

KEKERASAN DAN STRUKTUR MIKRO BAJA AISI 1040 SEBAGAI HASIL PROSES *QUENCHING* MENGGUNAKAN PENDINGIN AIR GARAM DAN ASAP CAIR

Dodi Tafrant^{1*)}, Hendradinata¹⁾, Mulyadi¹⁾, Rachmat D. Sampurno¹⁾, Almadora A. Sani¹⁾, Karmin¹⁾, Randy Hidayat²⁾, M. Agil Muzaffar²⁾, Devita Dinda Fitriani²⁾

¹⁾ Jurusan Teknik Mesin, Politeknik Negeri Sriwijaya

²⁾ Mahasiswa Jurusan Teknik Mesin, Politeknik Negeri Sriwijaya

Alamat: Jln. Srijayanegara, Bukit Besar, Palembang

*email korespondensi: doditafrant@polsri.ac.id

INFORMASI ARTIKEL

Received:
02/06/2022

Accepted:
29/06/2022

Online-Published:
18/07/2022

ABSTRAK

Baja dengan berbagai kegunaannya memiliki peranan penting dalam proses permesinan dan konstruksi. Dalam penggunaannya, baja dipilih karena kekuatan, keuletan, dan kekerasan yang dimilikinya. Salah satu jenis baja yang biasa dipakai pada proses permesinan adalah baja AISI 1040. Hal ini dikarenakan baja AISI 1040 memiliki sifat yang tangguh, kuat, dan keras. Namun dalam penggunaannya terkadang baja AISI 1040 harus diperkeras agar lebih mumpuni dalam penggunaannya. Dalam usaha itu, baja AISI 1040 dapat dikenakan perlakuan panas untuk mengubah struktur mikronya yang awalnya Ferrite dan Pearlite, menjadi Martensit. Perubahan struktur mikro ini berefek pada peningkatan nilai kekerasan baja AISI 1040. Penelitian ini dilakukan untuk mengetahui seberapa besar efek peningkatan nilai kekerasan jika baja AISI 1040 dikenakan dengan perlakuan panas quenching dengan menggunakan media pendingin air garam dan asap cair. Hasil yang didapat adalah peningkatan nilai kekerasan baja AISI 1040 menjadi 63,76 HRc, dan 65,40 HRc untuk masing-masing media pendingin. Struktur mikro yang tampak adalah terbentuknya fase martensit pada baja AISI 1040 sesudah perlakuan panas.

Kata Kunci : Baja AISI 1040, Perlakuan Panas, Quenching, Kekerasan Baja, Struktur Mikro

ABSTRACT

Steel with various uses has an important role in machining and construction processes. In its use, steel is chosen because of its strength, ductility, and hardness. One type of steel commonly used in the machining process is AISI 1040 steel. This is because AISI 1040 steel has tough, strong, and hard properties. However, in its use sometimes AISI 1040 steel must be hardened to be more capable in its use. In that endeavor, AISI 1040 steel can be subjected to heat treatment to change its microstructure from initially Ferrite and Pearlite, to Martensite. This change in microstructure has an effect on increasing the hardness value of AISI 1040 steel. This study was conducted to determine how much effect the increase in hardness value would have if AISI 1040 steel was subjected quenching using brine and liquid smoke as cooling media. The results obtained were an increase in the hardness value of AISI 1040 steel to 63.76 HRc, and 65.40 HRc for each cooling medium. The visible microstructure is the formation of a martensitic phase on AISI 1040 steel after heat treatment.

Keywords: AISI 1040 steel, Heat Treatment, Quenching, Hardness, Micro Structure.

