

Pengaruh Media Pendingin Pada Kekerasan Dan Struktur Mikro Hardening Baja ST 42

Ni Kadek Wiwik Ayu Laksmi^{1,*}, I Komang Astana Widi¹, Tito Arif Sutrisno¹

¹ Program Studi Teknik Mesin SI Institut Teknologi Nasional Malang

Kata kunci

Hardening
Baja ST 42
Kekerasan
Struktur Mikro

ABSTRAK

Proses hardening suhu 800°C dengan holding time 30 menit terhadap kekerasan, dan struktur mikro baja ST 42. Baja ST 42 dipilih karena memiliki kekuatan dan kekerasan yang baik, serta sering digunakan dalam aplikasi yang membutuhkan kekuatan tinggi. Pada penelitian ini, empat jenis media pendingin yang digunakan adalah air garam, air es, oli, dan minyak goreng. Proses hardening dilakukan dengan dua kali holding di 15 menit dan 30 menit, dengan kenaikan suhu bertahap dari 600°C sehingga mencapai suhu 800°C, kemudian sampel tersebut direndam pada masing-masing media pendingin. Hasil penelitian menunjukkan bahwa variasi media pendingin Air garam mengalami peningkatan kekerasan 93,068 HRB dimana meningkat 10% dari baja standar. Air es dengan kecepatan pendingin paling tinggi memiliki kekerasan 111,117 HRB meningkat 12% dari baja standar, sedangkan Oli dan Minyak Goreng mengalami penurunan kekerasan yaitu 78,888 HRB dan 77,844 HRB. Dalam pendinginan ini mikrostruktur yang terbentuk adalah ferit dan perlit. Dimana kandungan struktur mikro pada air garam (ferit : 66.823 %, perlit: 33.177 %), air es (ferit: 60.079 %, perlit: 39.921 %), oli (ferit: 75.237 %, perlit: 24.763 %), minyak goreng (ferit: 74.18 %, perlit: 25.82 %).

* *Corresponding author:*

Ni Kadek Wiwik Ayu Laksmi (email: nikadekwiwikayulaksmi@gmail.com)

Diterima: 30 Januari 2024

Disetujui: 27 Februari 2024

Dipublikasikan: 31 Maret 2024

1 Pendahuluan

Industri baja merupakan industri yang bersifat padat modal, padat teknologi dan memerlukan SDM yang ahli dan terampil dan dapat mengatur mesin secara optimal dan efisien. Industri baja memasok bahan-bahan baku vital untuk pembangunan di berbagai bidang mulai dari penyediaan infrastruktur, produksi salah satu contohnya pully yang menggunakan baja ST 42.

Pada baja karbon rendah ST42 memiliki kelebihan yaitu berupa ketangguhan dan keuletan akan tetapi juga memiliki kekurangan berupa sifat kekerasan dan ketahanan aus yang rendah [1]-[3]. Untuk menambah nilai keuletan dan kekerasan baja ST 42 dapat menggunakan metode heat treatment (perlakuan panas) [1]-[4]. Heat treatment (perlakuan panas) adalah suatu proses untuk mengubah struktur logam dengan cara memanaskan material di elektrik terance (tungku) [1]-[1], kemudian langsung didinginkan secara cepat. Proses *hardening* temperatur yang digunakan harus diatas suhu *austenite* atau diatas 723°C dengan batas suhu 950°C. Ditahan pada temperatur tersebut kemudian didinginkan secara cepat untuk mendapat struktur mikro yang keras.

Berdasarkan latar belakang tersebut penulis ingin menganalisa sejauh mana pengaruh media pendingin terhadap kekerasan dan struktur mikro pada proses hardening baja karbon ST 42. Dimana nantinya dapat digunakan untuk menjadi referensi penguatan bahan *pully*.

2 Metode Penelitian

Penulis melakukan penelitian dan pengujian di Jl. Soekarno Hatta No 9 Jatimulyo, Kec. Lowokwaru, Kota Malang yaitu Laboratorium Material Politeknik Negeri Malang. Waktu penelitian ini dilakukan pada tanggal 21 November sampai dengan 22 November 2023

2.1 Bahan

Spesimen yang digunakan adalah baja ST 42 dengan ukuran tebal 18 mm, diameter 25 mm

2.2 Alat

Gerinda, *furnace*, *bench hardness tester*, mikroskop, ember 4 buah, amplas 100-1200 *grit*, autosol, larutan nital.

