



Pengaruh Kecepatan Potong terhadap Proses Deformasi Plastis Struktur Material Baja S45C pada Proses Bubut

Sautma Panjaitan

Universitas Tarumanagara, Indonesia

Email: wawanlahex1201@gmail.com¹, suryaman.aman09@gmail.com²

ABSTRAK

Kata kunci:
S45C, Kekerasan Permukaan, Pemesinan, deformasi plastis

Latar Belakang: Proses deformasi plastis dan kekerasan permukaan merupakan dua parameter penting dalam pemesinan yang berpengaruh pada kualitas dan ketahanan produk akhir. Melalui eksperimen dan analisis data, penelitian ini mencoba untuk memahami hubungan antara kecepatan potong dan deformasi plastis serta kekerasan permukaan baja S45C

Tujuan: Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis pengaruh kecepatan potong terhadap proses deformasi plastis pada struktur baja S45C selama proses bubut.

Metode: Metode eksperimental digunakan untuk memvariasikan kecepatan potong pada proses bubut dan mengukur deformasi plastis serta kekerasan permukaan baja S45C.

Hasil: Hasil analisis data menunjukkan bahwa kecepatan potong berpengaruh signifikan terhadap proses deformasi plastis dan kekerasan permukaan material. Peningkatan kecepatan potong cenderung meningkatkan deformasi plastis dan kekerasan permukaan baja S45C. Penelitian ini memberikan pemahaman yang lebih dalam tentang interaksi antara kecepatan potong, deformasi plastis, dan kekerasan permukaan pada baja S45C selama proses bubut.

Kesimpulan: Hasil penelitian ini diharapkan dapat memberikan kontribusi pada pengembangan teknik pemesinan yang lebih efektif dan efisien dalam industri manufaktur.

ABSTRACT

Keywords:
S45C, Surface Hardness, Machining, plastic deformation.

Background: The plastic deformation process and surface hardness are two important parameters in machining that influence the quality and durability of the final product. Through experiments and data analysis, this research tries to understand the relationship between cutting speed and plastic deformation and surface hardness of S45C steel.

Purpose: This research aims to analyze the effect of cutting speed on the plastic deformation process in S45C steel structures during the turning process.

Method: Experimental methods are used to vary cutting speed in the turning process and measure plastic deformation and surface hardness of S45C steel

***Results:** The results of data analysis show that cutting speed has a significant effect on the plastic deformation process and material surface hardness. Increasing cutting speed tends to increase plastic deformation and surface hardness of S45C steel.*

***Conclusion:** This research provides a deeper understanding of the interaction between cutting speed, plastic deformation and surface hardness in S45C steel during the turning process. It is hoped that the results of this research can contribute to the development of more effective and efficient machining techniques in the manufacturing industry.*

PENDAHULUAN

Industri manufaktur merupakan industri yang bergerak dalam pembuatan dan pengolahan material mentah menjadi material yang siap digunakan pada sebuah lini produksi (Joachim et al., 2023). Jumlah pertumbuhan industri manufaktur di Indonesia semakin meningkat seiring waktu berjalan (Elina, 2018). Dalam dunia industri dan teknik, baja memegang peranan yang sangat penting karena sifat mekaniknya yang unggul, seperti kekuatan, keuletan, dan ketahanan terhadap korosi. Salah satu jenis baja yang banyak digunakan adalah baja karbon sedang, khususnya baja S45C (Pratama, 2016). Baja S45C sering digunakan dalam pembuatan komponen otomotif, alat berat, serta berbagai aplikasi teknik lainnya karena kombinasi yang baik antara kekuatan dan keuletannya (Jayani, 2020).

Baja S45C merupakan baja karbon dengan kandungan karbon sekitar 0.45%. Baja ini memiliki sifat mekanik yang sangat baik setelah melalui proses perlakuan panas (Putra & Syaputra, 2015; Saputra, 2021; Yuwita et al., 2024). Salah satu karakteristik penting dalam penggunaan baja S45C adalah kemampuannya untuk mengalami deformasi plastis (Leni & Sumiati, 2024). Deformasi plastis adalah perubahan bentuk permanen yang terjadi ketika material diberi tegangan melebihi batas elastisnya (Husen et al., 2021). Pemahaman mendalam mengenai deformasi plastis sangat penting karena berpengaruh pada proses manufaktur, seperti pembentukan, penempaan, dan pengelasan (Groover, 2010) (Juliansyah, 2018).