© 2022 The Authors. Published by
Machinery: Jurnal Teknologi Terapan

doi:
<http://doi.org/10.5281/zenodo.6857629>

1 PENDAHULUAN

Baja merupakan bahan yang kerap digunakan dalam berbagai keperluan. Banyak hal yang bisa dilakukan dengan menggunakan baja sebagai bahan utama, semisal: membuat peralatan dan perkakas,

komponen mesin, kebutuhan rumah tangga, maupun keperluan konstruksi. Baja menjadi pilihan untuk digunakan terutama dikarenakan kekuatannya yang relatif tinggi, strukturnya yang stabil, serta kekerasan yang mumpuni. Hal ini disebabkan karena dalam pengapikasiannya baja akan menerima beban dari luar yang besar berupa tegangan tarik maupun tegangan geser selain juga gesekan yang mungkin diterima.

Dalam penggunaannya, baja terkadang memerlukan peningkatan, baik itu kekuatan tarik, maupun kekerasannya. Banyak riset telah dilakukan dalam rangka menemukan material baja yang kuat, keras serta memiliki ketangguhan yang tinggi. Usaha peningkatan kekuatan tarik baja pernah dilakukan oleh Haryadi (2006) yang melakukan proses tempering pada baja K-460 yang mendapatkan hasil bahwa proses tempering pada suhu 100 °C dapat meningkatkan kekuatan tarik hampir 200%. Hal ini senada dengan hasil penelitian Herbirowo, dkk. (2016) yang melakukan penelitian terhadap baja nikel laterit. Selain dengan proses *temper*, penelitian peningkatan kekuatan tarik juga dilakukan oleh Rasyad (2018) dengan melakukan proses *elektroplating* terhadap baja karbon rendah.

Baja dalam praktek penggunaannya bukan hanya diandalkan dalam hal kekuatannya, namun juga dari kekerasan yang dimilikinya. Karena nilai kekerasan baja yang tinggi, baja dapat digunakan untuk membuat peralatan yang bergerak dan bergesekan. Contoh penggunaan baja yang mengandalkan nilai kekerasan ini adalah penggunaan baja AISI 1040 pada komponen otomotif seperti pada roda gigi, bantalan, poros, dan banyak hal lainnya. Dalam penggunaannya, semisal pada roda gigi, nilai kekerasan pada baja AISI 1040 menyebabkan ketahanan aus yang tinggi.

Baja AISI 1040 termasuk ke dalam golongan baja karbon menengah yang memiliki kandungan karbon sebanyak 0,40% dan berat jenis 7870 kg/m³. Baja AISI 1040 memiliki kekuatan mekanik yang baik seperti mampu las, mampu mesin, keuletan yang baik, kekuatan, serta kekerasan yang tinggi. Namun terkadang ketahanan aus dan kekerasan baja AISI 1040 kurang mumpuni untuk proses yang dijalani, sehingga memerlukan suatu proses perkerasan (*hardening*). Ketahanan aus dan kekerasan pada baja dapat dicapai salah satunya dengan melakukan proses *hardening*. Salah satu proses *hardening* yang sering dilakukan adalah dengan melakukan *quenching* terhadap baja. Proses ini adalah proses pemanasan baja hingga suhu 800 °C, dan kemudian didinginkan dengan kecepatan tinggi. Hal ini bertujuan untuk mengubah struktur mikro baja yang pada akhirnya akan memberikan efek penambahan nilai kekerasan baja. Pada akhirnya, ketahanan aus yang diharapkan dari baja dapat meningkat. Faktor yang mempengaruhi dari proses perlakuan panas adalah suhu pemanasan atau temperatur yang digunakan, waktu yang diperlukan untuk mencapai suhu yang diinginkan, kecepatan pendinginan pada saat logam telah mencapai suhu atau temperatur yang diinginkan dan atmosfer dari lingkungan itu sendiri. *Heat treatment* atau perlakuan panas bertujuan sebagai proses untuk menghasilkan tingkat keuletan yang tinggi, menghilangkan tegangan internal, dapat juga menghaluskan butir logam dan dapat meningkatkan kekerasan serta kekuatan tarik dari logam.

