

**PENGARUH TEMPERATURE RENDAH MEDIA PENDINGIN
QUENCHING TERHADAP STRUKTUR *MAKRO BAJA ST37***

SKRIPSI

Oleh:
TUBAGUS FIKRI YANSAH
NIM: 06121281722016
Program Studi Pendidikan Teknik Mesin



**FAKULTAS KEGURUAN DAN ILMU PENDIDIKAN
UNIVERSITAS SRIWIJAYA
2021**

**PENGARUH TEMPERATURE RENDAH MEDIA PENDINGIN
QUENCHING TERHADAP STRUKTUR MAKRO BAJA ST37**

SKRIPSI

Oleh :

Tubagus Fikri Yansah

NIM : 06121281722016

Program Studi Pendidikan Teknik Mesin

Mengesakan

Pembimbing I



Imam Syofii, S.Pd., M.Eng

NIP.19830503200912006

Pembimbing II



Drs. Harlin, M.Pd

NIP. 196408011991021001

Mengetahui,

Ketua Program Studi Pendidikan Teknik Mesin



Drs. Harlin, M.Pd



NIP. 196408011991021001

**PENGARUH TEMPERATURE RENDAH MEDIA PENDINGIN
QUENCHING TERHADAP STRUKTUR MAKRO BAJA ST37**

SKRIPSI

Oleh

Tubagus Fikri Yansah

NIM : 06121281722016

Telah diujikan dan lulus pada :

Hari : Selasa

Tanggal 28 Desember 2021

TIM PENGUJI

1. Imam Syofii, S.Pd., M.Eng (Ketua / Pembimbing I)

2. Drs. Harlin, M.Pd (Anggota / Pembimbing II)

3. Drs. Darlius, M.Pd.,MM (Anggota / Penguji)

Indralaya, Desember 2021

Mengetahui

KoorProdi Pend. Teknik Mesin

Drs. Harlin, M.Pd

NIP. 196408011991021001

PERNYATAAN

Saya yang bertanda tangan di bawah ini :

Nama : Tubagus Fikri Yansah

NIM : 06121281722016

Program Studi : Pendidikan Teknik Mesin

Menyatakan dengan sungguh-sungguh bahwa skripsi yang berjudul “Pengaruh Media Pendingin *Quenching* terhadap *Makro Struktur Baja ST 37*” ini adalah benar-benar karya saya sendiri dan saya tidak melakukan penjiplakan atau pengutipan dengan cara yang tidak sesuai dengan etika keilmuan yang berlaku sesuai dengan Peraturan Menteri Pendidikan Nasional Republik Indonesia No.17 tahun 2010 tentang Pencegahan dan Penanggulangan plagiat di Perguruan Tinggi. Apabila di kemudian hari, ada pelanggaran yang ditemukan dalam skripsi ini dan/atau ada pengaduan dari pihak lain terhadap keaslian karya ini, saya bersedia menanggung sanksi yang dijatuhkan kepada saya..

Demikian pernyataan ini dibuat dengan sungguh-sungguh tanpa ada pemaksaan dari pihak manapun.

Indralaya, Desember 2021

Yang menyatakan



Tubagus Fikri Yansah

NIM. 06121281722016

PRAKATA

Puji syukur saya panjatkan atas kehadiran Allah SWT yang mana atas berkat dan rahmat-nyalah penulis dapat menyelesaikan skripsi yang berjudul “Pengaruh Media Pendingin *Quenching* terhadap *Makro Struktur Baja ST 37*”. skripsi ini disusun untuk memenuhi syarat untuk mendapatkan gelar Sarjana Pendidikan (S.Pd.) di Program Studi Pendidikan Teknik Mesin Fakultas Keguruan dan Ilmu Pendidikan Universitas Sriwijaya.

Penulis ingin menuturkan banyak terima kasih atas bantuan dan bmbingan serta kritik dan saran yang membangun dan memotivasi yang telah diberikan oleh Bapak Imam Syofii, S.Pd., M.Eng. selaku pembimbing 1 (satu) dan Bapak Drs. Harlin, M.Pd. selaku pembimbing 2 (dua) dalam penulisan skripsi ini.

