

SKRIPSI

**PENGARUH WAKTU TAHAN PADA PROSES
ANNEALING BAJA ASSAB 709M TERHADAP SIFAT
MEKANIKNYA**



**MUHAMMAD IZAAZ RAMADHAN
03051381621102**

**PROGRAM STUDI TEKNIK MESIN
JURUSAN TEKNIK MESIN
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS SRIWIJAYA
2020**

SKRIPSI

**PENGARUH WAKTU TAHAN PADA PROSES
ANNEALING BAJA ASSAB 709M TERHADAP SIFAT
MEKANIKNYA**

**Diajukan Sebagai Salah Satu Syarat Untuk Mendapatkan Gelar Sarjana
Teknik Mesin Pada Fakultas Teknik Universitas Sriwijaya**



**OLEH
MUHAMMAD IZAAZ RAMADHAN
03051381621102**

**PROGRAM STUDI TEKNIK MESIN
JURUSAN TEKNIK MESIN
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS SRIWIJAYA
2020**

HALAMAN PENGESAHAN

PENGARUH WAKTU TAHAN PADA PROSES ANNEALING BAJA ASSAB 709M TERHADAP SIFAT MEKANIKNYA

SKRIPSI

Diajukan Untuk Melengkapi Salah Satu Syarat
Memperoleh Gelar sarjana Teknik Mesin
Pada Fakultas Teknik Universitas Sriwijaya

Oleh:

MUHAMMAD IZAAZ RAMADHAN

03051381621102

Palembang, Desember 2020

Mengetahui,
Ketua Jurusan Teknik Mesin



Irsyadi Yani S.T.,M.Eng.,Ph.D
NIP. 197112251997021001

Pembimbing,



Ir. Helmy Alian, M.T
NIP. 195910151987031006

**JURUSAN TEKNIK MESIN
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS SRIWIJAYA**

**Agenda No. :
Diterima Tanggal :
Paraf :**

SKRIPSI

**Nama : MUHAMMAD IZAAZ RAMADHAN
NIM : 03051381621102
Jurusan : TEKNIK MESIN
Judul Skripsi : PENGARUH WAKTU TAHAN PADA PROSES
ANNEALING BAJA ASSAB 709M TERHADAP SIFAT
MEKANIK
Dibuat Tanggal : FEBRUARI 2020
Selesai Tanggal : DESEMBER 2020**



**Irsyadi Yani, ST, M.Eng, Ph.D
NIP.197112251997021001**

Palembang, Desember 2020
Diperiksa dan disetujui oleh :
Pembimbing

**Ir. Helmy Alian, M.T
NIP. 195910151987031006**

HALAMAN PERSETUJUAN


Karya Tulis Ilmiah berupa skripsi ini dengan judul “**Pengaruh Waktu Tahan Pada Proses Annealing Baja ASSAB 709M Terhadap Sifat Mekaniknya**”. Telah dipertahankan dihadapan Tim Penguji Karya Tulis Ilmiah Fakultas Teknik Universitas Sriwijaya pada Tanggal 23 Desember 2020 .

Palembang, Desember 2020

Tim penguji karya tulis ilmiah berupa Skripsi

Ketua

1. Agung Mataram, S.T, M.T, PhD
NIP.197901052003121002

()

Anggota

2. Qomarul Hadi, S.T, M.T
NIP.196902131995031001

()

3. Barlin, S.T, M.Eng, PhD
NIP. 198106302006041001

()



Mengertahui
Ketua Jurusan Teknik Mesin
Irsyadi Yani, ST, M.Eng, Ph.D
NIP.197112251997021001

Pembimbing Skripsi,



Ir. Helmy Alian, M. T
NIP. 195910151987031006

HALAMAN PERNYATAAN INTEGRITAS

Yang bertanda tangan dibawah ini :

Nama : Muhammad Izaaz Ramadhan

NIM : 03051381621102

Judul : Pengaruh Waktu Tahan Pada Proses Annealing Baja ASSAB 709M
Terhadap Sifat Mekaniknya.

Menyatakan bahwa Skripsi saya merupakan hasil karya sendiri didampingi tim pembimbing dan bukan hasil penjiplakan/plagiat. Apabila ditemukan unsur penjiplakan/plagiat dalam skripsi ini, maka saya bersedia menerima sanksi akademik dari Universitas Sriwijaya sesuai aturan yang berlaku.