Peningkatan kekerasan baja AISI 1040 dalam penelitian ini dilakukan dengan melakukan *quenching* dengan air garam dan asap cair sebagai media pendinginnya. Perlakuan panas *quenching* dengan media air garam menjadi topik yang dibahas pada penelitian yang dilakukan oleh Kirono (2012) terhadap baja SC45. Pada 2017, pegas daun AISI 6135 menjadi objek perlakuan *quenching* oleh Mersilia. Selain itu, Jordi (2017) juga melakukan penelitian efek *quenching* menggunakan air garam terhadap baja ST37.

Berikut adalah sifat-sifat baja AISI 1045 sebelum mengalami perlakuan panas.

Tabel 1. Komposisi Kimiawi Baja AISI 1040

Komponen Kimia	Komposisi (%)
Karbon	0,42 – 0,5
Besi	98, 51 – 98,98
Mangan	0,6 – 0,9
Pospor	≤0,04
Belerang	≤0,05

Sumber: azom.com

Tabel 2. Sifat Fisik Baja AISI 1040

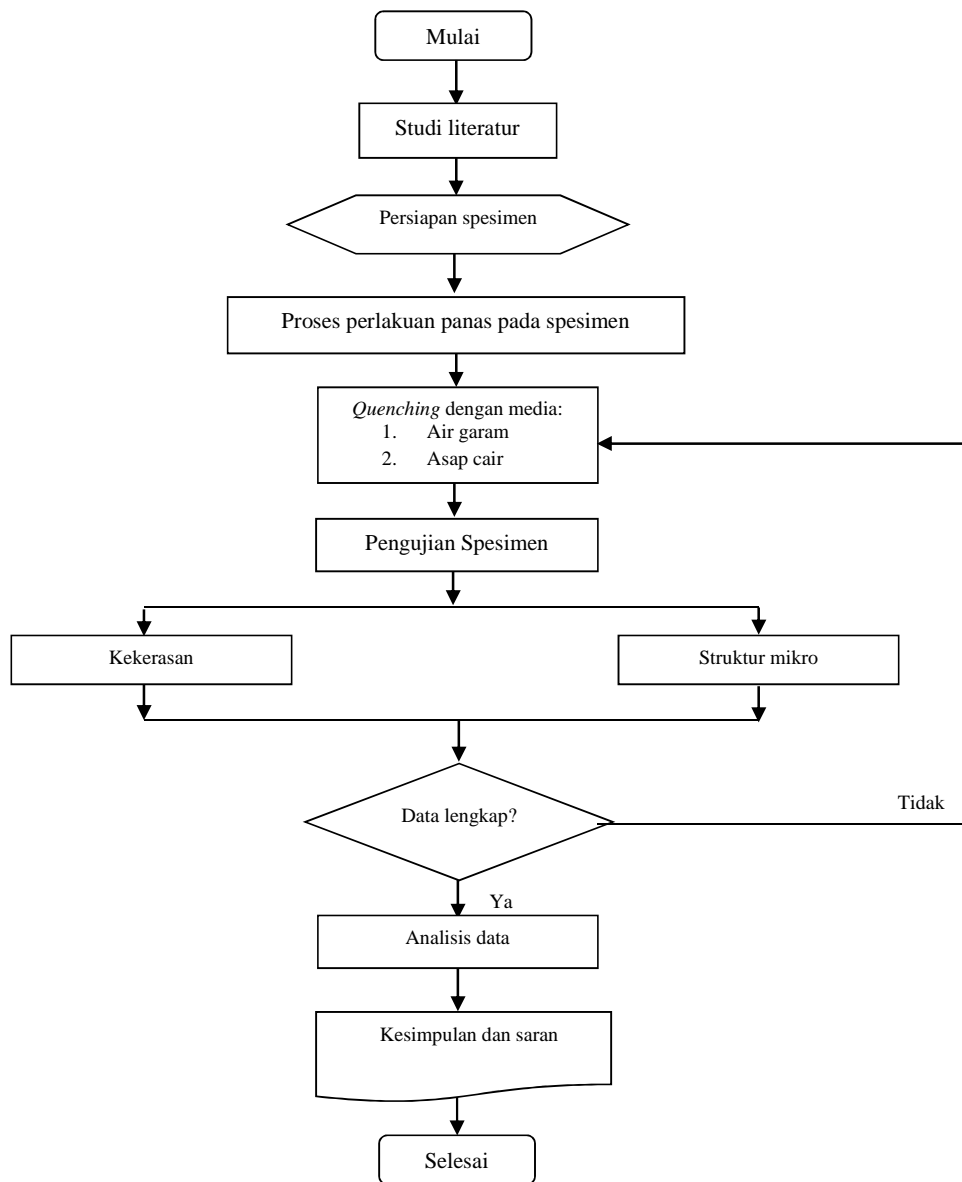
Sifat Mekanis	Nilai
Kekerasan, Brinell	163
Kekerasan, Rockwell B	84
Kekerasan, Vickers	170
Kekuatan Tarik, maksimum	565 Mpa
Kekuatan Tarik, Yield	310 Mpa
Elastisitas	16%
Modulus Elastisitas	200 Gpa
Modulus Bulk	140 Gpa
Modulus <i>Shear</i>	80 Gpa

