



ANALISIS KEKERASAN DAN STRUKTUR MIKRO BAJA JIS SUP 9 HASIL PERLAKUAN *HARDENING QUENCHING* DENGAN VARIASI WAKTU TAHAN DAN MEDIA PENDINGIN

Zulio Revandi, Maula Nafi

Program Studi Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas 17 Agustus 1945 Surabaya

Jalan Semolowaru No. 45 Surabaya 60118, Tel. 031-5931800, Indonesia

email: zuliorevandi69@gmail.com

ABSTRAK

Baja JIS SUP 9 adalah baja karbon sedang yang biasanya kita jumpai adalah pegas daun pada kendaraan mobil muatan/truk pada aplikasinya digunakan untuk menahan beban pada bagian belakang. Penelitian yang bertujuan untuk mengetahui pengaruh variasi waktu tahan dan media pendingin pada perlakuan hardening quenching baja JIS SUP 9 terhadap kekerasan dan struktur mikro. Perlakuan hardening suhu 800°C dengan variasi waktu tahan 15 menit, 20 menit, 25 menit. Lalu di berikan perlakuan quenching dengan variasi media pendingin oli, solar, air. Setelah itu dilakukan uji kekerasan pada permukaan material menggunakan metode rockwell skala c, kemudian dilakukan uji struktur mikro pada permukaan material menggunakan mikroskop pembesaran 1500x. Pada pengujian kekerasan didapat nilai kekerasan tertinggi yaitu pada kondisi setelah di hardening quenching dengan variasi waktu tahan 25 menit media pendingin air sebesar 56,8 HRC. Dan hasil penelitian pengujian struktur mikro didapat nilai tertinggi persentase fasa pearlite sebesar 70% dari variasi waktu tahan 25 menit media pendingin air, sehingga dapat disimpulkan bahwa adanya pemberian variasi waktu tahan semakin lama dan media pendingin air berpengaruh terhadap meningkatkan kekerasan serta meningkatkan pertumbuhan fasa pearlite yang membuat baja JIS SUP 9 menjadi lebih keras.

Kata kunci : Baja JIS SUP 9, Hardening Quenching, Uji Kekerasan, Uji Struktur Mikro

ABSTRACT

JIS SUP 9 steel is medium carbon steel which we usually encounter as leaf springs on loaded cars/trucks in its application used to support the load on the rear. The research aims to determine the effect of variations in holding time and cooling media on the hardening quenching treatment of JIS SUP 9 steel on hardness and microstructure. Hardening treatment at a temperature of 800°C with varying holding times of 15 minutes, 20 minutes, 25 minutes. Then given a quenching treatment with a variety of cooling media oil, diesel, water. After that, a hardness test was carried out on the surface of the material using the C scale Rockwell method, then a microstructure test was carried out on the surface of the material using a 1500x magnification microscope. In the hardness test, the highest hardness value was obtained, namely in the condition after hardening quenching with a variation of holding time of 25 minutes for water cooling media of 56.8 HRC. And the results of the microstructure testing research showed that the highest percentage of the pearlite phase was 70% from a 25 minute holding time variation in the water cooling medium, so it can be concluded that the longer holding time variation and the water cooling media had an effect on increasing the hardness and increasing the growth of the pearlite phase. makes JIS SUP 9 steel harder.

Keywords: JIS SUP 9 Steel, Hardening Quenching, Hardness Test, Microstructure Test