Demikian, pernyataan ini saya buat dalam keadaan sadar dan tanpa ada paksaan dari siapapun.



Palembang, Desember 2020



Muhammad Izaaz Ramadhan

NIM. 03051381621102

HALAMAN PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI

Yang bertanda tangan dibawah ini:

Nama : Muhammad Izaaz Ramadhan

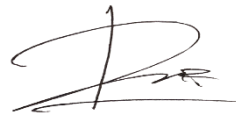
NIM : 03051381621102

Judul :Pengaruh Waktu Tahan Pada Proses Annealing Baja ASSAB 709M
Terhadap Sifat Mekaniknya

Memberikan izin kepada Pembimbing dan Universitas Sriwijaya untuk mempublikasikan hasil penelitian saya untuk kepentingan akademik apabila dalam waktu 1 (satu) tahun tidak mempublikasikan karya penelitian saya. Dalam kasus ini saya setuju untuk menempatkan Pembimbing sebagai penulis korespondensi (*Corresponding author*)

Demikian, pernyataan ini saya buat dalam keadaan sadar dan tanpa ada paksaan dari siapapun.

Palembang, Desember 2020



Muhammad Izaaz Ramadhan

NIM. 03051381621102

RINGKASAN

PENGARUH WAKTU TAHAN PADA PROSES ANNEALING BAJA ASSAB 709M TERHADAP SIFAT MEKANIKNYA

Karya tulis ilmiah berupa skripsi, 22 Februari 2020

Muhammad Izaaz Ramadhan; Dibimbing oleh Ir. Helmy Alian, M.T

THE EFFECT OF HOLDING TIME IN THE ANNEALING PROCESS OF ASSAB 709M STEEL ON ITS MECHANICAL PROPERTIES

81 Halaman, 4 tabel, 19 gambar, 10 lampiran

RINGKASAN

Sebagian masyarakat tau apa itu baja. Baja sering di gunakan masyarakat sebagai bahan industri dan bahan bangunan, karena baja mempunyai beberapa keunggulan dibandingkan dengan bahan konstruksi lainnya, diantaranya dalam masalah daktilitas dan waktu pengerjaannya. Baja juga mempunyai kelemahan diantaranya yaitu rentan terhadap perubahan temperatur, misalkan terkena api secara langsung maka kekuatan leleh dan tarik dari baja tersebut mengalami penurunan secara drastis. Baja yaitu material yang di bentuk dari bahan logam dengan komposisi besi sebanyak 95% atau lebih. Baja pada umumnya di kelompokkan atas 2 jenis yaitu: baja karbon (*carbon steel*) dan baja paduan (*alloy steel*).

Pada pengujian kali ini memakai Baja ASSAB 709M. Baja ASSAB 709M merupakan baja karbon sedang (*medium*) baja yang banyak digunakan di dunia industri.

Spesimen yang telah disiapkan kemudian dibentuk (dibubut) sesuai ukuran dan bentuk yang di butuhkan, kemudian spesimen yang telah dibentuk dilakukan heat treatment atau dipanaskan sampai temperatur 850°C kemudian ditahan dengan variasi waktu 30,60,90 menit (*holding time*) dan didinginkan didalam tungku pemanas (furnace) sampai temperatur normal atau temperatur kamar (*annealing*).

Annealing adalah suatu proses perlakuan panas (*heat treatment*) yang dilakukan terhadap logam atau paduan. Prinsip *annealing* adalah memanaskan baja sampai diatas temperatur kritis, kemudian dilakukan *holding time* dan proses pendinginan didalam tungku dilakukan dengan lambat dengan temperatur kamar. Adapun keuntungan yang didapat dari proses annealing adalah sebagai berikut:

Menurunkan kekerasan, menghilangkan tegangan sisa, memperbaiki sifat mekanik, menghilangkan terjadinya retak panas, menurunkan dan menghilangkan ketidak homogenan struktur suatu material, memperhalus ukuran butir, menghilangkan tegangan dalam dan menyiapkan struktur baja untuk proses perlakuan panas.