Harapan penulis, semoga skripsi ini bermanfaat dan dapat menambah wawasan serta pengetahuan baru bagi dunia Pendidikan terutama bidang studi Pendidikan Teknik Mesin.

Indralaya, Desember 2021

Penulis



Tubagus Fikri Yansah

HALAMAN PERSEMBAHAN

Bismillahirrohmannirrohim

Puji dan syukur penulis haturkna kepada Allah SWT. Karna berkat rahmat dan ridho-nya penulis dapat menyelesaikan skripsi ini. Sholawat beriring salam tak henti penulis haturkan kepada Baginda Nabi Besar Muhammad SAW, yang telah membawa kepada kehidupan yang lebih baik dari sebelumnya.

Dengan segala kerendahan hati dan ribuan ucapan terimakasih, skripsi ini saya persembahkan untuk :

- Kedua orang tua yang selalu mendoakan, mendukung dan bekerja keras untuk membiayai Pendidikan yang selama ini saya tempuh. Terima kasih sudah memberikan dukungan dan semoga restu dan keiklasan bisa membuka pintu rezeki yang baik.
- Ketua Program Studi Pendidikan Teknik Mesin, bapak Drs. Harlin M.Pd. Terima kasih atas ilmu pengetahuan dan juga pengalaman yang telah diberikan selama masa perkuliahan, semoga Allah memberikan berkah pada setiap ilmu yang telah saya dapatkan selama proses perkuliahan.
- Dosen Pembimbing, bapak H. Imam Syofii, S.Pd., M.Eng. dan bapak Drs. Harlin M.Pd. Yang telah membimbing dan mengarahkan dalam penyelesaian skripsi ini. Terimakasih untuk semua ilmu yang sudah Bapak berikan.
- Dosen pengajar, Bapak Drs. H. Darlius, MM., M.Pd., Bapak Edi Setiyo, S.Pd., M.Pd., Bapak Wadirin, S.Pd., M.Pd., Ibu Dewi Puspita Sari, S.Pd, M.Pd., Bapak Elfahmi Dwi Kurniawan, S.Pd, M.Pd.T., Ibu Nopriyanti, S.Pd. M.Pd., Ibu Hj. Nyimas Aisyah, M.Pd., Ph.D, Ibu Elika, S.Pd., M.Pd. Terima kasih atas ilmu yang telah diberikan , pesan baik yang diselipkan , pengalaman yang sudah dibagikan , dan banyak hal yang selama proses perkuliahan.
- Admin Program Studi Pendidikan Teknik Mesin, Kak Dimas dan Kak Andi yang telah meberikan bantuan dalam pengurusan administrasi.

- Teman terdekat, Wahyu E, Raga AR, Bayu P, M. Hasim, Agus S, M Hamzah, Kholis H, Prendi A, Karolin F, Alvi H. Terima kasih telah menjadi teman dan telah banyak membantu saya dalam masa-masa perkuliahan.
- Teman-teman Angkatan 2017, adik-adik dan kakak-kakak HIMAPTEK terimakasih dan semoga sukses selalu.
- Untuk teman diluar dari jurusan maupun universitas, terutama teman party bermain Game Online. Terima kasih telah menemani pada masa luang maupun liburan.
- Diri saya sendiri. Terima kasih untuk bisa menempuh semuanya dan berhasil pada titik ini.
- Almamater Universitas Sriwijaya.
- TERIMAKASIH UNTUK SEMUA yang tak tersebut maupun terlewatkan.

MOTTO

“ **Jika tidak bisa jadi yang TEBAIK, maka setidaknya jangan jadi yang TERBURUK.** ”

“ **Do Not Be SORRY, Be BETTER.** ”

“**GREED may not be good, but it’s not so bad, either. Humans think GREED is just for money and power. But *EVERYONE WANTS SOMETING THEY DON’T HAVE.*** ”

“**ISTIRAHAT itu sama pentingnya dengan BEKERJA.** ”

“**Sebelum mempercayai orang lain, kita harus percaya pada diri sendiri terlebih dahulu.** ”

