

PENGARUH *PREHEAT* MATERIAL ST-41, VARIASI ARUS DAN REKONDISI ELEKTRODA E7018 TERHADAP STRUKTUR MIKRO DAN KEKERASAN HASIL LAS

Ratih Milawati Ningrum

S1 Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Negeri Surabaya
e-mail: ratihningrum@mhs.unesa.ac.id

Yunus

Jurusan Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Negeri Surabaya
e-mail: yunus@unesa.ac.id

Abstrak

Tujuan penelitian ini untuk mengetahui nilai kekerasan dan struktur mikro material ST-41 yang dilas menggunakan las SMAW dengan *preheat* dan tanpa *preheat* menggunakan variasi arus 70A, 100A dan 130A serta rekondisi elektroda E7018. Metode penelitian adalah eksperimen dengan 18 spesimen uji. Uji kekerasan dilakukan dengan uji *rockwell* dan uji struktur mikro dilakukan dengan uji metalografi perbesaran 200x. Uji statistik menggunakan ANOVA dilanjutkan uji-T dengan SPSS IBM versi 25. Struktur mikro daerah *base metal*, HAZ dan las pada spesimen uji tanpa *preheat* dengan arus 70A, 100A dan 130A, arus 70A didominasi perlit yang menyebabkan material keras dan arus 100A didominasi ferit yang menyebabkan material lunak sedangkan dengan perlakuan *preheat*, arus 70A didominasi perlit yang menyebabkan material keras dan arus 130A didominasi butiran ferit yang menyebabkan material lunak. Pengujian kekerasan *rockwell* pada spesimen uji tanpa *preheat*, nilai kekerasan tertinggi *base metal* sebesar 93,33 HRC pada arus 100A dan nilai kekerasan terendah sebesar 89,05 HRC pada arus 130A. Nilai kekerasan tertinggi HAZ sebesar 97,61 HRC pada arus 130A dan nilai kekerasan terendah sebesar 93,88 HRC pada arus 100A. Nilai kekerasan tertinggi daerah las sebesar 102,23 HRC pada arus 130A dan nilai kekerasan terendah sebesar 96,78 HRC pada arus 100A. Pada spesimen uji dengan *preheat*, nilai kekerasan tertinggi *base metal* sebesar 90,58 HRC pada arus 70A dan nilai kekerasan terendah sebesar 89,07 HRC pada arus 100A. Nilai kekerasan tertinggi HAZ sebesar 97,17 HRC pada arus 100A dan nilai kekerasan terendah sebesar 94,41 HRC pada arus 70A. Nilai kekerasan tertinggi daerah las sebesar 104,61 HRC pada arus 70A dan nilai kekerasan terendah sebesar 96,28 HRC pada arus 130A.

Kata Kunci : Variasi Arus, *Preheat*, Rekondisi Elektroda, Nilai Kekerasan dan Struktur Mikro.

Abstract

The purpose of this study was to determine the hardness value and microstructure of the ST-41 material welded using SMAW welding with preheat and without preheat using 70A, 100A and 130A current variations and reconditioning of the E7018 electrode. The research method was an experiment with 18 test specimens. Hardness test is done by rockwell test and microstructure test is done by 200x magnification metallographic test. Statistical test using ANOVA continued T-test with IBM SPSS version 25. Microstructure of base metal, HAZ and welding regions in test specimens without preheat with currents 70A, 100A and 130A, 70A current is dominated by pearlite which causes hard material and 100A current is dominated by ferrite. cause soft material whereas with preheat treatment, 70A current is dominated by pearlite which causes hard material and 130A current is dominated by ferrite granules which causes soft material. Rockwell hardness testing on test specimens without preheat, the highest base metal hardness value was 93.33 HRC at 100A current and the lowest hardness value was 89.05 HRC at 130A current. The highest HAZ hardness value was 97.61 HRC at 130A current and the lowest hardness value was 93.88 HRC at 100A current. The highest hardness value of welding area is 102.23 HRC at 130A current and the lowest hardness value is 96.78 HRC at 100A current. In the preheat test specimen, the highest base metal hardness value was 90.58 HRC at 70A current and the lowest hardness value was 89.07 HRC at 100A current. The highest HAZ hardness value was 97.17 HRC at 100A current and the lowest hardness value was 94.41 HRC at 70A current. The highest hardness value of welding area is 104.61 HRC at 70A current and the lowest hardness value is 96.28 HRC at 130A current.