Sumber: azom.com

Asap cair (*wood vinegar*) adalah produk yang merupakan hasil pengembunan uap pembakaran langsung atau tidak langsung. bahan-bahan yang digunakan adalah bahan yang mengandung lignin, selulosa, hemi selulosa, atau senyawa karbon lainnya. Bahan baku pembuatan asap cair yang sering dipakai antara lain: tempurung kelapa, sekam, kayu, daun-daunan, dan lain sebagainya. Asap cair mengandung campuran yang berbeda tergantung pada bahan baku yang digunakan. Sebagai contoh, asap cair yang dibuat dengan bahan baku tandan dan cangkang kelapa sawit mengandung fenol sebagai campuran utamanya (Haji, 2013). Asap cair bisa digunakan untuk beberapa keperluan, antara lain: sebagai pengawet di industri perikanan (Ayudiarti, dkk., 2010), cairan penggumpal lateks (Kasim, dkk., 2015), sebagai pestisida alami (Isa, dkk., 2019), dan berbagai kegunaan lainnya. Di samping semua penggunaan asap cair, penggunaan asap cair sebagai media pendingin pada proses *quenching* belum pernah diteliti sebelumnya. Untuk itu, peneliti mengambil tema ini sebagai salah satu variabel pada penelitian ini.

2. BAHAN DAN METODE PENELITIAN

2.1 Alur Proses Penelitian



Gambar 1. Alur Proses Penelitian

2.2 Tempat dan Waktu Pelaksanaan Penelitian

Tempat Penelitian : Laboratorium Mekanik Jurusan Teknik Mesin, Politeknik Negeri Sriwijaya
Waktu Penelitian : Agustus – Oktober 2021

2.3 Alat dan Bahan

Alat yang digunakan

1. Alat *Furnace*
2. Alat Hardness tester
3. Mikroskop uji struktur mikro
4. Mesin potong logam
5. Mesin amplas
6. Mesin poles

Bahan-bahan:

1. Baja AISI 1040
2. Air garam
3. Asap cair
4. Amplas
5. Autosol
6. Larutan etsa

2.4 Pelaksanaan Penelitian

Penelitian dilakukan dengan mengambil data di Laboratorium Mekanik Jurusan Teknik Mesin Politeknik Negeri Sriwijaya. Penelitian diawali dengan membuat spesimen berupa potongan baja AISI 1040 sepanjang 50 mm dengan diameter 40 mm. Spesimen dibuat dengan memotong *rod* baja batangan dengan menggunakan mesin potong logam. Potongan baja kemudian dihaluskan permukaannya dengan menggunakan mesin amplas. Setelah spesimen dibuat, kemudian dilakukan proses perlakuan panas dengan menggunakan alat *furnace*. Spesimen dipanaskan hingga mencapai suhu 800 °C, dan ditahan suhunya selama 30 menit. Penahanan suhu selama 30 menit dilakukan agar suhu pada spesimen merata. Setelah 30 menit, spesimen dikeluarkan dan langsung didinginkan dengan memasukkannya ke dalam air garam dan asap cair yang telah disediakan.

Setelah proses *quenching* dilakukan, spesimen diuji nilai kekerasannya dengan menggunakan alat hardness tester. Proses pengujian kekerasan ditunjukkan pada gambar 2.



Gambar 2. Proses Pengujian Kekerasan

Untuk pengambilan data struktur mikro, spesimen dipersiapkan dengan melakukan pengamplasan dan pemolesan menggunakan mesin amplas dan mesin poles. Permukaan spesimen dihaluskan dengan amplas yang kasar hingga yang paling halus. Spesimen yang telah dihaluskan ditunjukkan pada gambar 3 di bawah ini.



Gambar 3. Spesimen Uji Struktur Mikro

Setelah mendapatkan spesimen yang diinginkan, pengujian struktur mikro dilakukan dengan mikroskop dan dilakukan pengambilan photo struktur mikro setelah sebelumnya dilakukan pengaplikasian larutan etsa pada permukaan spesimen.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

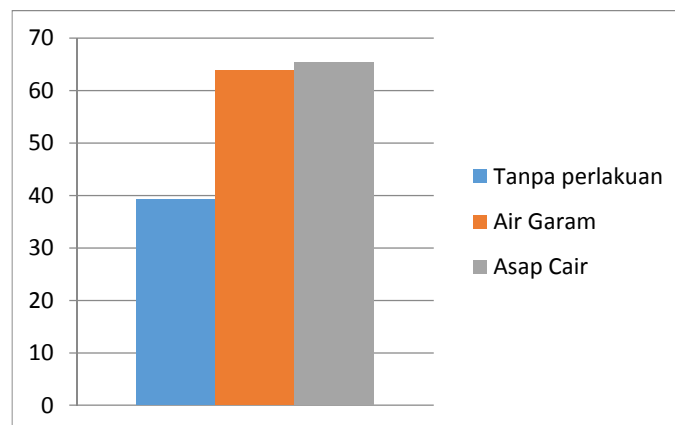
3.1 Hasil Pengujian Kekerasan

Berikut ini adalah hasil pengujian kekerasan yang dilakukan:

Tabel 3. Hasil Pengujian Kekerasan

Perlakuan Panas	Nilai Kekerasan Rata-Rata (HRc)
Tanpa Perlakuan	39,35
Air Garam	63,76
Asap Cair	65,40

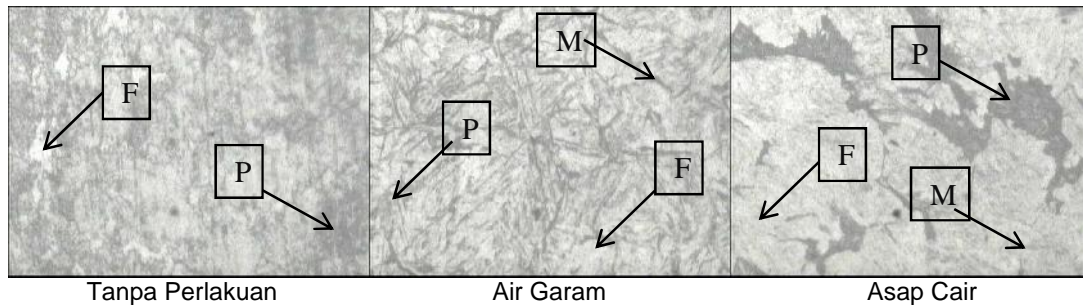
Tabel 3 menyajikan data nilai rata-rata kekerasan baja AISI 1040 sebelum perlakuan panas dan setelah perlakuan panas. Sebelum di-*quenching*, baja AISI 1040 memiliki nilai kekerasan 39,35 HRc. Setelah proses *quenching* dengan air garam nilai kekerasan baja AISI 1040 meningkat menjadi 63,76 HRc. Hal senada juga ditunjukkan oleh baja AISI 1040 yang memperoleh perlakuan panas *quenching* dengan media asap cair. Nilai kekerasan meningkat menjadi 65,40 HRc. Untuk lebih jelasnya, diagram pada gambar 2 menunjukkan peningkatan nilai kekerasan baja AISI 1040 sebelum dan sesudah proses *quenching*.



