

PENGARUH VARIASI *HOLDING TIME* PADA PROSES *HARDENING* TERHADAP KEKERASAN BAJA JIS 9 SUP

Devano Indata

S1 Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Negeri Surabaya
Email: devano.20035@mhs.unesa.ac.id

Diastian Vinaya Wijanarko

Jurusan Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Negeri Surabaya
Email: diastianwijanarko@unesa.ac.id

Abstrak

Petani karet sering mengganti pisau baru dikarenakan pisau yang dibuat oleh pandai besi sering retak dan rompal, bahkan patah pada bagian mata pisaunya. Penyebab pisau tersebut mudah rusak karena metode perlakuan panasnya dilakukan belum tepat. Untuk meningkatkan kekerasan logam perlu dilakukan proses *hardening* , meningkatnya kekerasan juga dipengaruhi oleh *holding time* . Metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah eksperimen yang bertujuan untuk meningkatkan kualitas kekerasan bahan pembuatan pisau sadap karet yaitu material baja JIS 9 SUP menggunakan proses *hardening* dengan variasi *holding time* . Variasi *holding time* yang digunakan yaitu 15, 30, dan 45 menit, suhu yang digunakan yaitu 850°C serta menggunakan media pendingin oli SAE 20W-50. Hasil dari penelitian ini menunjukkan bahwa spesimen tanpa perlakuan mempunyai rata-rata nilai kekerasan 44,22 HRC, pada spesimen dengan *holding time* 15 menit mempunyai rata-rata nilai kekerasan 62,17 HRC, pada spesimen dengan *holding time* 30 menit mempunyai rata-rata nilai kekerasan 63,73 HRC, dan pada spesimen dengan *holding time* 45 menit mempunyai rata-rata nilai kekerasan 60,98 HRC.

Kata Kunci: *Hardening* , Uji Kekerasan Rockwell, Baja JIS 9 SUP, *Holding Time*

Abstract

Rubber farmers often replace new knives because knives made by blacksmiths often crack and crumble, even break the blade. The cause of the knife is easily damaged because the heat treatment method is not right. To increase the hardness of the metal, it is necessary to carry out a hardening process, the increase in hardness is also affected by the holding time. The method used in this study is an experiment that aims to improve the hardness quality of the material for making rubber tapping knives, namely JIS 9 SUP steel material using a hardening process with a variety of holding time. The variations in holding time used are 15, 30, and 45 minutes, the temperature used is 850°C and uses SAE 20W-50 oil cooling media. The results of this study show that the untreated specimen has an average hardness value of 44.22 HRC, the specimen with a holding time of 15 minutes has an average hardness value of 62.17 HRC, the specimen with a holding time of 30 minutes has an average hardness value of 63.73 HRC, and the specimen with a holding time of 45 minutes has an average hardness value of 60.98 HRC.

Keywords: *Hardening* , Rockwell Hardness Test, JIS 9 SUP Steel, *Holding Time*

PENDAHULUAN

Tumbuhan karet adalah salah satu komoditas perkebunan yang paling prospektif di Indonesia karena peranannya yang signifikan sebagai sumber pendapatan, peluang kerja, dan devisa negara.

Dikutip dari Direktorat Jenderal Perkebunan (2019) Indonesia memiliki perkebunan karet terbesar di dunia mencakup area seluas 3,6 juta hektar dengan produksi mencapai 3,3 juta ton pada tahun 2019. Produksi karet negara pada tahun tersebut memberikan kontribusi devisa negara sebesar 2,23 milyar USD atau 65,84% dengan 20% diolah di dalam negeri. Selain memberikan manfaat bagi negara, perkebunan karet ini mempekerjakan 2,07 juta KK sebagai petani dan mempekerjakan kurang lebih 60.000 orang di sekitar 163 industri karet alam.

Dalam proses memanen getah karet, perlu dilakukan penyadapan. Tujuannya adalah untuk membuka saluran lateks pada kulit pohon karet sehingga lateks dapat

mengalir. Alat yang digunakan pada proses penyadapan yaitu pisau penyadap karet. Pisau tersebut dibuat oleh pandai besi menggunakan baja pegas daun bekas.