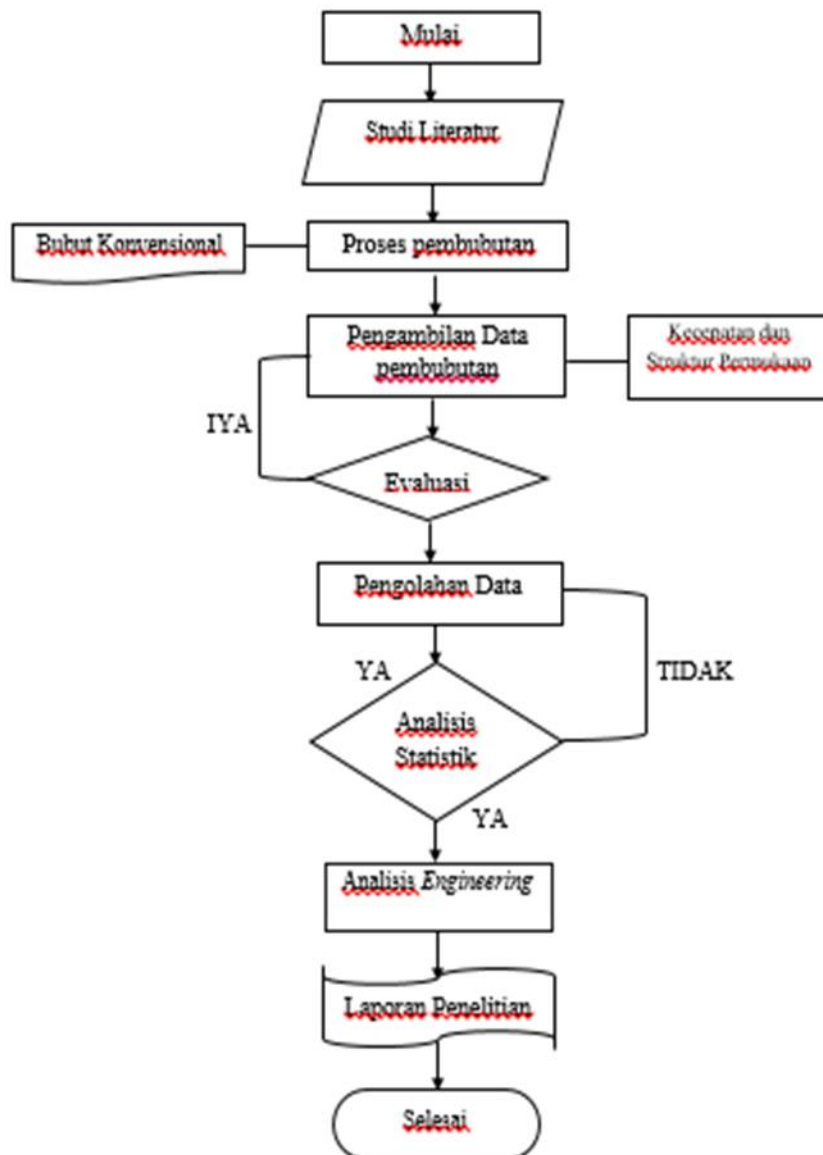
Dalam proses manufaktur, deformasi plastis dapat mempengaruhi kualitas dan integritas struktural dari produk akhir. Oleh karena itu, mengetahui karakteristik deformasi plastis baja S45C menjadi sangat penting untuk mengoptimalkan proses produksi dan memastikan bahwa komponen yang dihasilkan memiliki kualitas yang baik (Setiawan, 2022). Faktor-faktor seperti temperatur, laju pembebanan, dan kondisi material sangat mempengaruhi perilaku deformasi plastis (Tschätsch, 2010) (Bhattacharyya & Doloi, 2019) (Maulana, 2020).

Tujuan penelitian yang diterapkan dalam pengujian kali ini adalah berupa mengalasi pengaruh variasi kecepatan potong terhadap deformasi plastis pada struktur baja S45C saat proses bubut dan meneliti dampak kecepatan potong yang berbeda terhadap kualitas dari hasil pembubutan baja S45C. Hasil penelitian dapat memberikan wawasan yang lebih mendalam tentang pengaruh kecepatan potong terhadap proses deformasi plastis baja S45C saat proses bubut, sehingga dapat meningkatkan efisiensi dan kualitas dalam proses manufaktur.

METODE PENELITIAN

Diagram Alir Penelitian

Berikut merupakan pemetaan proses penelitian agar dapat berjalan dengan baik.



