

## **PENGARUH SUHU *TEMPERING* TERHADAP KETAHANAN BENDING DAN STUKTUR MIKRO SAMBUNGAN LAS SMAW BAJA SS400 SETELAH PROSES *QUENCING* DENGAN LARUTAN NaCl**

**Alif Khairur Rizqi**

S1 Pendidikan Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Negeri Surabaya

E-mail : [alifrizqi@mhs.unesa.ac.id](mailto:alifrizqi@mhs.unesa.ac.id)

**Akhmad Hafizh Ainur Rasyid**

Jurusan Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Negeri Surabaya

E-mail : [akhmadrasyid@unesa.ac.id](mailto:akhmadrasyid@unesa.ac.id)

### **Abstrak**

Proses pendinginan digunakan pada suatu logam maupun paduan dapat mempengaruhi sifat-sifat mekanik dari logam maupun paduan tersebut. Salah satu proses pendinginan dapat diberikan pada logam maupun paduan sesudah pengelasan. Proses pendinginan yang dilakukan bertujuan untuk menambah kekerasan logam, namun menghasilkan material yang bersifat getas. Berdasarkan hal tersebut maka dilakukan penelitian ini yang bertujuan untuk mengetahui Pengaruh Suhu Tempering Terhadap Ketahanan Bending dan Stuktur Mikro Sambungan Las SMAW Setelah Quencing Dengan Larutan NaCl. Material yang digunakan dalam penelitian ini adalah baja karbon rendah SS400 kemudian dilakukan proses pengelasan SMAW, setelah proses pengelasan selesai selanjutnya dilakukan proses pendinginan dengan menggunakan larutan NaCl, lalu dipanaskan kembali didalam dapur pemanas. Alat yang digunakan dalam uji struktur mikro dan uji ketahanan bending adalah *Muffle Furnace*, *Olympus Metallurgical Microscope* dan *Bending Testing*. Pengujian pada penelitian ini digunakan untuk mengetahui perubahan struktur mikro ketahanan bending pada sambungan las SMAW baja SS400. Dari hasil pengujian dihasilkan perbedaan ketahanan bending sesudah perlakuan *tempering* dimana ketangguhan material baja SS400 mengalami penurunan di mana hasil pengujian *bending* pada suhu tempering 200°C, 400°C, 600°C didapatkan energi *bending* tertinggi pada suhu 200°C sebesar 47 MPa, pada suhu 400°C sebesar 43,6 MPa, dan suhu 600°C sebesar 41 MPa. Dan terjadi perbedaan stuktur mikro pada suhu tempering 200°C, 400°C, 600°C yang membentuk stuktur *Martensite*, *Martensite Temper*, dan *Bainite*.

**Kata kunci:** Baja SS400, *Tempering*, *Quenching*, struktur mikro, bending.

### **Abstract**

The cooling process used in a metal or alloy can affect the mechanical properties of metals and alloys. One of the cooling processes can be given to metals and alloys after welding. The cooling process carried out aims to increase metal hardness, but produces brittle material. Based on this, this research is conducted which aims to determine the effect of tempering temperature on the resistance of bending and microstructure of the welds of the SMAW connection after quencing with NaCl solution. The material used in this study is SS400 low carbon steel then carried out the SMAW welding process, after the welding process is complete then the cooling process is carried out using a NaCl solution, then reheated in the heating kitchen. The tools used in the microstructure test and bending resistance test are Muffle Furnace, Olympus Metallurgical Microscope and Bending Testing. The test in this study was used to determine changes in the microstructure of bending resistance in SS400 steel SMAW weld joints. From the test results produced differences in bending resistance after the tempering treatment where the toughness of SS400 steel material has decreased where the testing results bending at tempering temperatures 200°C, 400°C, 600°C the highest bending energy obtained at 200°C is 47 MPa, at 400°C at 43.6 MPa, and 600°C at 41 MPa. And there is a difference in microstructure at tempering temperatures 200°C, 400°C, 600°C which forms the *Martensite*, *Martensite Temper*, and *Bainite* structures.

