoleh diharapkan mampu memberikan performa yang lebih konsisten dalam menghasilkan kualitas permukaan yang baik pada proses pembubutan baja ST45.

Hasil penentuan parameter optimum ini selanjutnya digunakan sebagai dasar dalam pembahasan pengaruh masing-masing faktor terhadap kekasaran permukaan serta identifikasi faktor yang paling dominan dalam proses pembubutan baja ST45.

B. Pembahasan

Pembahasan dilakukan untuk menginterpretasikan hasil penelitian yang telah diperoleh melalui pengujian kekasaran permukaan pada proses pembubutan. Interpretasi dilakukan berdasarkan hasil pengukuran kekasaran permukaan, analisis respon rata-rata (Means), serta analisis varians (ANOVA). Ketiga parameter pemotongan yang digunakan dalam penelitian ini, yaitu kecepatan potong (V_c), gerak makan (f), dan kedalaman potong (a_p), menunjukkan tingkat pengaruh yang

berbeda terhadap nilai kekasaran permukaan. Oleh karena itu, pembahasan difokuskan pada pengaruh masing-masing parameter terhadap kualitas permukaan hasil pembubutan serta faktor yang paling dominan berdasarkan hasil analisis statistik.

1. Pengaruh Kecepatan Potong (V_c) terhadap Kekasaran Permukaan

Kecepatan potong merupakan salah satu parameter pemotongan yang berperan dalam menentukan kondisi proses penyayatan material. Pengaruh kecepatan potong terhadap kekasaran permukaan dianalisis menggunakan nilai rata-rata respon pada setiap level faktor sebagaimana ditunjukkan pada Tabel 4.8.

Tabel 4.8 Nilai Rata-rata Kekasaran Permukaan pada Setiap Level Kecepatan Potong

Level	V_c (m/min)	Ra Rata-rata (μm)
1	42,4	7,77
2	66,9	16,66
3	84,8	18,19

Gambar 4.2 Grafik Pengaruh Kecepatan Potong terhadap Kekasaran Permukaan



Berdasarkan Tabel 4.8 dan Gambar 4.2, terlihat bahwa peningkatan kecepatan potong cenderung diikuti oleh peningkatan nilai rata-rata kekasaran permukaan. Pada Level 1 dengan kecepatan potong 42,4 m/min diperoleh nilai rata-rata kekasaran permukaan sebesar 7,77 μm . Nilai tersebut meningkat menjadi 16,66 μm pada Level 2 dan mencapai 18,19 μm pada Level 3.

Secara teoritis, kecepatan potong memengaruhi proses pembentukan geram dan kondisi kontak antara pahat dengan benda kerja. Perubahan kecepatan potong dapat memengaruhi temperatur pemotongan, gesekan, dan stabilitas proses pemesinan. Pada penelitian ini, peningkatan kecepatan potong tidak menghasilkan perbaikan kualitas permukaan, melainkan menunjukkan kecenderungan peningkatan kekasaran permukaan. Hal ini menunjukkan bahwa rentang kecepatan potong yang digunakan belum mampu menghasilkan kondisi pemotongan yang lebih stabil dibandingkan level yang lebih rendah.

Hasil analisis ANOVA menunjukkan bahwa kecepatan potong memberikan kontribusi sebesar 18,69% terhadap perubahan nilai kekasaran permukaan. Nilai tersebut menunjukkan bahwa meskipun kecepatan potong berpengaruh terhadap kualitas permukaan, tingkat pengaruhnya relatif lebih kecil dibandingkan faktor gerak makan.

Dengan demikian, dapat disimpulkan bahwa kecepatan potong memiliki pengaruh terhadap kekasaran permukaan, namun bukan merupakan faktor utama yang menentukan kualitas permukaan hasil pembubutan pada penelitian ini.

2. Pengaruh Gerak Makan (f) terhadap Kekasaran Permukaan

Gerak makan (*feed rate*) merupakan parameter yang secara langsung memengaruhi pembentukan profil permukaan benda kerja selama proses pembubutan. Oleh karena itu, perubahan nilai gerak makan umumnya memberikan dampak yang signifikan terhadap kualitas permukaan yang dihasilkan.

Berdasarkan hasil analisis respon rata-rata, diperoleh nilai kekasaran permukaan pada setiap level gerak makan sebagaimana ditunjukkan pada Tabel 4.9.