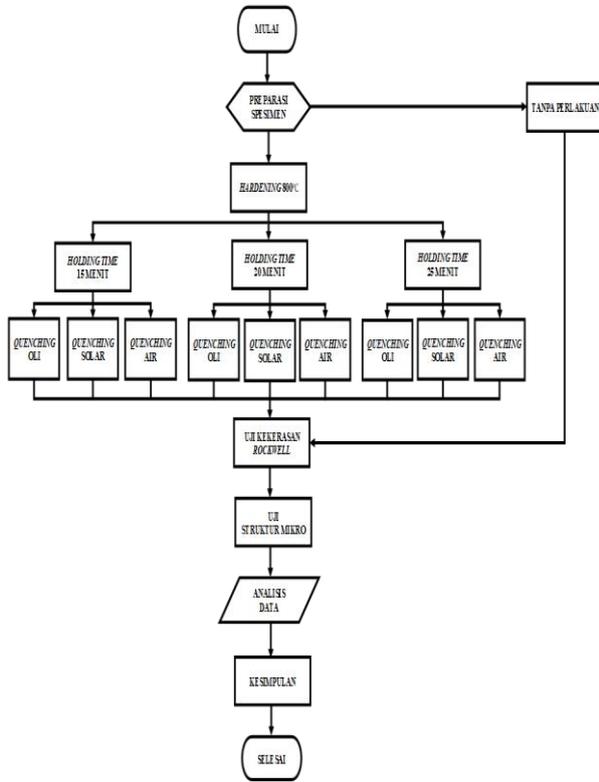
PENDAHULUAN

Baja karbon merupakan paduan antara besi (Fe) dan karbon (C) dengan sedikit unsur tambahan berupa belerang, fosfor, mangan dan silikon. Baja karbon mempunyai kandungan karbon maksimal sebesar 1,7%. Sifat baja karbon tergantung pada besarnya kadar karbon, semakin tinggi kadar karbonnya maka kekuatan dan kekerasannya akan semakin tinggi, karena itu baja ini dapat dikelompokkan berdasarkan kadar karbonnya. Disamping itu baja juga bisa mengandung unsur campuran lain yang disebut paduan, misalnya karbon (C), sulfur (S), posfor (P), silikon (Si) dan mangan (Mn) yang jumlahnya dibatasi (Fawaiz, 2017).

Baja JIS SUP 9 termasuk baja paduan menengah yang memiliki kandungan karbon 0,52 – 0,60%, dan salah satu jenis kelompok baja yang khusus dipakai untuk pembuatan pegas. Berdasarkan standart JIS baja SUP dibagi menjadi 9 (sembilan) grade yaitu: SUP 3, SUP 6, SUP 7, SUP 9, SUP 9A, SUP 10, SUP 11A, SUP 12, dan SUP 13 (Halimi & Irfa'i, 2017). Pegas daun adalah komponen yang berfungsi sebagai peredam kejutan pada kendaraan muatan yang digunakan sebagai sistem suspensi belakang kendaraan muatan. *Hardening* (Pengerasan) adalah usaha untuk meningkatkan sifat material terutama kekerasan dengan cara dicelup cepat (*quenching*) material yang sudah dipanaskan ke dalam suatu media *quenching* berupa air, air garam, maupun oli. Kekerasan yang diperoleh bergantung pada kadar karbon baja yang diproses *Heat Treatment* merupakan proses pengubahan sifat logam, terutama baja, melalui pengubahan struktur mikro dengan cara pemanasan dan pengaturan laju pendinginan. *Heat treatment* merupakan mekanisme penguatan logam dimana logam yang akan kita ubah sifatnya sudah berada dalam kondisi solid. Dalam *heat treatment* kita memanaskan *specimen* sampai dengan temperature *austenisasinya* (Mersilia, 2016). Waktu tahan dilakukan untuk mendapatkan kekerasan maksimum pada suatu material dalam proses *Hardening* dengan menahan temperatur tertentu sehingga

struktur *Austenite* nya homogen terjadi kelarutan karbida ke dalam *Austenite*, Pada umumnya baja karbon dianjurkan menggunakan waktu tahan selama 5-25 menit tergantung paduan karbonnya. Metalografi adalah suatu metode untuk menyelidiki struktur logam dengan menggunakan mikroskop optik atau mikroskop electron dengan perbesaran 50 – 3000 kali, informasi yang diperoleh dari pengamatan struktur mikro adalah identifikasi fasa-fasa, persentase fasa, distribusi fasa, inklusi, presipitat maupun ukuran butir. Perubahan terjadi pada logam berhubungan dengan letak atom-atom di dalam balur-balur jarak antara tiap balur dan besarnya suatu balur yang terjadi, untuk struktur mikro dapat diubah dengan suatu perlakuan panas ini berarti material dengan komposisi yang sama dapat mempunyai sifat yang berbeda – beda dan bisa diperoleh dengan cara mengubah struktur mikro-nya. Terdapat beberapa fasa yang sering ditemukan pada baja karbon, yaitu : *Austenite*, *Ferrit*, *Pearlite*, *Bainite*, *Martensite*, *Sementite*. Pada fasa – fasa tersebut memiliki bentuk dan sifat berbeda – beda.