Baja pegas juga dikenal sebagai JIS G4801 SUP 9, adalah baja karbon menengah yang banyak digunakan untuk suspensi kendaraan darat, baik untuk kendaraan roda empat maupun roda enam. Biasanya, komponen ini terdiri dari sejumlah plat datar yang dijepit bersama untuk meningkatkan efisiensi dan daya (Pranata. Dkk, 2020). Baja tersebut mempunyai kandungan karbon 0,5%-0,6% C. Selain unsur besi dan karbon, juga mempunyai unsur campuran lain seperti Si 0,15%-0,35%; S 0,035%; P 0,035%; Mn 0,65% - 0,95%; Cr 0,65%-0,95%. (Alamsyah, 2020)

Dalam membuat pisau sadap karet, industri rumahan pandai besi masih menggunakan peralatan yang sederhana. Pengetahuan yang diterapkan dalam membuat pisau sadap masih berasal dari pengetahuan yang diwariskan dari generasi ke generasi. Pengerasan pisau sadap karet

dilakukan melalui proses penyepuhan menggunakan media pendingin air. Petani karet sering mengganti pisau baru dikarenakan pisau yang dibuat oleh pandai besi sering retak dan rompal, bahkan patah pada bagian mata pisaunya. Oleh karena itu, produk tersebut tidak akan berguna untuk waktu yang lama dan akan kehilangan nilai ekonominya. Muncul dugaan bahwa salah satu faktor yang menyebabkan pisau sadap buatan pandai besi ini mudah rusak adalah metode perlakuan panas yang dilakukan belum tepat (Pratama, dkk, 2020).

Kekerasan logam dapat ditingkatkan melalui proses perlakuan panas, salah satunya adalah proses *hardening*. *Hardening* adalah metode perlakuan panas yang diterapkan untuk membuat benda kerja menjadi lebih keras. Unsur yang diharapkan dengan memanaskan material sampai mencapai suhu rekristalisasi, sehingga terjadi perubahan struktur kristal logam yang akan merubah sifat mekanik dari logam (Widodo & Huda, 2016). Setelah dilakukan proses *hardening* maka dilakukan proses *quenching* atau pendinginan cepat. *Quenching* adalah metode pendinginan yang sangat cepat setelah perlakuan panas. Dalam proses ini, baja didinginkan secara langsung dengan cara mencelupkannya ke dalam media pendingin seperti air atau oli (Wilujeng, dkk, 2023). Selain itu, meningkatnya nilai kekerasan logam dipengaruhi oleh waktu penahanan (Anwar & Irawan, 2021). Waktu penahanan dilakukan dalam proses *hardening* untuk mencapai kekerasan maksimum bahan. Proses ini melibatkan pemanasan bahan pada suhu pengerasan tertentu agar pemanasan merata, sehingga struktur austenit menjadi homogen. Hal ini juga memungkinkan kelarutan karbida dalam austenit serta difusi karbon dan unsur paduannya. (Effendi, 2009).

Berdasarkan latar belakang diatas dilakukanlah penelitian untuk mengetahui pengaruh *holding time* pada proses *hardening* terhadap nilai kekerasan baja JIS 9 SUP. Tujuan dari penelitian ini adalah upaya meningkatkan kekerasan pada baja JIS 9 SUP yang digunakan sebagai bahan pembuatan pisau sadap karet..

METODE

Penelitian ini menggunakan metode eksperimen dengan tujuan untuk mengetahui nilai kekerasan baja JIS 9 SUP setelah menjalani proses pengerasan dengan variasi waktu penahanan yaitu 15, 30, dan 45 menit.