Gambar 4. Nilai Kekerasan Baja AISI 1040

3.2 Hasil Pengujian Struktur Mikro

Pengujian struktur mikro bertujuan untuk mengetahui seberapa jauh perubahan struktur mikro akibat dari perlakuan panas *quenching* menggunakan media pendingin air garam dan asap cair. Photo struktur mikro baja AISI 1040 dapat dilihat pada gambar 5.



Gambar 5. Struktur Mikro Baja AISI 1040

Gambar 5 menunjukkan photo struktur mikro baja AISI 1040 sebelum dan sesudah perlakuan. Photo yang diambil adalah photo struktur mikro dengan pembesaran 500x. pada gambar terlihat mikro struktur berupa *ferrite* dan *pearlite*. *Ferrite* diperlihatkan dengan tanda warna yang terang/putih. *Pearlite* ditandai dengan warna abu-abu yang menandakan difusi antara Fe dengan karbon. Sedangkan struktur martensit ditandai dengan bentuk karbon yang lancip dan mirip seperti jarum.

Pada baja AISI 1040 tanpa perlakuan, struktur dominan yang terlihat adalah struktur *ferrite* dan *pearlite*. Kedua struktur ini memiliki sifat yang lunak dan ulet. Sedangkan pada spesimen dengan perlakuan tampak bermunculan struktur *martensit*. Struktur martensit ini memiliki sifat yang memperkeras baja. Pada spesimen yang di-*quenching* dengan air garam, struktur *martensit* terlihat menyebar merata pada permukaan, sedangkan struktur *ferrite* dan *pearlite* terkumpul pada beberapa bagian. Pada spesimen yang di-*quenching* dengan asap cair struktur *martensit* tampak tersebar merata dan bercampur dengan *ferrite*, sedangkan struktur *pearlite* terkumpul di beberapa bagian. Terbentuknya struktur *martensit* adalah salah satu efek penurunan suhu yang tiba-tiba. Hal ini menyebabkan penambahan nilai kekerasan baja AISI 1040 menjadi hampir 2 kali dari pada nilai kekerasan yang semula.

4. KESIMPULAN

Dari penelitian yang dirancang, dapat diambil kesimpulan:

1. Proses *quenching* dengan menggunakan air garam dan asap cair adalah cara yang efektif untuk meningkatkan nilai kekerasan baja AISI 1040, dimana nilai kekerasan yang didapat adalah 63,76 HRc bila proses *quenching* dilakukan dengan media air garam, dan 65,40 HRc bila proses *quenching* dilakukan dengan media pendingin asap cair.
2. Struktur martensit terbentuk sebagai efek dari penurunan suhu yang cepat. Struktur martensit yang keras dan letaknya yang merata meningkatkan nilai kekerasan dengan efektif.

5. UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis mengucapkan terima kasih kepada semua pihak yang telah membantu dalam semua proses penelitian ini. Ucapan terima kasih terutama diucapkan kepada Politeknik Negeri Sriwijaya dan Unit P3M Politeknik Negeri Sriwijaya atas semua dukungannya terhadap penelitian ini dalam skema Penelitian Kerjasama Dosen dan Mahasiswa.