PROSEDUR EKSPERIMEN



Gambar 1. Diagram Alir Penelitian

Prosedur Penelitian

Dari gambaran metodologi penelitian tersebut, secara rinci proses penelitian dapat dijelaskan sebagai berikut:

Mulai

Bagian ini menjelaskan bagaimana judul awalnya diambil sebagai proposal Tugas Akhir (TA) dengan menemukan sumber dan bahan referensi penelitian.

Preparasi Spesimen

Spesimen baja JIS SUP 9 dipotong menjadi 27 buah untuk dilakukan perlakuan panas dan 1 buah tanpa perlakuan panas, ukuran pemotongan adalah panjang 60mm lebar 60mm dan tebal 10mm.



Gambar 2. Spesimen Baja JIS SUP 9

Alat dan Bahan Pengujian

No.	Nama	Spesifikasi	Keterangan
1.	Tungku	1 buah	Sebagai meletakkan spesimen
2.	Stopwatch	1 buah	Untuk menghitung waktu penahan
3.	Oli	3 liter	Sebagai media pendingin
4.	Solar	3 liter	Sebagai media pendingin
5.	Air	3 liter	Sebagai media pendingin

Tabel 1. Alat dan Bahan *Hardening Quenching*

No.	Nama	Keterangan
1.	Mesin <i>Hardness Tester Rockwell C</i>	Sebagai alat penguji
2.	Kertas gosok	Menghaluskan spesimen

Tabel 2. Alat dan Bahan Uji Kekerasan

No.	Nama	Keterangan
1.	Mikroskop optik	Sebagai alat uji
2.	Kertas gosok	Untuk menghaluskan spesimen
3.	Asam nitrat	Untuk pengetsaan
4.	Aquades	Untuk membersihkan dari asam
5.	Autosol	Untuk mengkilapkan spesimen yang akan diuji
6.	Methanol	Untuk pengetsaan

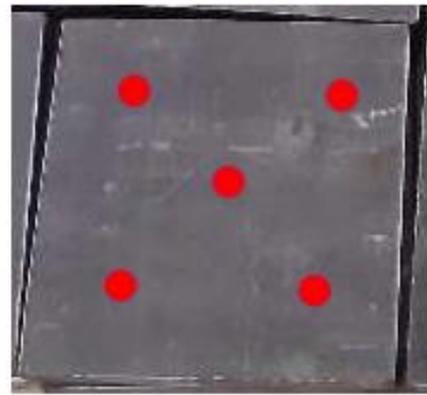
Tabel 3. Alat dan Bahan Uji Struktur Mikro

Proses Perlakuan Panas *Hardening*

Pada proses ini spesimen baja JIS SUP 9 dimasukkan tungku pemanas dengan temperatur hingga mencapai 800°C dan ditahan selama variasi waktu 15, 20, 25 menit secara bergantian. Setelah itu diangkat lalu dicelupkan ke media pendingin oli, solar, dan air pada masing-masing waktu tahan secara bergantian serta dibiarkan pendinginan selama 1 jam.



Gambar 3. Proses Perlakuan Panas



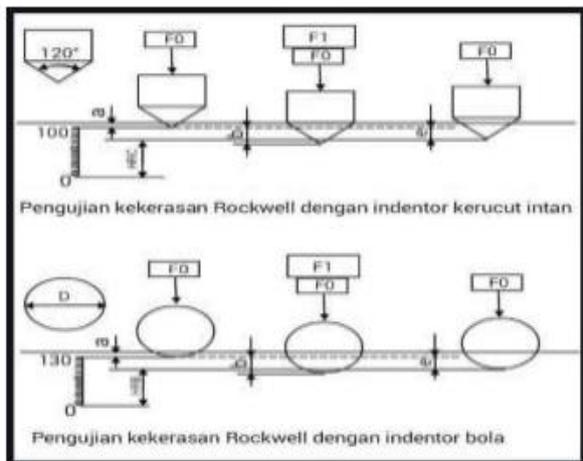
Gambar 5. Titik Uji Kekerasan



Gambar 6. Uji Kekerasan *Rockwell*

Pengujian Kekerasan

Spesimen setelah diberi perlakuan panas dan yang tanpa perlakuan total 28 spesimen, selanjutnya di uji kekerasan menggunakan metode *Rockwell* skala C beban uji 150kg indenter kerucut intan 120° dengan mengalokasikan 5 titik pada setiap spesimen.