Waktu Dan Tempat Penelitian

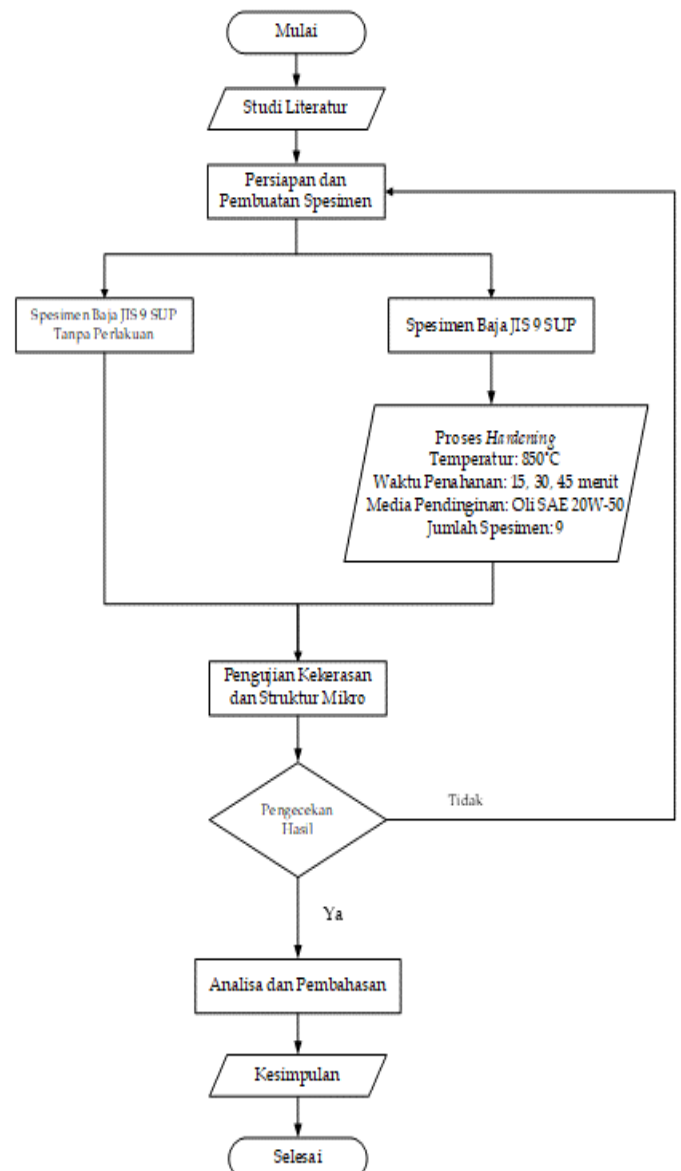
- **Waktu Penelitian**
Dilaksanakan pada tanggal 3 Juli 2024-29 Juli 2024
- **Tempat Penelitian**
Dilaksanakan di Laboratorium Pelapisan Logam Teknik Mesin Universitas Negeri Surabaya, Laboratorium Uji Bahan Teknik Mesin Universitas Negeri Surabaya, serta Laboratorium Pengujian Bahan Politeknik Negeri Malang

Variabel Penelitian

Variabel penelitian ini yaitu:

- Variabel Bebas
Waktu penahanan selama 15 menit, 30 menit, dan 45 menit pada saat proses *hardening*
- Variabel Terikat
Kekerasan baja JIS 9 SUP hasil *hardening* dengan variasi *holding time*
- Variabel Kontrol
 - Material baja JIS 9 SUP dengan dimensi yang sama
 - Media Pendinginan menggunakan oli SAE 20W-50
 - Pendinginan dilakukan selama 5 menit
 - Volume media pendingin oli 400 ml
 - Temperatur pemanasan 850°C

Rancangan Penelitian



Gambar 1. Flowchart Penelitian

Alat, Bahan, dan Instrumen Penelitian

- Alat yang digunakan diantara lain:
 - Furnace
 - Penjepit
 - Wadah Pendingin
 - Sarung tangan
 - Penggaris
 - Mesin Gerinda
 - Kawat
- Bahan yang digunakan yaitu:
 - baja JIS 9 SUP

<u>Komposisi Kimia</u>	C = 0,52 - 0,60
	Si = 0,15 - 0,35
	Mn = 0,65 - 0,95
	P = Max 0,035
	S = Max 0,035
	Cr = 0,65 - 0,95

Gambar 2. Komposisi Kimia

- Oli SAE 20W-50
- Instrumen yang digunakan diantara lain:
 - Mesin Uji Kekerasan *Rockwell*
 - Mikroskop Metalografi
 - *Stopwatch*

Teknik Analisis Data

Teknik analisis data yang digunakan merupakan analisis data kuantitatif deskriptif, yaitu dilakukan dengan mendeskripsikan data hasil pengujian secara sistematis melalui tabel dan grafik. Proses analisis melibatkan penggunaan data yang didapat dari pengujian, setelah itu dimasukkan ke dalam tabel dan dipresentasikan dalam grafik untuk selanjutnya dianalisis dan diambil kesimpulan.

