



SKRIPSI

**PENGARUH MEDIA PENDINGIN *ALOE VERA* PADA PROSES
HARDENING TERHADAP SIFAT MEKANIK BAJA ST 60**

*Diajukan sebagai salah satu persyaratan memperoleh gelar sarjana strata satu
(S-1) Jurusan Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Islam Malang*



Disusun Oleh :

HARADA PURWANTO

21801052086

PROGRAM STUDI TEKNIK MESIN

FAKULTAS TEKNIK

UNIVERSITAS ISLAM MALANG

2022

ABSTRAK

Harada Purwanto, Dr. Ir. Priyagung Hartono, M.T, dan Mochammad Basjir, S.T., M.T. 2022. Pengaruh Media Pendingin *Aloe Vera* pada Proses *Hardening* terhadap Sifat Mekanik Baja ST 60. Skripsi, Program Studi Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Islam Malang.

Hardening dapat menambah kekerasan dan merubah struktur mikro pada baja. Proses pendinginan *hardening* memerlukan media pendingin. Media pendingin yang ramah lingkungan saat ini yaitu *aloe vera*. Tujuan penelitian yaitu untuk mengetahui pengaruh variasi temperatur media pendingin *aloe vera* pada proses *hardening* terhadap sifat mekanik Baja ST 60. Selain itu, tujuan penelitian ini yaitu untuk mengetahui pengaruh variasi media pendingin (*aloe vera*, air, dan oli) terhadap sifat mekanik Baja ST 60. Baja yang digunakan Baja ST 60 dengan nilai kekerasan sebesar 55 HRc. Penelitian media pendingin *aloe vera*, menggunakan variasi suhu pemanasan *hardening* 600°C, 800°C, dan 1000°C dan variasi suhu *aloe vera* 5°C, 27°C, dan 80°C dengan spesimen sebanyak 9. Sedangkan, pada percobaan variasi media pendingin menggunakan 3 spesimen dengan cara dilakukan proses *hardening* dengan suhu pemanasan 800°C dan didinginkan menggunakan media pendingin *aloe vera*, air, dan oli. Waktu penahanan yang digunakan selama 20 menit. Pengujian kekerasan menggunakan kekerasan *Rockwell C*. Sedangkan, pengujian struktur mikro menggunakan pengamatan mikroskop dilanjutkan dengan analisis *Software "Image J"*. Hasil percobaan penelitian pada media pendingin *aloe vera* terhadap kekerasan dan struktur mikro perlit (struktur mikro dengan sifat keras) menggunakan *aloe vera* 5°C, 27°C, dan 80°C nilai tertinggi terjadi pada suhu 5°C pada suhu pemanasan 600°C, dan 800°C. Sedangkan, pada suhu pemanasan 1000°C menghasilkan kekerasan dan struktur mikro perlit yang tidak signifikan atau naik turun jika menggunakan media pendingin *aloe vera* 5°C, 27°C, dan 80°C yaitu nilai kekerasan tertinggi terjadi di *aloe vera* 27°C. Sedangkan, Hasil pada percobaan variasi media pendingin, menghasilkan nilai kekerasan dan struktur mikro perlit tertinggi pada percobaan menggunakan media pendingin oli dengan masing-masing nilai kekerasan yaitu 62 HRC dan struktur mikro perlit sebesar 69,502%.

Kata Kunci: *Hardening*, Baja ST 60, *aloe vera*, kekerasan, struktur mikro.

ABSTRACT

Harada Purwanto, Dr. Ir. Priyagung Hartono, M.T, dan Mochammad Basjir, S.T., M.T. 2022. *Effect of Aloe Vera Cooling Medium on Hardening Process against Mechanical Properties of Steel ST 60. Thesis, Mechanical Engineering Study Program, Faculty of Engineering, Islamic University of Malang.*