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL.....	i
HALAMAN PENGESAHAN.....	ii
PERNYATAAN.....	iii
PRAKATA.....	iv
HALAMAN PERSEMBAHAN.....	v
MOTTO.....	vi
DAFTAR ISI.....	vii
DAFTAR TABEL.....	x
DAFTAR GAMBAR.....	xi
DAFTAR LAMPIRAN.....	xii
ABSTRAK.....	xiii
BAB I PENDAHULUAN.....	1
1.1 Latar Belakang.....	1
1.2 Identifikasi Masalah.....	3
1.3 Rumusan Masalah.....	3
1.4 Batasan Masalah.....	4
1.5 Tujuan Penelitian.....	4
1.6 Manfaat Penelitian.....	4
BAB II TINJAUAN PUSTAKA.....	6
2.1 Landasan Teori.....	6
2.1.1 Baja.....	6
2.1.2 Baja Karbon Rendah.....	6
2.1.3 Sifat Termal.....	7
2.1.4 Pengerajan Panas.....	7
2.1.5 Diagram Fasa.....	9
2.1.6 Pengerasan Baja.....	9
2.1.7 <i>Quenching</i>	10
2.1.8 Media Pendingin.....	11
2.1.9 Pengujian Pada Logam.....	12
2.1.10 Pengujian Tak Merusak.....	13



2.1.11 Pengujian Metalografi.....	13
2.1.12 Struktur Baja.....	13
2.1.13 Struktur Makro.....	14
2.1.14 Rekristalisasi.....	16
2.2 Kajian Penelitian Yang Relevan.....	16
BAB III METODOLOGI PENELITIAN.....	17
3.1 Metode Penelitian.....	17
3.2 Variabel Penelitian.....	17
3.2.1 Variabel Bebas pada Penelitian.....	17
3.2.2 Variabel Terikat.....	17
3.3 Tempat dan Waktu Penelitian.....	18
3.4 Objek Penelitian.....	18
3.5 Alat dan Bahan.....	18
3.5.1 Alat.....	18
3.5.2 Bahan.....	18
3.6 Diagram Alur Penelitian.....	19
3.7 Prosedur Penelitian.....	20
3.7.1 Tahapan Persiapan.....	20
3.7.2 Proses Pengujian.....	20
3.8 Teknik Analisa Data.....	21
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN.....	22
4.1 Deskripsi Penelitian.....	22
4.1.1 Deskripsi Persiapan Alat dan Bahan.....	23
4.1.2 Deskripsi Pembuatan Spesimen.....	24
4.1.3 Tahap Penghalusan Permukaan Logam.....	27
4.2 Tahap Pengambilan Data.....	28
4.2.1 Tahap Metalografi.....	29
4.2.2 Hasil Sampel Baja Raw.....	31
4.2.3 Hasil Sampel Media Pendingin Air.....	33
4.2.4 Hasil Sampel Media Pendingin Air Garam.....	35
4.2.5 Hasil Sampel Media Pendingin Minyak Makan.....	37



4.3 Pembahasan.....	39
4.4 Implementasi Penelitian.....	41
BAB V PENUTUP.....	42
5.1 Kesimpulan.....	42
5.2 Saran.....	42
DAFTAR PUSTAKA.....	43
LAMPIRAN.....	45



DAFTAR TABEL

Tabel 3.1 Alur Penelitian.....	19
--------------------------------	----



DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Diagram Fasa Fe-Fe ₃ C.....	10
Gambar 2.2 Skema Proses Rekrystalisasi.....	16
Gambar 4.1 Bentuk Struktur Makro.....	23
Gambar 4.2 Persiapan Alat dan Bahan.....	24
Gambar 4.3 Mempersiapkan Tungku.....	24
Gambar 4.4 Merapikan permukaan dari hasil pemotongan.....	25
Gambar 4.5 Hasil Proses Bubut.....	25
Gambar 4.6 Memasukan Sampel Kedalam Tungku.....	26
Gambar 4.7 Tungku Pemanas.....	26
Gambar 4.8 Media pendingin.....	27
Gambar 4.9 Spesimen Baja ST 37.....	27
Gambar 4.10 Mengeringkan Sampel Sebelum Etsa.....	28
Gambar 4.11 Cairan etsa.....	29
Gambar 4.12 Mikroskop perbesaran 450x.....	29
Gambar 4.13 Mikroskop perbesaran 100x.....	31
Gambar 4.14 Sampe Baja ST 37 Raw.....	31
Gambar 4.15 Sampel baja sebelum diampelas (Air).....	33
Gambar 4.16 Sampel Media Pendingin Air.....	33
Gambar 4.17 Sampel baja sebelum diampelas (Air Garam).....	35
Gambar 4.18 Sampel Media pendingin Air Garam.....	35
Gambar 4.19 Sampel baja sebelum diampelas (Minya Makan).....	37
Gambar 4.20 Sample Media pendingin Minyak Makan.....	37