3 Hasil dan Pembahasan

Proses *hardening* menggunakan *furnace* dengan peningkatan suhu perlahan dengan suhu tingkatan pertama di 600°C, diholding selama 15 menit hal ini dilakukan untuk menghindari terjadinya keretakan pada sampel akibat adanya shock temperature, selanjutnya suhu kembali ditingkatkan mencapai suhu 800°C dan diholding kembali selama 30 menit untuk mengikat karbon, proses *hardening* berlangsung 88 menit.

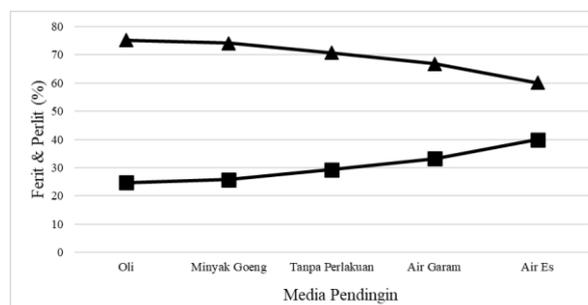
3.1 Pengujian Struktur mikro

Menggunakan pembesaran 300x dengan larutan nital konsentrasi 2%. hasil yang didapatkan baja ST 42 setelah di *hardening* membentuk struktur Ferit dan Perlit. Dari keempat media variasi kandungan ferit tertinggi berada pada media Oli yaitu 75,237% dengan perlit terendah 24,763%. Sedangkan untuk kandungan ferit yang paling rendah berada pada media Air Es yaitu 60,079% dengan perlit tertinggi 39,921%. Berikut adalah table kandungan ferit dan perlit yang didapat.

Tabel 1 Kandungan struktur mikro

| Media Pendingin | Struktur Mikro | Jumlah Titik | Total Area | % Area |
|-----------------|----------------|--------------|------------|--------|
| Tanpa Perlakuan | Ferit | 1581 | 448.285 | 70.702 |
| | Perlit | 4273 | 185.766 | 29.298 |
| Air Garam | Ferit | 3312 | 413.904 | 66.823 |
| | Perlit | 3988 | 205.499 | 33.177 |
| Air Es | Ferit | 2234 | 290.499 | 60.079 |
| | Perlit | 2951 | 193.032 | 39.921 |
| Minyak Goeng | Ferit | 3850 | 631.275 | 74.18 |
| | Perlit | 7368 | 219.731 | 25.82 |
| Oli | Ferit | 1628 | 471.716 | 75.237 |
| | Perlit | 3355 | 155.257 | 24.763 |

Gambar 1 Kandungan struktur mikro ferit (Δ) & perlit (□) baja ST 42

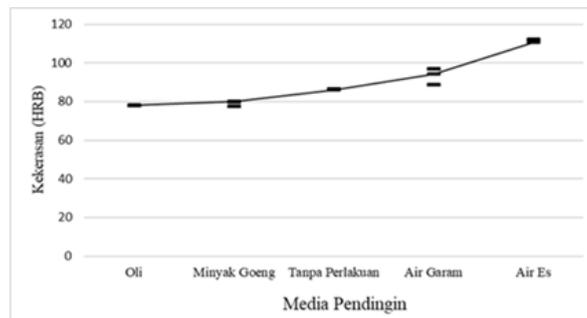


3.2 Pengujian Kekerasan

Pengujian kekerasan menggunakan *rockwell B* dengan beban 100 kgf, Pengujian kekerasan dilakukan 3 titik di masing-masing specimen, dilakukan agar menemukan rata-rata pada specimen untuk dibandingkan. Dari ke 4 media variasi pendingin, air es membuat baja st 42 lebih keras dari baja standarnya dan paling lunak adalah dari media pendingin oli. Berikut tabel hasil uji kekerasan baja ST 42:

Tabel 1 Pengujian kekerasan

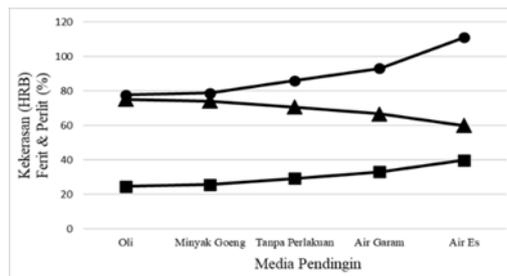
| Spesimen | Media Pendingin | Hardening 800°C | HRB |
|-----------------|-----------------|-----------------|---------|
| Tanpa Perlakuan | 86 | | 86 |
| | 86 | | |
| | 86 | | |
| Air Garam | 96.7 | | 93.068 |
| | 88.5 | | |
| | 94 | | |
| Air Es | 111.68 | 30 menit | 111.117 |
| | 111.17 | | |
| | 110.5 | | |
| Minyak Goreng | 79.33 | | 78.888 |
| | 77.33 | | |
| | 80 | | |
| Oli | 77.68 | | 77.844 |
| | 77.68 | | |
| | 78.17 | | |



Gambar 2 Pengujian kekerasan baja ST 42

Dari hasil yang didapatkan baja ST 42 setelah di lakukan *hardening* di suhu 800°C dan di uji kekerasannya. Dari keempat media variasi pendingin baja yang mengalami kenaikan kekerasan adalah media Air es yaitu 111,117 HRB meningkat 12% dari baja standar, sesuai dengan refrensi yang dikutip dari [1]-[5] yang menyebutkan kekerasan tertinggi didapat ketika media pendingin yang digunakan adalah air es yang dapat meningkatkan sekitar 350% pada besi cor. Hal ini disebabkan karena media air es memiliki sifat termal yang tinggi dan memiliki suhu paling rendah dari pada air cair pada suhu kamar, proses perubahan fasa dari air es ke air cair juga membutuhkan energi tambahan, yang diserap dari logam sehingga mempercepat pendinginan. Hal ini memungkinkan air es untuk dengan cepat menyerap panas dari logam yang sedang dihardening.

Sedangkan kekerasan yang menurun ada di media Oli dengan 77.844 HRB menurun 10% dari baja standar, dimana pendapat dari refrensi yang dikutip dari [1]-[2] yang menyebutkan suhu temperatur 800°C, waktu penyanggah 120 menit menggunakan media pendingin Dromus Oil memiliki nilai kekerasan paling rendah. Hal itu disebabkan karena oli memiliki konduktivitas panas yang lebih rendah dibandingkan air, sehingga proses transfer panas dari logam ke oli berlangsung lebih lambat. Ini menyebabkan proses pendinginan menjadi lebih lambat namun pada beberapa kasus, lambatnya laju pendinginan dapat mengurangi resiko distorasi atau retakan yang mungkin terjadi pada logam saat proses hardening, karena proses yang lebih lambat memberikan waktu bagi suhu logam untuk merata [1]-[6].



Gambar 3 Perbandingan uji kekerasan (●) dengan struktur ferit (▲) & perlit (□) baja ST 42

Hubungan struktur mikro dengan kekerasan, struktur mikro dari suatu bahan mempengaruhi kekerasan bahan tersebut. Struktur yang lebih padat dan teratur cenderung lebih keras dari pada struktur yang kurang teratur. Uji kekerasan digunakan untuk mengukur seberapa tahan sebuah baja terhadap goresan, memberikan informasi tentang kekuatan dan struktur mikro yang mendasarinya.

Dari hasil pengujian diatas didapatkan bahwa struktur mikro dan kekerasan baja Tanpa perlakuan (Ferit: 70,702%, Perlit: 29,298, Kekerasan: 86 HRB). Air Garam (Ferit: 66,823%, Perlit: 33,177 Kekerasan: 93,068 HRB). Air Es (Ferit: 60,079%, Perlit: 39,92% Kekerasan: 111,117 HRB). Minyak Goreng (Ferit: 74,18%, Perlit: 25,82%, Kekerasan: 78,888 HRB). Oli (Ferit: 75,237%, Perlit: 24,763% Kekerasan: 77,844 HRB).