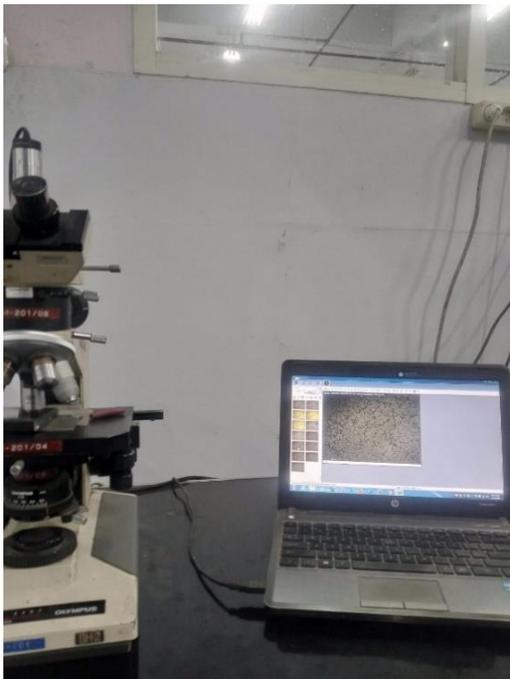


Gambar 4. Skema Uji Kekerasan *Rockwell*

Pengujian Struktur Mikro

Selanjutnya seluruh spesimen dilakukan uji struktur mikro dengan perbesaran 1500x menggunakan zat etsa larutan *NITAL* 5% yang terdiri dari campuran sebagai berikut:

- Methanol (95ml).
- Aquadess.
- Asam nitrat (5ml).



Gambar 7. Uji Struktur Mikro

Analisis Data

Analisis data bertujuan untuk mendapatkan nilai optimal dari penelitian tersebut.

Kesimpulan

Temuan terakhir analisis, kesimpulan merangkum temuan terpenting dari temuan penelitian.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Kodefikasi Spesimen

Waktu Tahan & Media Pendingin			
Tanpa Perlakuan	A		
Oli (15 Menit)	B1	B1	B1
Oli (20 Menit)	B2	B2	B2
Oli (25 Menit)	B3	B3	B3
Solar (15 Menit)	C1	C1	C1
Solar (20 Menit)	C2	C2	C2
Solar (25 Menit)	C3	C3	C3
Air (15 Menit)	D1	D1	D1
Air (20 Menit)	D2	D2	D2
Air (25 Mneit)	D3	D3	D3

Tabel 4. Kodefikasi Spesimen

Data Perlakuan Panas

Tempat	Tungku
Temperatur Ruang	28°C
Temperatur Pemanasan	800°C
Waktu Tahan	15, 20, dan 25 menit
Media Pendingin	Oli, Solar, dan Air
Jumlah Spesimen	27
Berat	300 gr/spesimen

