

SKRIPSI

**PENGARUH *PRE-HEAT* PADA PENGELASAN
DISSIMILAR ANTARA BAJA KARBON RENDAH DAN
TINGGI MENGGUNAKAN LAS SMAW**

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



OLEH

M. REZA NUGRAHA

03051381722080

PROGRAM STUDI TEKNIK MESIN

JURUSAN TEKNIK MESIN

FAKULTAS TEKNIK

UNIVERSITAS SRIWIJAYA

2021

HALAMAN PENGESAHAN

PENGARUH *PRE-HEAT* PADA PENGELASAN *DISSIMILAR* ANTARA BAJA KARBON RENDAH DAN TINGGI MENGUNAKAN LAS SMAW

SKRIPSI

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

Oleh:

M. REZA NUGRAHA

03051381722080

Palembang, 15 Juli 2021

**Diperiksa dan disetujui oleh :
Pembimbing Skripsi**



Nurhabibah Paramitha Eka Utami, S.T, M.T
NIP. 198911172015042003

JURUSAN TEKNIK MESIN
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS SRIWIJAYA

Agenda No. :
Diterima Tanggal :
Paraf :

SKRIPSI

NAMA : M. REZA NUGRAHA
NIM : 03051381722080
JURUSAN : TEKNIK MESIN
JUDUL SKRIPSI : PENGARUH *PRE-HEAT* PADA PENGELASAN
DISSIMILAR ANTARA BAJA KARBON
RENDAH DAN TINGGI MENGGUNAKAN
SMAW
DIBUAT TANGGAL : NOVEMBER 2020
SELESAI TANGGAL : JULI 2021



Palembang, 15 Juli 2021

Diperiksa dan disetujui oleh :
Pembimbing Skripsi



Nurhabibah Paramitha Eka Utami, S.T, M.T
NIP. 198911172015042003

HALAMAN PERSETUJUAN

Karya tulis ilmiah berupa Skripsi ini dengan judul “PENGARUH PRE-HEAT PADA PENGELASAN *DISSIMILAR* ANTARA BAJA KARBON RENDAH DAN TINGGI MENGGUNAKAN LAS SMAW” telah dipertahankan di hadapan Tim Penguji Karya Tulis Ilmiah Fakultas Teknik Program Studi Teknik Mesin Universitas Sriwijaya pada tanggal 24 Juni 2021

Palembang, 15 Juli 2021

Tim Penguji Karya tulis ilmiah berupa Skripsi

Ketua :

1. Amir Arifin, S.T., M.Eng., PhD.

NIP 197909272003121004

Anggota :

2. Barlin, S.T., M.Eng., PhD.

NIP 198106302006041001

3. Dr. M Yanis, S.T., M.T.

NIP 197002281994121001

()

()

()



Palembang, 15 Juli 2021

Diperiksa dan disetujui oleh :
Pembimbing Skripsi



Nurhabibah Paramitha Eka Utami, S.T, M.T
NIP. 198911172015042003

HALAMAN PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI

Yang bertanda tangan dibawah ini :

Nama : M. Reza Nugraha

NIM : 03051381722080

Judul : Pengaruh *Pre-Heat* Pada Pengelasan *Dissimilar* Antara Baja Karbon Rendah dan Tinggi Menggunakan Las SMAW

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, 15 Juli 2021



M. Reza Nugraha

03051381722080

HALAMAN PERNYATAAN INTEGRITAS

Yang bertanda tangan dibawah ini :

Nama : M. Reza Nugraha

NIM : 03051381722080

Judul : Pengaruh *Pre-Heat* Pada Pengelasan *Dissimilar* Antara Baja Karbon Rendah dan Tinggi Menggunakan Las SMAW

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, 15 Juli 2021



M. Reza Nugraha

03051381722080

KATA PENGANTAR

Penulis mengucapkan 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 *Pre-heat* Pada Pengelasan *Dissimilar* Antara Baja Karbon Rendah dan Tinggi Menggunakan Las SMAW”, disusun untuk melengkapi 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. Kedua orang tua penulis yang selalu mendukung baik secara lahir maupun batin.
2. Ibu Nurhabibah Paramitha Eka Utami, S.T, M.T sebagai Dosen Pembimbing Skripsi yang telah memberikan arahan dan saran dalam menyelesaikan proposal skripsi ini.
3. Bapak Irsyadi Yani, S.T, M.Eng, Ph.D selaku Ketua Jurusan Teknik Mesin Universitas Sriwijaya.
4. Bapak Amir Arifin, S.T, M.Eng, Ph.D selaku Sekretaris Jurusan Teknik Mesin Universitas Sriwijaya
5. Prof. Dr. Ir. Nukman, M.T. selaku pembimbing akademik penulis di jurusan Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Sriwijaya.
6. Rekan lain yang kerap memberikan semangat dan motivasi kepada penulis dalam menyelesaikan skripsi ini sekaligus menjadi teman yang sering berbagi ilmunya kepada penulis.