DAFTAR PUSTAKA

Ayudiarti, D. L., dan Sari, R. N., 2010. Asap Cair Dan Aplikasinya Pada Produk Perikanan. *Squalen* Vol. 5, No. 3. Hal. 101 – 108

Azom.com (diakses 27 Juni 2022)

Callister, William D., Jr. David G. Rethwisch. 2007. Material Science and Engineering: An Introduction 7th Edition. *John Wiley and Sons, Inc., USA*

Haji, A. G. 2013. Komponen Kimia Asap Cair Hasil Pirolisis Limbah Padat Kelapa Sawit. *Jurnal Rekayasa Kimia dan Lingkungan* Vol. 9, No. 3. Hal. 109 – 116

- Haryadi, G.D. 2006. Pengaruh Suhu *Tempering* Terhadap Kekerasan, Kekuatan Tarik Dan Struktur Mikro Pada Baja K-460. *Rotasi* Vol. 8, No. 2. Hal. 1 – 8
- Herirowo, S. dan Adjiantoro, B. 2016. Pengaruh Perlakuan Panas terhadap Struktur Mikro dan Kekuatan Mekanik Baja Nikel Laterit. *Widyariset* Vol. 2. No. 2. Hal. 153 – 160
- Isa, I., Musa, W. J A., dan Rahman, S., W. 2019. Pemanfaatan Asap Cair Tempurung Kelapa Sebagai Pestisida Organik Terhadap Mortalitas Ulat Grayak (*Spodoptera Litura F.*) *Jamb. J. Chem.*, Vol. 1, No. 1. Hal. 15 – 20
- Jordi, M., Yudo, H., Jokosisworo, S. 2017. Analisa Pengaruh Proses *Quenching* Dengan Media Berbeda Terhadap Kekuatan Tarik dan Kekerasan Baja St 36 Dengan Pengelasan SMAW. *Jurnal Teknik Perkapalan* Vol. 5. No. 1. Hal. 272 – 281
- Kasim, F., Fitrah, A. N., dan Hambali, E., 2015. Aplikasi Asap Cair pada Lateks. *Jurnal PASTI*, Vol. 9, No. 1. Hal. 28 – 34
- Kirono, Sasi. 2012. Pengaruh Proses Tempering Pada Baja Karbon Medium Setelah *Quenching* Dengan Media oli Dan Air Garam (Nacl) Terhadap Sifat Mekanis Dan Struktur Mikro. *SINTEK*. Vol. 5. No. 1. Hal 36 – 47
- Mersilia, Anggun., Pulung Karo Karo, Yayat Iman Supriyatna. 2016. Pengaruh *Heat Treatment* Dengan Variasi Media *Quenching* Air Garam dan Oli Terhadap Struktur Mikro dan Nilai Kekerasan Baja Pegas Daun AISI 6135. *Jurnal Teori dan Aplikasi Fisika*, Vol. 4, No. 1, hal. 175-180
- Rasyad, A., dan Arto, B. 2018. Analisis Pengaruh Temperatur, Waktu, Dan Kuat Arus Proses *Elektroplating* Terhadap Kuat Tarik, Kuat Tekuk Dan Kekerasan Pada Baja Karbon Rendah. *Jurnal Reayasa Mesin* Vol. 9. No. 3. Hal. 173 – 182
- Mulyadi, Tafrant, D., Hendradinata, Zainuddin. 2021. The Effect of Quenching Media on the Hardness of AISI 1045 Steel. *5th FIRST T1 T2 2021 International Conference (FIRST-T1-T2 2021)*, Page 66 – 71
- Totten, GE, Bates, CE, Clinton, NA., 1993. Handbook of Quenchant and Quenching Technology, *ASM International, USA*