Gambar 1. Flowchart Proses Penelitian

Berdasarkan diagram alir yang disajikan, dapat dijelaskan bahwa penelitian ini menggunakan pendekatan Mulai sebagai langkah awal, yang kemudian dilanjutkan dengan Studi Literatur. Selanjutnya, terdapat proses pembangunan yang terdiri dari beberapa tahap, yaitu Proses Pembangunan, Pengambilan Data Pembangunan, dan Evaluasi.

Setelah proses pembangunan, dilakukan Analisis Statistik, yang kemudian berlanjut ke Analisis Engineering. Hasil dari analisis tersebut akan digunakan untuk Laporan Penelitian, yang pada akhirnya akan digunakan untuk Seleksi. Secara keseluruhan, diagram

ini menggambarkan alur penelitian yang dimulai dari Mulai, dilanjutkan dengan tahap-tahap pembangunan, analisis, dan berakhir pada tahap Seleksi. Diagram ini dapat membantu menjelaskan dan menggambarkan proses penelitian secara sistematis dan terstruktur.

Penelitian dilakukan di Universitas Tarumanaga Jakarta Barat. Berikut rincian pembagian waktu dan kegiatan penelitian.

Bahan dan Peralatan Penelitian

Dalam proses penelitian ini ada berbagai alat dan bahan yang digunakan untuk memperoleh data dan informasi yang diperlukan. Berikut adalah bahan dan alat yang digunakan dalam penelitian ini.

Bahan penelitian

Bahan penelitian yang digunakan pada penelitian ini adalah sebagai berikut

1. Baja S45C

Baja S45C merupakan logam dengan standar Jepang yang setara dengan baja ST60, AISI 1045, DIN C45, dan ASTM A510. Baja S45C dalam penelitian ini menggunakan diameter 100mm serta panjang 150mm. dan akan dilakukan pembubutan melintang sepanjang 80mm.



Gambar 2. Baja S45C

2. Pahat Karbida Sisipan

Mata pahat karbida sisipan yang digunakan adalah TCMT110204-FP



Gambar 3. Karbida Sisipan TCMT110204-FP

Pemilihan insert carbide mengacu pada bahan benda kerja, variabel pemesinan dan jenis pengerjaan. Geometri pahat ditentukan oleh bentuk geometri pemotongan dan jenis tool holder yang tersedia bagi pahat insert carbide tersebut serta memiliki kemampuan tahan terhadap kecepatan potong yang cukup tinggi mulai dari 250m/min hingga 400m/min serta sesuai dengan rekomendasi dari catalogbook of machining.

Peralatan yang digunakan

Peralatan yang digunakan dalam penelitian ini adalah sebagai berikut.

1. Jangka sorong

Jangka sorong merupakan alat ukur yang digunakan untuk mengetahui panjang diameter luar dan diameter dalam dari benda kerja (MUFARRIH et al., 2022) (NUR, 2023). Selain untuk mengukur diameter luar dan dalam dari suatu benda kerja, jangka sorong juga dapat digunakan untuk mengukur kedalaman dari benda kerja.



Gambar 4. Jangka Sorong

2. Mikroskop digital

Mikroskop digital adalah alat yang digunakan untuk memperbesar dan memperjelas objek yang sangat kecil atau mikroskopis, seperti sel, bakteri, atau struktur material (Wijayanti, 2022). Dalam Studi Struktur, Mikroskop optik memungkinkan pengguna untuk mempelajari struktur dan komposisi objek mikroskopis, seperti sel-sel dalam partikel-partikel dalam materi padat.



Gambar 5. Mikroskop digital

3. Mesin Bubut Konvensional

Mesin Bubut Konvensional yang digunakan dalam penelitian ini adalah dari Model C6232A, dengan kecepatan spindel 125-1600 rpm (Huda, 2020).



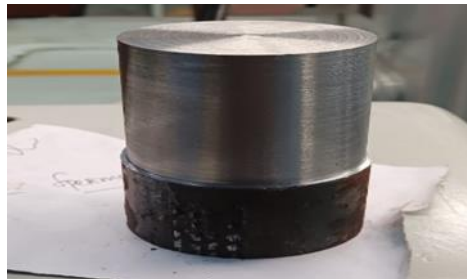
Gambar 6. Mesin Bubut

Prosedur Eksperimen

Eksperimen ini menggunakan metode pembubutan silindris/melintang. Pembubutan melintang merupakan proses bubut ketika pahat potong sejajar atau linier dengan sumbu spindle (Nasution et al., 2021). Spesimen uji akan dilakukan pembubutan dimulai dengan menentukan parameter independen: gerak makan (f) 0.2 mm/rev, kedalaman potong (depth of cut) 0.5mm, 1mm, 1.5mm, panjang pemotongan (L_t) 100mm. Kemudian menentukan parameter dependen dengan memvariasikan kecepatan potong (V_c) dimulai dari 125m/min hingga 480m/min.