Tabel 4.9 Nilai Rata-rata Kekasaran Permukaan pada Setiap Level Gerak Makan

Level	f (mm/rev)	Ra Rata-rata (μm)
1	0,05	6,7
2	0,1	10,4
3	0,3	25,52

Gambar 4.3 Grafik Pengaruh Gerak Makan terhadap Kekasaran Permukaan



Berdasarkan Tabel 4.9 dan Gambar 4.3, terlihat bahwa peningkatan gerak makan menyebabkan kenaikan nilai kekasaran permukaan yang cukup signifikan. Pada Level 1 diperoleh nilai rata-rata kekasaran permukaan sebesar $6,70 \mu\text{m}$, kemudian meningkat menjadi $10,40 \mu\text{m}$ pada Level 2, dan mencapai $25,52 \mu\text{m}$ pada Level 3.

Kondisi tersebut terjadi karena gerak makan menentukan jarak perpindahan pahat pada setiap putaran benda kerja. Semakin besar nilai gerak makan yang digunakan, maka semakin besar pula jarak antar jejak pahat yang terbentuk pada permukaan benda kerja. Akibatnya, permukaan yang dihasilkan menjadi lebih kasar dan nilai kekasaran permukaan meningkat.

Hasil ini diperkuat oleh analisis ANOVA yang menunjukkan bahwa gerak makan memiliki kontribusi sebesar 61,14% terhadap perubahan nilai kekasaran permukaan. Persentase tersebut merupakan yang terbesar dibandingkan faktor lainnya, sehingga dapat dinyatakan bahwa gerak makan merupakan faktor yang paling dominan memengaruhi kualitas permukaan hasil pembubutan.

Berdasarkan hasil tersebut dapat disimpulkan bahwa penggunaan gerak makan yang rendah lebih efektif dalam menghasilkan permukaan yang halus dibandingkan penggunaan gerak makan yang tinggi.

3. Pengaruh Kedalaman Potong (ap) terhadap Kekasaran Permukaan

Kedalaman potong merupakan parameter yang menunjukkan besarnya material yang disayat oleh pahat dalam satu kali lintasan pemotongan. Pengaruh kedalaman potong terhadap kekasaran permukaan dianalisis menggunakan nilai rata-rata respon pada setiap level sebagaimana ditunjukkan pada Tabel 4.10.

Tabel 4.10 Nilai Rata-rata Kekasaran Permukaan pada Setiap Level Kedalaman Potong

Level	ap (mm)	Ra Rata-rata (μm)
-------	---------	--------------------------------

1	1	17,38
2	1,5	17,11
3	2	8,13

6

Gambar 4.4 Grafik Pengaruh Kedalaman Potong terhadap Kekasaran Permukaan



54

Berdasarkan Tabel 4.10 dan Gambar 4.4 terlihat bahwa nilai rata-rata kekasaran permukaan mengalami penurunan pada Level 3. Nilai rata-rata kekasaran permukaan pada Level 1 sebesar 17,38 μm dan pada Level 2 sebesar 17,11 μm , sedangkan pada Level 3 menurun menjadi 8,13 μm .

37

Secara umum, kedalaman potong memengaruhi jumlah material yang disayat selama proses pemesinan. Akan tetapi, parameter ini tidak secara langsung menentukan bentuk geometris permukaan hasil pembubutan seperti halnya gerak makan. Oleh karena itu, pengaruh kedalaman potong terhadap kekasaran permukaan cenderung lebih kecil.

Hasil ANOVA menunjukkan bahwa kedalaman potong hanya memberikan kontribusi sebesar 19,44% terhadap perubahan nilai kekasaran permukaan. Nilai tersebut merupakan kontribusi terkecil dibandingkan faktor lainnya. Dengan demikian dapat dikatakan bahwa variasi kedalaman potong pada penelitian ini tidak memberikan pengaruh yang signifikan terhadap kualitas permukaan benda kerja.

16

15

3

4. Pembahasan Faktor Dominan Berdasarkan ANOVA

Analisis varians (*Analysis of Variance* atau ANOVA) dilakukan untuk mengetahui besarnya kontribusi masing-masing parameter pemesinan terhadap perubahan nilai kekasaran permukaan hasil pembubutan baja ST45. Berbeda

dengan analisis respon rata-rata (*Response Table for Means*) yang digunakan untuk menentukan level optimum setiap faktor, ANOVA bertujuan untuk mengidentifikasi besarnya pengaruh masing-masing parameter terhadap variasi respon penelitian. Dengan demikian, hasil analisis varians dapat digunakan sebagai dasar dalam menentukan faktor yang paling dominan memengaruhi kualitas permukaan hasil pembubutan.