Adapun hasil pengujian struktur mikro terjadi perubahan struktur pada setiap *holding time* 30 menit, 60 menit, 90 menit pada temperatur *austenit* 850°C. Menggunakan metode *annealing* dengan cara baja di diamkan didalam tungku pemanas sampai temperatur didalam tungku berubah menjadi *temperatur* kamar atau *temperatur* normal setelah proses pemanasan. Terdapat *ferrit* dan *perlit*. *Ferrit* merupakan larutan padat karbon dan unsur paduan lainnya pada baja, *Perlit* merupakan suatu gabungan unsur (*ferrit* dengan *simentit*) yang memiliki nilai kekerasan tertentu.

Hasil dari penelitian uji impak pada baja ASSAB 709M dengan proses pemanasan pada suhu 850°C dengan *Holding Time* 30,60,dan 90menit. Berdasarkan hasil uraian data pada diagram dan gambar patahan hasil uji impak di atas, maka kita dapat ketahui nilai energi tertinggi tedapat pada *Holding Time* 90 menit dengan nilai rata-rata 123,889 *joule* dibandingkan dengan nilai *Holding Time* yang lainnya. Dapat di ketahui bahwa semakin lama *Holding Time* pada proses pemanasaan dengan pendinginan di dalam tungku pembakaran sampai suhu kamar maka nilai keuletan semakin tinggi.

Pengujian uji tarik yang di lakukan pada penelitian ini dilaksanakan di Laboratorium Material Teknik Pengocoran Logam Politeknik Manufaktur Bandung. Data yang di dapat dari pengujian uji tarik pada baja ASSAB 709M dapat di ketahui bahwa terdapat nilai yang berbeda. Hal ini dikarenakan dari proses pemanasan suhu 850°C dengan *holding time* 30, 60, 90 menit di lanjutkan dengan proses *annealing* yaitu didinginkan di dalam tungku sampai tempratur kamar atau tempratur normal

Kata Kunci: Annealing, Holding Time, Sturktur Mikro, Uji Tarik, Uji Impak, Baja ASSAB 709M

SUMMARY

THE EFFECT OF HOLDING TIME IN THE ANNEALING PROCESS OF ASSAB 709M STEEL ON ITS MECHANICAL PROPERTIES

Scientific paper in the form of a thesis, February 22, 2020

Muhammad Izaaz Ramadhan: Supervised By Ir.Helmy Alian, M.T

PENGARUH WAKTU TAHAN PADA PROSES ANNEALING BAJA ASSAB 709M TERHADAP SIFAT MEKANIKNYA

81 Pages,4 tables,19 pictures,10 attachments

SUMMARY

Most people know what steel is. Steel is often used by the public as an industrial and building material, because steel has several advantages over other construction materials, including in terms of ductility and processing time. Steel also has weaknesses, including being susceptible to temperature changes, for example being directly exposed to fire, the yield and tensile strength of the steel has decreased drastically. Steel is a material that is formed from metal with an iron composition of 95% or more. Steel is generally classified into 2 types, namely: carbon steel (carbon steel) and alloy steel (alloy steel).

In this test using ASSAB 709M Steel. ASSAB 709M steel is a medium carbon steel (medium) steel which is widely used in the industrial world.

The specimens that have been prepared are then shaped (turned) according to the size and shape required, then the specimens that have been formed are subjected to heat treatment or heated to a temperature of 850 ° C then held with a variation of 30.60.90 minutes (holding time) and cooled inside. furnace to normal temperature or room temperature (annealing).

Annealing is a heat treatment process that is carried out on metals or alloys. The principle of annealing is to heat the steel to above the critical temperature, then carry out a holding time and the cooling process in the furnace is carried out slowly at room temperature. The advantages obtained from the annealing process are as follows: Reducing hardness, eliminating residual stresses, improving mechanical properties, eliminating heat cracks, reducing and eliminating the structural inhomogeneity of a material, refining grain size, eliminating internal stresses and preparing steel structures for treatment processes hot.

The microstructure test results showed a change in the structure at each holding time of 30 minutes, 60 minutes, 90 minutes at 850 ° C of austenite temperature. Using the annealing method, the steel is left in the heating furnace until the temperature inside the furnace changes to room temperature or normal temperature after the heating process. There is ferrite and pearlite. Ferrite is a solid solution of carbon and other alloying elements in steel, Pearlite is a combination of elements (ferrite with sementite) which has a certain hardness value.