Keywords : Flow Variation, Preheat, Electrode Recondition, Hardness Value and Micro Structur

PENDAHULUAN

Perkembangan teknologi di era modern menuntut semua pihak untuk melakukan peningkatan kualitas dalam segala hal, terutama dalam hal hasil produksi maupun konstruksi. Dalam dunia produksi dan konstruksi tentunya berhubungan dengan pengelasan.

pengelasan. Proses pengelasan juga sangat berpengaruh terhadap kualitas hasil.

Pengelasan adalah proses penyambungan antara dua bagian logam atau lebih dengan menggunakan energi panas, maka logam yang disekitar daerah las

mengalami perubahan struktur metalurgi, deformasi dan tegangan termal (Anang Setiawan, 2006 : 57). Dalam proses pengelasan banyak hal yang harus diperhatikan seperti besar arus yang digunakan dan elektroda yang digunakan.

Dalam dunia pengelasan, ada macam-macam pengelasan yang bisa digunakan yaitu SMAW (*Shielded Metal Arc Welding*), GMAW/MIG (*Gas Metal Arc Welding*)/(Metal Active Gas), SAW (*Submerged Arc Welding*), FCAW (*Flux Core Arc Welding*) dan GTAW/TIG (*Gas Tungsten Arc Welding*)/(Tungsten Inert Gas). Pengelasan yang sering digunakan dalam dunia konstruksi secara umum adalah pengelasan dengan menggunakan metode pengelasan dengan busur nyala logam terlindung atau biasa disebut *Shielded Metal Arc Welding* (SMAW). Metode SMAW banyak digunakan pada masa ini karena penggunaannya lebih praktis, lebih mudah pengoperasiannya, dapat digunakan untuk segala macam posisi pengelasan dan lebih efisien (Abdul Hamid, 2016 : 27).

Besar arus yang digunakan perlu diperhatikan pada saat melakukan pengelasan. Hal ini disebabkan besar arus yang digunakan akan mempengaruhi hasil pengelasan. Apabila saat pengelasan menggunakan arus yang terlalu rendah maka busur listrik akan sulit untuk menyala dan akan menyebabkan elektroda yang digunakan tidak meleleh dengan sempurna. Hasil pengelasan dengan arus rendah, pada materialnya akan muncul rigi-rigi dan permukaan hasil menjadi tidak rata. Apabila arus yang digunakan terlalu besar, elektroda akan mencair dengan cepat sehingga menyebabkan permukaan material yang dilas akan melebar.

Santoso Joko (2006 : 78) pada penelitiannya menyebutkan pengelasan SMAW menggunakan elektroda E7018 sebaiknya menggunakan arus mulai dari 115A sampai 165A. Kekerasan material tertinggi didapatkan pada arus pengelasan 130A. Penelitian ini kemudian dilanjutkan oleh Hamid Abdul (2016 : 26) yang menguraikan bahwa pada penelitiannya menggunakan pengelasan SMAW dengan arus yang lebih rendah yaitu 70A, 75A, 80A, elektroda E7018 dan menggunakan material S355JO yang merupakan baja karbon rendah. Dari penelitian tersebut didapatkan hasil kekerasan material pada arus pengelasan 70A lebih tinggi daripada 75A dan 80A. Kedua penelitian ini hasilnya belum bagus karena keduanya turut menyebutkan perlu adanya pemanasan elektroda sebelum digunakan untuk mengurangi hidrogen pada *flux* yang dapat menyebabkan kualitas hasil las jelek.

Mengacu pada permasalahan tersebut, Tarmizi (2013 : 124) menjelaskan bahwa pemanasan awal

kawat las hidrogen rendah merupakan syarat yang harus dipenuhi untuk menghindari terjadinya retak dingin pada logam las. Penelitian ini menggunakan suhu pemanasan awal pada kawat las hidrogen rendah sebesar 350°C dan menghasilkan kandungan hidrogen yang sangat rendah yaitu sebesar 6ml/100g.