Hardening can increase the hardness and change the microstructure of the steel. The hardening cooling process requires a cooling medium. The currently environmentally cooling medium is aloe vera. The purpose of this study was to determine the effect of temperature variations of aloe vera cooling medium in the hardening process on the mechanical properties of Steel ST 60. In addition, the purpose of this study was to determine the effect of variations in cooling media (aloe vera, water, and oil) on the mechanical properties of Steel ST 60. The steel used is ST 60 steel with a hardness value of 55 HRC. The study of aloe vera cooling media used variations in the hardening heating temperature of 600°C, 800°C, and 1000°C and aloe vera temperature variations of 5°C, 27°C, and 80°C with 9 specimens. The hardening process is carried out with a heating temperature of 800°C and cooled using aloe vera, water, and oil cooling media. The holding time used is 20 minutes. Hardness test using Rockwell C hardness. Meanwhile, microstructure testing using microscope observation followed by analysis of Software "Image J". The results of research experiments on aloe vera cooling media on the hardness and microstructure of pearlite (microstructure with hard properties) using aloe vera 5°C, 27°C, and 80 the highest values occurred at 5 at a heating temperature of 600°C, and 800°C. Meanwhile, at a heating temperature of 1000°C, the hardness and microstructure of pearlite are not significant or fluctuate when using aloe vera cooling media 5°C, 27°C, and 80°C, the highest hardness value occurs in 27°C aloe vera. Meanwhile, the results in the cooling medium variation experiment, resulted in the highest hardness and pearlite microstructure values in the experiment using oil cooling medium with each hardness value of 62 HRC and pearlite microstructure of 69.502%.

Keywords: *Hardening, Steel ST 60, aloe vera, hardness, microstructure.*

BAB I PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Perkembangan teknologi pada perindustrian salah satunya dapat dilihat dari beberapa material yang digunakan. Perkembangan material yang digunakan pada perindustrian secara terus-menerus dikembangkan dan diteliti. Penelitian tersebut bertujuan agar mendapatkan material terbaik. Salah satu material yang sering dipakai dan dikembangkan pada perindustrian yaitu baja. Baja merupakan logam yang banyak digunakan dalam berbagai macam bidang, seperti pada bidang konstruksi dan bidang otomotif. Pengaplikasian baja sangatlah beraneka ragam tergantung kebutuhan serta sifat-sifat dari baja itu sendiri. Baja dibagi menjadi beberapa klasifikasi, yaitu baja karbon rendah, baja karbon menengah, dan baja karbon tinggi.

Jenis baja yang sering dipakai dalam perindustrian, yaitu jenis baja karbon menengah. Baja karbon menengah mengandung karbon 0,3 - 0,6% dan kandungan karbonnya memungkinkan baja untuk dikeraskan sebagian dengan pengerjaan panas (*heat-treatment*) yang sesuai. Baja karbon menengah digunakan untuk sejumlah peralatan mesin seperti roda gigi otomotif, batang torak, rantai, dan pegas (Amanto & Daryanto, 1999). Salah satu jenis baja karbon sedang yaitu Baja ST 60. Baja ST 60 dijelaskan secara umum merupakan baja karbon sedang dengan persentase kandungan karbon pada besi sebesar 0,3% C – 0,59% C dengan titik didih 1550°C dan titik lebur 2900°C, disebut juga baja keras, banyak sekali digunakan untuk tangki, perkapalan, jembatan, dan dalam pemesinan. (S, Gusti dkk., 2016).

Baja seringkali masih memiliki kekurangan dalam pembuatannya. Oleh karena itu, baja seringkali mendapatkan perlakuan panas. Proses perlakuan panas bertujuan untuk memperoleh logam yang keras, lunak, ulet, meningkatkan mampu mesin, menghilangkan tegangan sisa. Perlakuan panas yang dilakukan kadang sering diasosiasikan sebagai cara untuk menaikkan kekerasan material, sebenarnya dapat digunakan untuk mengubah sifat tertentu yang berguna atau dengan tujuan tertentu untuk kepentingan manufakturnya (Beumer, 1994). Salah satu proses untuk menambah kekerasan material

biasanya dilakukan proses perlakuan panas *hardening*. Perlakuan panas *hardening* adalah salah satu proses untuk mengubah struktur logam dengan jalan memanaskan benda kerja dalam *furnace* (tungku) pada temperatur yang ditentukan selama periode waktu tertentu kemudian didinginkan secara cepat dengan media pendingin seperti air, air garam, oli dan solar yang masing-masing mempunyai kerapatan pendinginan yang berbeda-beda. Perlakuan panas *hardening* adalah proses kombinasi antara proses pemanasan dan pendinginan dari suatu logam atau paduannya dalam keadaan padat untuk mendapatkan sifat-sifat tertentu (Avner, 1987).