Hasil Pembubutan

Berikut merupakan hasil pembubutan spesimen uji parameter yang sudah ditetapkan.



Gambar 7. Hasil Pembubutan

Pembubutan dilakukan secara melintang dengan variasi kecepatan potong (V_c) 125m/min hingga 450m/min menggunakan mesin bubut konvensional. Adapun proses pembubutan dapat dilihat sebagai berikut (Knight & Boothroyd, 2019).

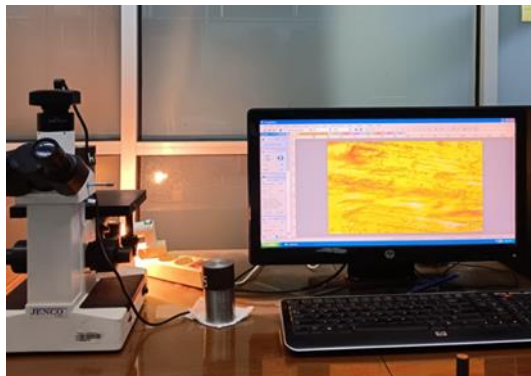


Gambar 8. Proses Pembubutan

Proses pembubutan pada spesimen uji dengan pemotongan sepanjang 100mm menggunakan pahat TNMG160404-MT yang dipilih karena memiliki kecepatan potong sesuai berdasarkan rekomendasi dari catalogbook yaitu antara 125m/min hingga 450m/min dan cocok untuk material Baja S45C.

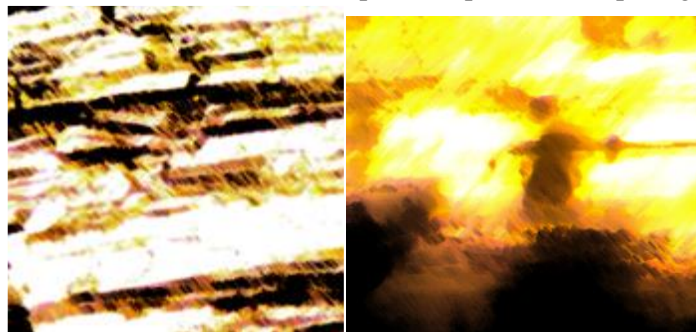
Pasca Pembubutan

Setelah melakukan pembubutan spesimen uji, akan dilihat perubahan deformasi plastis struktur permukaan menggunakan alat mikroskop digital.



Gambar 9. Pengambilan Gambar Struktur Permukaan

Pengambilan gambar struktur permukaan material benda kerja dilakukan dengan menggunakan mikroskop digital sebagaimana terlihat pada gambar 9. Mikroskop akan menampilkan gambar permukaan suatu benda atau material. Alat ini menggunakan lensa objek dengan pantulan pencahayaan lampu yang langsung ditampilkan oleh kamera digital mikroskop. Gambar tersebut kemudian ditampilkan seperti terlihat pada gambar 10.



Gambar 10. Struktur Permukaan Sebelum dan Setelah Pembubutan

HASIL DAN PEMBAHASAN

Pengumpulan data

Berdasarkan proses pembubutan yang telah dilakukan, berikut data yang akan dianalisa.

Tabel 1. Data Pembubutan

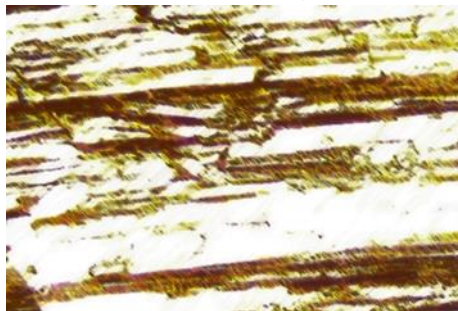
Feed Rate	: 0.2	Panjang Potong : 80mm		
Kedalaman potong	: 0.5mm/1mm/1.5mm	Pahat : TNMG160404-MT		
NO	Cutting Speed <i>V_c (m/min)</i>	Kedalaman Potong		
		Spesimen Benda Kerja		
		0.5mm	1mm	1.5mm
1	160	C1	C2	C3
2	290	C4	C5	C6
3	450	C7	C8	C9