The results of the impact test research on ASSAB 709M steel by heating at a temperature of 850 ° C with a holding time of 30, 60, and 90 minutes. Based on the results of the data description in the diagram and fracture image of the impact test results above, we can find out that the highest energy value is found in the 90 minutes holding time with an average value of 123.889 joules compared to the other Holding Time values. It can be seen that the longer the holding time in the heating process by cooling in the furnace to room temperature, the higher the ductility value.

The tensile test carried out in this study was carried out at the Metal Leaking Engineering Material Laboratory, Bandung Manufacturing Polytechnic. The data obtained from the tensile test on ASSAB 709M steel can be seen that there are different values. This is because the heating process at 850 ° C with a holding time of 30, 60, 90 minutes is continued with the annealing process, which is cooled in the furnace to room temperature or normal temperature.

Keywords: Annealing, Holding Time, Micro Structure, Tensile Test, Impact Test, ASSAB 709M Steel

KATA PENGANTAR

Puji dan syukur penulis atas kehadiran Allah SWT. yang telah memberikan Rahmat, Nikmat, dan Karunia-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan Skripsi ini

Skripsi yang berjudul “Pengaruh Waktu Tahan Pada Proses Annealing Baja Assab 709M Terhadap Sifat Mekaniknya”, disusun untuk menlengkapi salah satu syarat mendapatkan Gelar Sarjana Teknik pada Jurusan Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Sriwijaya.

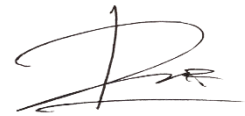
Pada kesempatan ini dengan setulus hati penulis menyampaikan rasa hormat dan terima kasih yang tak terhingga atas segala bimbingan dan bantuan yang telah diberikan dalam penyusunan tugas akhir ini kepada:

1. Irsyadi Yani, S.T, M.Eng, Ph.D selaku Ketua Jurusan Teknik Mesin Universitas Sriwijaya.
2. Ir. Helmi Alian, M.T sebagai Dosen Pembimbing Skripsi yang telah banyak sekali memberikan arahan dan saran dalam menyelesaikan skripsi ini.
3. Seluruh Dosen Teknik Mesin Universitas Sriwijaya untuk segala ilmu yang sangat bernilai bagi penulis.
4. Keluarga dan teman-teman teknik mesin Universitas Sriwijaya

Penulis menyadari bahwa dalam penulisan skripsi ini masih banyak sekali kekurangan karena keterbatasan ilmu yang penulis miliki. Oleh karena itu, saran dan kritik yang membangun untuk kelanjutan skripsi ini ke depannya akan sangat membantu.

Akhir kata penulis berharap semoga Skripsi ini dapat bermanfaat bagi kemajuan ilmu pengetahuan di masa yang akan datang di kemudian hari.

Palembang, Januari 2021



Muhammad Izaaz Ramadhan

DAFTAR ISI

	Halaman
SKRIPSI.....	iii
HALAMAN PENGESAHAN.....	v
HALAMAN PENGESAHAN AGENDA.....	vii
HALAMAN PERSETUJUAN.....	ix
HALAMAN PERNYATAAN INTEGRITAS	xi
HALAMAN PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI.....	xiii
RINGKASAN	xv
SUMMARY	xvii
KATA PENGANTAR	xix
DAFTAR ISI.....	xxi
DAFTAR GAMBAR	xxiii
DAFTAR TABEL.....	xxv
BAB 1 PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	2
1.2 Rumusan Masalah	2
1.3 Batasan Masalah.....	2
1.4 Tujuan Penelitian	3
1.5 Manfaat Penelitian	3
1.6 Metode Penelitian.....	3
BAB 2 TINJAUAN PUSTAKA	5
2.1 Baja	5
2.1.1 Jenis – Jenis Baja	5
2.1.2 Sifat Mekanik Baja.....	6
2.2 <i>Baja ASSAB</i>	8
2.3 Annealing	8
2.4 Waktu Tahan (<i> Holding Time</i>)	10
BAB 3 METODOLOGI PENELITIAN.....	13