Preheat atau pemanasan awal pada material sebelum pengelasan juga berpengaruh pada hasil pengelasan terutama pada presentase karbon.

Heru Saputro (2011 : 45) dalam penelitiannya menyimpulkan ada perbedaan pada logam induk setelah mengalami *preheat* menunjukkan 0,504% karbon bila dibandingkan dengan raw material yang hanya sebesar 0,40% karbon. Sedangkan pada logam las setelah mengalami *preheat* menunjukkan hasil sebesar 0,115% karbon.

Eddy Gunawan (2017 : 117) pada penelitiannya menjelaskan proses pemanasan awal material ST-41 dengan cara *hardening* (pengerasan) menggunakan temperature 650°C, 750°C, 850°C dan holding time 30 menit. Pada penelitian ini diperoleh hasil kekerasan terbaik yaitu sebesar 324 HV pada temperatur 850°C.

Berdasarkan penelitian terdahulu yang telah diuraikan di atas, dapat ditarik kesimpulan bahwa untuk mendapatkan hasil pengelasan SMAW menggunakan elektroda E7018 diameter 3,2 mm dengan kualitas kekerasan dan struktur mikro yang baik dan sesuai dipengaruhi oleh beberapa faktor, yaitu kuat arus pengelasan yang digunakan, *preheat* material sebelum dilas dan adanya rekondisi elektroda yang digunakan.

Dari uraian diatas maka, penelitian ini mengambil judul “Pengaruh *Preheat* pada Material ST-41 Variasi Arus dan Rekondisi Elektroda E7018 Terhadap Struktur Mikro dan Kekerasan Hasil Las”.

Rumusan Masalah

Rumusan masalah pada penelitian ini adalah:

- Bagaimana struktur mikro hasil las ST-41 yang dilakukan pengelasan dengan variasi arus dan rekondisi elektroda E7018 pada material yang diberi *preheat* dan tanpa *preheat* ?
- Bagaimana pengaruh *preheat* pada material ST-41 variasi arus dan rekondisi elektroda E7018 terhadap nilai kekerasan material hasil las ?

Tujuan Penelitian

Tujuan penelitian ini adalah untuk mengetahui:

- Untuk mengetahui struktur mikro hasil las ST-41 yang dilakukan pengelasan dengan variasi arus dan rekondisi elektroda E7018 pada material yang diberi *preheat* dan tanpa *preheat*.

- Untuk mengetahui pengaruh *preheat* pada material ST-41 variasi arus dan rekondisi elektroda E7018 terhadap nilai kekerasan material hasil las.

METODE

Jenis Penelitian

Jenis penelitian yang digunakan adalah kuantitatif dan metode yang digunakan adalah eksperimen yang bertujuan untuk mengetahui pengaruh nilai kekerasan dan struktur mikro material baja ST-41 dengan menggunakan :

- Metode pengujian kekerasan *rockwell* skala HRC
- Pengujian struktur mikro material baja ST-41.

Tempat dan Waktu Penelitian

- Tempat Penelitian ini dilaksanakan di beberapa tempat, yaitu: Proses pengelasan di Laboratorium Pengelasan Universitas Negeri Surabaya sedangkan uji kekerasan dan uji struktur mikro dilakukan di Universitas Jember.
- Waktu
Waktu penelitian dilakukan pada bulan Maret – Juli 2019.

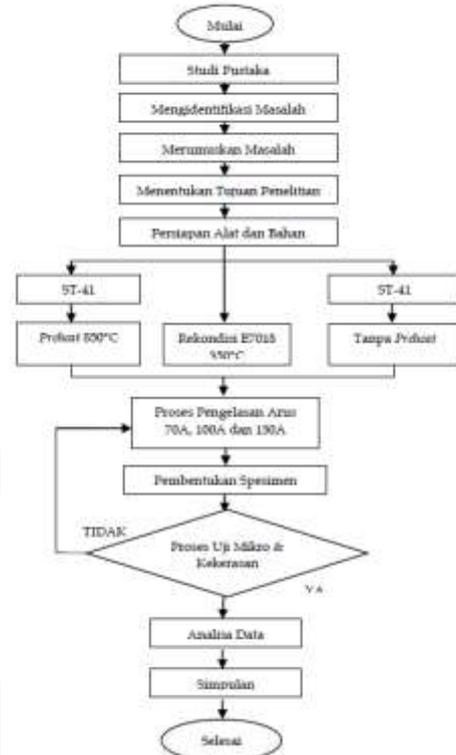
Objek Penelitian

Objek penelitian ini adalah hasil pengelasan material ST-41 menggunakan variasi arus dengan adanya *preheat* dan tanpa *preheat*.