**Keywords:** SS400, tempering, quenching, microstructures, bending.

### **PENDAHULUAN**

Perguruan Tinggi merupakan wadah untuk mempersiapkan mahasiswa untuk menguasai ilmu dan teknologi yang ada. Ilmu dan teknologi yang ada saat ini harus diberikan dan dikuasai oleh mahasiswa dengan baik dengan perantara lembaga berupa Perguruan Tinggi. Oleh

karena itu, sistem pendidikan di Perguruan Tinggi harus sejalan dengan perkembangan Ilmu Pengetahuan Teknologi (IPTEK) dan menyesuaikan dengan kebutuhan dunia kerja khususnya di bidang industri pada saat ini. Sehingga, lulusan perguruan tinggi dapat memiliki

kompetensi di bidang yang memang dibutuhkan oleh dunia industri.

Salah satu Ilmu pengetahuan dan Teknologi (IPTEK) yang mulai berkembang pesat yaitu pengelasan. Pengelasan merupakan bagian yang tidak dapat lepas dari pertumbuhan dan peningkatan industri karena peranannya sangat penting didalam reparasi, kontruksi dan produksi logam. Mulai dari peralatan rumah tangga, dunia otomotif dan konstruksi kesemuanya tidak dapat lepas dari unsur pengelasan.

Teknik pengelasan telah banyak diaplikasikan pada penyambungan logam dengan maksud untuk mendapatkan hasil sambungan yang lebih ringan dan lebih sederhana. Kualitas dari hasil pengelasan sangat dipengaruhi oleh persiapan pelaksanaan dan pengerjaan serta perlakuan pendinginan terhadap logam yang di las. Sehingga untuk mendapatkan hasil sambungan pengelasan yang baik dan berkualitas maka perlu memperhatikan sifat-sifat bahan yang akan di las maupun penelitian tentang perlakuan pendinginan pada logam yang di las sangat mendukung untuk mendapatkan hasil sambungan las yang berkualitas.

Menurut hasil penelitian yang dilakukan oleh Rabiatul Adawiyah, Murdjani, Ahmad Hendrawan (2014) mengatakan, larutan garam (NaCl) berpengaruh dalam kekerasan dan strukturmikro dari pegas daun setelah perlakuan hardening.

Media pendingin yang lazim digunakan untuk mendinginkan spesimen pada proses pengelasan antara lain oli, air, air laut, larutan garam dll. Penggunaan baja karbon rendah sangat banyak digunakan meskipun terbatas pada cara ini yang tidak membutuhkan tegangan Bending dan kekerasan relatif tinggi, hal tersebut dikarenakan harganya relatif murah dan mudah pembentukannya.

Pada era sekarang penggunaan baja karbon rendah mulai banyak dipakai terutama untuk membuat alat-alat perkakas, alat-alat pertanian, komponen-komponen otomotif, konstruksi, dan alat-alat rumah tangga. Baja karbon rendah biasanya digunakan dalam bentuk pelat, profil, sekrup, ulir dan baut.

Untuk memperluas penggunaan baja karbon rendah, diperlukan peningkatan sifat mekaniknya, salah satu baja karbon rendah yang sangat sering kita jumpai dilapangan adalah SS400. Salah satu aplikasi baja SS400 dilapangan adalah pada konstruksi baik pada tower mapuan pada kendaraan. Dalam penyambungannya plat SS400 pada konstruksimemakai metode pengelasan. Di lapangan sambungan las sering mengalami pengaruh gaya dari luar berupa tekanandan korosi. Salah satu alternatif untuk perbaikan sifat mekanik baja karbon rendah adalah dengan metode perlakuan pendinginan agar peningkatan

kekerasan dapat dicapai dengan harapan penggunaan baja karbon rendah menjadi lebih luas.

Pada saat study kasus di lapangan ditemukan sambungan pada pengelasan mempunyai kelemahan setelah di quenching yaitu nilai kekerasan yang semakin tinggi akan tetapi material menjadi getas, sehingga mudah terjadi kegagalan dalam proses operasinya. Jenis kegagalan yang sering terjadi adalah deformasi dan pecah.

Berdasarkan permasalahan diatas peneliti tergerak untuk membuat suatu penelitian berjudul “Pengaruh Suhu Tempering Terhadap Ketahanan Bending dan Stuktur Mikro Sambungan Las SMAW baja SS400 Setelah Quenching Dengan Larutan NaCl” yang bertujuan untuk mengetahui pengaruh variasi suhu tempering yang ideal digunakan setelah material setelah di quenching.

## METODE

### Jenis Penelitian

Pada penelitian ini penulis menggunakan jenis penelitian eksperimen (*experimental research*). Penelitian eksperimen dapat diartikan sebagai metode penelitian yang digunakan untuk mencari pengaruh perlakuan tertentu terhadap yang lain dalam kondisi yang terkendalikan (Sugiyono, 2014).