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, 15 Juli 2021

A handwritten signature in black ink, appearing to read 'Reza Nugraha', with a stylized, cursive script.

M. Reza Nugraha

03051381722080

RINGKASAN

PENGARUH PRE-HEAT PADA PENGELASAN DISSIMILAR ANTARA BAJA KARBON RENDAH DAN TINGGI MENGGUNAKAN LAS SMAW

Karya tulis ilmiah berupa skripsi, 15 Juli 2021

M. Reza Nugraha; Dibimbing oleh Nurhabibah Paramitha Eka Utami, S.T, M.T
lxv+ 65 Halaman, 13 Tabel, 22 Gambar, 11 Lampiran

RINGKASAN

Demi meningkatkan kualitas suatu material agar lebih efektif dan efisien, maka dibutuhkan pemilihan material yang tepat agar mendapat kualitas terbaik. Pengelasan dissimilar ditujukan untuk menggabungkan dua material berbeda jenis sehingga mendapatkan sifat fisis dan mekanis yang diinginkan. Tetapi, pada saat proses pengelasan masih terdapat potensi yang besar untuk mengalami cacat. Pada penelitian ini menggunakan variabel pemanasan mula dengan suhu 500°C untuk meningkatkan kekuatan mekanik dari baja karbon dan juga menghilangkan pengaruh input panas berlebih yang terjadi karena pemotongan pada material. Material plat baja karbon menggunakan ASTM A36 dan ASTM A6, kampuh pada material dibentuk *partial single-v groove* dengan standar AWS dan pengelasan menggunakan las listrik (SMAW) pada arus 100 A. Elektroda E 7018 digunakan pada penelitian ini dengan karakteristik unsur hidrogen yang rendah (<0,5%), bertujuan untuk mengurangi unsur yang dapat mempengaruhi hasil penelitian. Pemanasan mula diberikan sekitar 30 menit dengan menggunakan *gas burner* dan bantuan *thermogun meter* untuk mencapai suhu 500°C. Setelah selang <10 detik dari perlakuan panas yang diberikan pada spesimen yang berbeda jenis, setelah itu proses pengelasan las listrik (SMAW) langsung dilakukan. Hasil pengelasan beda jeni ini kemudian diteliti menggunakan beberapa pengujian seperti uji dye-penetrant, pengujian ini bertujuan untuk melihat cacat pada permukaan las dengan cairan *penetrant* dan *developer*. Dalam penelitian ini ditemukan *surface discontinuity* pada beberapa daerah las yang dapat disebabkan oleh pengaruh arus

tegangan yang tidak sesuai dengan spesimen. Adapun pada saat dilakukan pengujian makro untuk melihat lebih detail daerah permukaan, daerah ini terlihat dipengaruhi arus tegangan yang terlalu besar sehingga membentuk *undercut weld*. Setelah spesimen diberi cairan etsa dan diteliti menggunakan perbesaran 200x, pada bagian logam induk baja ASTM A36 memiliki dua struktur fasa yaitu ferrite dan pearlite sedangkan pada baja ASTM A6 banyak terbentuk struktur martensite. Hal ini juga didapati pada daerah las yang memiliki banyak struktur martensite meskipun terbentuk inklusi, hal ini tidak mengurangi kekerasan daerah las yang terbukti dari nilai kekerasan yang tinggi dibanding daerah seperti HAZ dan logam induk yaitu dengan nilai 202 BHN. Pada Daerah HAZ terjadi pembentukan ukuran butir ferrite sehingga mempengaruhi kekerasannya menjadi lebih rendah. Nilai terendah pada uji kekerasan terdapat pada daerah logam induk baja ASTM A36 yang tidak dipengaruhi pemanasan mula dengan rata-rata nilai 145 BHN. Pada penelitian ini juga dilihat perbandingan nilai uji tekuk antara material *dissimilar* yang dilas dan dua material tanpa perlakuan las. Baja ASTM A36 memiliki nilai lebih tinggi dibanding dua material lainnya yaitu dengan nilai 34,4 Mpa dan nilai terendah rata-rata yaitu 30 Mpa pada daerah las dikarenakan terjadinya perubahan fasa yang membuat material bersifat keras dan getas.