Variabel Penelitian

- Variabel Bebas
 - Variasi arus pengelasan 70A, 100A dan 130A.
- Variabel Terikat
 - Variabel terikat pada penelitian ini adalah hasil struktur mikro dan nilai kekerasan material ST-41 menggunakan variasi arus dan rekondisi elektroda E7018 dengan *preheat* dan tanpa *preheat*.
- Variabel Kontrol
 - Jenis material yang digunakan adalah baja karbon rendah ST-41.
 - Jenis elektroda yang digunakan adalah elektroda terbungkus E7018 diameter 3,2 mm.
 - Temperatur untuk *preheat* material (*hardening*) adalah 850°C dengan *holding time* 30 menit.
 - Temperatur rekondisi elektroda adalah 350°C dengan *holding time* 1 jam.
 - Metode pengujian kekerasan *Rockwell* skala HRC dengan standar pengujian ASTM A370-12 2012 dan indentor intan.

Flowchart Penelitian



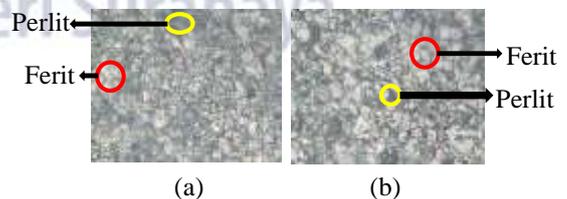
Gambar 1. Flowchart penelitian

Teknik Analisis Data

Penelitian ini menggunakan metode analisis deskriptif asosiatif yang bertujuan untuk mengetahui hubungan dua variabel atau lebih. Dalam penelitian ini, dapat dibangun suatu teori yang dapat berfungsi untuk menjelaskan, meramalkan dan mengontrol suatu gejala (Sugiono, 2014:55).

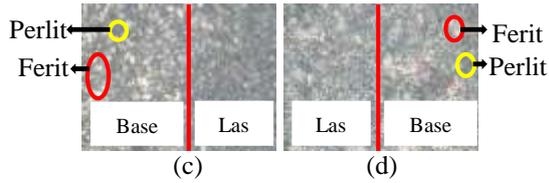
HASIL DAN PEMBAHASAN

- Pengujian struktur mikro bertujuan untuk mengetahui ferit dan perlit pada material yang diuji. Hasil uji struktur mikro adalah sebagai berikut :