**DAFTAR LAMPIRAN**

Lampiran 1 Dokumentasi Penelitian.....	45
Lampiran 2 Usul Judul.....	47
Lampiran 3 Verifikasi Judul.....	48
Lampiran 4 Kesediaan Membimbing.....	49
Lampiran 5 Lembar Pengesahan Proposal.....	50
Lampiran 6 Permohonan SK Pembimbing.....	51
Lampiran 7 SK Pembimbing.....	52
Lampiran 8 Permohonan SK Penelitian.....	54
Lampiran 9 SK Penelitian.....	55
Lampiran 10 Persetujuan Sidang Skripsi.....	56
Lampiran 11 Kartu Bimbingan.....	57
Lampiran 12 Surat Keterangan Melakukan Penelitian/Pengujian.....	59
Lampiran 13 RPS Perlakuan Panas.....	60
Lampiran 14 RPS Peraktik Pengujian Bahan.....	64



Pengaruh Temperatur rendah media pendingin *Quenching* terhadap struktur *makro* baja ST37

Oleh

Tubagus Fikri Yansah

NIM: 06121281722016

Pembimbing : (1) Imam Syofii, S.Pd., M.Eng

(2)Drs. Harlin, M.Pd

Program Studi Pendidikan Teknik Mesin

ABSTRAK

Baja karbon memiliki karakteristik yang mudah untuk dimodifikasi dengan cara memberikan perlakuan panas terhadap logam tersebut. Pada penelitian ini digunakan metode *Quenching* sebagai cara untuk meningkatkan kekerasan dari baja karbon rendah tersebut adapun variasi dari perlakuannya adalah media pendinginan berupa cairan dengan suhu yang berada pada titik *freezing point*. Spesiment yang digunakan adalah baja karbon rendah berjenis ST37. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh dari media pendingin *Quenching* yang berada pada suhu *freezing point* dan hasil dari proses tersebut akan di lihat menggunakan microscope dengan perbesaran 450x demi melihat struktur *Makro* dari baja tersebut. Dari hasil yang dapat dilihat terjadi perubahan pada struktur *ferrite* dan *pearlite*, dan yang mengalami perubahan besar terjadi pada media pendingin air biasa dimana adanya peningkatan sifnifikan dari struktur *pearlite* yang menunjukan penikatan kekerasan pada permukaannya, dan untuk media pendingin minyak makan terjadinya penigkatan struktur *ferrite* yang menujukan menurunnya kekerasan dari permukaan baja.

Kata Kunci : *Quenching, Baja Karbon Rendah, Freezing Point, Microscope, Ferrite, Pearlite, Makro*



Effect of low Temperature Quenching Cooling Medium On The Macro Structure Of ST37 Steel

By

Tubagus Fikri Yansah

ID: 06121281722016

Supervisor : (1) Imam Syofii, S.Pd., M.Eng

(2) Drs. Harlin, M.Pd

Study Program : Mechanical Engineering Education

ABSTRACT

Carbon steel has characteristics that are easy to modify by heat treatment of the metal. In this study, the quenching method was used as a way to increase the hardness, while the variation of the treatment was the cooling medium in the form of a liquid with a temperature at the freezing point. The specimen used is ST37 low carbon steel. This study aims to determine the effect of the Quenching cooling medium at the freezing point temperature and the results of the process will be viewed using a microscope with a magnification of 450x to see the macro structure of the steel. From the results that can be seen there is a change in the structure of ferrite and pearlite, a big change occurs in the ordinary water cooling medium where there is a significant increase in the pearlite structure which shows an increase in hardness on the surface.