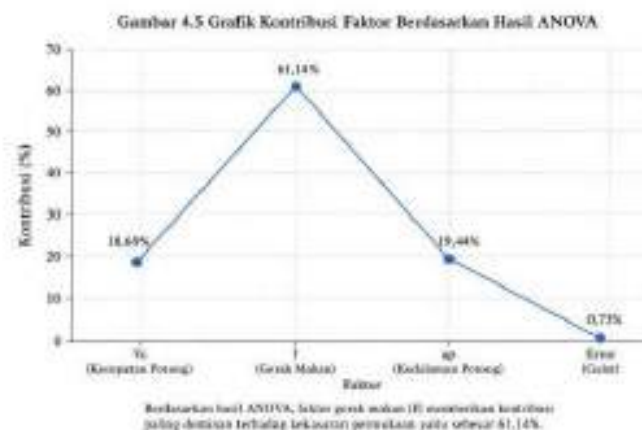
22

Hasil analisis ANOVA yang disajikan pada Tabel 4.11 dan Gambar 4.5 menunjukkan bahwa setiap faktor memberikan kontribusi yang berbeda terhadap perubahan nilai kekasaran permukaan.

Tabel 4.11 Kontribusi Faktor terhadap Kekasaran Permukaan Berdasarkan ANOVA

Faktor	DOF	SS	MS	Kontribusi (%)
Vc	2	44,61	22,31	18,69
f	2	145,96	72,98	61,14
ap	2	46,41	23,21	19,44
Error	2	1,75	0,88	0,73
Total	8	238,73	-	100

Gambar 4.5 Grafik Kontribusi Faktor Berdasarkan Hasil ANOVA



22

29

Berdasarkan Tabel 4.11 dan Gambar 4.5, diketahui bahwa gerak makan (*feed rate*) merupakan faktor yang memberikan kontribusi paling besar terhadap perubahan nilai kekasaran permukaan, yaitu sebesar 61,14%. Persentase tersebut menunjukkan bahwa lebih dari separuh variasi nilai kekasaran permukaan

dipengaruhi oleh perubahan gerak makan selama proses pembubutan. Besarnya kontribusi tersebut menunjukkan bahwa pengaturan gerak makan menjadi faktor yang paling menentukan dalam memperoleh kualitas permukaan yang baik pada proses pembubutan baja ST45.

Secara mekanis, besarnya pengaruh gerak makan berkaitan dengan pembentukan jejak penyayatan (*feed mark*) pada permukaan benda kerja. Gerak makan menentukan jarak perpindahan pahat pada setiap putaran spindle. Semakin besar nilai gerak makan yang digunakan, maka jarak antar jejak pemotongan akan semakin lebar sehingga permukaan benda kerja menjadi lebih kasar. Sebaliknya, penggunaan gerak makan yang lebih rendah menghasilkan jejak penyayatan yang lebih rapat dan seragam sehingga nilai kekasaran permukaan menjadi lebih kecil.

Faktor kedalaman potong (*depth of cut*) memberikan kontribusi sebesar 19,44%, sehingga menempati urutan kedua setelah gerak makan. Hasil tersebut menunjukkan bahwa kedalaman potong tetap memberikan pengaruh terhadap perubahan nilai kekasaran permukaan, meskipun tingkat pengaruhnya belum sebesar gerak makan. Variasi kedalaman potong memengaruhi besarnya gaya pemotongan dan beban kerja pahat, namun pada rentang parameter yang digunakan dalam penelitian ini pengaruh tersebut belum menjadi faktor utama dalam menentukan kualitas permukaan.

Sementara itu, faktor kecepatan potong (*cutting speed*) memiliki kontribusi sebesar 18,69%, sehingga menjadi faktor dengan kontribusi terkecil di antara ketiga parameter yang diteliti. Meskipun demikian, kecepatan potong tetap berpengaruh terhadap proses pembentukan geram, temperatur pemotongan, serta kondisi kontak antara pahat dan benda kerja. Akan tetapi, berdasarkan hasil penelitian ini, perubahan kecepatan potong pada rentang parameter yang digunakan belum memberikan pengaruh sebesar perubahan gerak makan maupun kedalaman potong.

Nilai galat (*error*) yang hanya sebesar 0,73% menunjukkan bahwa hampir seluruh variasi respon penelitian telah mampu dijelaskan oleh ketiga faktor yang digunakan dalam rancangan eksperimen, yaitu kecepatan potong, gerak makan, dan kedalaman potong. Nilai galat yang relatif kecil mengindikasikan bahwa rancangan eksperimen metode Taguchi telah mampu merepresentasikan faktor-faktor utama

yang memengaruhi kekasaran permukaan sehingga hasil analisis dapat dianggap memiliki tingkat keandalan yang baik.