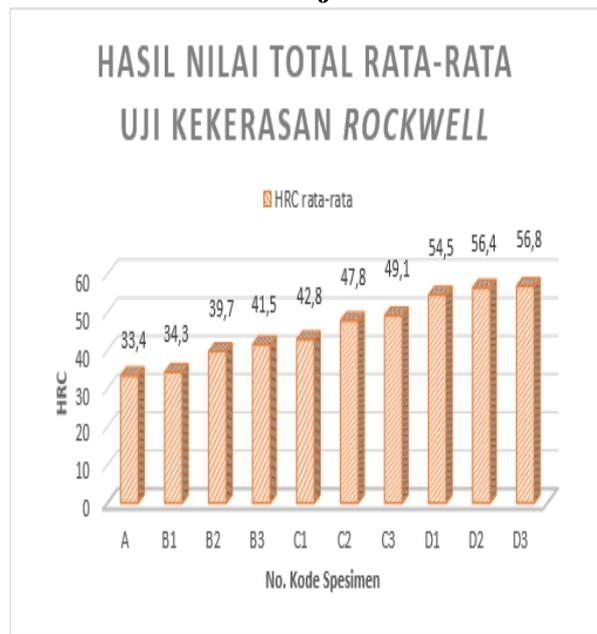
Tabel 5. Data Perlakuan Panas Spesimen

Data Hasil Uji Kekerasan

Hasil Uji Kekerasan Rockwell "C" (HRC)						
No.Kode	Spesimen	Titik 1	Titik 2	Titik 3	Titik 4	Titik 5
A	1	35	33	33	33	33
B1	1	21	36	33	40	31
	2	31	36	40	31	42
	3	31	35	34	39	35
B2	1	33	43,5	35	38	42,5
	2	33	35	44	43	42
	3	35	33	45	47	46,5
B3	1	25	33	38	37	38
	2	40	51	50	47	43
	3	36	51	42	52	40
C1	1	43	49	48	53	52
	2	25	43	35	42	55
	3	25	31	50	49	42
C2	1	52	57	55	54	50
	2	23	35	38	43	35
	3	55	57	52	58	54
C3	1	33,5	51	47	50,5	53,5
	2	49	52	52	54	56
	3	48,5	42	51	50,5	47
D1	1	46	59	59	54	60
	2	55	63	62	57,5	54
	3	45	59	55	47	43
D2	1	40	53	53	54	54,5
	2	59	60	60	60	59
	3	59	56	59	60	60
D3	1	58	56	58	55	58
	2	57	57	55	56	55
	3	56	59	56	57	60