3.1	Diagram Alir Penelitian.....	13
3.2	Tahapan Persiapan Metode Penelitian.....	14
3.2.1	Studi Literatur.....	14
3.2.2	Persiapan Alat.....	14
3.2.3	Persiapan Bahan	14
3.2.4	Pembuatan Spesimen.....	15
3.2.5	Prosedur Pelaksanaan Penelitian	15
3.3	Pengujian Sifat Mekanik	15
3.3.1	Pengujian Tarik	15
3.3.2	Pengujian Impak.....	17
3.3.3	Pengujian Struktur Mikro	19
BAB 4 HASIL DAN PEMBAHASAN		21
4.1	Komposisi Kimia Baja ASSAB 709M	21
4.2	Hasil Pengujian.....	21
4.2.1	Hasil Pengamatan metalografi.....	22
4.2.2	Hasil Pengujian Kekuatan Impak	24
4.2.3	Hasil Pengujian Kekuatan Tarik.....	28
BAB KESIMPULAN DAN SARAN		33
5.1	Kesimpulan.....	33
5.2	Saran	34
DAFTAR PUSTAKA.....		35

DAFTAR GAMBAR

	Halaman
Gambar 3.1 Diagram Alir Penelitian	13
Gambar 3.2 Dimensi spesimen uji tarik.....	16
Gambar 3.3 Alat Pengujian Tarik Teknik Mesin Universitas Sriwijaya	17
Gambar 3.4 Dimensi Spesimen Uji Impak	18
Gambar 3.5 Alat Pengujian Impak Teknik Mesin Universitas Sriwijaya.....	19
Gambar 3.6 Mikroskop Optik Teknik Mesin Universitas Sriwijaya	20
Gambar 4.1 Hasil Pengamatan 500X Struktur Mikro Baja ASSAB 709M Tanpa perlakuan panas	22
Gambar 4.2 Hasil Pengamatan 500X Struktur Mikro Baja ASSAB 709M <i> Holding Time 30 menit</i>	23
Gambar 4.3 Hasil Pengamatan 500X Struktur Mikro Baja ASSAB 709M <i> Holding Time 60 menit</i>	23
Gambar 4.4 Hasil Pengamatan 500x Struktur Mikro Baja ASSAB 709M <i> Holding Time 90 menit</i>	24
Gambar 4.5 Grafik Hasil Pengujian Impak Metode Charpy Sebelum dan Sesudah Proses <i>Annealing</i>	26
Gambar 4.6 Patahan Hasil Uji Impak Tanpa Perlakuan	27
Gambar 4.7 Patahan Hasil Uji Impak <i>Annealing Holding Time 30 menit</i>	27
Gambar 4.8 Patahan Hasil Uji Impak <i>Annealing Holding Time 60 menit</i>	27
Gambar 4.9 Patahan Hasil Uji Impak <i>Annealing Holding Time 90 menit</i>	28
Gambar 4.10 Grafik Tegangan Maksimum Tanpa Perlakuan dan Setelah Perlakuan	29
Gambar 4.11 Grafik Tegangan Patah Tanpa Perlakuan dan Setelah Perlakuan	30
Gambar 4.12 Grafik Tegangan Luluh Tanpa Perlakuan dan Setelah Perlakuan	30
Gambar 4.13 Grafik Regangan Tanpa Perlakuan dan Setelah Perlakuan	31

DAFTAR TABEL

	Halaman
Tabel 2.1 Komposisi Kimia ASSAB 709M.....	8
Tabel 4.1 Komposisi Kimia Baja ASSAB 709	21
Tabel 4.2 Hasil Pengujian Kekuatan Impak	25
Tabel 4.3 Hasil Pengujian Uji Tarik di Polman Bandung	29

DAFTAR LAMPIRAN

	Halaman
Lampiran Uji Struktur Mikro	39
Lampiran Pengujian Tarik	40
Lampiran Spesimen Uji Tarik	41
Lampiran Grafik Uji Tarik	42
Lampiran Hasil Uji Tarik	44
Lampiran Pengujian Impak	47
Lampiran Spesimen Uji Impak	48
Lampiran Perhitungan Hasil Uji Impak	49
Lampiran Heat Treatment	54
Lampiran Komposisi Kimia	55