Pada Tabel 1 terdapat data dari 9 spesimen uji S45C yang dibubut menggunakan Mesin Bubut Microtara dengan 3 kecepatan potong (V_c) berbeda dimulai dari 160m/min, 290m/min, 450m/min menggunakan pahat TNMG160404-MT yang memiliki rekomendasi kecepatan potong (V_c) dari 160m/min hingga 450m/min

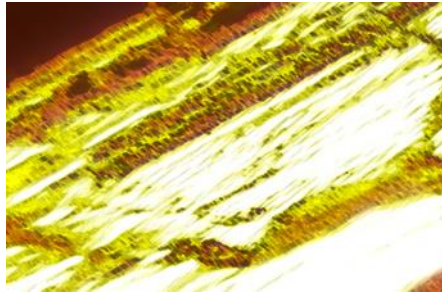
Hasil Pengamatan Struktur Baja S45C setelah proses pembubutan.

Berikut ini merupakan Gambar hasil pengamatan struktur Material Baja S45C Setelah dilakukan proses pembubutan pada Kecepatan Potong (V_c) 160m/min, 290m/min, 450m/min.

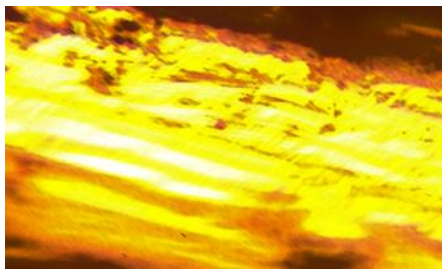
1. Hasil pengamatan struktur Baja S45C dengan kedalaman potong 0.5mm



Gambar 11. Struktur Mikro *Ferrite-Perlite* Baja S45C C1 dengan Kecepatan Potong (V_c) 160m/min

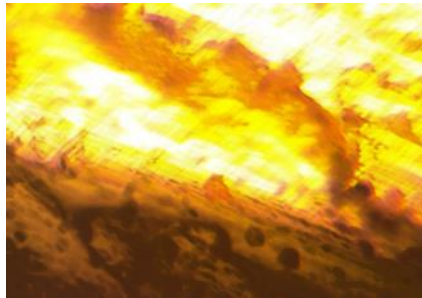


Gambar 12. Struktur Mikro Ferrite-Pearlite Baja S45C C4 dengan Kecepatan Potong (V_c) 290m/min

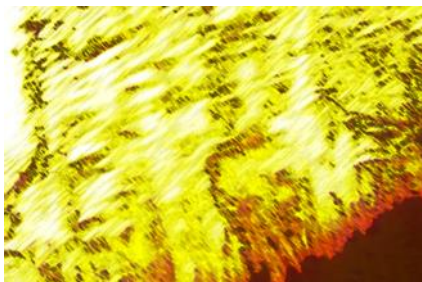


Gambar 13. Struktur Mikro Ferrite-Pearlite Baja S45C C7 dengan Kecepatan Potong (V_c) 450m/min

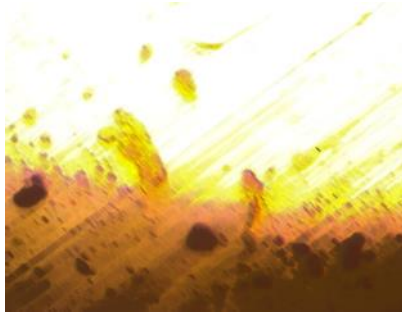
2. Hasil pengamatan Struktur Baja S45C dengan kedalaman potong 1mm



Gambar 14. Struktur Mikro Ferrite-Pearlite Baja S45C C2 dengan Kecepatan Potong (V_c) 160m//min



Gambar 15. Struktur Mikro Ferrite-Pearlite Baja S45C C5 dengan Kecepatan Potong (V_c) 290m/min



Gambar 16. Struktur Mikro Ferrite-Pearlite Baja S45C C8 dengan Kecepatan Potong (Vc) 450m/min

3. Hasil pengamatan Sturuktur Baja S45C dengan kedalaman Potong 1.5mm setelah pasca pembubutan.



Gambar 17. Struktur Mikro Ferrite-Pearlite Baja S45C C3 dengan Kecepatan Potong (Vc) 160m/min



Gambar 18. Struktur Mikro Ferrite-Pearlite Baja S45C C6 dengan Kecepatan Potong (Vc) 290m/min