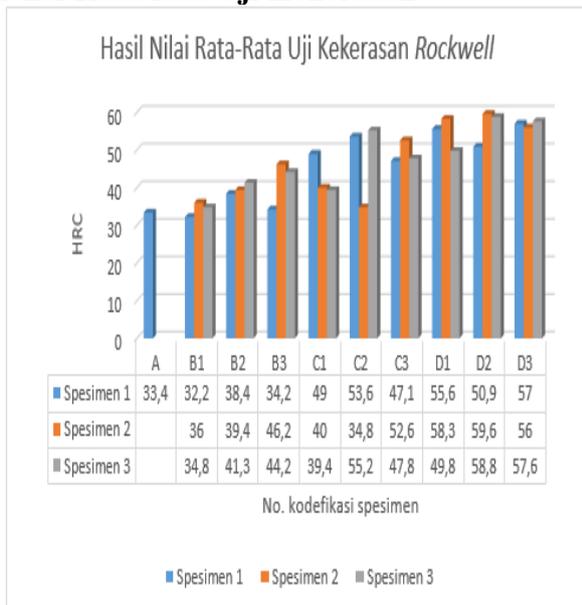
Tabel 6. Data Uji Kekerasan

Nilai Total Rata-rata Uji Kekerasan



Gambar 9. Diagram Nilai Rata-rata Uji Kekerasan

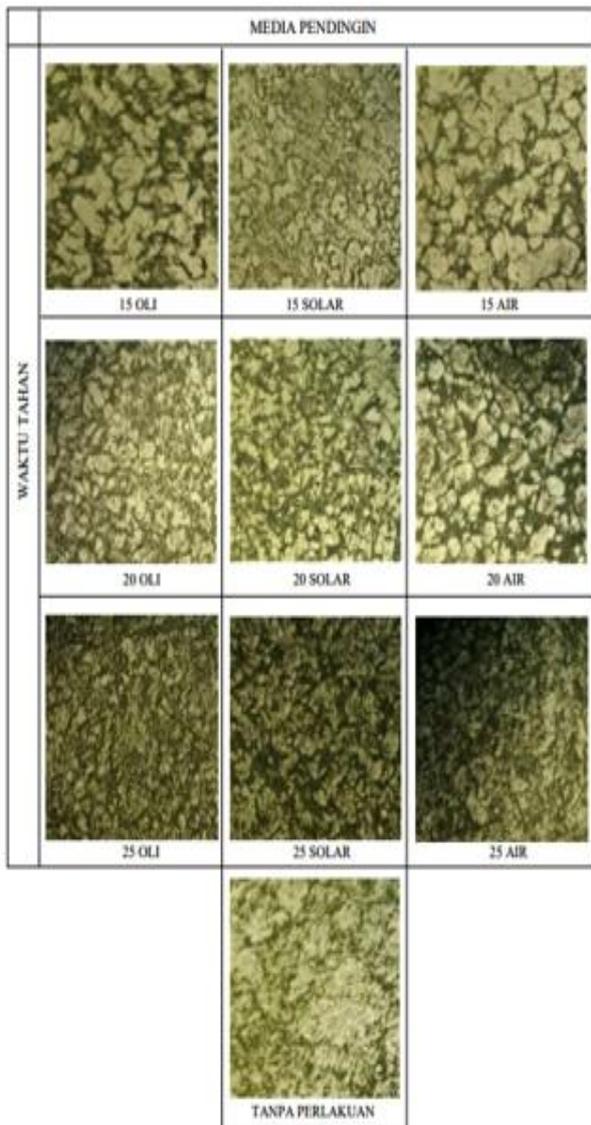
Nilai Rata-rata Uji Kekerasan



Gambar 8. Diagram Rata-rata Nilai Kekerasan per Spesimen

Dari gambar 9 diagram diatas dapat dilihat bahwa pengaruh waktu tahan dan media pendingin mempunyai peningkatan nilai kekerasannya dari tanpa perlakuan sampai dengan perlakuan, semakin lama waktu tahan akan menghasilkan nilai kekerasan yang tinggi, yaitu untuk tanpa perlakuan 33,4 HRC dan diberi perlakuan dengan media pendingin oli waktu tahan 15 menit 34,3 HRC, pendingin oli waktu tahan 20 menit 39,7 HRC, pendingin oli waktu tahan 25 menit 41,5 HRC. Untuk pendingin solar waktu tahan 15 menit 42,8 HRC, pendingin solar waktu tahan 20 menit 47,8 HRC, pendingin solar waktu tahan 25 menit 49,1 HRC. Dan pendingin air waktu tahan 15 menit 54,5 HRC, pendingin air waktu tahan 20 menit 56,4 HRC, pendingin air waktu tahan 25 menit 56,8 HRC. Untuk hasil analisis dari pengaruh waktu tahan dan media pendingin yang memiliki nilai kekerasan tertinggi adalah waktu tahan 25 menit pendingin air dengan nilai 56,8 HRC. Untuk media pendingin paling baik adalah air diantara oli dan solar, karena air memiliki viskositas yang lebih rendah dibandingkan oli dan solar maka dari itu air memiliki laju pendinginan lebih cepat.

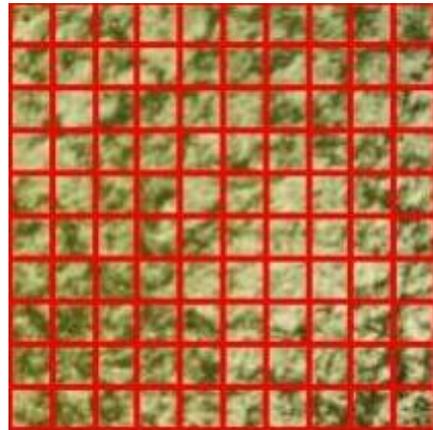
Data Hasil Struktur Mikro



Tabel 7. Data Hasil Foto Uji Struktur Mikro

Perhitungan Persentase Fasa Pearlite

Perhitungan Persentase fasa pearlite ini menggunakan metode *Point Count*.



Gambar 10. Contoh Perhitungan Persentase Fasa Metode *Point Count*

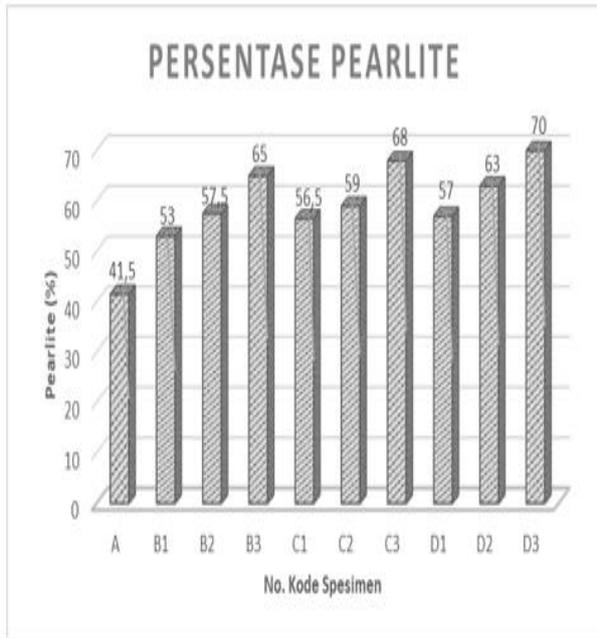
Rumus menghitung persentase fasa *Pearlite* :

$$\% \text{ Fasa Pearlite} = \frac{\text{Jumlah titik fasa Pearlite}}{\text{Jumlah total titik}} \times 100\%$$