Penelitian Gusti, dkk (2016) yang berjudul “*Analisa Uji Kekerasan pada Poros Baja St 60 dengan Media Pendingin yang Berbeda*” menyimpulkan bahwa proses *hardening* dengan media pendingin berbeda, yaitu air, oli, dan udara, dapat memberikan pengaruh terhadap kekerasan Baja ST 60. Perlakuan panas yang paling baik dalam meningkatkan kekerasan material adalah oli mesran SAE 40 dengan nilai rata-rata 119,4 HB.

Penelitian Iriandoko (2020) yang berjudul “*Pengaruh Heat Treatment Baja ST 60 terhadap Nilai Kekerasan dengan Media Pendingin Asam Cuka*” menyimpulkan bahwa terdapat pengaruh *quenching* menggunakan asam cuka terhadap kekerasan Baja ST 60 dengan *heat treatment* pada temperatur 750°C. Hasil yang didapat yaitu peningkatan nilai kekerasan Baja ST 60 sebesar 18,65 HRC dari 33,03 HRC sebelum mendapat perlakuan panas meningkat menjadi 51,69 HRC setelah mendapat perlakuan panas.

Suhu media pendingin juga dapat berpengaruh pada proses pendinginan setelah dilakukan proses perlakuan *hardening*. Penelitian Prayitno (2018) yang berjudul “*Pengaruh Suhu Media Pendingin dalam Proses Hardening terhadap Ketangguhan Baja S45C*” menyimpulkan bahwa peningkatan suhu media pendingin air dari 0°C ke 100°C dalam proses *hardening* akan menurunkan kekuatan impak baja S45C. Oleh karena itu, semakin tinggi suhu media pendingin maka semakin mengurangi nilai sifat mekanik baja.

Salah satu dari beberapa faktor pemilihan media pendingin *quenching* syaratnya adalah media pendingin yang ramah lingkungan. Permasalahan yang dihadapi saat ini adalah beberapa produsen logam menggunakan oli sebagai

media pendingin dengan alasan nilai *cooling rate* yang sesuai untuk pembentukan jumlah martensite. Penemuan media pendingin baru yang lebih ramah lingkungan tentunya diharapkan dapat menggantikan peran oli sebagai media pendingin. *Gel aloe vera* yang didapat dari tanaman *aloe vera* memiliki kandungan air 95.51% dengan densitas 9146 kg/m^3 namun memiliki viskositas 58.0 cp. Dengan mempertimbangkan kandungan air, densitas, dan viskositas, maka *gel aloe vera* dapat diusulkan sebagai media pendingin pada proses *quenching* baja. Keuntungan jika menggunakan *gel aloe vera* sebagai media pendingin adalah lebih ramah lingkungan dibandingkan dengan media pendingin oli (Budiyanto dkk., 2016).

Menurut penelitian Budiyanto dkk. (2016) yang berjudul “*Hardening Baja AISI 1045 Menggunakan Gel Aloe Vera Sebagai Media Pendingin*” menggunakan metode penelitian dengan sampel tiga media pendingin yaitu air, oli, *gel aloe vera* yang masing-masing bersuhu 25°C , 45°C , 65°C . Penelitian tersebut menyimpulkan bahwa *cooling rate* pada media pendingin *gel aloe vera* memiliki nilai yang selalu mendekati nilai *cooling rate* pada media pendingin oli. Kesamaan nilai *cooling rate* memberikan hasil proses *hardening* yang sama pada logam, karena nilai *cooling rate* pada media pendingin *gel aloe vera* mendekati nilai *cooling rate* pada media pendingin oli maka bisa disimpulkan bahwa *gel aloe vera* mempunyai peluang alternatif pengganti oli sebagai media pendingin pada proses *quenching* dengan kelebihan bahwa media pendingin *gel aloe vera* lebih ramah lingkungan dibandingkan dengan media pendingin oli. Namun dari penelitian tersebut masih terdapat kekurangan, yaitu penelitian tersebut tidak melakukan percobaan media pendingin dengan temperatur di bawah suhu ruang. Jadi, penelitian tersebut hanya meneliti media pendingin dengan temperatur terendah pada suhu ruang yaitu 25°C .