Hasil analisis varians tersebut juga menunjukkan kesesuaian dengan hasil analisis *Response Table for Means*. Berdasarkan analisis respon rata-rata, faktor gerak makan memiliki nilai **Delta** terbesar yaitu **18,82 μm** dan menempati **Rank 1**, sedangkan kecepatan potong dan kedalaman potong masing-masing memiliki nilai **Delta sebesar 10,42 μm dan 9,25 μm** . Nilai Delta yang semakin besar menunjukkan bahwa perubahan level pada faktor tersebut memberikan pengaruh yang semakin besar terhadap perubahan nilai kekasaran permukaan. Kesesuaian antara hasil ANOVA dan *Response Table for Means* menunjukkan bahwa kedua metode analisis menghasilkan kesimpulan yang konsisten, yaitu bahwa gerak makan merupakan faktor yang paling dominan memengaruhi kekasaran permukaan hasil pembubutan baja ST45.

5. Pembahasan Parameter Optimum Menggunakan Metode Taguchi

Selain digunakan untuk mengidentifikasi besarnya pengaruh masing-masing parameter pemesinan terhadap nilai kekasaran permukaan, metode Taguchi juga dimanfaatkan untuk memperoleh kombinasi parameter pemesinan yang diperkirakan paling optimum. Penentuan kondisi optimum pada penelitian ini dilakukan menggunakan karakteristik kualitas **Smaller The Better**, karena tujuan utama penelitian adalah memperoleh nilai kekasaran permukaan (R_a) serendah mungkin. Pada karakteristik tersebut, level optimum ditentukan berdasarkan nilai rata-rata respon (*Response Table for Means*) yang paling kecil pada setiap faktor, sehingga level optimum dipilih berdasarkan nilai rata-rata respon terkecil pada masing-masing faktor yang menunjukkan kecenderungan menghasilkan nilai kekasaran permukaan yang lebih rendah.

Berdasarkan hasil analisis *Response Table for Means*, diperoleh kombinasi parameter optimum yang terdiri atas kecepatan potong sebesar **42,4 m/min**, gerak makan sebesar **0,05 mm/rev**, dan kedalaman potong sebesar **2 mm**. Kombinasi tersebut berasal dari **Level 1** pada faktor kecepatan potong, **Level 1** pada faktor gerak makan, dan **Level 3** pada faktor kedalaman potong. Pemilihan level tersebut didasarkan pada nilai rata-rata respon terkecil yang diperoleh pada masing-

masing faktor, sehingga secara statistik kombinasi tersebut direkomendasikan sebagai kondisi pemesinan optimum berdasarkan analisis metode Taguchi.

Perlu diperhatikan bahwa kombinasi parameter optimum tersebut **tidak harus sama dengan salah satu kombinasi percobaan pada rancangan Orthogonal Array L9**. Hal ini disebabkan karena metode Taguchi tidak menentukan kondisi optimum berdasarkan satu percobaan yang menghasilkan nilai kekasaran permukaan paling rendah, melainkan berdasarkan evaluasi pengaruh masing-masing faktor secara terpisah melalui **nilai rata-rata respon pada setiap level**. Selanjutnya, **level terbaik dari** setiap faktor digabungkan menjadi satu kombinasi parameter yang diperkirakan memberikan respon paling baik terhadap karakteristik kualitas yang diinginkan.

Berdasarkan hasil analisis Response Table for Means, gerak makan pada Level 1 (0,05 mm/rev) memiliki nilai rata-rata respon paling kecil dibandingkan level lainnya. Hasil tersebut menunjukkan bahwa penggunaan gerak makan yang lebih rendah **cenderung menghasilkan permukaan benda kerja yang lebih halus karena jejak penyayatan menjadi lebih rapat dan seragam**. Kondisi tersebut menunjukkan bahwa penggunaan gerak makan yang lebih kecil mampu menghasilkan jejak penyayatan yang lebih rapat dan seragam **pada permukaan benda kerja sehingga nilai kekasaran permukaan cenderung menurun**. Selain itu, **kedalaman potong sebesar 2 mm** memberikan nilai rata-rata respon paling kecil dibandingkan level kedalaman potong lainnya, sedangkan **kecepatan potong sebesar 42,4 m/min** merupakan level yang menghasilkan nilai rata-rata respon terendah pada faktor kecepatan potong. Hasil tersebut menunjukkan bahwa ketiga level tersebut memberikan kontribusi terbaik apabila ditinjau berdasarkan analisis rata-rata respon masing-masing faktor.