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh suhu tempering pada sambungan las SMAW baja SS400 setelah di quenching dengan Larutan NaCl terhadap ketahanan bending dan dilakukan pengamatan sambungan spesimen melalui foto mikro.

### Tempat dan Waktu Penelitian

- Tempat penelitian

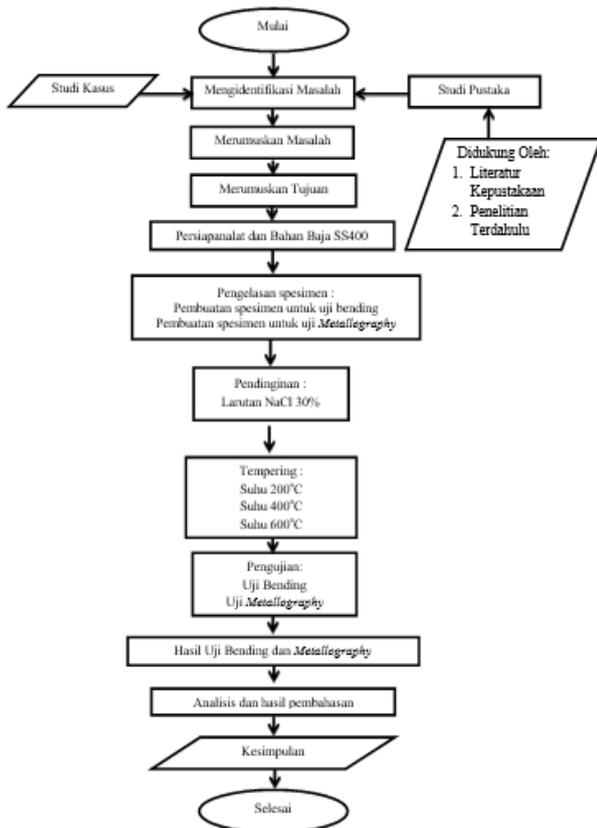
Penelitian ini dilaksanakan di dua tempat, pembuatan spesimen di Laboratorium Fabrikasi, Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Negeri Surabaya dan pengujian Bending di Laboratorium Pengujian Bahan, Jurusan Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Brawijaya Malang.

- Waktu Penelitian

Penelitian dilaksanakan membutuhkan waktu selama 4 bulan dilaksanakan pada bulan September 2018 hingga Desember 2018.

## Rancangan Penelitian

### • Flowchart Penelitian



Gambar 1. Flowchart Penelitian

## Pengujian Bending

Proses pengambilan data.

- Memasang spesimen uji pada alat uji Bending.
- Menyiapkan lembar pengambilan data pengujian.
- Atur beban dan berikan beban secara kontinu.
- Amati dan catat hasil pengujian pada lembar pengujian yang berupa beban dan pergeseran hingga spesimen terjadi kegagalan.
- Matikan alat uji.
- Lepas spesimen.
- Pasangkan spesimen uji yang selanjutnya pada alat uji Bending.
- Ulangi langkah diatas hingga seluruh spesimen teruji.

Proses perhitungan.

Dari data yang diperoleh tiap spesimen yang menunjukkan beban dan pergeseran dari spesimen setelah dilakukan pengujian. Dilakukan perhitungan dari data hasil pengujian berupa beban untuk mendapatkan tegangan dengan perhitungan sebagai berikut :

Adapun rumus penghitungannya yaitu:

$$\sigma_f = \frac{3 PL}{2 b d^2} \quad .(1)$$

$\sigma_f$  = Tegangan lengkung (kgf/mm<sup>2</sup>)

P= beban atau Gaya yang terjadi (kgf)

L= Jarak point (mm)

b= lebar benda uji (mm)

d= Ketebalan benda uji (mm)

## Pengamatan Foto Mikro

Pengamatan tersebut dilakukan terhadap spesimen yang telah diproses sehingga bisa diamati dengan pembesaran tertentu. Penyelidikan mikrostruktur berkisar 10<sup>6</sup>cm (batas kemampuan elektron mikroskop hingga 10<sup>2</sup>cm batas kemampuan manusia) biasanya objek pengamatan yang digunakan 105cm atau pembesaran 5000 – 30000 kali mikroskop elektron dan 103cm atau order pembesaran 100 – 1000 kali mikroskop optik.