BAB 1

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Sebagian masyarakat tau apa itu baja. Baja sering di gunakan masyarakat sebagai bahan industri dan bahan bangunan, karena baja mempunyai beberapa keunggulan dibandingkan dengan bahan konstruksi lainnya, diantaranya dalam masalah daktilitas dan waktu pengerjaannya. Baja juga mempunyai kelemahan diantaranya yaitu rentan terhadap perubahan temperatur, misalkan terkena api secara langsung maka kekuatan leleh dan tarik dari baja tersebut mengalami penurunan secara drastis. Baja yaitu material yang di bentuk dari bahan logam dengan komposisi besi sebanyak 95% atau lebih (Wibawa and Suprpto, 2011).

Baja pada umumnya di kelompokkan atas 2 jenis yaitu: baja karbon (*carbon steel*) dan baja paduan (*alloy steel*).

Baja karbon terdiri dari:

1. Baja karbon rendah (*low carbon steel*).
2. Baja karbon menengah (*medium carbon steel*).
3. Baja karbon tinggi (*high carbon steel*).

Baja paduan terdiri dari:

1. Baja paduan rendah (*low alloy steel*).
2. Baja paduan menengah (*medium alloy steel*).
3. Baja paduan tinggi (*high alloy steel*) (Ansharil, 2017).

Proses *annealing* merupakan proses perlakuan panas untuk menghasilkan perlit yang kasar (*coarse perlite*) tetapi lunak dengan pemanasan sampai *austenisasi* dan didinginkan secara perlahan-lahan dalam tungku pemanas (*furnace*), yang bertujuan untuk memperbaiki ukuran butir serta dalam beberapa hal juga memperbaiki *machinability*. Disamping itu juga pelunakan dilakukan untuk tujuan meningkatkan keuletan dan mengurangi tegangan dalam yang menyebabkan material berperilaku getas (Trihutomo, 2014).

Waktu tahan (*holding time*) dilakukan untuk mendapatkan kekerasan maksimum dari suatu bahan pada proses *hardening* dengan menahan pada

temperatur pengerasan untuk memperoleh pemanasan yang homogen (Margono, 1999).

Pada uraian diatas diambil sebuah penelitian yang berjudul :

“PENGARUH WAKTU TAHAN PADA PROSES ANNEALING BAJA ASSAB 709M TERHADAP SIFAT MEKANIKNYA“

1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan dari latar belakang diatas maka dapat diketahui rumusan masalah yaitu Pengaruh waktu tahan baja assab 709M terhadap kekuatan, ketangguhan, kekerasan dan struktur mikro pada proses *annealing*.

1.3 Batasan Masalah

Adapun batasan masalah dalam penelitian ini, yaitu:

1. Material yang digunakan adalah baja ASSAB 709M.
2. Pengujian menggunakan metode: Uji tarik, uji impak dan struktur mikro.
3. Struktur mikro menggunakan mikroskop optik dan mikroskop elektron.
4. Temperatur *austenite* 850°C.
5. *Holding time* (30,60,90 menit).

1.4 Tujuan Penelitian

Tujuan dilakukan pada penelitian ini yaitu:

1. Mengetahui kadar karbon pada material Baja ASSAB 709M
2. Mengetahui struktur mikro spesimen tanpa perlakuan panas dan dengan perlakuan panas.
3. Mengetahui sifat mekanik pada material baja ASSAB 709M yang telah melalui proses *annealing*

1.5 Manfaat Penelitian

Manfaat yang diperoleh dari penelitian ini, yaitu:

1. Memberikan kontribusi pengetahuan kepada mahasiswa khususnya teknik mesin dalam mengetahui sifat mekanik baja ASSAB 709M melalui proses *annealing*.
2. Sebagai bekal mahasiswa dalam menghadapi dunia kerja yang akan datang.

1.6 Metode Penelitian

Penulis menggunakan beberapa sumber yang digunakan dalam proses pembuatan skripsi ini, yaitu:

1. Studi literatur

Mempelajari dan mengambil data dari berbagai literatur, jurnal, referensi dan media elektronik.

2. Eksperimental

Merupakan percobaan, penelitian, dan pengujian untuk mendapatkan sampel uji beserta data-data di lapangan dan laboratorium.