Dengan demikian, metode Taguchi merekomendasikan kombinasi parameter pemesinan berupa **kecepatan potong 42,4 m/min, gerak makan 0,05 mm/rev, dan kedalaman potong 2 mm** sebagai kondisi pemesinan optimum pada penelitian ini. Kombinasi tersebut merupakan hasil optimasi berdasarkan analisis *Response Table for Means* dan **diprediksi mampu menghasilkan kualitas permukaan yang lebih baik** pada proses pembubutan baja ST45 dalam kondisi penelitian yang digunakan. Dengan demikian, kombinasi parameter tersebut dapat

direkomendasikan sebagai kondisi pemesinan optimum berdasarkan hasil analisis metode Taguchi pada penelitian ini.

BAB V

PENUTUP

A. Simpulan

Berdasarkan hasil penelitian mengenai optimasi parameter pemesinan terhadap kekasaran permukaan pada proses bubut baja ST45 menggunakan metode Taguchi, maka dapat diambil beberapa kesimpulan sebagai berikut.

1. Pengaruh Kecepatan Potong (V_c) terhadap Kekasaran Permukaan

Hasil penelitian menunjukkan bahwa kecepatan potong (*cutting speed*) memberikan pengaruh terhadap nilai kekasaran permukaan hasil pembubutan baja ST45. Perubahan nilai kecepatan potong menyebabkan perubahan nilai kekasaran permukaan pada setiap level pengujian. Namun, berdasarkan hasil analisis varians (ANOVA), kontribusi kecepatan potong terhadap perubahan kekasaran permukaan hanya sebesar 18,69%, sehingga pengaruhnya relatif lebih kecil dibandingkan parameter pemesinan lainnya. Dengan demikian, kecepatan potong bukan merupakan faktor utama yang menentukan kualitas permukaan pada kondisi pemotongan yang digunakan dalam penelitian ini.

2. Pengaruh Gerak Makan (f) terhadap Kekasaran Permukaan

Gerak makan (*feed rate*) terbukti memberikan pengaruh paling besar terhadap perubahan nilai kekasaran permukaan hasil pembubutan baja ST45. Peningkatan nilai gerak makan cenderung menyebabkan permukaan benda kerja menjadi lebih kasar, sedangkan penggunaan gerak makan yang lebih rendah menghasilkan kualitas permukaan yang lebih halus. Hasil analisis ANOVA menunjukkan bahwa gerak makan memiliki kontribusi sebesar 61,14%, sehingga dapat dinyatakan sebagai parameter pemesinan yang paling dominan dalam memengaruhi kekasaran permukaan pada penelitian ini.

3. Pengaruh Kedalaman Potong (a_p) terhadap Kekasaran Permukaan

Kedalaman potong (*depth of cut*) juga memberikan pengaruh terhadap nilai kekasaran permukaan, meskipun tingkat pengaruhnya tidak sebesar gerak makan. Berdasarkan hasil penelitian, variasi kedalaman potong menghasilkan perubahan nilai kekasaran permukaan pada setiap level pengujian. Hasil analisis ANOVA menunjukkan bahwa kedalaman potong memiliki kontribusi sebesar 19,44%

sehingga menempati urutan kedua setelah gerak makan dalam memengaruhi kualitas permukaan hasil pembubutan baja ST45.

4. Faktor Dominan dan Parameter Pemmesinan Optimum

Berdasarkan hasil analisis varians (ANOVA), diperoleh bahwa gerak makan (*feed rate*) merupakan faktor yang paling dominan memengaruhi kekasaran permukaan hasil pembubutan baja ST45. Hal tersebut ditunjukkan oleh nilai kontribusi terbesar, yaitu 61,14%, yang didukung oleh hasil *Response Table for Means* dengan nilai Delta terbesar (18,82 μm) dan Rank 1. Kesesuaian hasil kedua metode analisis tersebut menunjukkan bahwa pengaturan gerak makan menjadi aspek yang paling penting dalam menghasilkan kualitas permukaan yang lebih baik dibandingkan parameter pemmesinan lainnya.

5. Parameter Pemmesinan Optimum Menggunakan Metode Taguchi

Berdasarkan hasil analisis menggunakan metode Taguchi dengan karakteristik kualitas **Smaller The Better**, diperoleh kombinasi parameter pemmesinan optimum yang terdiri atas kecepatan potong sebesar 42,4 m/min, gerak makan sebesar 0,05 mm/rev, dan kedalaman potong sebesar 2 mm. Kombinasi parameter tersebut diperoleh melalui analisis *Response Table for Means*, yaitu dengan memilih level yang memiliki nilai rata-rata respon terkecil pada masing-masing faktor. Dengan demikian, kombinasi tersebut direkomendasikan sebagai kondisi pemmesinan optimum berdasarkan hasil analisis metode Taguchi dan diperkirakan mampu menghasilkan kualitas permukaan yang lebih baik pada proses pembubutan baja ST45 sesuai dengan kondisi penelitian yang telah dilakukan.

