

Analisis Pengaruh Holding Time Pemanasan Induksi Terhadap Baja SUP 9A

Ahmad Muqorrobin¹

¹Program Studi Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Gresik

Email: Ahmad muqorrobin1803@gmail.com

Abstract

This research aims to analyze the influence of **holding time** during the induction heating process on the mechanical properties and microstructure of **SUP9 steel**. SUP9 steel is a spring steel widely used in automotive and industrial applications due to its combination of hardness and toughness. The induction heating process offers the advantages of rapid and concentrated heating, but variations in holding time after reaching the austenitizing temperature can significantly impact phase formation and grain growth. In this study, SUP9 steel specimens were inductively heated to a specific austenitizing temperature and held for 0 seconds, 5 minute, 10 minute, dan 15 minute before cooling. After heat treatment, **Vickers hardness**, **tensile strength**, **Charpy impact toughness** tests were conducted, along with **microstructural observation** using an optical microscope and a scanning electron microscope (SEM). The results indicate that increasing the holding time tends to cause an increase in austenite grain size, which subsequently affects the size and distribution of the martensite phase after cooling. The correlation between holding time and the mechanical properties and microstructural changes will be discussed in detail, providing important insights for optimizing induction heating process parameters in the production of SUP9 steel components.

Keywords: Spring Steel, Hardening and Tempering Heat treatment processing, hardness test, impact test and microstructure

1. Pendahuluan

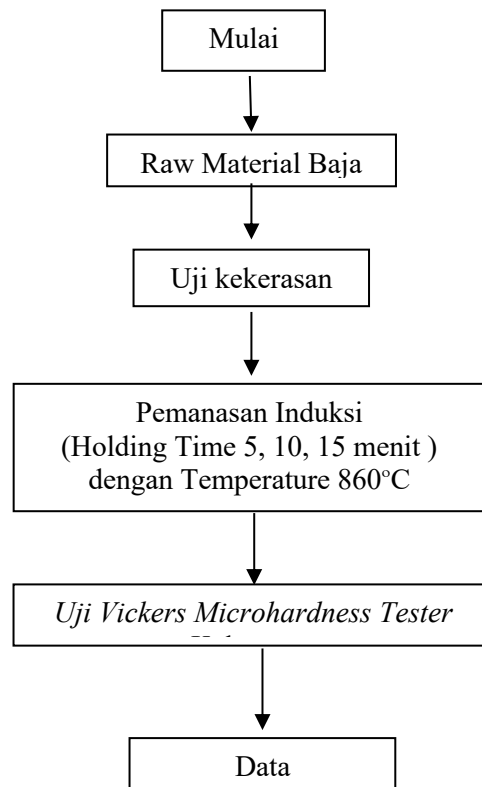
Perkembangan teknologi dewasa ini sudah sangat pesat salah satunya di bidang otomotif. Kenyamanan dan keselamatan pengendara kendaraan bermotor khususnya kendaraan roda empat harus terjamin baik secara langsung maupun tidak langsung. Hal ini dimaksudkan agar pengemudi tidak mengalami gangguan yang dapat mengakibatkan cedera atau rasa sakit selama mengendarai kendaraan. Salah satu komponen yang berperan penting dalam memberikan kenyamanan terhadap pengendara kendaraan bermotor adalah pegas. Pegas adalah suatu komponen yang berfungsi untuk menerima beban dinamis dan memberikan kenyamanan dalam berkendara. Oleh karena itu, material pegas harus memiliki kekuatan elastik tinggi dan diimbangi juga dengan ketangguhan yang tinggi. Hal ini disebabkan kondisi pembebanan yang diterima oleh pegas tersebut. Salah satu jenis pegas yang umum digunakan pada kendaraan bermotor roda empat adalah pegas daun [1]. Kualitas kekerasan dan ketangguhan dapat dilihat dari pengaruh temperatur perlakuannya, pada metode hardening dengan dengan variasi suhu di atas 860°C yang merupakan batas temperatur kritis yang akan merubah struktur baja sedemikian rupa sehingga diperoleh struktur martensit yang keras, sehingga meningkatkan tingkat kekerasannya ,begitu pula dengan metode tempering dimana dengan variasi suhu antara 300°-500°C, hasil perlakuan yang akan di dapatkan menambah ketangguhan dan sedikit mengurangi kekerasannya maka dalam pemilihan temperatur perlu diperhatikan dan dicari solusi untuk mendapatkan Kualitas kekerasan dan ketangguhan yng optimal. Oleh karena itu, kekerasan dan ketangguhan baja menjadi tolak ukur kualitas suatu produk industri manufaktur [2]. 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 [3].