Struktur mikro akan mempengaruhi tingkat kekerasan baja, baja yang mengalami peningkatan kekerasan akan memiliki lebih banyak kandungan karbon atau dalam struktur mikro disebut fasa perlit (□) seperti media pendingin Air es dengan kandungan 39,921%. Karena pendinginan yang cepat mendorong pembentukan fasa perlit dari pada fasa yang lainnya. Sebaliknya baja yang lebih lunak akan lebih banyak mengandung ferit (▲) seperti media Oli dengan kandungan 75,237%. Ferit terbentuk akibat pendinginan lambat, karena terjadinya transformasi dari fasa austenite ke ferit, proses pendinginan yang lebih lambat memberi waktu bagi struktur ferit terbentuk karena pendinginan yang kurang ekstrim, hal ini dapat menghasilkan ferit lebih banyak. Faktor pendukung yang menyebabkan hal tersebut adalah *holding time*, media pendingin, kecepatan pendinginan dan unsur kandungan baja itu sendiri.

4 Kesimpulan

1. Penelitian ini menunjukkan adanya pengaruh media pendingin pada proses perlakuan panas terhadap sifat mekanik baja ST 42 yang dimana nilai kekerasan sebelum mendapat perlakuan sebesar 86 HRB. Diperlakukan panas dan didinginkan menggunakan media air es dapat meningkatkan kekerasan permukaan yang paling tinggi yaitu 111,117 HRB meningkat 12% dari baja standar dan media pendingin lainnya. Pengaruh Air garam dapat mengubah titik beku air sehingga membuatnya lebih dingin dari pada air biasa sehingga dapat meningkatkan kekerasan, dan Air es dapat mendinginkan dengan cepat karena suhunya yang rendah. Sedangkan media pendingin oli mengalami penurunan kekerasan hingga dibawah baja standar ST 42 yaitu nilai kekerasannya 77,844 HRB. Pengaruh Minyak Goreng dan Oli cenderung memberikan pendinginan yang lebih lambat dan merata, dan struktur yang dihasilkan lebih stabil.
2. Sifat mekanik khususnya kekerasan suatu material tidak hanya dipengaruhi pada komposisi kimia suatu paduan, tetapi juga bergantung pada struktur mikro dan fasanya. Akibat proses hardening baja ST 42 mengalami perubahan bentuk struktur mikro dan persentase kandungannya. Struktur mikro tanpa perlakuan dengan persentase (ferit: 70.702 %, perlit: 29.298 %), setelah dilakukan hardening di suhu 800°C struktur yang dihasilkan adalah fase ferit dan perlit namun dengan bentuk struktur yang berubah dan persentase kandungannya. Dimana masing- masing media pendinginan mendapat Air garam (ferit : 66.823 %, perlit: 33.177 %), Air es (ferit: 60.079 %, perlit: 39.921 %), Oli (ferit: 75.237 %, perlit: 24.763 %), Minyak goreng (ferit: 74.18 %, perlit: 25.82 %). Baja ST 42 setelah dilakukan proses hardening dengan suhu 800 °C menjadi tangguh dan ulet.

5 Referensi

- [1] Agung Prayogi & Suherman. Analisa Pengaruh Variasi Media Pendingin Pada Perlakuan Panas Terhadap Kekerasan Dan Struktur Mikro Baja Karbon Rendah. Jurnal Polimesin Vol.17 No. 2, 2019

- [2] Arif Rizki Gunawan, dkk. Pengaruh Variasi Temperatur Pemanas Dan Media Pendingin Terhadap Tingkat Kekerasan Baja ST 42. Jurnal Smart Teknologi, vol 2, No 1, 2019
- [3] Comenichny,. Heat Treatmen A Handbook. Moscow. Lakhtin, Y. 1965
- [4] Nevada J. M. Nanulaitta (2012) 986 Jurnal TEKNOLOGI, Volume 9 Nomor 1, 985 – 994
- [5] Nugroho Tri Atmoko , Margonoa , Bambang Hari Priyambodoa, Analisa Jenis Fluida Pendingin Proses Quenching pada Besi Cor Terhadap Kekerasan dan Struktur., Vol. 23 No. 3, Hal. 26-30, Juli 2021
- [6] Yunadi, Pengaruh Visikositas Oli Sebagai Cairan Pendingin Terhadap Sifat Mekanis Pada Proses Quenching Baja ST 60. Jurnal Teknik Vol. 5 No 1, 2015