Jurnal Teknik Mesin, Elektro dan Ilmu Komputer(TEKNIK)
Vol.5, No.1 Maret 2025
P-ISSN : 2809-9095; E-ISSN : 2809-9125, Hal 01-08
DOI: https://doi.org/10.55606/teknik.v5i1.5674
Available Online at: https://researchhub.id/index.php/teknik

Analisa Kekerasan Baja Pegas Terhadap Pengaruh Pemanasan Nyala Api

Heri Wahyudi Kurniawan[1], Vita Ambarwati[2], Meryanalinda[3]
[1,2,3] Program Studi Teknik Mesin - Fakultas Teknik, Universitas Gresik , Indonesia

Alamat: Jl. Arif Rahman Hakim Gresik No.2B 0821-8458-0449, Kramatandap, Gapurosukolilo, Kec. Gresik, Kabupaten Gresik, Jawa Timur 61111
Korespondensi penulis: herikurniawan1110@gmail.com

Abstract :*Spring steel is one type of material that is widely used in various engineering applications, such as vehicle suspension systems and equipment that require resistance to dynamic loads. Spring steel possesses various mechanical characteristics that are strongly influenced by the microstructure of the material. These characteristics remain consistently affected throughout the entire material. Heating that occurs due to exposure to flame can alter certain microstructural properties of spring steel and affect its performance. In this study, an analysis was carried out on all changes in the microstructure of spring steel caused by flame heating, as well as its effect on the hardness of the material. The results of the study showed that heating can indeed cause changes in the microstructural phase and a decrease in fatigue resistance of the spring steel.*

Keywords:*Hardening, Hardness, Spring*

Abstrak: Baja pegas adalah salah satu jenis material yang banyak digunakan dalam berbagai aplikasi teknik, seperti sistem suspensi kendaraan dan peralatan yang memerlukan ketahanan terhadap beban dinamis. Baja pegas memiliki berbagai karakteristik mekanik yang sangat dipengaruhi oleh mikrostruktur materialnya. Karakteristik tersebut tetap terpengaruh di seluruh bagian material. Pemanasan yang terjadi akibat paparan nyala api dapat mengubah beberapa sifat mikrostruktur baja pegas, serta memengaruhi kinerjanya. Dalam studi ini, dilakukan analisis terhadap semua perubahan mikrostruktur baja pegas akibat pemanasan oleh nyala api, serta pengaruhnya terhadap kekerasan material tersebut. Hasil penelitian menunjukkan bahwa pemanasan memang dapat menyebabkan perubahan pada fasa mikrostruktur, penurunan ketahanan terhadap kelelahan pada baja pegas

Kata kunci: Pemanasan, Kekerasan, Pegas

1. PENDAHULUAN

Baja pegas adalah jenis baja yan memeiliki sifat elastis yang sangat baik, digunakan dalam berbagai aplikasi yang memerlukan ketahanan terhadap beban dinamis dan pengambilan bentuk setelah deformasi, seperti pada kendaraan, alat berat, dan peralatan elektronik. Pemanasan dengan nyala api merupakan salah satu metode perlakuan panas yang umum digunakan dalam industry untuk meningkatkan sifat-sifat mekanik baja pegas (Zhang et al., 2019).

Pemanasan dengan nyala api adalah salah satu metode yang digunakan untuk mempengaruhi sifat mekanik baja pegas. Proses ini melibatkan pemanasan material menggunakan nyala api terbuka yang menghasilkan suhu lokal yang tinggi. Pemanasan nyala api memungkinkan perubahan fasa pada struktur mikro material, yang berpotensi meningkatkan atau bahkan menurunkan sifat mekanik baja tersebut. Pemanasan nyala api dapat mempengaruhi perubahan struktur mikro baja pegas, yang pada gilirannya dapat berdampak pada kekerasan, ketahanan kelelahan, dan daya tarik baja (Duarte et al., 2018).