Secara keseluruhan, hasil penelitian menunjukkan bahwa metode Taguchi dapat digunakan sebagai pendekatan yang efektif untuk menganalisis pengaruh setiap parameter pemmesinan terhadap kekasaran permukaan sekaligus menentukan kombinasi parameter pemmesinan yang optimum. Analisis yang dilakukan melalui *Response Table for Means* dan *Analysis of Variance (ANOVA)* menunjukkan bahwa gerak makan (*feed rate*) merupakan faktor yang memberikan pengaruh paling dominan terhadap kekasaran permukaan, sedangkan kombinasi parameter optimum diperoleh berdasarkan evaluasi nilai rata-rata respon pada setiap level faktor. Oleh karena itu, hasil penelitian ini dapat dijadikan sebagai referensi dalam menentukan kondisi pemmesinan yang sesuai untuk memperoleh kualitas permukaan

yang lebih baik pada proses pembubutan baja ST45 dengan kondisi pemotongan yang sejenis.

B. Saran

1. Saran dalam Penerapan Hasil Penelitian

Berdasarkan hasil optimasi menggunakan metode Taguchi, kombinasi parameter pemesinan yang terdiri atas kecepatan potong sebesar 42,4 m/min, gerak makan sebesar 0,05 mm/rev, dan kedalaman potong sebesar 2 mm direkomendasikan sebagai kondisi pemesinan optimum pada proses pembubutan baja ST45 sesuai dengan kondisi penelitian yang telah dilakukan. Kombinasi parameter tersebut dapat dijadikan sebagai referensi awal dalam menentukan kondisi pemotongan untuk memperoleh kualitas permukaan yang lebih baik. Namun demikian, penerapannya tetap perlu mempertimbangkan kondisi aktual proses pemesinan, seperti spesifikasi mesin, jenis dan kondisi pahat, karakteristik material benda kerja, serta penggunaan media pendingin, sehingga hasil yang diperoleh dapat disesuaikan dengan kebutuhan proses di lapangan.

2. Saran untuk Penelitian Selanjutnya

Penelitian ini masih memiliki beberapa keterbatasan, yaitu hanya menggunakan tiga parameter pemesinan, satu jenis material benda kerja, serta rancangan eksperimen Taguchi menggunakan Orthogonal Array L9 (3³). Oleh karena itu, penelitian selanjutnya disarankan untuk mengembangkan penelitian dengan menambahkan faktor-faktor lain yang berpotensi memengaruhi kekasaran permukaan, seperti geometri pahat, material pahat, penggunaan cairan pendingin (*coolant*), putaran spindle, maupun umur pahat. Selain itu, penelitian berikutnya disarankan untuk menggunakan jumlah level atau rancangan eksperimen yang lebih kompleks serta melakukan uji konfirmasi (*confirmation experiment*) terhadap kombinasi parameter optimum yang diperoleh. Uji konfirmasi tersebut bertujuan untuk memverifikasi apakah kombinasi parameter hasil optimasi metode Taguchi mampu memberikan respon yang sesuai dengan hasil prediksi, sehingga tingkat keakuratan hasil optimasi dapat dibuktikan secara lebih meyakinkan.

20%

SIMILARITY INDEX

16%

INTERNET SOURCES

11%

PUBLICATIONS

6%

STUDENT PAPERS

PRIMARY SOURCES

1

repository.its.ac.id

Internet Source

2

Submitted to Sriwijaya University

Student Paper

3

repository.ub.ac.id

Internet Source

4

www.coursehero.com

Internet Source

5

123dok.com

Internet Source

6

lib.unnes.ac.id

Internet Source

7

Submitted to STT Wastukencana Purwakarta

Student Paper

8

jurnal.polbeng.ac.id

Internet Source

9

Wahyu Dwi Lestari Lestari, Sania Nadillah Permata Dewi. "FDM 3D Printing Process Optimization for PLA-Based Bearing Components Using the Taguchi Method", R.E.M. (Rekayasa Energi Manufaktur) Jurnal, 2025

Publication

10

Submitted to Fakultas Teknik

Student Paper

11

Submitted to Universitas Sebelas Maret

Student Paper

12

docplayer.info

Internet Source

13

core.ac.uk

Internet Source

15 repository.upstegal.ac.id
Internet Source

16 lib.ibs.ac.id
Internet Source

17 theshakespearskinny.blogspot.com
Internet Source

18 scholar.unand.ac.id
Internet Source

19 Arfis A, Mulia Mulia, Fadlah Sinurat, Tomi Abdilah. "OPTIMASI PROSES BUBUT CNC PAD ALUMINIUM 7075 UNTUK HASIL PERMUKAAN MENGGUNAKAN METODE TAGUCHI-GRE RELATIONAL ANALYSIS", Jurnal Al Ulum LPPM Universitas Al Washliyah Medan, 2026
Publication