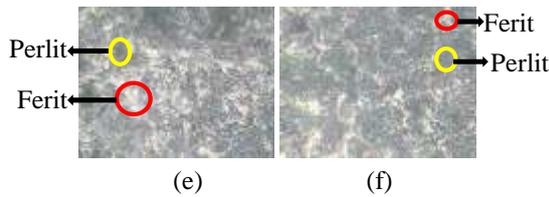
Gambar 2

Struktur Mikro Base Metal (a) 70A tanpa *preheat* dan (b) 70A *preheat*



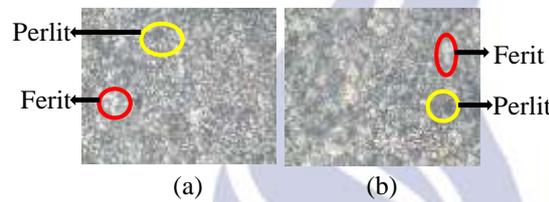
Gambar 3

Struktur Mikro HAZ (c) 70A tanpa *preheat* dan (d) 70A *preheat*



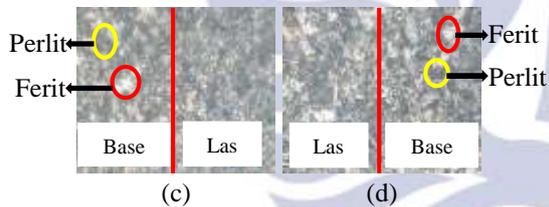
Gambar 4

Struktur Mikro Las (e) 70A tanpa *preheat* dan (f) 70A *preheat*



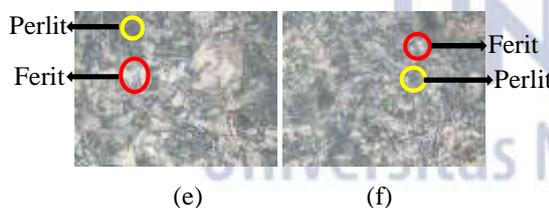
Gambar 5

Struktur *Base Metal* (a) 100A tanpa *preheat* dan (b) 100A *preheat*



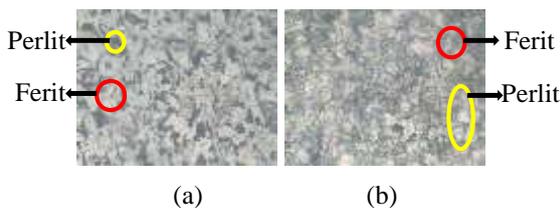
Gambar 6

Struktur HAZ (c) 100A tanpa *preheat* dan (d) 100A *preheat*



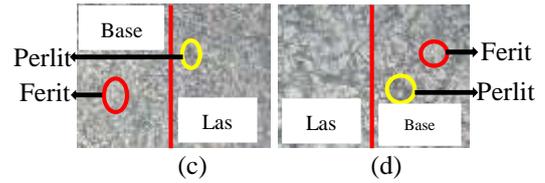
Gambar 7

Struktur Las (e) 100A tanpa *preheat* dan (f) 100A *preheat*



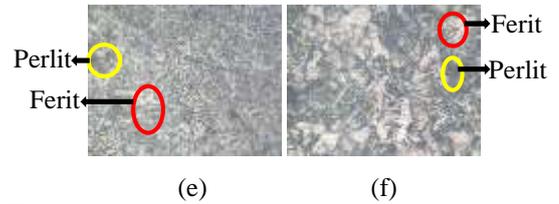
Gambar 8

Struktur *Base Metal* (a) 130A tanpa *preheat* dan (b) 130A *preheat*



Gambar 9

Struktur HAZ (c) 130A tanpa *preheat* dan (d) 130A *preheat*



Gambar 10

Struktur Las (e) 130A tanpa *preheat* dan (f) 130A *preheat*

Pada arus pengelasan 70A didominasi butiran perlit yang menyebabkan material keras dan pada arus pengelasan 100A didominasi butiran ferit yang menyebabkan material lunak. Sedangkan dengan perlakuan *preheat*, pada arus pengelasan 70A didominasi butiran perlit yang menyebabkan material keras dan pada arus pengelasan 130A didominasi butiran ferit yang menyebabkan material lunak.

- Pengujian kekerasan *Rockwell* bertujuan untuk mengetahui kekerasan material hasil las tanpa perlakuan *preheat* dan dengan perlakuan *preheat*.

Tabel 1
Rata-Rata Total Hasil Uji Kekerasan

BASE		HAZ		LAS	
Tanpa Preheat	Preheat	Tanpa Preheat	Preheat	Tanpa Preheat	Preheat
93.13	90.58	97.54	94.41	101.32	104.61
93.33	89.07	93.88	97.17	96.78	97.95
89.05	89.11	97.61	95.33	102.23	96.28

Keterangan : ● Arus Pengelasan 70A
● Arus Pengelasan 100A
● Arus Penelasan 130A

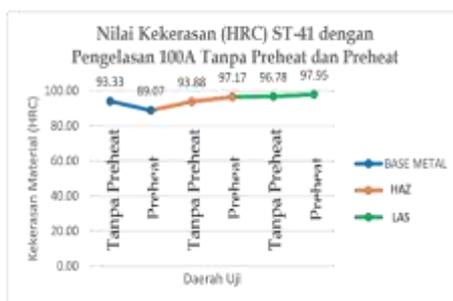
Pengaruh *Preheat* ST-41, Variasi Arus dan Rekondisi Elektroda E7018 Terhadap Struktur Mikro dan Kekerasan Hasil Las