HASIL DAN PEMBAHASAN

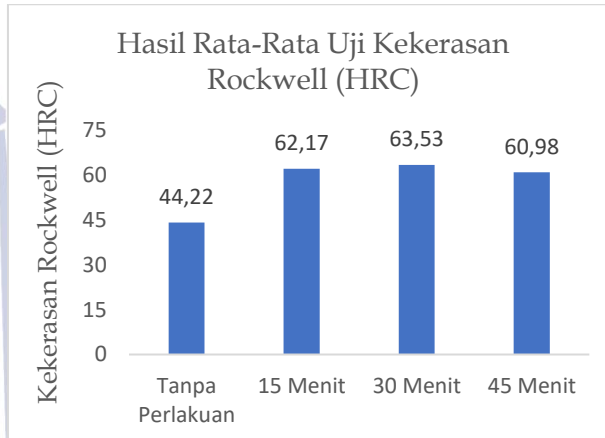
Uji Kekerasan

Uji kekerasan yang dilakukan menggunakan *Rockwell C* . Berikut ini adalah data hasil uji kekerasan.

Tabel 1. Hasil Uji Kekerasan

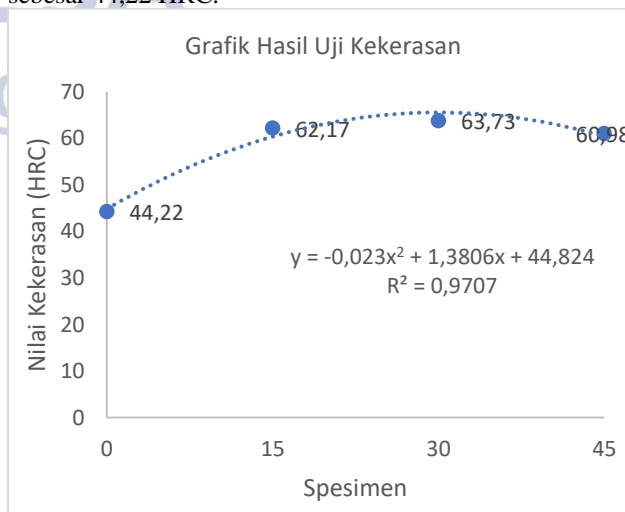
Spesimen		Nilai Kekerasan (HRC)
Tanpa Perlakuan	Spesimen 1	43,96
	Spesimen 2	44,26
	Spesimen 3	44,46
	Rata-rata	44,22
15 Menit	Spesimen 1	62,26
	Spesimen2	61,43
	Spesimen 3	62,83
	Rata-Rata	62,17

30 Menit	Spesimen 1	64,42
	Spesimen 2	62,66
	Spesimen 3	63,73
	Rata-rata	63,53
45 Menit	Spesimen 1	61,76
	Spesimen2	60,03
	Spesimen 3	61,16
	Rata-Rata	60,98



Gambar 3. Diagram Rata-Rata Hasil Uji Kekerasan

Dapat dilihat dari grafik di atas menunjukkan bahwa spesimen baja JIS 9 SUP tanpa perlakuan mempunyai rata-rata nilai kekerasan 44,22 HRC, pada spesimen baja JIS 9 SUP variasi waktu penahanan 15 menit mempunyai rata-rata nilai kekerasan 62,17 HRC. Pada spesimen baja JIS 9 SUP variasi waktu penahanan 30 menit mempunyai rata-rata nilai kekerasan 63,73 HRC, dan pada spesimen baja JIS 9 SUP variasi waktu penahanan 45 menit, mempunyai rata-rata nilai kekerasan 60,98 HRC. Jadi rata-rata nilai kekerasan tertinggi diperoleh spesimen baja JIS 9 SUP variasi waktu penahanan 30 menit sebesar 63,73 HRC. Sedangkan rata rata nilai kekerasan terendah terdapat pada spesimen baja JIS 9 SUP tanpa perlakuan sebesar 44,22 HRC.