## Variabel Penelitian

Variabel penelitian adalah segala sesuatu yang berbentuk apa saja yang ditetapkan oleh peneliti untuk dipelajari sehingga diperoleh informasi tentang hal tersebut, kemudian diBending kesimpulannya “(Sugiyono, 2016)

- Variabel bebas yang digunakan dalam penelitian ini adalah variasi suhu tempering pada yaitu 200°C, 400°C, 600°C.
- Variabel terikat yang dilakukan pada penelitian ini diantaranya:
  - Nilai Bending pada sambungan pengelasan baja SS400
  - Struktur mikro Sambungan
- Variabel kontrol dalam penelitian ini adalah :
  - Parameter pengelasan.
  - Baja SS400
  - Kadar NaCl dalam larutan 30%
  - Parameter waktu penahanan tempering

## Bahan, Alat, dan Instrumen Penelitian

Bahan yang digunakan dalam penelitian adalah sebagai berikut :

- Baja SS400
- Elektroda E7016 JIS

Alat yang digunakan dalam penelitian ini adalah :

- APD alat pelindung diri
- Tang
- Kertas amplas
- Gerinda
- Kain majun
- Sarung tangan
- Las SMAW
- Dapur pemanas tempering

## Teknik Analisis Data

Teknik analisis data yang digunakan untuk menganalisa data pada penelitian ini adalah statistika deskriptif

kuantitatif. “Teknik analisis data ini, dilakukan dengan cara menelaah data yang diperoleh dari eksperimen, dimana hasilnya berupa data kuantitatif yang akan dibuat dalam bentuk tabel dan ditampilkan dalam bentuk grafis. Langkah selanjutnya adalah mendeskripsikan atau menggambarkan data tersebut sebagaimana adanya dalam bentuk kalimat yang mudah dibaca, dipahami, dan dipresentasikan sehingga pada intinya adalah sebagai upaya memberi jawaban atas permasalahan yang diteliti” (Sugiyono, 2014).

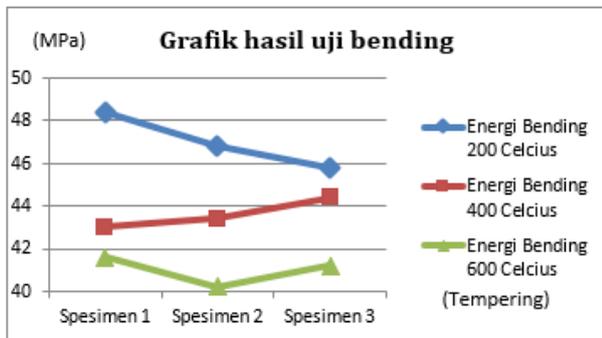
**HASIL DAN PEMBAHASAN**

**Hasil Pengujian Bending**

Tabel 1. Hasil Uji Bending Komposit *Hybrid*

Perlakuan Panas	Beban Mesin Bending (kN)	Tekanan Bending (MPa)		
		Spesimen 1	Spesimen 2	Spesimen 3
T-200°C	100	48,4	46,8	45,8
T-400°C	100	43	43,4	44,4
T-600°C	100	41,6	40,2	41,2

Data hasil pengujian Bending ditampilkan pada grafik dibawah ini



Gambar 2. Grafik Kekuatan Bending



Gambar 3. Hasil Uji Bending Spesimen 200°C

Pada spesimen tempering 200°C mengalami patahan granular (getas) karena patahan yang datar tidak berserat dan memberikan cahaya pantul (mengkilat).



Gambar 4. Hasil Uji Bending Spesimen 400°C

Pada spesimen tempering 400°C mengalami sedikit patahan granular (getas) dan fibrous fracture (ulet) karena patahan yang sedikit memiliki serat.



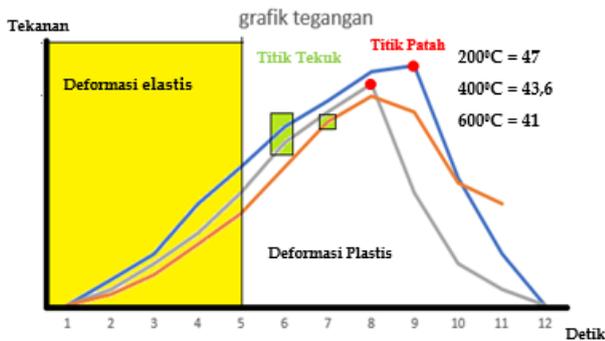
Gambar 5. Hasil Uji Bending Spesimen 600°C

Pada spesimen tempering 600°C mengalami patahan fibrous fracture (ulet) karena permukaan patahan berserat yang berbentuk dimpel.