Hasil Perhitungan Persentase Fasa Pearlite

No.	Kode Spesimen	Persentase Pearlite
1.	A (Tanpa Perlakuan)	41,5%
2.	B1 (Oli 15 menit)	53%
3.	B2 (Oli 20 menit)	57,5%
4.	B3 (Oli 25 menit)	65%
5.	C1 (Solar 15 menit)	56,5%
6.	C2 (Solar 20 menit)	59%
7.	C3 (Solar 25 menit)	68%
8.	D1 (Air 15 menit)	57%
9.	D2 (Air 20 menit)	63%
10.	D3 (Air 25 menit)	70%

Tabel 8. Persentase Fasa *Pearlite*



Gambar 11. Diagram Nilai Persentase *Pearlite*

Dari gambar 11 diagram diatas dapat dilihat bahwa nilai persentase *pearlite* mengalami peningkatan pada setiap variasi waktu tahanan dan media pendingin dari tanpa perlakuan. Hasil ini dilihat bahwa nilai persentase *Pearlite* tanpa perlakuan 41,5%, pendingin oli waktu tahanan 15 menit 53%, pendingin oli waktu tahanan 20 menit 57,5%, pendingin oli waktu tahanan 25 menit 65%. Untuk pendingin solar waktu tahanan 15 menit 56,5%, pendingin solar waktu tahanan 20 menit 59%, pendingin solar waktu tahanan 25 menit 68%. Lalu pendingin air waktu tahanan 15 menit 57%, pendingin air waktu tahanan 20 menit 63%, pendingin air waktu tahanan 25 menit 70%. Pada persentase fasa *Pearlite* yang tinggi, yaitu pendingin oli waktu tahanan 25 menit 65%, pendingin solar waktu tahanan 25 menit 68%, dan pendingin air waktu tahanan 25 menit 70%. Hasil analisis tertuju pada pemberian waktu tahanan yang lama dan laju kecepatan media pendingin bisa mempengaruhi butir fasa *pearlite* menjadi naik.

Hubungan Pengaruh Variasi Waktu Tahan dan Media Pendingin Terhadap Hasil Pengujian Kekerasan dan Struktur Mikro



Gambar 12. Diagram Hubungan Variasi Waktu Tahan dan Media Pendingin Terhadap Kekerasan dan Struktur Mikro

Diagram dari gambar 12 diatas menjelaskan bahwa terdapat hubungan kesamaan antara nilai kekerasan dan struktur mikro akibat pengaruh dari pemberian variasi waktu tahanan dan media pendingin. Dimana pada diagram diatas menunjukkan semakin lama waktu tahanan nilai kekerasan yang di dapat akan semakin tinggi dan semakin tinggi juga nilai persentase fasa *pearlite* yang dihasilkan. Dari diagram diatas juga menunjukkan pemberian variasi media pendingin akan mempengaruhi pertumbuhan fasa *pearlite* dan meningkatkan nilai rata-rata kekerasan, maka material cenderung memiliki sifat keras yang tinggi tetapi getas. Dari diagram diatas juga bertujuan untuk mencari hasil variasi yang paling optimum diantara variasi yang lain, yaitu pada variasi waktu tahanan 25 menit dengan media pendingin air yang memiliki nilai kekerasan 56,8 HRC dan nilai persentase fasa *pearlite* 70%.

KESIMPULAN DAN SARAN

Kesimpulan

Dari hasil pengujian kekerasan *Rockwell* hasilnya mengalami peningkatan dari awal tanpa perlakuan sampai setelah di *Hardening Quenching* dengan variasi waktu tahan 15, 20, 25 menit dan media pendingin oli, solar, air sehingga di dapat nilai kekerasan tertinggi yaitu pada kondisi *Hardening Quenching* dengan variasi waktu tahan 25 menit pada media pendingin air sebesar 56,8 HRC, dan didapat nilai kekerasan terendah yaitu pada kondisi tanpa perlakuan sebesar 33,4 HRC. Dapat disimpulkan bahwa adanya variasi waktu tahan dan media pendingin berpengaruh terhadap meningkatnya kekerasan.

Pada pengamatan struktur mikro menunjukkan bahwa fasa *pearlite* mengalami peningkatan seiring dengan besarnya waktu tahan yang diberikan, didapat nilai persentase tertinggi fasa *pearlite* pada variasi waktu tahan 25 menit pendingin air yaitu sebesar 70%, dimana semakin tinggi persentase fasa *pearlite* material cenderung bersifat keras. Sehingga dapat disimpulkan bahwa adanya variasi waktu tahan dan media pendingin mempengaruhi pertumbuhan meningkatnya fasa *pearlite* yang membuat material tersebut menjadi lebih keras.