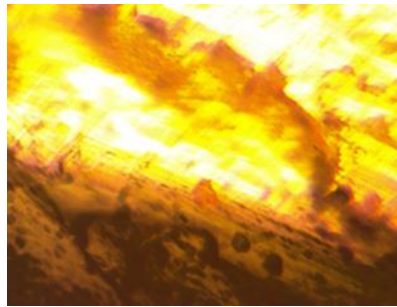
Gambar 19. Struktur Mikro Ferrite-Pearlite Baja S45C C9 dengan Kecepatan Potong (Vc) 450m/min

Analisis Perubahan Mikrostruktur

Hasil pengamatan mikrostruktur menunjukkan adanya perubahan signifikan pada struktur internal material baja S45C akibat variasi Kecepatan Potong (V_c). Berikut adalah Analisis perubahan mikrostruktur yang telah Diteliti.

1. Pada Kecepatan Potong (V_c) rendah 160m/min

Pada Hasil pengambilan data struktur mikro Baja S45C setelah proses pembubutan dengan kecepatan potong (V_c) 160m/min, butir kristal dalam material cenderung lebih besar dan teratur. Struktur butir yang besar menunjukkan bahwa energi deformasi yang diterima material relatif rendah, sehingga dislokasi dan perubahan internal tidak signifikan.



Gambar 20. Struktur Mikro Ferrite-Pearlite Baja S45C

2. Pada kecepatan potong (V_c) sedang 250m/min

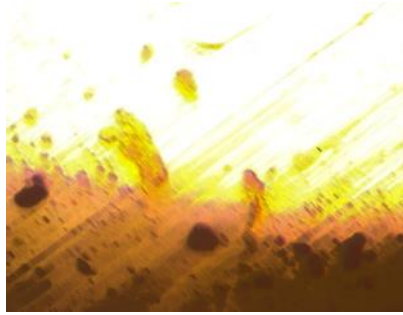
Pada hasil pengambilan data struktur mikro Baja S45C setelah proses pembubutan dengan kecepatan potong (V_c) 250m/min, butir kristal mulai menunjukkan tanda-tanda deformasi dengan peningkatan jumlah dislokasi. Struktur butir mulai menjadi lebih halus dibandingkan dengan kecepatan potong rendah, menunjukkan bahwa energi deformasi yang lebih tinggi mulai mempengaruhi struktur material



Gambar 21. Struktur Mikro Ferrite-Pearlite Baja S45C

1 Pada Kecepatan Potong (V_c) tinggi 450m/min

Pada hasil pengambilan data struktur mikro Baja S45C setelah proses pembubutan dengan kecepatan potong (V_c), butir kristal menjadi sangat halus dan jumlah dislokasi meningkat signifikan. Hal ini menunjukkan bahwa material menerima energi deformasi yang sangat tinggi, menyebabkan butir kristal mengalami rekristalisasi dan pembentukan butir baru yang lebih kecil. Struktur ini menunjukkan material telah mengalami deformasi plastis yang intens.



Gambar 22. Struktur Mikro Ferrite-Pearlite Baja S45

Analisis Hubungan Kecepatan Potong dan Deformasi Plastis

Dalam penelitian ini, berbagai kecepatan potong telah diuji untuk menentukan pengaruhnya terhadap deformasi plastis pada material baja S45C. Hasil eksperimen menunjukkan adanya hubungan positif antara kecepatan potong dan deformasi plastis.

a. Analisis Pengaruh Kecepatan Potong terhadap energi deformasi

Saat kecepatan potong meningkat, energi yang dihasilkan selama proses pembubutan juga meningkat. Energi ini terutama berbentuk panas akibat gesekan antara alat potong dan material. Panas yang dihasilkan menyebabkan kenaikan suhu pada area potong, yang kemudian melembutkan material dan mengurangi ketahanannya terhadap deformasi plastis. Akibatnya, material lebih mudah mengalami deformasi saat dipotong dengan kecepatan yang lebih tinggi. Kecepatan potong yang lebih tinggi juga berkorelasi dengan strain rate yang lebih tinggi. Strain rate adalah laju perubahan deformasi plastis dalam material. Pada strain rate yang lebih tinggi, material cenderung mengalami deformasi yang lebih cepat dan lebih signifikan. Pada pengambilan data penelitian bahwa pada kecepatan potong (V_c) 450m/min, deformasi plastis mencapai 7.1%, lebih tinggi dibandingkan dengan deformasi pada kecepatan potong 160m/min yang hanya sebesar 3.2%. Pada kecepatan potong rendah, deformasi plastis yang terjadi lebih sedikit dan material lebih cenderung mengalami deformasi elastis. Pada kondisi ini, struktur butir material tidak banyak berubah, dan deformasi plastis yang terjadi lebih terkendali. Sebaliknya, pada kecepatan potong tinggi, deformasi plastis meningkat signifikan. Hal ini disebabkan oleh peningkatan panas dan strain rate, yang menyebabkan butir kristal dalam material menjadi lebih halus dan lebih banyak dislokasi yang terbentuk.