20 journal.aritekin.or.id
Internet Source

21 research.sabanciuniv.edu
Internet Source

22 digilib.uns.ac.id
Internet Source

23 Aditya Nugraha, FX Ristiawan Tri Saputro, Arif Kurniawan. "OPTIMASI PARAMETER STRATEGI PEMOTONGAN 2D CONTOUR CNC MILLING TERHADAP KEKASARAN PERMUKAAN DAN KEBULATAN DENGAN METODE TAGUCHI DAN ANOVA", AL JAZARI : JURNAL ILMIAH TEKNIK MESIN, 2023
Publication

24 Pristiansyah Pristiansyah, Luthfi Maulana Alvianto, Soni Afriansyah, Zaldy Sirwansyah Suzen. "Analisis Pengaruh Layer Height dan Printing Speed pada Proses FDM Terhadap Kekuatan Mekanik Filamen PETG", ARMATUR : Artikel Teknik Mesin & Manufaktur, 2025
Publication

25 Rohmat Mufti Ali, Ali Rosyidin, Vannir Zefninva Ihqdinar. "Pengaruh Variasi Kecepatan Potong terhadap Kekasaran Permukaan pada Pemmesinan Baja ST37 dengan Milling CNC", General Engineering & Applied Science Journal, 2026
Publication

26 ejournal.undip.ac.id
Internet Source

28 Ambar Pambudi, Wisnaningsih Wisnaningsih, Sutriyono Sutriyono, Prastika Prastika, Muhammad Yoga Bastiar. "Optimasi Kombinasi Elektroda dan Kuat Arus Pada Pengelasan Smaw Baja Karbon Rendah Dengan Metode Taguchi Untuk Meningkatkan Tegangan Bending Dan Menganalisis Deformasi Plastis", Jurnal Rekayasa, Teknologi, dan Sains, 2021
Publication

29 Mudjijanto Mudjijanto. "A Pengaruh Kekerasan Benda Kerja Terhadap Getaran Bentuk Geram dan Kekasaran Permukaan pada Proses Bubut", SIMETRIS, 2021
Publication

30 Submitted to Universitas Tadulako
Student Paper

31 jurnal.utb.ac.id
Internet Source

32 Saripuddin Muddin, Suradi Suradi, Fadhli Fadhli, Zulkifli Zulkifli. "PENGARUH KECEPATAN POTONG TERHADAP TINGKAT KEKASARAN PERMUKAAN HASIL PEMBUBUTAN MATERIAL ST-90 MENGGUNAKAN PAHAT KARBIDA DENGAN METODE PEMBUBUTAN KERING", ILT Jurnal Teknologi, 2017
Publication

33 link.springer.com
Internet Source

34 repository.polman-babel.ac.id
Internet Source

35 jurnal.ft.uns.ac.id
Internet Source

36 proceeding.isas.or.id
Internet Source

37 jurnal.polines.ac.id
Internet Source

38 text-id.123dok.com
Internet Source

39 jurnal.unipasby.ac.id
Internet Source

40 Gusri Akhyar Ibrahim, Endra Saputra. "Pemesinan Paduan Ti-6Al-4V ELI", Turbo : Jurnal Program Studi Teknik Mesin, 2023
Publication

Submitted to Universitas Bhayangkara Jakarta Raya

42

biblioteca.usac.edu.gt

Internet Source

43

repo-dosen.ulm.ac.id

Internet Source

44

Felix Chistiano, Rosehan Rosehan, Sobron Yamin Lubis. "Pengaruh Perbedaan Grade Insert Carbide terhadap Nilai Keusan Mata Pahat pada Material Baja Aisi 4140", Jurnal Teknik Industri Terintegrasi, 2023

Publication

45

[Submitted to Universitas Islam Negeri Raden Fatah](#)

Student Paper

46

[Submitted to Universitas Negeri Manado](#)

Student Paper

47

jurnal.sthg.ac.id

Internet Source

48

[Submitted to Politeknik Negeri Bandung](#)

Student Paper

49

Wildan Wildan, Anis Siti Nurrohkayati. "Analisis parameter proses pembubutan terhadap kekasaran permukaan baja ST 37 menggunakan metode taguchi", JTTM : Jurnal Terapan Teknik Mesin, 2023