Saran

Berdasarkan percobaan yang dilakukan, penulis memberikan saran sebagai berikut untuk peneliti selanjutnya:

Perlu dilakukan uji kekerasan dengan metode yang lain untuk menganalisa lebih detail dan presisi nilai kekerasan serta diharapkan untuk menggunakan alat uji kekerasan yang digital agar hasil dapat lebih akurat.

Pada penelitian ini menggunakan metode perlakuan panas *Hardening Quenching*. Diharapkan menggunakan untuk memakai metode yang lain.

Untuk pengujian pengamatan struktur mikro pada penelitian berikutnya dengan menggunakan uji *SEM* agar lebih detail.

REFERENSI

- Adawiyah, R., & Hendrawan, A. (2014). *Pengaruh Perbedaan Media Pendingin Terhadap Struktur Mikro Dan Kekerasan Pegas Daun Dalam Proses Hardening*. 6(2).
- Ali, M. (2020). *Analisa Kekerasan Dan Struktur Mikro Pada Proses Perlakuan Hardening Quenching Dengan Material Sprocket Gear Menggunakan Temperatur Dan Variasi Tekanan Pressing*. (Doctoral dissertation, Universitas 17 Agustus 1945 Surabaya).
- Fawaiz, I. (2017). *Analisis Pengaruh Variasi Temperatur Austenisasi Terhadap Kekerasan, Kekuatan Impak Dan Struktur Mikro Dengan Proses Laku Panas Pada Baja Karbon AISI 1050*.
- Fayai, M. Y., & Mufarida, N. A. (2021). *Pengaruh Perlakuan Hardening dan Quenching Pada Baja AISI 1045 Terhadap Kekerasan dan Struktur Mikro Untuk Roda Gigi Transmisi*. 1(1).
- Halimi, A. D., & Irfa'i, M. A. (2017). *Uji Eksperimen Tingkat Kekerasan Dan Ketangguhan Baja Pegas JIS SUP 9 Dengan Metode Laku Panas Hardening Dan Tempering*. 05.
- Margono, M. (2008). *Pengaruh Perbedaan Waktu Penahan Suhu Stabil (Holding Time) Terhadap Kekerasan Logam*. *JURNAL LITBANG PROVINSI JAWA TENGAH*, 6(2), 156–160.
- Mersilia, A. (2016). *Pengaruh Heat Treatment Dengan Variasi Media Quenching Air Garam Dan Oli Terhadap Struktur Mikro Dan Nilai Kekerasan Baja Pegas Daun AISI 6135*.
- Pranata, S., Asmadi, A., 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*, 7(2), 216.

- Rizkiawan, D., & Sumbodo, W. (2020). Pengaruh Variasi Tekanan Udara Pada Pemotongan Plat Baja ST 37 Menggunakan CNC PLASMA CUTTING Terhadap Struktur Mikro, Kerf Dan Kekerasan. *Jurnal Kompetensi Teknik*, 12(2).
- Rizky, A. (2020). *Pengaruh Variasi Media Pendingin Terhadap Kekerasan Baja AISI 6135 Yang Mengalami Perlakuan Panas Anealing*.
- Setiawan, H. (2013). Pengaruh Proses Heat Treatment Pada Kekerasan Material Special K (K100). *Simetris : Jurnal Teknik Mesin, Elektro dan Ilmu Komputer*, 2(1), 37.
- Subagiyo, 2017, ANALISIS HASIL KEKERASAN METODE VIKERS DENGAN VARIASI GAYA PEMBEBANAN PADA BAJA, *Majalah Techno*, 914.
- Tio Gefien, I. (2017). Analisis Struktur Mikro Baja Tulangan Karbon. Program Studi Teknik Metalurgi, *Fakultas Teknik ITB*.
- Umartono, A. S., & Awali, S. (2015). *ANALISA KEGAGALAN PROSES HEAT TREATMENT BAJA SUP-9 PADA PEMBUATAN PEGAS DAUN. 04*.
- VA Manurung, Y TJ Wibowo, SY Baskoro (2020), *PANDUAN METALOGRAFI - Jakarta, Indonesia: LP2M Politeknik Manufaktur Astra*.