Gambar 4. Grafik Polinomial Hasil Uji Kekerasan

Dapat diketahui hasil dari uji kekerasan pada gambar 4 memiliki rata-rata kekerasan berbeda. Dari hasil uji kekerasan didapatkan bahwa kekerasan paling tinggi terdapat pada spesimen dengan variasi waktu penahanan 30 menit sebesar 63,73 HRC sedangkan kekerasan paling rendah terdapat pada spesimen tanpa perlakuan sebesar 44,22 HRC.

Dari hasil tersebut dapat dikatakan bahwa waktu penahanan pada proses perlakuan panas dapat meningkatkan kekerasan spesimen. Hal tersebut dapat dilihat dengan berubahnya nilai kekerasan dari yang paling kecil adalah spesimen tanpa perlakuan meningkat nilai kekerasannya setelah mengalami perlakuan panas dengan variasi waktu penahanan.

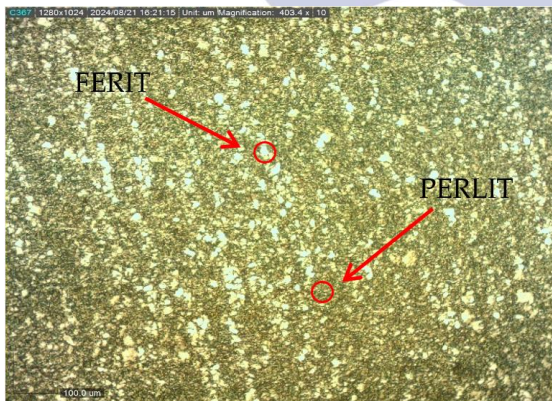
Namun pada pemanasan dengan waktu tahan 45 menit mendapatkan hasil kekerasan lebih rendah daripada 15 dan 30 menit. Hal tersebut diakibatkan dari kandungan fasa ferit yang terdapat pada spesimen seperti yang dijelaskan pada pembahasan struktur mikro.

Dari gambar 4 di atas juga dapat dilihat bahwa garis *trendline* menunjukkan kekerasan spesimen mengalami kenaikan dan kemudian menurun, *trendline* tersebut juga didukung oleh nilai koefisien determinasi sebesar 0,9707 yang artinya hubungan antara dua variabel tersebut kuat.

Adapun untuk standar kekerasan pisau yaitu dalam kisaran 55-61 HRC dengan kekerasan ideal berada di kisaran 55-57 HRC (Nur, 2017). Dalam penelitian ini, nilai kekerasan yang paling mendekati standar kekerasan pisau ideal terdapat pada spesimen dengan *holding time* 45 menit, yang mempunyai kekerasan sebesar 60,98 HRC

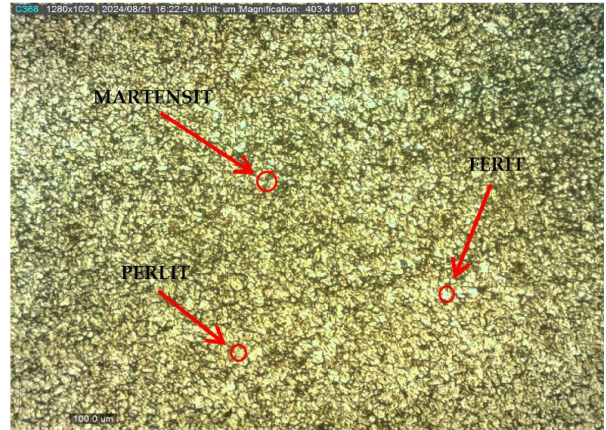
Struktur Mikro

Pengujian mikro dilakukan dengan pembesaran 400X. Berikut hasil dari pengujian mikro.