Received Maret 01, 2025; Revised Maret 15, 2025; Accepted: Maret 29, 2025; Published : Maret 31, 2025

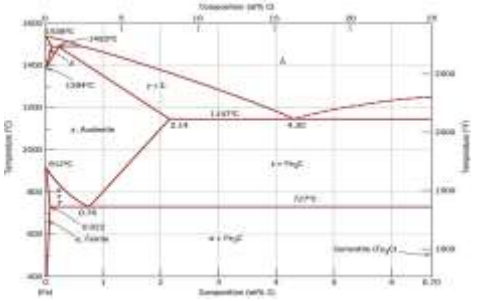
2. KAJIAN TEORI

Baja pegas pada umumnya terbuat dari campuran karbon tinggi atau baja paduan tertentu yang memiliki sifat kekerasan dan ketahanan terhadap kelelahan yang sangat baik (Asmara et al., 2021). Stuktur mikro baja terdiri dari fase ferrlit, perlit, martensit, dan bainit yang masing-masing memilki karakteristik mekanik berbeda. Dipengaruhi oleh proses pendinginan dan pemanasan, menyebabkan perubahan fase material.

Pemanasan nyala api dapat membuat mengubah struktur mikro baja melalui rekrystallisasi dan transformasi fase, seperti pembentukan martensit atau perlit dari struktur ferrit (Hernandez et al., 2018). Pada suhu yang tinggi, proses pendinginan yang cepat dapat menghasilkan martensit, yang memiliki kekerasan tinggi tetapi keuletan rendah. Sebaliknya, pendinginan lambat dapat membentuk struktur yang lebih ulet, tetapi dengan kekerasan yang lebih rendah (Kondoh et al., 2016).

Salah satu elemen penting dalam memahami perubahan struktur mikro pada baja pegas adalah diagram fasa baja karbon. Diagram ini menunjukan hubungan antara suhu dan komposisi karbon pada baja, serta fase-fase yang terbentuk pada suhu dan komposisi karbon tertentu (Caillister, 2014)

Pada suhu tinggi, baja karbon akan melalui berbagai fase tergantung pada proses perlakuan panas yang diterima. Pembentukan martensit, terjadi pada proses quenching (pendinginan cepat) dari suhu austenitic (di atas suhu kritis), yang memilki kekerasan tinggi tetapi keuletan rendah. Ditunjukan pada Gambar 1.



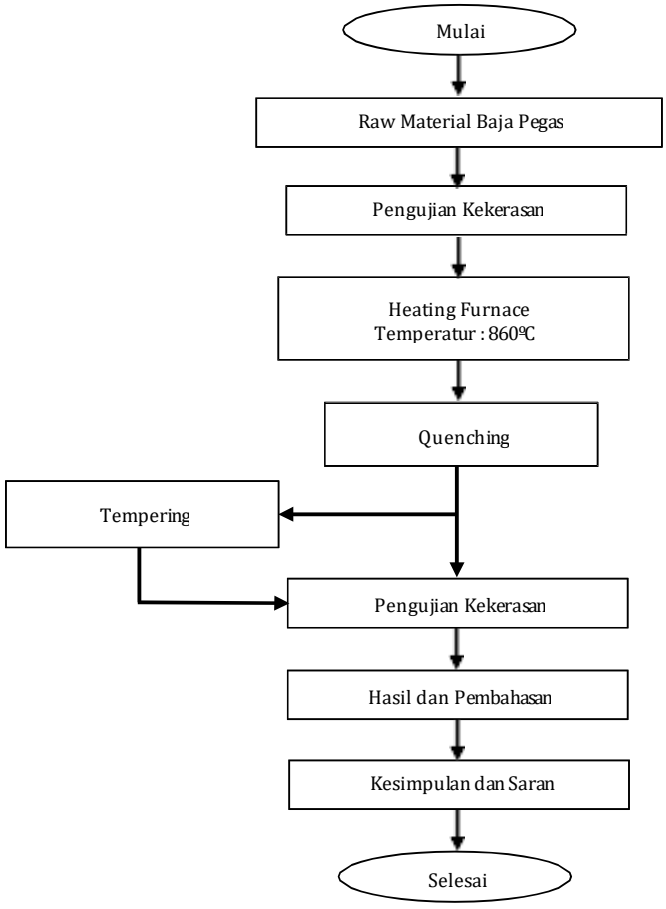
Gambar 1. Diagram Fasa Baja Karbon
(Callister, W. D. 2014)