Bedasarkan latar belakang di atas maka peneliti akan melakukan penelitian dengan cara memvariasikan temperatur media pendingin *aloe vera* pada proses *hardening* di bawah suhu ruang. Penelitian ini dilakukan dengan harapan sifat mekanik baja ST 60 didapatkan lebih baik.

1.2 Rumusan Masalah

1. Bagaimana pengaruh variasi temperatur media pendingin *aloe vera* dan variasi temperatur pemanasan *hardening* pada proses *hardening* terhadap kekerasan Baja ST 60?
2. Bagaimana pengaruh variasi temperatur media pendingin *aloe vera* dan variasi temperatur pemanasan *hardening* pada proses *hardening* terhadap struktur mikro Baja ST 60?
3. Bagaimana pengaruh variasi media pendingin pada proses *hardening* terhadap kekerasan Baja ST 60?
4. Bagaimana pengaruh variasi media pendingin pada proses *hardening* terhadap struktur mikro Baja ST 60?

1.3 Batasan Masalah

1. Material yang digunakan yaitu Baja ST 60 dengan kekerasan 55 HRc.
2. Perlakuan panas yang dilakukan yaitu *hardening*.
3. Media pendingin yang digunakan yaitu, oli, air, dan *aloe vera*.
4. Pengujian kekerasan menggunakan uji kekerasan *Rockwell C*.
5. Pemeriksaan struktur mikro menggunakan uji metalografi dengan teknik foto mikro.
6. Hanya melihat hasil struktur mikro ferit dan perlit.
7. Tidak melakukan perhitungan *holding time*.

1.4 Tujuan Penelitian

1. Untuk mengetahui pengaruh variasi temperatur media pendingin *aloe vera* dan variasi temperatur pemanasan *hardening* pada proses *hardening* terhadap kekerasan Baja ST 60.
2. Untuk mengetahui pengaruh variasi temperatur media pendingin *aloe vera* dan variasi temperatur pemanasan *hardening* pada proses *hardening* terhadap struktur mikro Baja ST 60.
3. Untuk mengetahui pengaruh variasi media pendingin pada proses *hardening* terhadap kekerasan Baja ST 60.
4. Untuk mengetahui pengaruh variasi media pendingin pada proses *hardening* terhadap struktur mikro Baja ST 60.

1.5 Manfaat Penelitian

1. Meningkatkan nilai guna Baja ST 60 pada perindustrian.
2. Dapat dijadikan sebagai rujukan mengenai sebuah metode baru dalam memperbaiki sifat Baja ST 60.
3. Sebagai acuan pengembangan ilmu material di dunia industri khususnya industri logam.
4. *Aloe vera* dapat dijadikan sebagai media pendingin yang ramah lingkungan dan sebagai media pendingin yang ekonomis.

1.6 Sistematika Penulisan

Sistematika pembahasan dari penelitian ini adalah

BAB I PENDAHULUAN

Membahas tentang latar belakang, rumusan masalah, batasan masalah, tujuan, manfaat dan juga sistematika penulisan pada skripsi ini.

BAB II TINJAUAN PUSTAKA

Berisi mengenai tinjauan pustaka yang dijadikan sebagai pedoman dalam menyelesaikan skripsi.

BAB III METODE PENELITIAN

Berisi mengenai alur pengerjaan skripsi yang diinterpretasikan dalam metode yang dipakai, tempat dan waktu penelitian, jenis variabel, alat dan bahan yang digunakan, serta langkah-langkah atau prosedur penelitian, dan diagram alir penelitian.