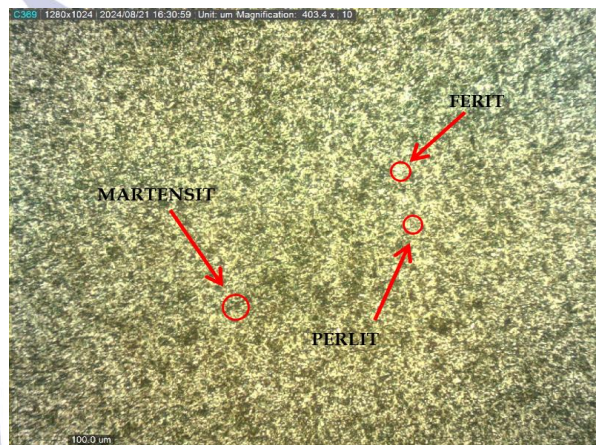


Gambar 5. Foto Mikro Baja JIS 9 SUP Tanpa Perlakuan

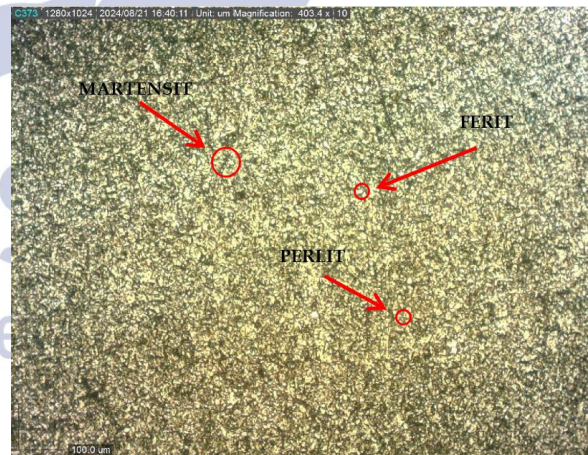
Pada Gambar 5 menampilkan struktur mikro baja JIS 9 SUP tanpa perlakuan. Pada foto tersebut, tampak fasa ferit dan fasa perlit. Ferit ditunjukkan oleh warna putih cerah sedangkan perlit ditunjukkan oleh warna gelap. Jumlah perlit lebih banyak daripada ferit yang menunjukkan bahwa baja JIS 9 SUP mempunyai karakteristik keras. Hal tersebut juga ditunjukkan dari hasil uji kekerasan pada tabel 4.1 bahwa nilai kekerasan baja JIS 9 SUP sebelum dilakukan proses hardening mempunyai nilai kekerasan sebesar 44,22 HRC.



Gambar 6. Foto Mikro Baja JIS 9 SUP Dengan Penahanan Waktu 15 Menit



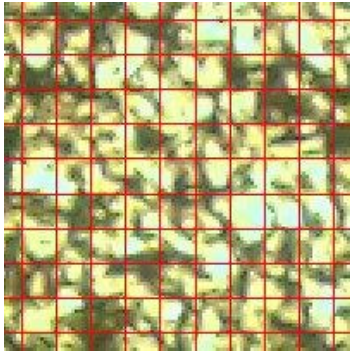
Gambar 7. Foto Mikro Baja JIS 9 SUP Dengan Waktu Penahanan 30 Menit



Gambar 8. Foto Mikro Baja JIS 9 SUP Dengan Waktu Penahanan 45 Menit

Untuk mengetahui presentase fasa terutama ferit, tiap spesimen pada gambar 6, 7, dan 8 dilakukan perhitungan dengan menggunakan metode *point count*. Metode tersebut digunakan untuk menghitung persentase suatu fasa yang terdapat pada logam. Metode ini menggunakan grid sebagai media perhitungan. Sebelum dilakukan perhitungan hasil foto dicrop dengan dimensi (100 mikrometer x 100 mikrometer).