Keywords : *Quenching, Low Carbon Steel, Freezing Point, Microscope, Ferrite, Pearlite, Macro*

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Pada dunia pendidikan vokasi khususnya bidang rekayasa teknik pengolahan logam material baja merupakan material yang sering digunakan sebagai media pembelajaran praktikum. Material baja memiliki unsur besi(Fe) dan Karbon (C) sebagai unsur utama pembentukan logam tersebut. berdasar kandungan karbon (C) logam dibedakan menjadi tiga jenis yaitu, *baja karbon rendah* (BKR), *baja karbon sedang* (BKS), dan *baja karbon tinggi* (BKT). Dari ketiga jenis baja tersebut baja karbon rendah yang sering digunakan hal tersebut karena mudah dijumpai dan harganya relatif lebih murah sebagai contoh adalah baja ST 37. Baja karbon memiliki karakteristik yang mudah dibentuk dengan proses permesinan dan mudah untuk dimodifikasi sifat – sifat pada logam tersebut dengan cara memberikan perlakuan panas terhadap logam tersebut.

Perlakuan panas adalah suatu proses memanaskan material baja hingga ke suhu tertentu dan dilakukan dengan metode pendinginan tertentu hingga didapatkan karakteristik sifat yang diinginkan. Perlakuan panas berguna untuk memberikan sifat yang lebih sempurna pada material baja (Armanto & Daryanto 1999 53). Dengan proses perlakuan panas maka akan terjadi perubahan bentuk struktur dan dapat diperoleh Kristal baru yang dimana hal tersebut memberikan pengaruh terhadap sifat dari baja.

Adapun salah satu metode perlakuan panas yang digunakan untuk meningkatkan kekerasan dari baja yaitu menggunakan metode *Quenching*. Metode *Quenching* proses meningkatkan kekerasan baja dengan cara memanaskan baja hingga pada temperatur rekristalisasi kemudian dicelupkan pada media pendingin sehingga terjadi pendinginan secara cepat. Suhu rekristalisasi akan membentuk butir baru pada daerah Kristal yang telah rusak. Baja memiliki temperature rekrilisiasi yang berbeda – beda pada jenis baja

karbon (FeC) khususnya baja karbon rendah proses tersebut terjadi pada suhu $723^{\circ}\text{C} - 910^{\circ}\text{C}$. Pada suhu ini juga atom menyusun kembali sehingga terjadi perubahan struktur makro yang dapat dimanfaatkan untuk menghaluskan butir.

Baja yang didinginkan dengan laju pendinginan sangat cepat maka seluruh austenite akan berubah ke dalam bentuk martensit sehingga menghasilkan kekerasan baja yang keras (Armanto & Daryanto 1999 : 73). Dalam proses *quenching* biasanya menggunakan media pendingin berupa air, air garam, minyak dan oli. media pendingin *quenching* sangat mempengaruhi hasil dari struktur logam. Pada tahap lanjutannya proses pengerjaan panas biasanya akan dilakukan pengujian bahan. Dalam pengujian bahan terdapat dua metode yaitu pengujian merusak dan pengujian tidak merusak, perbedaan dari kedua metode tersebut ialah pada pengujian merusak spesimen benda uji setelah dilakukan pengujian tidak dapat digunakan lagi sedangkan, pengujian tidak merusak spesimen benda uji setelah dilakukan pengujian masih dapat digunakan.

Terdapat penelitian yang berhubungan dengan media *quenching* menggunakan temperature rendah seperti penelitian yang dilakukan oleh M Amin Indra putra (2009) untuk mengetahui perbedaan struktur mikro, kekerasan, dan ketangguhan baja HQ 705 bila diquench dan distemper pada media es, air dan oli. Dari penelitian yang telah dilakukan memiliki hasil kesimpulan bahwa media pendingin berpengaruh pada sifat mekanik yang dihasilkan dimana laju pendinginan yang tinggi akan menghasilkan kekerasan yang tinggi.

Penelitian lainnya yang dilakukan oleh Muhammad qodri (2019) melakukan suatu penelitian tentang pengaruh *quenching* media air es, air garam, dan oli bekas terhadap sifat mekanik baja karbon rendah aisi 3115 setelah melalui proses pack *carburizing*. Hasil dari penelitian tersebut memiliki kesimpulan bahwa pada pengujian struktur baja menggunakan media air es dan air garam menghasilkan fasa martensit kekerasan tertinggi yang menjadikan pembuktian bahwa terjadinya peningkatan kekerasan pada baja.