Gambar 11

Grafik Nilai Kekerasan ST-41 dengan Pengelasan Arus 70A Tanpa *Preheat* dan *Preheat*

Pada pengelasan dengan arus 70A, nilai kekerasan material tanpa perlakuan *preheat* sebelum pengelasan pada daerah *base metal* sebesar 93,13 HRC, HAZ sebesar 97,54 HRC dan daerah las sebesar 101,32 HRC. Setelah diberi perlakuan *preheat* sebelum pengelasan, nilai kekerasan *base metal* turun menjadi 90,58 HRC, daerah HAZ turun menjadi 94,41 HRC dan daerah las naik menjadi 104,61 HRC.

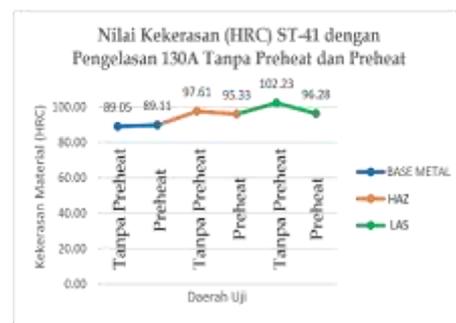


Gambar 12

Grafik Nilai Kekerasan ST-41 dengan Pengelasan Arus 100A Tanpa *Preheat* dan *Preheat*

Pada pengelasan dengan arus 100A, nilai kekerasan material tanpa perlakuan *preheat* sebelum pengelasan

pada daerah *base metal* sebesar 93,33 HRC, daerah HAZ sebesar 93,88 HRC dan daerah las sebesar 96,78 HRC. Setelah diberi perlakuan *preheat* sebelum pengelasan, nilai kekerasan *base metal* turun menjadi 89,07 HRC, daerah HAZ naik menjadi 97,17 HRC dan daerah las naik menjadi 97,95 HRC.



Gambar 13

Grafik Nilai Kekerasan ST-41 dengan Pengelasan Arus 130A Tanpa *Preheat* dan *Preheat*

Pada pengelasan dengan arus 130A, nilai kekerasan material tanpa perlakuan *preheat* sebelum pengelasan pada daerah *base metal* sebesar 89,05 HRC, HAZ sebesar 97,61 HRC dan daerah las sebesar 102,23 HRC. Setelah diberi perlakuan *preheat* sebelum pengelasan, nilai kekerasan *base metal* naik menjadi 89,11 HRC, daerah HAZ turun menjadi 95,33 HRC dan daerah las turun menjadi 96,28 HRC.

PENUTUP
Simpulan

Berdasarkan hasil penelitian, pengaruh *preheat* material ST-41, variasi arus dan rekondisi elektroda E7018 terhadap struktur mikro dan kekerasan hasil las adalah sebagai berikut:

- Struktur mikro daerah *base metal*, HAZ dan las pada spesimen uji tanpa *preheat* dengan arus 70A, 100A dan 130A, arus 70A didominasi perlit yang menyebabkan material keras dan arus 100A didominasi ferit yang menyebabkan material lunak sedangkan dengan perlakuan *preheat*, arus 70A didominasi perlit yang menyebabkan material keras dan arus 130A didominasi butiran ferit yang menyebabkan material lunak.

- Pengujian kekerasan *rockwell* pada spesimen uji tanpa *preheat*, nilai kekerasan tertinggi *base metal* sebesar 93,33 HRC pada arus 100A dan nilai kekerasan terendah sebesar 89,05 HRC pada arus 130A. Nilai kekerasan tertinggi HAZ sebesar 97,61 HRC pada arus 130A dan nilai kekerasan terendah sebesar 93,88 HRC pada arus 100A. Nilai kekerasan tertinggi daerah las sebesar 102,23 HRC pada arus 130A dan nilai kekerasan terendah sebesar 96,78 HRC pada arus 100A. Pada spesimen uji dengan *preheat*, nilai kekerasan tertinggi *base metal* sebesar 90,58 HRC pada arus 70A dan nilai kekerasan terendah sebesar 89,07 HRC pada arus 100A. Nilai kekerasan tertinggi HAZ sebesar 97,17 HRC pada arus 100A dan nilai kekerasan terendah sebesar 94,41 HRC pada arus 70A. Nilai kekerasan tertinggi daerah las sebesar 104,61 HRC pada arus 70A dan nilai kekerasan terendah sebesar 96,28 HRC pada arus 130A.