Proses heat treatment yang dilakukan bertujuan untuk memperbaiki sifat mekanik dari logam maupun paduan. penelitian ini bertujuan untuk mengetahui Mengetahui pengaruh proses laku panas hardening dan tempering terhadap kekerasan ketangguhan baja pegas JIS SUP 9, Serta mengetahui strukturmikro hasil perlakuan tersebut [4]

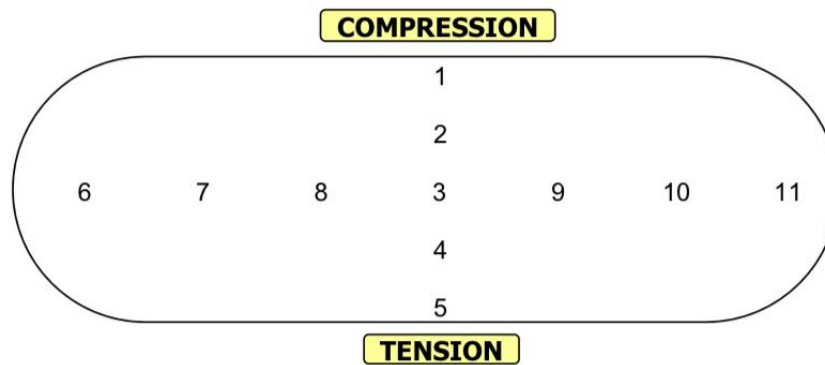
2. Metode

Metode penelitian ini menggunakan pendekatan kuantitatif eksperimental, dimana data yang diperoleh akan dianalisis secara statistik untuk mengetahui hubungan sebab-akibat antara variabel bebas dan variabel terikat. Pengujian kekerasan dilakukan menggunakan metode *Vickers Microhardness Tester* (HV 0.3). Setiap spesimen diuji pada 11 titik uji yang tersebar secara merata pada permukaan bagian taper (bagian lengkung) spesimen. Penelitian ini dilakukan untuk mengukur seberapa besar nilai kekerasan material setelah dipanaskan dengan variasi waktu tahan. Parameter Uji adalah beban uji 300 gf (gram-force), waktu tahan beban selama 10 detik dengan jumlah titik adalah 11 titik per specimen. Prosedur penelitian ditunjukkan pada **Gambar 1**.



Gambar 1. Prosedur Penelitian

Data yang diperoleh dari hasil pengujian laboratorium terhadap spesimen baja SUP-9A yang telah dipanaskan menggunakan oven induksi pada suhu 860 °C dan arus 35 A, dengan variasi waktu penahanan (holding time) 5 menit, 10 menit dan 15 menit. Setiap kelompok perlakuan terdiri dari 3 spesimen uji.



Gambar 2. Kelompok Penelitian

Pada **Gambar 2** menunjukkan tiap titik kelompok penelitian untuk mempermudah proses analisa, yaitu tiap titik dikelompokkan menjadi 3 bagian, yaitu **titik vertical** (nomor 1-2-4-5), **titik horizontal** (nomor 6-7-8-9-10-11) dan **titik center** (nomor 3)

3. Hasil dan Pembahasan

3.1 Hasil Penelitian

Dari penelitian yang telah dilakukan, diperoleh hasil penelitian yang ditunjukkan oleh **Tabel 1**.