BAB IV ANALISIS DATA DAN PEMBAHASAN

Berisi hasil pengujian kekerasan dan pengujian Struktur mikro serta analisa dan pembahasannya.

BAB V KESIMPULAN

Membahas tentang kesimpulan dan saran yang didapatkan dari analisa dan pembahasan.

BAB V PENUTUP

5.1 Kesimpulan

Berdasarkan hasil dan pembahasan yang telah dilakukan, maka didapatkan kesimpulan sebagai berikut :

1. Terdapat pengaruh dari variasi perlakuan panas *hardening* dan variasi suhu media pendingin *aloe vera* terhadap nilai kekerasan Baja ST 60. Hal ini dibuktikan dengan uji statistik ANOVA dua arah.
2. Berdasarkan hasil nilai rata-rata kekerasan pada variasi media pendingin (Tabel 4.6) dapat disimpulkan bahwa variasi media pendingin berpengaruh terhadap nilai kekerasan Baja ST 60. Hal ini dapat dibuktikan dengan analisis ANOVA satu arah. Dari hasil uji T tersebut, maka dapat disimpulkan bahwa media pendingin air lebih baik daripada media pendingin *aloe vera*, serta media pendingin oli lebih baik daripada media pendingin *aloe vera*.
3. Berdasarkan analisis *software "Image J"*, dapat dijelaskan bahwa terdapat pengaruh dari variasi perlakuan panas *hardening* dan variasi suhu media pendingin *aloe vera* terhadap pembentukan ferit dan perlit pada struktur mikro Baja ST 60.
4. Berdasarkan analisis *software "Image J"* dapat dijelaskan bahwa terdapat pengaruh dari variasi media pendingin terhadap pembentukan ferit dan perlit pada struktur mikro Baja ST 60. Selain itu, kandungan perlit yang dibentuk oleh media pendingin air dan media pendingin oli lebih baik daripada kandungan perlit yang dihasilkan oleh media pendingin *aloe vera*.

5.2 Saran

Beberapa saran yang dapat disampaikan dalam penelitian yang berjudul "*Pengaruh Media Pendingin Aloe Vera pada Proses Hardening terhadap Sifat Mekanik Baja ST 60*", antara lain :

1. Penelitian ini dapat dikembangkan lebih lanjut dengan memperbaiki sifat mekanik baja dengan cara melakukan variasi suhu di atas suhu 100°C pada media pendingin dengan bahan material dapat diganti menggunakan jenis baja lain serta suhu pada pemanasan *hardening* dapat dirubah.

2. Penelitian ini dapat dikembangkan lebih lanjut dengan memperbaiki sifat mekanik baja dengan cara melakukan variasi *holding time* pada pemanasan suhu *hardening* dengan menggunakan variasi suhu pada media pendingin.
3. Dapat dikembangkan dengan cara melakukan uji kekerasan dan struktur mikro menggunakan alat uji versi baru dan terbukti mutakhir.
4. Lakukan penelitian menggunakan metode yang benar dan baik. Buatlah rancangan atau *rundown* penelitian sebelum melakukan penelitian.