Pemanasan nyala api adalah proses yang menggunakan nyala api langsung untuk memanaskan baja pegas. Pemanasan ini tidak hanya mempengaruhi komposisi kimia baja pegas tetapi juga distribusi dan ukuran butiran dalam struktur mikro (Su et al., 2021).

Proses martensitisasi dapat terjadi pada permukaan baja, meningkatkan kekerasan tetapi mengurangi keuletan baja tersebut. Selain itu, durasi pemanasan juga memainkan peran penting, karena pemanasan yang terlalu lama dapat menyebabkan penurunan kekuatan baja melalui penghalusan butiran (grain refinement) atau pembentukan fase yang kurang stabil (Kondoh et al., 2016)

3. METODOLOGI PENELITIAN

Penelitian ini dilakukan dengan pendekatan eksperimental untuk menganalisis perubahan struktur mikro baja pegas akibat pemanasan nyala api. Bahan yang digunakan adalah baja pegas daun mobil dengan dimensi tebal 7 mm dan lebar 70 mm. Tahapan penelitian adalah ditunjukan pada Gambar 2.



Gambar 2. Diagram alir penelitian.

Tabel 1. Proses perlakukan sepesimen.

Spesimen	Proses Perlakuan			Keterangan
	Furnace	Quenching	*Tempering*	
RM	-	-	-	*Raw material*
HF		-	-	Spesimen di- *Heating Furnace*
HFQ	✓	✓	-	Spesimen di- *Heating Furnace* lalu pendinginan *Quenching*
HFQT	✓	✓	✓	Spesimen di- *Heating Furnace* lalu pendinginan *Quenching* dan *Tempering Furnace*

Tahap perlakukan specimen meliputi:

Sebelum sampel baja pegas dilakukan pemanasan dengan nyala api, sebagian terlebih dahulu dilakukan pengujian kekerasan material. Sampel dipotong menjadi beberapa bagian dengan ukuran standar.

(a) Sebelum (RM) (b) Sesudah dipotong

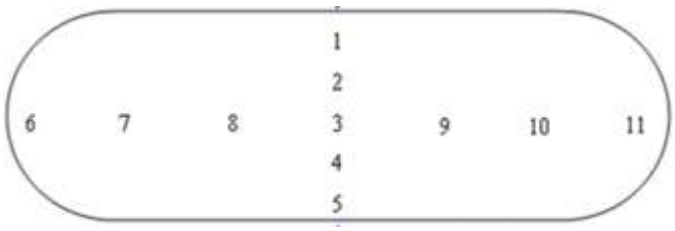
Gambar 3. Spesimen Uji

Pemanasan dengan nyala api:

Pemanasan nyala api dikerjakan dengan tungku konvensional pada suhu 860ºC. Bagian yang dikenai nyala api adalah sepanjang specimen uji pada permukaan. Beberapa parameter dalam perlakuan pemanasn nyala api. Pendinginan dilakukan dengan media oli pada suhu oli 50ºC. Kemudian dilanjutkan pemanasan tempering dengan suhu 460ºC. Untuk merubah sifat material tanpa menambahkan komposisi material.

Pengujian spesimen:

Pengujian Hardness Vickers dan Mikrostruktur.