- Perhitungan fasa ferit pada spesimen waktu penahanan 15 menit



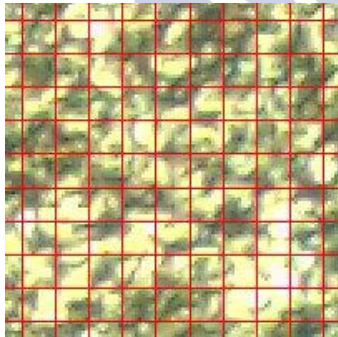
Gambar 9. Metode *Point Count* Spesimen Waktu Penahanan 15 Menit

Jumlah poin = 100
 poin yang mengenai fasa = 4
 poin yang mengenai tepi fasa = 11
 Presentase ferit

$$= \frac{\text{Jumlah poin yang mengenai fasa}}{\text{Jumlah poin total}} \times 100\%$$

$$= \frac{(4 \times 1) + (11 \times 0.5)}{100} \times 100\% = 9,5\%$$

- Perhitungan fasa ferit pada spesimen waktu penahanan 30 menit



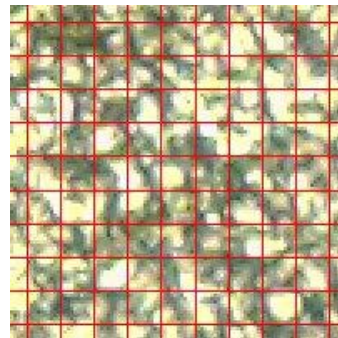
Gambar 10. Metode *Point Count* Spesimen Waktu Penahanan 30 Menit

Jumlah poin = 100
 poin yang mengenai fasa = 3
 poin yang mengenai tepi fasa = 6
 Presentase ferit

$$= \frac{\text{Jumlah poin yang mengenai fasa}}{\text{Jumlah poin total}} \times 100\%$$

$$= \frac{(3 \times 1) + (6 \times 0.5)}{100} \times 100\% = 6\%$$

- Perhitungan fasa ferit pada spesimen waktu penahanan 45 Menit



Gambar 11. Metode *Point Count* Spesimen Waktu Penahanan 45 Menit

Jumlah poin = 100
 poin yang mengenai fasa = 4
 poin yang mengenai tepi fasa = 16
 Presentase ferit

$$= \frac{\text{Jumlah poin yang mengenai fasa}}{\text{Jumlah poin total}} \times 100\%$$

$$= \frac{(4 \times 1) + (16 \times 0.5)}{100} \times 100\% = 12\%$$

Pada gambar 6, 7, dan 8 menunjukkan struktur mikro baja JIS 9 SUP sesudah proses *hardening* . Pada permukaan baja JIS 9 SUP terdapat fasa perlit yang berwarna kehitaman. Perlit memiliki karakteristik keras, ulet, dan kuat. Selain itu, Martensit terjadi akibat pendinginan yang cepat menggunakan oli. Martensit karakteristiknya sangat keras. Selain itu terdapat ferit yang memiliki sifat lunak.

Berdasarkan hasil pengujian mikrostruktur, dapat diketahui bahwa meningkatnya kekerasan dikarenakan oleh adanya fasa martensit. Dapat dilihat bahwa pada spesimen variasi waktu penahanan 15 menit mempunyai nilai kekerasan 62,17 HRC dan pada spesimen variasi waktu penahanan 30 menit mempunyai nilai kekerasan 63,53 HRC. Namun, pada spesimen variasi waktu penahanan 45 menit nilai kekerasannya menurun sebesar 60,98 HRC. Dari hasil foto mikro, pada spesimen variasi waktu penahanan 45 menit fasa ferrit yang terbentuk semakin banyak. Hal ini dikarenakan semakin lama waktu penahanan mengakibatkan struktur mikro ferit semakin banyak terbentuk karena memberikan banyak waktu untuk atom berdifusi keluar. Jumlah ferit yang semakin banyak berakibat menurunnya kekerasan (Insan. Dkk, 2019). Hal tersebut juga didukung dengan hasil perhitungan *point count* pada tiap spesimen yang menunjukkan bahwa spesimen dengan waktu penahanan 45 menit memiliki presentase ferit paling tinggi yaitu sebesar 12%

PENUTUP

Simpulan

Berdasarkan analisa dan pembahasan yang sudah dilakukan. Maka Kesimpulan yang diperoleh sebagai berikut:

- Waktu penahanan berpengaruh terhadap kekerasan baja JIS 9 SUP. Apabila waktu penahanan yang diberikan tepat, maka nilai kekerasan pada material uji akan semakin meningkat. Sedangkan, waktu penahanan yang diberikan terlalu lama maka akan menumbuhkan struktur ferit yang dapat menurunkan kekerasan.
- Dari data yang diperoleh bahwasanya baja JIS 9 SUP yang sudah dilakukan proses *hardening* dengan variasi waktu penahanan (*holding time*) memiliki nilai kekerasan lebih tinggi daripada baja JIS 9 SUP tanpa perlakuan

Saran

Berikut adalah beberapa yang dapat disampaikan setelah melakukan penelitian ini:

- Penelitian ini perlu dilanjutkan dengan spesimen yang lebih banyak agar hasil yang didapatkan lebih akurat
- Pada penelitian ini pengujian hanya dilakukan uji kekerasan, selanjutnya dapat diadakan dengan pengujian yang lain, sehingga dapat mengetahui sifat mekanik lainnya dari material tersebut
- Pada saat proses pendinginan cepat, sebaiknya harap diperhatikan volume media pendingin, agar hasil lebih maksimal

DAFTAR PUSTAKA

- Alamsyah, M. W. N., Hartono, P., & Lesmanah, U. (2020). Analisis Pengaruh Variasi Pembebanan Pada Uji Tarik Baja Pegas SUP 9 Setelah Proses *Annealing*. *Jurnal Teknik Mesin*, Vol. 15(2).
- Anwar, Z., & Irawan, R. (2021). Analisa Pengaruh Perlakuan Panas Quench-Temper Terhadap Nilai Kekerasan Dan Kekuatan Tarik Baja JIS SUP 9. *Jurnal Inovator*, Vol. 4(2): hal. 44–48
- Direktorat Jenderal Perkebunan. (2022). Anjuran Pemupukan Tanaman Karet Dalam Upaya Peningkatan Produksi dan Mutu Untuk Mendorong Keberhasilan Hilirisasi Karet Di Indonesia
- Effendi, S. (2009). Pengaruh Perbedaan Waktu Penahanan Suhu Stabil Terhadap Kekerasan Logam. *Jurnal Austenit*, Vol.1(1): hal. 39–43
- Insan, G. L. N., Rochiem, R., & Wibisono, A. T. (2019) Analisis Pengaruh Variasi *Holding Time* Dan Temperatur *Tempering* Terhadap Kekerasan Baja AISI 4340 Untuk Komponen Poros Pompa Sentrifugal *Multistage* Horizontal Dengan Metode Kang Dan Lee *Equation* . *Jurnal Teknik ITS*, Vol. 8(2): hal. F176-F181.
- Nur, A. F. (2017). Pengaruh Waktu *Tempering* Pada Temperatur 230°C Dengan Proses *Quench Temper* Terhadap Kekerasan Dan Kekuatan Impak Material Baja Pegas Daun Bekas Sebagai Bahan Pisau.
- Pranata, S., Asmadi, Husni, T., & Afriany, R. (2020). Pengaruh Variasi Suhu *Tempering* 200°C 400°C 600°C Terhadap Kekerasan Dan Ketangguhan Baja JIS G4801 SUP 9. *Teknika: Jurnal Teknik*, Vol. 7(2): hal. 216-224.
- Pratama, R., Romli, & Satria, E. (2021). Pengaruh Waktu Dan Suhu Menggunakan Pemanas Induksi Terhadap Kekerasan Material Pahat Ukir Kayu. *Machinery Jurnal Teknologi Terapan*, Vol. 2(3): hal. 141–146.
- Widodo, E., & Huda, M. (2016). Optimasi *Holding Time* Untuk Mendapatkan Kekerasan Baja S 45 C. *Rekayasa Energi Manufaktur*, Vol. 1(1): hal. 1–6.
- Wilujeng, A. D., Fatah, M., & Ulfiyah, L. (2023). Studi Eksperimental Variasi Media Pendingin Dan Holding Time *Tempering* Terhadap Kekerasan Material Pengganti *Pin Track Link* Excavator 305.5E2. *Jurnal Program Studi Teknik Mesin UM Metro*, Vol. 12(1): hal. 23–29.