Tabel 1. Data Penelitian Pemanasan Induksi terhadap Baja SUP 9A

Holding Time	Sample	Rentang Kekerasan (Hv)	Rata-Rata Kekerasan (Hv)	Dekarburasi Maks (Dm-T)	Status
5 Menit	Sample 1	301.5 - 326.2	315.5	0.00 mm	OK
	Sample 2	308.9 - 326.9	318.3	0.00 mm	OK
	Sample 3	304.2 - 318.9	311.2	0.00 mm	OK
	Rata - rata	-	315.0	0.00 mm	OK
10 Menit	Sample 1	300.7 - 317.9	306.8	0.00 - 0.10 mm	OK
	Sample 2	300.3 - 311.8	307.5	0.00 - 0.09 mm	OK
	Sample 3	299.3 - 306.7	302.0	0.00 - 0.10 mm	OK
	Rata - rata	-	305.4	0.00 - 0.10 mm	OK
15 Menit	Sample 1	289.5 - 306.0	295.8	0.13 - 0.21 mm	NG
	Sample 2	291.8 - 305.4	298.4	0.14 - 0.22 mm	NG
	Sample 3	288.3 - 298.4	294.0	0.10 - 0.16 mm	NG
	Rata - rata	-	296.1	0.10 - 0.21 mm	NG

3.2 Pembahasan

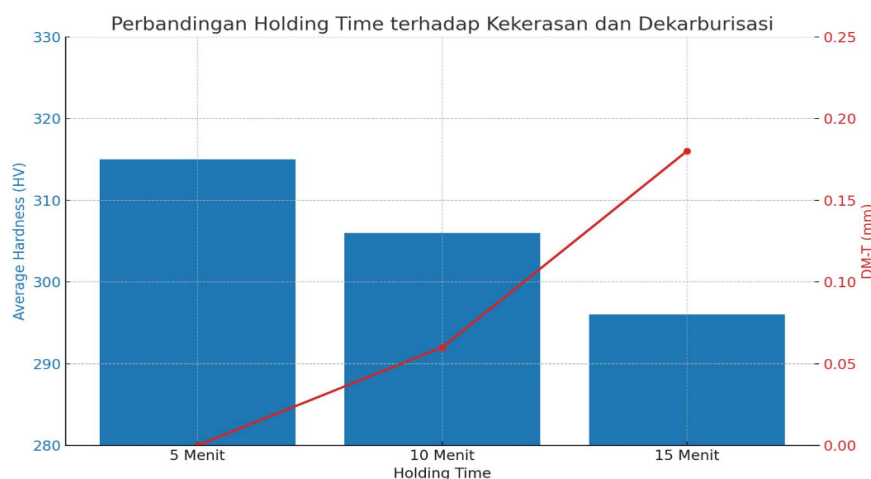
Dari data penelitian tersebut, diperoleh hubungan antara waktu penahan dengan kekerasan rata-rata dan panjang dekarburisasi

3.2.1 Hubungan antara Waktu Penahanan dan Kekerasan Rata-rata:

Data menunjukkan tren yang jelas bahwa semakin lama waktu penahanan, kekerasan material cenderung menurun. Pada 5 menit, rata-rata kekerasan tertinggi tercatat 313.83 HV. Pada 10 menit, kekerasan turun menjadi 305.43 HV. Pada 15 menit, kekerasan kembali menurun menjadi 296.07 HV. Penurunan kekerasan ini terjadi karena waktu yang lebih lama pada suhu perlakuan panas memungkinkan terjadinya pertumbuhan butir (*grain growth*) pada struktur mikro material, yang umumnya mengurangi kekerasan dan kekuatan.

3.2.2 Hubungan antara Waktu Penahanan dan Panjang Dekarburisasi:

Data menunjukkan tren yang berbanding lurus, di mana semakin lama waktu penahanan, panjang dekarburisasi semakin besar. Pada 5 menit, tidak terjadi dekarburisasi (0.000 mm). Ini menunjukkan bahwa durasi perlakuan panas yang singkat dapat mencegah atau meminimalkan kehilangan karbon di permukaan. Pada 10 menit, dekarburisasi mulai terjadi dengan panjang 0.097 mm. Pada 15 menit, panjang dekarburisasi meningkat tajam menjadi 0.210 mm. Peningkatan dekarburisasi adalah akibat dari difusi atom karbon yang keluar dari permukaan material karena terpapar suhu tinggi dalam waktu yang lebih lama. Lapisan dekarburisasi ini dapat menurunkan ketahanan lelah dan kekuatan permukaan material.