Pengujian Bending dilaksanakan di laboraturium pengujian bahan jurusan teknik mesin universitas brawijaya menggunakan alat uji *Universal Testing Machine* dengan spesifikasi beban maksimal 100 kN. Data yang didapat dari *Universal Testing Machine* berupa data beban maksimum.

Dari grafik diatas dapat kita lihat hasil pengaruh perlakuan pada sambungan las plat SS400 terhadap hasil pengujian *bending*. Hasil di atas didapatkan nilai bending dari suhu 200°C yang memiliki nilai 46,8 MPa, 46,8 MPa, 45,8 MPa. Pada suhu 400°C didapatkan 43 MPa, 43,4 MPa, dan 44,4 MPa. Pada suhu 600°C didapatkan 41,6 MPa, 40,2 MPa, 41,2 MPa.

$$= 1,6884 \text{ Nm/mm}^2$$



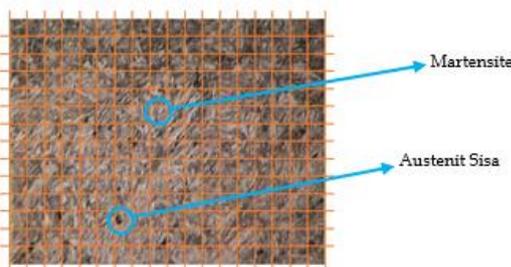
Gambar 6. Grafik Tegangan Regang Uji Bending

Perbedaan suhu tempering mempengaruhi tegangan hasil uji bending sambungan las dari gambar 4.7 di ketahui bahwasannya tempering pada suhu 200°C sambungan mulai menekuk pada detik ke 6 lalu mengalami patah ketika di tekan pada tekanan rata-rata 47 MPa pada detik ke 9. Tempering suhu 400°C benda mulai menekuk pada detik ke 6 lalu mengalami patah ketika ditekan pada tekanan maksimum rata-rata 43,6 MPa pada detik ke 8. Tempering suhu 600°C mulai menekuk pada detik ke 7 lalu mampu menahan tekanan maksimum 41 MPa pada detik ke 8 membentuk sudut 165°, akan tetapi mengalami keretakan pada sambungan. Beban maksimum uji bending ditandai oleh 3 ciri yaitu patah, retak, dan material membentuk “U”. Setelah penekanan maksimum, otomatis mesin akan kembali pada keadaan awal.

### Hasil Pengamatan Struktur Mikro

Perhitungan komposisi struktur menggunakan perbandingan jumlah kotak, dimana didalam 1 kotak (didalamnya ada ¼ struktur maka dihitung 1 bentuk mikro struktur) mewakili bentuk mikro struktur didalam kotak tersebut, lalu dihitung secara keseluruhan dengan rumus:

$$\frac{\text{jumlah kotak struktur}}{\text{jumlah kotak keseluruhan}} \times 100\% \quad (2)$$

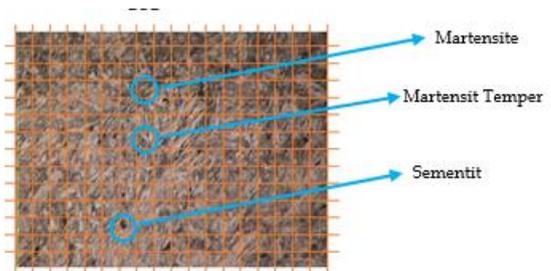


Gambar 7. Struktur Mikro 200°C

Perhitungan komposisi mikro struktur 200°C

Martensite 91,6%

Austenit sisa 8,4 %



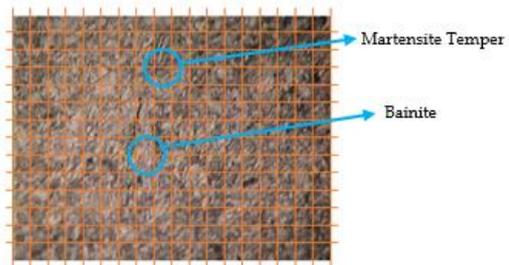
Gambar 8. Struktur Mikro 400°C

Perhitungan komposisi mikro struktur 400°C

Martensit Temper 85,7%

Martensit 5,5 %

Sementit 8 %



Gambar 9. Struktur Mikro 600°C

Perhitungan komposisi mikro struktur 600°C

Martensit temper 44,4 %

Bainit 55,6%

Dari perhitungan prosentase struktur mikro sambungan las SMAW baja SS400 yang telah di tempering dengan suhu 200°C, 400°C, 600°C. Menunjukkan struktur martensit sebanyak 91,6% pada suhu 200°C, martensit temper sebanyak 85,7% pada suhu 400°C, dan bainit sebanyak 55,6% pada suhu 600°C.