Selain itu juga bachtiar fajar wicaksono (2021) melakukan penelitian tentang pengaruh *quenching* dan *tempering* pada baja karbon sedang aisi 1045 terhadap struktur mikro dan kekerasan. dari hasil penelitian tersebut didapatkan bahwa



quenching menggunakan air dan air es tidak berpengaruh terhadap perubahan sifat material logam.

Berdasarkan beberapa penelitian yang telah disebutkan masih terdapat perbedaan hasil, yang dimana pada penelitian qodri terjadinya peningkatan pada logam menggunakan media pendingin dengan temperatur rendah sedangkan penelitian dari fajar menyatakan tidak terjadi perubahan yang signifikan terhadap logam selain itu juga beberapa referensi penelitian yang telah dilakukan hanya menggunakan media air yang didinginkan sehingga berada pada temperatur rendah sedangkan masih terdapat macam-macam media quenching lainnya yang belum diketahui pengaruhnya apabila media quenching seperti air garam, minyak, atau oli yang dikondisikan pada temperatur rendah. Dari temuan masalah tersebut penulis ingin melakukan penelitian dengan judul “ **Pengaruh Temperatur rendah media pendingin *Quenching* terhadap struktur makro baja ST37** ”.

1.2 Identifikasi Masalah

Berdasarkan uraian dari latar belakang didapatkan suatu identifikasi masalah yaitu pada proses quenching material logam yang didinginkan dengan cairan dalam kondisi *freezing point* akan mengubah struktur dari logam tersebut yang dimana semakin cepat pendinginan pada logam akan menghasilkan struktur butir yang dapat membuat logam menjadi lebih keras.

pada proses normal metode quenching menggunakan media quenching seperti air, air garam, minyak, dan oli dengan Temperatur normal. penulis ingin melakukan penelitian bagaimana pengaruh media pendingin quenching dengan temperatur rendah terhadap struktur baja ST 37.

1.3 Rumusan Masalah

Dari kedua uraian latar belakang dan identifikasi masalah penulis mendapatkan rumusan permasalahan yaitu :



Apakah terdapat “ pengaruh penggunaan variasi media pendingin *quenching* dengan temperatur rendah terhadap hasil struktur makro pada baja ST 37 “ ?

1.4 Batasan Masalah

Untuk menghindari pembahasan yang berada diluar dari topik pembahasan maka batasan masalah pada penelitian ini yaitu :

1. Spesimen yang akan digunakan pada penelitian ini adalah baja ST 37 dengan ukuran $\varnothing 25\text{mm} \times 10\text{ mm}$.
2. Proses perlakuan yang akan diterapkan pada logam adalah pemotongan menggunakan gergaji besi.
3. Suhu yang digunakan pada proses pemanasan baja ST 37 adalah suhu rekrystalisasi yang berada pada suhu 723°C .
4. Suhu yang digunakan untuk melakukan pendinginan adalah suhu berada pada titik *Freezeing Point*.
5. Cairan yang akan digunakan adalah air mineral, air garam dan juga minyak makan yang akan didinginkan pada suhu rendah hingga membeku sebagai media pendingin baja ST 37

1.5 Tujuan Penelitian

Tujuan yang hendak dicapai dalam penelitian ini adalah :

Untuk mengetahui pengaruh dari penggunaan variasi media pendingin *quenching* dengan temperature rendah terhadap hasil struktur makro pada baja ST 37.

1.6 Manfaat Penelitian

Penelitian ini diharapkan dapat memberikan manfaat untuk :

1. Bagi Peneliti



Manfaat penelitian ini untuk peneliti yaitu dapat menambah wawasan pengetahuan baru mengenai pengaruh variasi media pendingin *quenching* dengan suhu rendah terhadap struktur makro baja ST 37

2. Bagi Masyarakat

Manfaat penelitian ini untuk masyarakat diharapkan dapat memperluas wawasan dan memberikan pengetahuan baru mengenai pengaruh variasi media pendingin *quenching* dengan suhu rendah terhadap struktur makro baja ST 37.