DAFTAR PUSTAKA

- A., Rendisetyo dkk. 2020. "Pengaruh Suhu Awal Media Pendingin terhadap Kekerasan dan Kekuatan Impact pada Baja Karbon Medium yang Diperlakukan Quenching." *Jurnal Teknik Mesin dan Pembelajaran* 3(1):27–33. doi: 10.17977/um054v3i1p27-33.
- Alexander, W. O. dkk. 1990. *Dasar Metalurgi untuk Rekayasawan*. diedit oleh E. J. Bradbury. Jakarta: PT. Gramedia Pustaka Utama.
- Amanto, H., dan Daryanto. 1999. *Ilmu Bahan*. Jakarta: PT Bumi Aksara.
- Avner. 1987. "Introduction to Physical Metallurgy." New York: Mc. Graw-Hill Book Company.
- Beumer. 1994. "Ilmu Bahan Logam." in *Jilid III*. Jakarta: PT Bharata Niaga Media.
- Budiyanto, Eko dkk. 2016. "Hardening Baja AISI 1045 Menggunakan Gel Aloe Vera Sebagai Media Pendingin." *Jurnal Rekayasa Mesin* 7(2):55–64. doi: 10.21776/ub.jrm.2016.007.02.3.
- Callister, William D., dan David G. Retwitch. 2007. *Materials Science and Engineering - An Introduction 10th Edition*. New York: JohnWiley & Sons, Inc.
- Canale, L. C. F. dkk. 2008. *Failure Analysis of Heat Treated Steel Components*.
- Elamthuruthy, A. T. dkk. 2005. "Standardization of marketed Kumariasava - An Ayurvedic Aloe vera product." *Journal of Pharmaceutical and Biomedical Analysis* 37(5):937–41. doi: 10.1016/j.jpba.2004.11.044.
- Eshun, Kojo, dan He Qian. 2004. "Aloe Vera: A Valuable Ingredient for the Food, Pharmaceutical and Cosmetic Industries - A Review." *Critical Reviews in Food Science and Nutrition* 44(2):91–96. doi: 10.1080/10408690490424694.
- Farhan dkk. 2021. "Pengaruh Temperatur Pemanasan (Austenisasi) Perlakuan Panas Quenching Terhadap Kekerasan dan Struktur Mikro Baja St 60." *Jurnal Mesin Sains Terapan* 5(1):1. doi: 10.30811/jmst.v5i1.2135.
- Hartono, Priyagung dkk. 2018. "Characterisation of aloe vera as cutting fluids." *MM Science Journal* (Maret):2209–13.
- Hendrawati, Tri Yuni dkk. 2017. *Proses Industri Berbahan Baku Tanaman Aloe Vera (Aloe Chinesis Baker)*. 1 ed. Yogyakarta: Samudra Biru (Anggota IKAPI).
- Hidayat, Taufik dkk. 2016. "Analisa Pengaruh Suhu Pada Media Pendingin Terhadap Sifat Mekanis (Kekerasan) Baja S45C Pada Proses Hardening." *Jurnal Sains dan Teknologi Teknik Mesin Unisma* 6(2):31–35.
- Iriandoko, H. dkk. 2020. "Pengaruh Heat Treatment Baja St 60 Terhadap Nilai Kekerasan Dengan Media Pendingin Asam Cuka." *Semnas IV* 4(1):1–6.
- Manurung, Vuko dkk. 2020. *Panduan metalografi*. diedit oleh E. A. Wibowo. Jakarta: LP2M POLITEKNIK MANUFAKTUR ASTRA.

- Petzow, G. 1999. *Metallographic Etching, 2nd edition*. ASM International.
- Prayitno, Dody, dan Jaka Wicaksono Pranoto. 2018. “Pengaruh Suhu Media Pendingin Dalam Proses Hardening Terhadap Ketangguhan Baja S45C.” *Seminar Nasional Cendekiawan ke 4*:391–97.
- Purwanto, Raden Edy dkk. 2016. *Perlakuan Bahan*. Malang: Polinema Press.
- S, Gusti Rusydi Furqon dkk. 2016. “Analisa Uji Kekerasan pada Poros Baja ST 60 dengan Media Pendingin yang Berbeda.” *Jurnal Ilmiah Teknik Mesin UNISKA* 01(02):21–26.
- Sofyan, Bondan Tiara. 2021. “Pengantar Material Teknik.” Bogor: UNHAN RI PRESS.
- Suherman, Wahid. 2003. “Ilmu Logam I.” *Diktat I* 1–157.
- Surdia, Tata, dan Shinroku Saito. 1999. *Pengetahuan Bahan Teknik*. Jakarta: PT. Pradnya Paramita.
- Wirjosumarto, Harsono, dan Toshie Okumura. 1981. *Teknologi Pengelasan Logam*. II. Jakarta: PT Pradnya Paramita.