Saran

Saran untuk penelitian selanjutnya:

- Saat preparasi sebelum pengujian, material harus benar-benar rata dan halus agar hasil uji sesuai dengan yang diinginkan.
- Perlu dilakukan penelitian lanjutan yaitu dengan melakukan pengujian tarik untuk mengetahui kekuatan tarik material.
- Saat melakukan pengelasan hendaknya disertai dengan adanya pengukuran heat input yang masuk.

DAFTAR PUSTAKA

- Alip.1989.*Teori dan Praktik Las*. Departemen Pendidikan dan Kebudayaan.
- Arifin.1997.*Las Litrik dan Ototen*.Jakarta : Ghalia Indonesia.
- ASTM A370-12a.2012.*Standart Test Methods And Definitions for Mechanical Testing of Steel Product*.
- Gunawan, Eddy.2017.*Analisa Pengaruh Temperatur Terhadap Sifat Mekanis dan Struktur Mikro pada Baja Karbon Rendah (ST41) dengan Metode Pack Carburizing*. Sidoarjo : Teknik Mesin Universitas Maarif Hasyim Latif.
- Hamid,Abdul.2016.*Analisa Pengaruh Arus Pengelasan SMAW pada Material Baja Karbon Rendah Terhadap Kekuatan Material Hasil Sambungan*. Batam : Teknik Mesin Universitas Batam.
- Kurniawan, Ary.2014.*Analisis Kekuatan Tarik dan Struktur Mikro pada Baja St.41 Akibat Perbedaan Ayunan Elektroda Pengelasan SMAW*. Malang : Tugas Akhir Teknik Mesin Universitas Negeri Malang.
- Santosa, Irfan.2008.*Pengaruh Perlakuan Panas Terhadap Kekuatan Tarik dan Ketangguhan Impak pada Baja ST 41*. Tegal : Lembaga Penelitian Universitas Pancasakti Tegal.
- Santoso, Joko.2006.*Pengaruh Arus Pengelasan Terhadap Kekuatan Tarik dan Ketangguhan Las SMAW dengan Elektroda E7108*. Semarang : Tugas Akhir Teknik Mesin Universitas Negeri Semarang.
- Saputro, Heru.2011.*Pengaruh Pemberian Panas Awal dengan Pengelasan smaw (Shielded Metal Arc Welding) Terhadap Ketangguhan Baja Keyloss 50*. Surakarta : Tugas Akhir Teknik Mesin Universitas Sebelas Maret.
- Sonawan.2004.*Pengantar Untuk Memahami Pengelasan Logam*. Bandung : Alfa Beta.
- Suharto.1991. *Teknologi Pengelasan Logam*. Jakarta : PT Rineka Cipta.
- Suherman.1987.*Ilmu Logam I*. Surabaya : Teknik Mesin Institut Teknologi Sepuluh Nopember Surabaya.
- Suherman.1998.*Ilmu Logam III*. Surabaya : Teknik Mesin Institut Teknologi Sepuluh Nopember Surabaya.
- Tarmizi.2013.*Pengaruh Flux dan Gas Pelindung Terhadap Difusi Hidrogen pada Pengelasan Baja Konstruksi*. Bandung : Balai Logam dan Mesin Bandung.
- Wiryosumarto.1991.*Teknologi Pengelasan Logam*. Jakarta : Pradnya Paramita.
- Wiryosumarto.2000.*Teknologi Pengelasan Logam*. Jakarta : Pradnya Paramita.
- Wiryosumarto.2004.*Teknologi Pengelasan Logam*. Jakarta : Pradnya Paramita.
- Wiryosumarto.2008.*Teknologi Pengelasan Logam*. Jakarta : Pradnya Paramita.