Publication

50

di.univ-blida.dz

Internet Source

51

Joni Arif. "Optimasi Pendinginan Mold terhadap Fenomena Solidifikasi dan Filling pada Pengecoran Aluminium AA356", Jurnal Teknik Industri Terintegrasi, 2025

Publication

52

[Submitted to Tarumanagara University](#)

Student Paper

53

[Submitted to Universitas Merdeka Malang](#)

Student Paper

54

anzdoc.com

Internet Source

55

indeksprestasi.blogspot.com

Internet Source

56

journal2.um.ac.id

Internet Source

58 mafiadoc.com
Internet Source

59 simki.unpkediri.ac.id
Internet Source

60 www.lib.ui.ac.id
Internet Source

61 Carol Jason Refo Mintje, Rudy Poeng, Romels C. A. Lumintang. "PENGARUH ARAH PEMAKANAN DAN VARIASI KECEPATAN SPINDEL TERHADAP KUALITAS PERMUKAAN BENDA KERJA PADA MESIN FREIS HERCUS CF7264", Jurnal Tekno Mesin, 2024
Publication

62 Gusri Akhyar Ibrahim, Joni Iskandar, Arinal Hamni, Sri Maria Puji Lestari. "Analisa Keaus Pahat pada Pemessinan Bor Magnesium AZ31", MECHANICAL, 2018
Publication

63 Gusri Akhyar Ibrahim. "The ANALISIS KEKASARAN PERMUKAAN DAN KEBULATAN PADA PEMESINAN DRILL PADUAN MAGNESIUM MENGGUNAKAN METODE TAGUCHI", Machin Jurnal Teknik Mesin, 2019
Publication

64 id.123dok.com
Internet Source

65 repository.uinjkt.ac.id
Internet Source

66 repository.unissula.ac.id
Internet Source

67 repository.unpkediri.ac.id
Internet Source

68 Gusri Akhyar Ibrahim, Achmad Yahya, Robby Saputra. "EFEK PELUMASAN METODE MQ TERHADAP KWALITAS PERMUKAAN BENDA KERJA MAGNESIUM", Turbo : Jurnal Progran Studi Teknik Mesin, 2018
Publication

69 Hendri - Kusumawijaya, Hadi - Sutanto, Roziq - Himawan. "Kaji Eksperimental Variasi Ukuran Butir dan Tekanan Penyemprotan Material Abrasif Dalam Proses Sand-Blasting Terhadap Kekasaran Permukaan dan Umur Lelah pada Stainless Steel 304", SIGMA EPSILON - Buletin Ilmiah Teknologi Keselamatan Reaktor Nuklir, 2019
Publication

71 Sabaruddin Syach, Anis Siti Nurrohkeyati, Sigiet Haryo Pranoto. "Optimasi parameter untuk kekasaran permukaan pada proses pembubutan baja ST 37 dengan menggunakan metode taguchi", TEKNOSAINS : Jurnal Sains, Teknologi dan Informatika, 2022
Publication

72 [autodocbox.com](#)
Internet Source

73 [eprints.dinus.ac.id](#)
Internet Source

74 [es.scribd.com](#)
Internet Source

75 [jemis.ub.ac.id](#)
Internet Source

76 [journal.eng.unila.ac.id](#)
Internet Source

77 [journal.univpancasila.ac.id](#)
Internet Source

78 [jurnal.uisu.ac.id](#)
Internet Source

79 [media.neliti.com](#)
Internet Source

80 [prosiding.pnj.ac.id](#)
Internet Source

81 [pt.scribd.com](#)
Internet Source

82 [repository.uinsu.ac.id](#)
Internet Source

83 [repository.um.ac.id](#)
Internet Source

84 [repository.upp.ac.id](#)
Internet Source

85 [ojs.ummetro.ac.id](#)
Internet Source

- 87 Daniel Joachim, Rosehan Rosehan, Sobron Yamin Lubis. "Studi Komparasi Pengaruh Kecepatan Potong Tinggi dan Konvensional terhadap Kekasaran Permukaan dan Waktu Proses Bubut", Jurnal Teknik Industri Terintegrasi, 2023
Publication
-

- 88 Eko Budiyanto, Eko Nugroho, YGK Putra. "Electrical Discharge Machine (EDM): evaluasi nilai kekasaran permukaan benda kerja pengaruh variasi kuat arus listrik dan kekerasan material", Turbo : Jurnal Program Studi Teknik Mesin, 2020
Publication
-

- 89 docobook.com
Internet Source
-

- 90 eprints.ums.ac.id
Internet Source
-

- 91 idoc.pub
Internet Source
-

- 92 repository.trisakti.ac.id
Internet Source
-

Exclude quotes Off
Exclude bibliography On

Exclude matches Off