Gambar 4. Posisi titik uji kekerasan

Untuk mempermudah proses analisa, maka tiap titik dikelompokan menjadi:

Titik vertical : 1-2-4-5

Titik horizontal : 6-7-8-9-10-11

Titik center : 3

4. HASIL DAN PEMBAHASAN

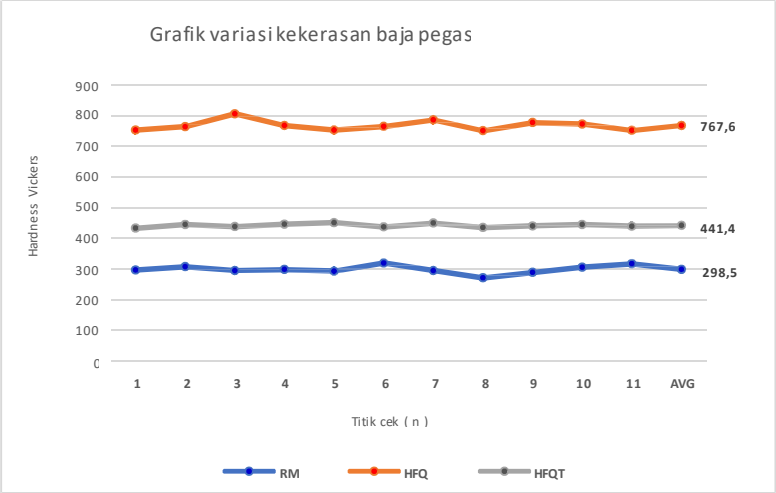
Beberapa penelitian sebelumnya telah mengkaji pengaruh pemanasan nyala api terhadap sifat mekanik baja pegas, khususnya kekerasannya. Hasil-hasil tersebut menunjukkan bahwa proses pemanasan dengan nyala api dapat menyebabkan perubahan struktur mikro baja pegas, yang berpengaruh langsung pada tingkat kekerasannya.

Penggunaan nyala api oksiasetilen untuk proses hardening pada baja pegas menghasilkan kekerasan optimum saat temperatur mencapai titik austenitisasi (850°C), dan dilakukan pendinginan cepat. Namun, bila pemanasan terlalu lama atau pendinginan terlalu lambat, kekerasan menurun akibat terbentuknya struktur bainit atau perlit kasar (Widodo dkk. 2020).

Dalam penelitian mengenai baja pegas, membuktikan bahwa proses nyala api dapat memperbaiki sifat mekanik jika dikontrol dengan baik. Penggunaan waktu pemanasan optimal dan pendinginan cepat menghasilkan kekerasan mendekati kondisi baru, menunjukkan potensi dalam aplikasi rekondisi material (Kurniawan, 2021)

Berdasarkan pengamatan mikroskopis pemanasan nyala api menyebabkan perubahan signifikan dalam struktur mikro baja pegas. Pada suhu 860ºC, terjadi pembentukan martensit pada permukaan baja yang menurunkan kekerasan. Setelah dilakukan pendinginan cepat terjadi pembentukan martensit pada bagian dalam baja dan setelah dilakukan pemanasan tempering terjadi pembentukan temper martensit pada baja pegas.

Hasil pengujian kekerasan material RM sebelum perlakuan panas cenderung lebih lunak dengan kekerasan 298,5 HV. Perlakuan panas nyala api sangat berpengaruh terhadap kekerasan material, dimana kekerasan setelah HFQ: 767,6 HV dengan sifat material kuat tapi getas. Setelah dilakukan pemanasan tempering, mengalami perubahan kekerasan HFQT: 441,4 HV dengan sifat material kuat dan ulet.



Gambar 5. Grafik variasi keras uji specimen

Hasil pengujian mikro struktur diperlihatkan pada Gambar 6. terlihat bahwa sesimen RM banyak fase Ferrite dibandingkan fase Pearlite. Hal ini mengakibtkan struktur terbilang lunak dan memerlukan perlakuan panas jika material digunakan sebagai bahan baja pegas.

Gambar 6. Struktur mikro RM, HFQ, dan HFQT

Setelah baja dilakukan perlakuan panas dan pendinginan kejut HFQ, terjadi perubahan struktur mikro menjadi martensit. Butiran pada baja terlihat besar dan kasar menandakan material bersifat getas. Apabila material dilakukan pemanasan tempering HFQT dengan suhu 460ºC baja pegas akan mengalami perubahan struktur mikro dari martensit menjadi tamper martensit dimana terlihat struktur mikro butiran pada baja terlihat halus dan merata. Ditunjukan pada Gambar 6.

5. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian, dapat disimpulkan bahwa proses pemanasan nyala api berpengaruh signifikan terhadap kekerasan baja pegas. Faktor-faktor utama yang memengaruhi hasil akhir kekerasan antara lain adalah Temperatur pemanasan, Waktu pemanasan, Media pendinginan. Proses pemanasan dengan nyala api dapat merubah struktur mikro baja pegas tanpa adanya penambahan bahan kimia apapun.Pemanasan pada suhu rendah menghasilkan struktur baja ferrit dan perlit, memberikan ketahanan kelelahan yang lebih baik, tetapi dengan kekerasan lebih rendah. Sementara itu, pemanasan pada suhu tinggi menyebabkan pembentukan martensit yang meningkatkan kekerasan, namun mengurangi keuletan. Oleh karena itu, control suhu dan durasi pemanasan sangat penting untuk mencapai keseimbangan antara kekerasan dan ketahanan mekanik pada baja pegas. Penelitian lebih lanjut diperlukan untuk mengoptimalkan parameter pemanasan nyala api guna memperoleh sifat baja yang baik.

DAFTAR PUSTAKA

ASM International. (1991). ASM Handbook Volume 4: Heat Treating. ASM International.

Asmara, A. B., et al. (2021). “Pengaruh Komposisi Karbon pada Baja Pegas tehadap Ketahanan Keletihan.” Jurnal Metalurgi.

Bhadeshia, H. K. D. H., & Honeycombe, R. W. K. (2011). Steels: Microstructure and Properties (3rd ed.). Butterworth-Heinemann.

Burgess, K., et al. (2017). “Struktur Mikro dan Sifat Mekanik Baja Pegas yang Diperlakukan dengan Nyala Api.” Jurnal Material Science.

Callister, W. D., & Rethwisch, D. G. (2014). Materials Science and Engineering: An Introduction (9th ed.). Wiley.

Davis, J. R. (Ed.). (2001). Alloying: Understanding the Basics. ASM International.

Duarte, M. S., et al (2018). “Effect of Heat Treatment on the Microstructure and Mechanical Properties of Springs.” Journal of Materials Engineering.

Henandez, L., et al. (2018). “Pemanasan Baja Pegas dengan Nyala Api: Studi Kasus pada Transformasi Mikrostruktur.” Internasional Jurnal of Materials Processing.

Kondoh, K., et al. (2016). “Rekrystallisasi dan Transformasi Fase pada Baja Pegas yang Dikenakan Pemanasan.” Materials Science Forum.

Kurniawan., et al. (2021). “Analisa Rekondisi Baja Pegas Daun Bekas SUP 9A dengan Metode Quench Temper pada Temperatur Tempering 460°C terhadap Kekerasan dan Kekuatan Tarik.”

Li, J., & Zhang, W. (2017). "Effect of Flame Hardening on Surface Properties of Medium Carbon Steels." Procedia Engineering, 207, 1564–1570. https://doi.org/10.1016/j.proeng.2017.10.1177

Oberg, E., Jones, F. D., Horton, H. L., & Ryffel, H. H. (2008). Machinery's Handbook (28th ed.). Industrial Press Inc.

Su, C., et al. (2021). "Pengaruh Pemanasan Cepat pada Baja Pegas terhadap Sifat Mekanik." Journal of Heat Treatment.

Totten, G. E., & Howes, M. A. H. (1997). Steel Heat Treatment Handbook. CRC Press.

Widodo et al. (2020). "Perbandingan Induction Hardening dengan Flame Hardening pada Sifat Fisik Baja ST 60."

Zhang, Y., et al. (2019). "Pemanasan Baja Pegas untuk Meningkatkan Ketahanan Keletihan." Journal of Engineering Material.