DAFTAR PUSTAKA

- A.Jalil, S., 2017. Analisa kekuatan impak pada penyambungan pengelasan smaw material ASSAB 705 dengan variasi arus pengelasan. *J. POLIMESIN* 15, 58. <https://doi.org/10.30811/jpl.v15i2.376>
- Afif, F.A., 2017. Pengaruh Proses Normalizing Terhadap Perubahan Kekerasan Pengaruh Proses Annealing Dan Struktur Mikro Pada Pipa Sa 179. *T.A Inst. Teknol. Sepuluh November, Surabaya*.
- Ansharil, I., 2017. Pengaruh Air Hujan Dan Air Laut Terhadap Tingkat Karat Dan Laju Korosi Pada Baja ST 42 1. <https://doi.org/10.1017/CBO9781107415324.004>
- Arkadius, M., 2017. Kaji Sifat Mekanik Dan Struktur Mikro Model Sambungan Las Pada Material Tool Steel Assab Vanadis HQ 705 1, 98–102.
- Istiqlaliyah, H., Rhohman, F., 2017. Pengaruh Variasi Temperatur Annealing Terhadap Kekerasan Sambungan Baja St 37. *J. Tek. Mesin* 5, 10. <https://doi.org/10.22441/jtm.v5i4.1217>
- Karmin, 2009. Pengendalian Proses Pengerasan Baja Dengan Metode Quenching 1, 17–25.
- Loganathan, T.M., Purbolaksono, J., Inayat-Hussain, J.I., Muthaiyah, G., Wahab, N., 2010. Pitting Corrosion Of Triggering Initial Fractures Of Palm Oil Screw Press Machine Shafts 17, 1086–1093. <https://doi.org/10.1016/j.engfailanal.2010.01.002>
- Loganathan, T.M., Purbolaksono, J., Inayat-Hussain, J.I., Wahab, N., 2011. Effects Of Carburization On Expected Fatigue Life Of Alloys Steel Shafts 32, 3544–3547. <https://doi.org/10.1016/j.matdes.2011.02.004>
- Margono, 1999. Pengaruh Perbedaan Waktu Penahanan Suhu Stabil Holding Time Terhadap Kekerasan Logam, 6.
- Priadi, D., 2010. Pengaruh Kecepatan Dan Temperatur Uji Tarik Terhadap Sifat Mekanik Baja S48C. *MAKARA Technol. Ser.* 7, 21–26. <https://doi.org/10.7454/mst.v7i1.137>
- Putri, F.A., Syafri, F.J., Amri, H., 2017. Review Industri Baja 1, 1–13.
- Rohman, H.F., Umardani, Y., Hardjuno, A.T., Jurusan, M., Mesin, T., Teknik, F., Diponegoro, U., Jurusan, D., Mesin, T., Teknik, F., Diponegoro, U., 2014. Pengaruh Proses Heat Treatment Annealing Terhadap Struktur Mikro Dan Nilai Kekerasan Pada Sambungan Las Thermite Baja Np-42. *J. Tek. Mesin Undip* 2, 195–203.

- Sardi, Jokosisworo, Yudo, 2018. Pengaruh Normalizing dengan Variasi Waktu Penahanan Panas (Holding Time) Baja ST 46 terhadap Uji Kekerasan, Uji Tarik, dan Uji Mikrografi 6, 142–149.
- Syahri, B., Putra, Z.A., Helmi, N., 2017. Analisis Kekerasan Baja Assab 705 Yang Diberi Perlakuan Panas Hardening Dan Media Pendingin 17, 17–26. <https://doi.org/10.24036/invotek.v17i1.20>
- Trihutomo, P., 2014. Pengaruh Proses Annealing Pada Hasil Pengelasan Terhadap Sifat Mekanik Baja Karbon Rendah. *J. Tek. Mesin Univ. Negeri Malang* 22, 81–88.
- Wibawa, T.E., Suprpto, 2011. Pengaruh Temperatur Tinggi Terhadap Kekuatan Leleh Dan Kuat Tarik Pada Bahan Baja Melalui Uji Ketahanan Api (Impact Of Fire Temperature To The Yield And Tensile Strength Of Steel Structure) 6, 108–115.