b. Analisis Struktur Permukaan pada kecepatan potong konvensional

Salah satu faktor penting yang mempengaruhi struktur permukaan hasil pemesinan adalah kecepatan potong. Dalam proses pemesinan, kecepatan potong mengacu pada kecepatan relatif antara mata potong atau pahat dan benda kerja. Berdasarkan data penelitian yang sudah dibuat terdapat 3 kecepatan potong konvensional yakni 160m/min, 290m/min, 450m/min. Berdasarkan penelitian yang dilakukan, pada pembubutan dengan kecepatan potong konvensional, nilai kecepatan potong (V_c) mempengaruhi struktur permukaan karena sebuah fenomena yang dinamakan deformasi plastis. Deformasi plastis merupakan fenomena penting dalam proses pembubutan menggunakan kecepatan konvensional. Ketika proses pembubutan, dilakukan, zona deformasi plastis terjadi di sekitar area kontak langsung antara pahat potong dan benda kerja ketika dilakukan penetrasi sedalam 0.1mm. Pada bidang kontak pahat tersebut, material benda kerja mengalami deformasi permanen akibat tekanan dan pergeseran

struktur mikro yang tinggi. Pada zona ini, material benda kerja mengalami pepadatan dan pergeseran lapisan-lapisan atom. Ketika pahat bergerak memotong benda kerja dengan kecepatan makan 0.2mm/rev, pada material spesimen uji terjadi proses pergeseran atom yang menyebabkan pembentukan serpihan atau lapisan material yang terpisah dari benda kerja dan dinamakan sebagai geram. Deformasi plastis terjadi ketika material benda kerja dipotong oleh pahat sehingga spesimen uji tersebut mengalami perubahan bentuk permanen tanpa kembali ke bentuk semula setelah penetrasi pahat dilepas. Hal ini disebabkan oleh gaya geser dan gaya potong yang terjadi pada material saat proses pembubutan. Fenomena deformasi plastis tersebut mempengaruhi dimensi benda kerja, sehingga mempengaruhi struktur permukaan hasil pembubutan seperti terlihat pada gambar 10.

KESIMPULAN

Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan, dapat ditarik kesimpulan sebagai berikut, terdapat hubungan positif antara kecepatan potong (V_c) dan deformasi plastis pada material baja S45C. Semakin tinggi kecepatan potong, semakin besar deformasi plastis yang terjadi. Pada kecepatan potong (V_c) rendah 160m/min, deformasi plastis yang terjadi relatif kecil (3.2%). Namun, ketika kecepatan potong meningkat hingga 450m/min, deformasi plastis meningkat signifikan hingga 7.1%. Kecepatan potong sekitar 160-450 m/min dapat direkomendasikan untuk mencapai keseimbangan antara efisiensi proses dan kualitas hasil akhir, mengingat deformasi plastis yang masih terkendali dan perubahan mikrostruktur yang tidak terlalu ekstrim. Pembebanan deformasi plastis berpengaruh terhadap perubahan sifat mekanik dan struktur mikro Baja S45C, dengan efek beban saat proses pembubutan menghasilkan nilai struktur permukaan yang cenderung lebih kecil atau lebih besar.