Gambar 3. Grafik perbandingan Holding Time terhadap kekerasan dan Dekarburisasi

Pada **Gambar 3** menunjukkan bahwa garis yang menurun secara konsisten dari kiri ke kanan menunjukkan bahwa semakin lama material ditahan pada suhu perlakuan panas, kekerasannya semakin rendah. Kekerasan menurun dari sekitar 314 HV pada 5 menit, menjadi sekitar 305 HV pada 10 menit, dan berakhir di sekitar 296 HV pada 15 menit. Sedangkan garis yang meningkat tajam menunjukkan bahwa semakin lama waktu penahanan, lapisan dekarburisasi yang terbentuk pada permukaan material semakin tebal. Dekarburisasi tidak terjadi pada 5 menit (0.0 mm), namun meningkat ke 0.097 mm pada 10 menit, dan terus bertambah hingga 0.21 mm pada 15 menit.

4. Kesimpulan

Berdasarkan data penelitian yang diperoleh, dapat ditarik kesimpulan mengenai pengaruh waktu penahanan pada proses pemanasan induksi terhadap baja SUP9A, yaitu:

- Pengaruh terhadap Kekerasan: Peningkatan waktu penahanan (holding time) cenderung menurunkan nilai kekerasan material. Hal ini disebabkan oleh pertumbuhan butir austenit yang terjadi pada suhu

perlakuan panas, yang pada akhirnya memengaruhi ukuran dan distribusi fasa martensit setelah pendinginan.

- b) Pengaruh terhadap Dekarburisasi: Peningkatan waktu penahanan secara langsung meningkatkan panjang dekarburisasi pada permukaan material. Lapisan dekarburisasi ini dapat menurunkan ketahanan lelah dan kekuatan permukaan material karena kehilangan atom karbon akibat difusi.
- c) Korelasi dan Tujuan Penelitian: Secara keseluruhan, penelitian ini menunjukkan adanya hubungan sebab-akibat antara waktu penahanan dengan sifat-sifat mekanik dan mikrostruktur. Pemahaman ini penting untuk mengoptimalkan parameter proses pemanasan induksi guna mencapai kualitas produk baja SUP9 yang optimal.

Reference

- [1] Saputra, Rudi, and Estu Tyastomo. "Perbandingan kekerasan dan struktur mikro pegas daun yang mengalami proses heat treatment." *Bina Teknika* 12.2 (2016): 185-193.
- [2] Halimi, Ahmad Dzulfikri. "Uji eksperimen tingkat kekerasan dan ketangguhan baja pegas jis sup 9 dengan metode laku panas hardening dan tempering." *Jurnal Teknik Mesin* 5.03 (2017) Asisi, A. N. (2025). *Pengaruh perlakuan panas quenching terhadap nilai kekerasan dan struktur mikro baja jis sup 9a*.
- [3] Widodo, E., & Huda, M. (2016). Optimasi Holding Time Untuk Mendapatkan Kekerasan Baja S 45 C. *REM (Rekayasa Energi Manufaktur) Jurnal*, 1(1), em-v1i1.
- [4] Halimi, A. D. (2017). Uji eksperimen tingkat kekerasan dan ketangguhan baja pegas jis sup 9 dengan metode laku panas hardening dan tempering. *Jurnal Teknik Mesin*, 5(03).
- [5] Sholikhin, M. A., Suprihanto, A., & Umardani, Y. (2021). "ANALISIS PENGARUH PERLAKUAN PANAS (HEAT TREATMENT)
- [6] Prabowo, F. Y., Waluyo, J., & Yudha, V. (2025). "Pengaruh Perlakuan Panas terhadap Kekerasan
- [7] Mujiyono, M., Prayogi, M., & Firmansyah, A. (2025). "Analisa Ketebalan Lapisan Permukaan Baja AISI 1020
- [8] Hariningsih, H., Daryanto, T., & Lutiyaatmi, L. (2022). "Pengaruh Variasi Media Quenching dan Tempering terhadap Struktur Mikro dan Kekerasan Baja AISI 1045." *Creative Research in Engineering*, 2(2), 52.
- [9] Prayogi, m. (2024). *Pengaruh proses perlakuan panas pada baja ns 1045 terhadap sifat mekanis dan struktur mikro*.
- [10] Suprpto, W. (2023). *Baja dan Aplikasinya*. Universitas Brawijaya Press.