Kata kunci: Las SMAW, *Dissimilar*, *Pre-heat*, Baja Karbon Rendah, dan Baja Karbon Tinggi

SUMMARY

THE EFFECT OF PRE-HEAT ON DISSIMILAR MATERIAL BETWEEN MILD AND HIGH CARBON STEEL USING SMAW WELDING

Scientific writing in the form of a thesis, July 15, 2021

M. Reza Nugraha; Supervised by Nurhabibah Paramitha Eka Utami, S.T, M.T

lxv+ 65 Pages, 13 Tables, 22 Images, 11 Appendix

SUMMARY

In order to improve the quality of a material to be more effective and efficient, it is necessary to choose the right material in order to get the best quality. Dissimilar welding is aimed to merge dissimilar materials to obtain the desired physical and mechanical properties. However, during the welding process there is still a great potential for defects. In this study, a variable preheating temperature of 500°C was used to increase the mechanical strength of carbon steel and also to eliminate the effect of overheating that occurs due to the reduction in the material. Carbon steel plate material using ASTM A36 and ASTM A6, the material is formed in a partial single-v groove with AWS standards and welding using electric welding (SMAW) at a current of 100 A. Electrode E 7018 was used in this study with a low elemental characteristic of hydrogen (<0.5%), this aims to reduce elements that could affect the results of the study. Preheating on material was given for about 30 minutes using a gas burner and the help of a thermogun meter to reach a temperature of 500°C. After an interval of <10 seconds from the heat treatment given to different specimens, the electric welding process (SMAW) was immediately carried out. The results of different types of welding then investigated using several tests such as the dye-penetrant test, this test aims to see defects on the weld surface with liquid penetrant and developer. In this study, surface discontinuity was found in several weld areas which could be caused by the influence of voltage currents that were not in accordance with the specimen. Meanwhile, at the time of macro testing to see in more detail the surface area, this area was seen to be affected by a voltage current

that was too large to form an undercut weld. After the specimen was given etching liquid and examined using 200x magnification, the base metal section of ASTM A36 steel has two phase structures, namely ferrite and pearlite, while in ASTM A6 steel a lot of martensite is formed. This is also found in the weld area which has a lot of martensite structure even though inclusions are formed, this does not reduce the hardness of the weld area as evidenced by the high hardness value compared to areas such as HAZ and the parent metal, which is with a value of 202 BHN. In the HAZ area, the formation of ferrite grain size occurs so that it affects the hardness to be lower. The lowest value in the hardness test is in the area of the ASTM A36 steel base metal which is not affected by preheating with an average value of 145 BHN. In this study also seen the comparison of the buckling test values between the welded dissimilar material and the two materials without welding treatment. ASTM A36 steel has a higher value than the other two materials, namely with a value of 34.4 Mpa and the lowest average value of 30 Mpa in the weld area due to phase changes that make the material hard and brittle.

Keywords: SMAW Welding, Dissimilar, Pre-heat, Low Carbon Steel, and High Carbon Steel

DAFTAR ISI

	Halaman
Halaman Judul	iii
Halaman Pengesahan	v
Halaman Pengesahan Agenda.....	vii
Halaman Persetujuan	ix
Halaman Pernyataan Persetujuan Publikasi.....	xi
Halaman Pernyataan Integritas	xiii
Kata Pengantar	xv
Ringkasan.....	xvii
Summary	xix
Daftar Isi	xxi
Daftar Gambar	xxv
Daftar Tabel	xxvii
Daftar Rumus	xxix
Daftar Lampiran.....	xxxii
BAB 1 PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	2
1.3 Batasan Masalah.....	2
1.4 Tujuan Penelitian	3
1.5 Manfaat Penelitian	3
1.6 Metode Penelitian.....	4
BAB 2 TINJAUAN PUSTAKA	5
2.1 Definisi Pengelasan.....	5
2.2 Jenis-jenis Pengelasan.....	6
2.2.1 Pengelasan Cair	6
2.2.2 Pengelasan Tekan	6
2.2.3 Pengelasan Pematrian	6
2.3 Welding Symbol	7

2.4	Shielded Metal Arc Welding (SMAW).....	9
2.4.1	Kecepatan Pengelasan (Travel Speed).....	10
2.4.2	Arus Pengelasan.....	11
2.4.3	Masalah yang Mungkin Terjadi Pada Sambungan Las	12
2.4.4	Peralatan Dasar Las SMAW	12
2.5	Jenis-jenis Elektroda	13
2.5.1	Syarat-syarat Elektroda dan Salurannya	13
2.5.2	Elektroda.....	14
2.6	Baja Karbon Rendah (ASTM A36).....	15
2.7	Baja Karbon Rendah (ASTM A6).....	16
2.8	Siklus Thermal Baja Karbon.....	16
2.9	Metalografi Baja Karbon.....	17
2.9.1	Keseimbangan Kadar Karbon.....	17
2.9.2	Mikrostruktur	17
2.9.3	Sifat Mampu Las Baja Karbon	20
2.10	Retak Pada Daerah Las	21
2.11	Heat Input.....	23
2.12	Heat Affected Zone (HAZ)	24
2.13	Preheat.....	24
2.13.1	Fungsi Preheat.....	25
2.13.2	Diagram TTT (Time Temperature Transformation).....	26
2.13.3	Diagram CCT (Continuous Cooling Transformation)	28
2.14	Penelitian Sebelumnya	29
BAB 3 METODE PENELITIAN		31
3.1	Diagram Alir Penelitian	31
3.2	Bahan Penelitian.....	32
3.2.1	Base metal.....	32
3.2.2	Filler metal	32
3.3	Peralatan Penelitian.....	33
3.4	Persiapan Penelitian	36
3.5	Pengelasan Preheat.....	37
3.6	Pengujian Spesimen.....	38
3.6.1	Pengujian Penetrant	38
3.6.2	Pengujian Metalografi	39