DAFTAR PUSTAKA

- Bhattacharyya, B., & Doloi, B. (2019). *Modern machining technology: Advanced, hybrid, micro machining and super finishing technology*. Academic Press.
- Elina, E. (2018). Pengaruh Growth, Firm Size dan Return on Asset terhadap Nilai Perusahaan pada Perusahaan Industri Manufaktur yang Terdaftar di Bursa Efek Indonesia. *FIN-ACC (Finance Accounting)*, 3(6).
- Groover, M. P. (2010). *Fundamentals of modern manufacturing: materials, processes, and systems*. John Wiley & Sons.
- Huda, Z. (2020). *Machining processes and machines: Fundamentals, analysis, and calculations*. CRC Press.
- Husen, A., Fato, A., & Nursidik, N. (2021). Analisa Sifat Mekanis Baja Pada Bahan Spcc-Hd Dengan Proses Deep Curling Dalam Pembuatan Drum. *Presisi*, 23(1), 60–74.
- Jayani, D. H. (2020). Geliat di Sektor Manufaktur Indonesia. *Katadata. Co. Id*.
- Joachim, D., Rosehan, R., & Lubis, S. Y. (2023). Studi Komparasi Pengaruh Kecepatan Potong Tinggi dan Konvensional terhadap Kekasaran Permukaan dan Waktu Proses Bubut. *Jurnal Teknik Industri Terintegrasi (JUTIN)*, 6(1), 279–286.
- Juliansyah, S. (2018). *Pengaruh Perlakuan Panas Dengan Media Pendingin Coolant Radiator Pada Ketangguhan Dan Kekerasan Pisau Mesln*. Universitas Islam Riau.
- Knight, W. A., & Boothroyd, G. (2019). *Fundamentals of metal machining and*

machine tools. CRC Press.

- Leni, D., & Sumiati, R. (2024). Analisis Perbandingan Metode Quenched Terhadap Sifat Mekanik Baja Tahan Karat Austenitik Berbasis Big Data. *Jurnal Rekayasa Material, Manufaktur Dan Energi*, 7(2).
- Maulana, M. (2020). *Analisa Pertumbuhan Retak (Crack Growth) Uji Fatigue Komposit Al Paduan Dengan Penguat Abu Dasar Batubara Hasil Proses Penekanan (Pressing) Dengan Variasi Temperatur Benda Kerja dan Reduksi Ketebalan*. Universitas 17 Agustus 1945 Surabaya.
- MUFARRIH, A. M., Harijono, A., Qosim, N., & Gumono, G. (2022). Pelatihan Penggunaan Jangka Sorong Siswa Madrasah Aliyah Singosari. *AMMA: Jurnal Pengabdian Masyarakat*, 1(10), 1156–1163.
- Nasution, D. S., Harahap, M. R., & Nasution, A. H. (2021). Pengaruh Feeding Terhadap Kekasaran Permukaan Pada Pembubutan Baja AISI 1020 Dengan Menggunakan Mata Pahat Karbida Berlapis. *PISTON (Jurnal Ilmiah Teknik Mesin Fakultas Teknik UISU)*, 6(1), 19–26.
- Nur, T. A. G. A. (2023). *Analisa Pengaruh Kecepatan Potong Terhadap Keausan Mata Bor Dormer A100 Brazil Pada Besi Cor Kelabu (Gray Cast Iron)*. Fakultas Teknik Universitas Islam Sumatera Utara.
- Pratama, A. (2016). Pengaruh Kadar Campuran Pendingin Dan Variasi Kecepatan Penyayatan Baja St 37 Pada Mesin Bubut Konvensional Terhadap Kekasaran Benda Kerja. *Teknik Mesin*.
- Putra, I. E., & Syaputra, A. W. (2015). Pengaruh Gerak Makan Dan Kecepatan Potong Terhadap Kekasaran Permukaan Baja Hq 705 Pada Proses Pembubutan. *Jurnal Teknik Mesin*, 5(1), 25–28.
- Saputra, M. A. (2021). *Pengaruh Variasi Kecepatan Putaran Benda Kerja Dan Kedalaman Pemotongan Dengan Besarnya Getaran Terhadap Kekasaran Permukaan Pada Proses Gerinda Silindris Menggunakan Material Baja S45c*. Politeknik Manufaktur Negeri Bangka Belitung.
- Setiawan, D. (2022). Pengaruh Kecepatan Potong Terhadap Kekasaran Permukaan Pada Pembubutan Kering Baja ST60 Menggunakan Pahat Karbida Berlapis (TIALN). *PISTON (Jurnal Ilmiah Teknik Mesin Fakultas Teknik UISU)*, 7(1), 29–33.
- Tschätsch, H. (2010). *Applied machining technology*. Springer Science & Business Media.
- Wijayanti, D. R. (2022). *Penuntun Praktikum Mikrobiologi dan Parasitologi Prodi SI Kebidanan*.
- Yuwita, P. E., Habib, A., & Faila, R. N. (2024). Studi Pengaruh Variasi Media Pendingin Quenching dan Waktu Penahanan pada Proses Heat Treatment terhadap Kekerasan Baja AISI 1045. *Jurnal Rekayasa Mesin*, 19(1), 77–84.



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