3. Bagi Pendidikan

Manfaat penelitian ini untuk pendidikan yaitu dapat menambah referensi sumber belajar tentang pengaruh variasi media pendingin *quenching* dengan suhu rendah terhadap struktur makro baja ST 37 terutama pada bidang modifikasi baja.



DAFTAR PUSTAKA

- Achmadi A. 2017. *Studi Exsperimen Pengaruh Perlakuan Quenching Dengan Variasi Pendingin Konsentrasi Air Garam Terhadap Kekerasan Dan Kekuatan Tarik Pada Baja ST 37.*
- Alexander. 1991. *Dasar Metalurgi Untuk Rekayasaawan.* Jakarta: Gramedia Pustaka Utama.
- Alexander, W. ., & Davies, G. . (1985). Essential metallurgy for engineers (pp. 63–71)
- Amanto, Hari & Daryanto. 1999. *Ilmu Bahan.* Jakarta: Bumi Angkasa.
- Asyara Meiriza. 2019. *Efek Quenching Dengan Media Pendingin Yang Berbeda Terhadap Nilai Kekerasan Pisau Berbahan SUP 9.* Padang : Universitas Negeri Padang
- Basori, 2018. *Pengaruh Media Quenching Terhadap Kekerasan dan Struktur Makro Paksa Hardfacing.* Jurnal Kajian Teknik Mesin Vol. 03 No.02.
- Bishop & Smallman. 2000. *Metalurgi Fisik Modern & Rekayasa Material.* Jakarta: Erlangga.
- Emzir. 2018. *Metodologi Penelitian Kuantitatif dan Kualitatif.* Depok: Rajagrafindo Persada.
- Hasbi Muhammad & Malau Daniel. 2016. *Pengaruh variasi reduksi terhadap kekerasan dan struktur mikro baja laterit melalui penggerolan panas.* Tangerang selatan: LIPI
- Imawan Dias, 2017. *Pengaruh Variasi Pendinginan Pada Proses Quenching Terhadap Nilai Kekerasan, Struktur Mikro Dan Ketangguhan Hasil Pengecoran Aluminium Limbah Piston.* Semarang: Universitas Negeri Semarang.
- Mustofa & Antara, 2018. *Pengaruh Pendinginan Air, Oli dan Udara Terhadap Tingkat Kekasaran dan Struktur Mikro Pada Proses Milling Baja Karbon WF 250.* Bali : Universitas Udayana.

- Ravianto & Rasyid A. 2019. *Pengaruh Media Pendingin Proses Hot Turning Menggunakan Baja AISI 4140 Terhadap Kekerasan Dan Keakuratan Dimensi*. Surabaya : Universitas Negeri Surabaya.
- Sari NH. 2018. *Matrial Teknik*. Yogyakarta: Deepublishing
- Sari NH. 2017. *Perlakuan Panas Pada Baja Karbon: Efek Media Pendingin Terhadap sifat mekanik dan struktur makro*. Nusa Tenggara Barat: Universitas Mataram.
- Schonmetz & Gruber. 2013. *Pengetahuan Bahan dalam Pengeraan Logam*. Bandung : Angkasa.
- Smallman.1991. *Metalurgi Fiksik Modern Vol.4*. Jakarta: Gramedia
- Sopiany & Basori. 2020. *The Effect of Water Temperature As Quenching Media On the Characteristics of HV 350 Weld Deposits*. Jakarta Timur : Universitas Negeri Jakarta
- Sugiyono. 2017. *Metode Penelitian Kuantitatif, Kualitatif, dan R&D*. Bandung: Alfabeta.
- Subagyo & Kasiyanto. 2018. *Analisis Kekuatan Tarik dan Kekerasan Baja Tahan Karat Martensitik Fasa Ganda Hasil Perlakuan Panas Dengan Variasi Temperature dan Media Pendingin*. Malang : Universitas Negeri Malang.
- Yusman Fakhrizal, 2018. *Pengaruh Media Pendingin Pada Proses Quenching Terhadap Kekerasan Dan Struktur Mikro Baja AISI 1045*. Lampung: Universitas Negeri Lampung.