### PENUTUP

#### Simpulan

Dari hasil penelitian proses *tempering* pada sambungan las SMAW baja SS400 setelah di quenching dengan larutan NaCl yang uji *bending* dan *Metallografi* diperoleh hasil sebagai berikut:

- Suhu *tempering* berpengaruh terhadap ketahanan bending sambungan Las SMAW baja SS400 di mana hasil pengujian *bending* pada suhu tempering 200°C yang memiliki nilai tertinggi 48,4 Mpa dan terendah 45,8 MPa. Pada suhu 400°C yang memiliki nilai tertinggi 44,4 MPa dan terendah 43 MPa. Pada suhu 600°C yang memiliki nilai tertinggi 41,6 MPa dan terendah 40,2 MPa.
- Suhu *tempering* berpengaruh terhadap stuktur mikro sambungan Las SMAW baja SS400, pada suhu 200°C membentuk stuktur *Martensite*, pada suhu 400°C yang membentuk stuktur *Martensite Temper*, dan pada suhu 600°C yang membentuk stuktur *Bainite*.

### Saran

Berdasarkan kesimpulan penelitian diatas, merekomendasikan beberapa saran sebagai berikut:

- Diharapkan pada penelitian berikutnya variasi mengenai holding time supaya di dapatkan variasi lama *holding time* yang dapat menghomogenkan struktur sambungan las SMAW pada baja SS400.
- Perlu di lakukan pengujian yang lain untuk mengetahui kekuatan mekanik yang lain.
- Perlu di lakukan penambahan variasi pendinginan pada proses *quenching* pada sambungan las SMAW baja SS400.

Tim Penulis. 2014. *Buku Pedoman Penulisan Skripsi Universitas Negeri Surabaya*. Surabaya: Universitas Negeri Surabaya.

### DAFTAR PUSTAKA

- Adawiyah *et al.* 2014 Pengaruh Perbedaan Media Pendingin Terhadap Struktur Mikro Dan Kekerasan Pegas Daun Dalam Proses *Hardening*. Jurnal POROS TEKNIK
- Arifin, M., dan Suhala. 1997. *Bahan Galian Industri*. Bandung: Pusat penelitian dan Pengembangan Teknologi Mineral.
- Arto B. dan Kimar Turnip. 2015. Pengaruh Quenching Dan Media Pendingin Terhadap Sifat Fisis Dan Mekanik Baja Paduan  $FE_{97,99}MN_{1,60}C_{0,41}$ . Jakarta: Program Studi Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Kristen Indonesia.
- Aziza, Yuliana. 2012. Pengaruh Kadar Garam Dapur (NaCl) dalam Media Pendingin terhadap Tingkat Kekerasan pada Proses Pengerasan Baja St60. Malang: Skripsi Jurusan Teknik Mesin - Fakultas Teknik UM.
- Harsono, Wiryosumarto.2004. *Teknologi Pengelasan Logam*. Jakarta: Pradnya Paramita.
- Musaikan. 1997. *Diklat Kuliah Teknik Las*. Surabaya: Institut Teknologi Sepuluh November Surabaya.
- Sonawan H., dan Suratman R. 2006. *Pengantar untuk memahami Proses Pengelasan Logam II*. Bandung: CV Alfabeta
- Sugiyono. 2012. Metode Penelitian Pendidikan Pendekatan Kuantitatif, Kualitatif, dan R&B. Bandung: Alfabeta
- Sukmadinata. 2012. Metode Penelitian Pendidikan, Cetakan Kedelapan. Bandung: Remaja Rosdakarya.
- Sunaryo, Heri. 2008. *Teknik pengelasan Kapal Jilid II*. Jakarta: Direktorat Pembinaan sekolah menengah kejuaruan direktorat jendral manajemen pendidikan dasar dan menengah.
- Surdia Tata, Shinroku Saito. 2000. Pengetahuan Bahan Teknik Cetakan Kelima, Jakarta: Pradnya Paramita.