3.6.3	Pengujian Brinell (Kekerasan)	40
3.6.4	Pengujian Bending.....	41
BAB 4 ANALISA DAN PEMBAHASAN		43
4.1	Hasil Penelitian	43
4.1.1	Proses preheat 500°C.....	43
4.1.2	Hasil Uji Dye Penetrant.....	44
4.1.3	Pengujian Struktur Makro	44
4.1.4	Struktur Mikro	45
4.1.5	Pengujian Kekerasan	46
4.1.6	Pengujian Bending.....	47
BAB 5 KESIMPULAN DAN SARAN		49
5.1	Kesimpulan	49
5.2	Saran	50
DAFTAR PUSTAKA		51
LAMPIRAN.....		55

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2. 1 Klasifikasi Pengelasan Cair, Tekan dan Pematrian (Wiryosumatro, 2000)	7
Gambar 2. 2 Weld Symbol (AWS A2.4, 2012)	8
Gambar 2. 3 Supplementary Symbol (AWS A2.4, 2012).....	8
Gambar 2. 4 Pengelasan Elektroda Terbungkus (Wiryosumatro, 2000)	10
Gambar 2. 5 Diagram fasa Fe-Fe ₃ C (D.Gandy, 2007)	18
Gambar 2. 6 Beberapa contoh retak dingin (Wiryosumatro, 2000).....	21
Gambar 2. 7 Beberapa contoh retak panas (Wiryosumatro, 2000).....	22
Gambar 2. 8 Heat Affected Zone (Putra, 2011).....	24
Gambar 2. 9 Diagram TTT (Wiryosumatro, 2000).....	27
Gambar 2. 10 Continuous Cooling Transformation Diagram (Wiryosumatro, 2000)	28
Gambar 3. 1 Diagram Alir Penelitian	31
Gambar 3. 2 Dimensi material uji baja	32
Gambar 3. 3 Mesin Las SMAW	34
Gambar 3. 4 Gas Burner	34
Gambar 3. 5 Thermogun	35
Gambar 3. 6 Kertas Amplas.....	35
Gambar 3. 7 Metal Polish (Autosol)	36
Gambar 3. 8 Desain Spesimen Pengelasan	37
Gambar 3. 9 Alat Pengujian Penetrant.....	38
Gambar 3. 10 Mikroskop Optik Digital (Lab. Metallurgi Teknik Mesin Universitas Sriwijaya).....	39
Gambar 3. 11 Mesin Measuring Microscope (Lab. CNC-CAD/CAM Teknik Mesin Universitas Sriwijaya).....	39
Gambar 3. 12 Alat Pengujian Kekerasan Brinell (Laboratorium Material Jurusan Teknik Mesin Universitas Sriwijaya)	40
Gambar 3. 13 Alat Pengujian Bending (Laboratorium Metalurgi Jurusan Teknik Mesin Universitas Sriwijaya)	42

Gambar 4. 1 Thermometer gun menunjukkan suhu Preheat 500°C.....	43
Gambar 4. 2 preheat pada bahan uji sebelum pengelasan.....	43
Gambar 4. 3 Pengaplikasian uji dye penetrant pada daerah las SMAW 500°C	44
Gambar 4. 4 Foto makro pengelasan SMAW dengan preheat 500°C dengan perbesaran 4.5x	45
Gambar 4. 5 Foto uji mikro pengelasan SMAW preheat 500°C dengan perbesaran 200x pada (a) Logam induk BKR, (b) Daerah las, (c) Logam Induk BKT.....	46
Gambar 4. 6 Uji kekerasan pada material las SMAW preheat 500°C	47
Gambar 4. 7 Uji bending pada 5 bagian material las SMAW preheat 500°C	48

DAFTAR TABEL

Tabel 2. 1 Nama Test dan Symbol (AWS A2.4, 2012)	9
Tabel 2. 2 Pemilihan Arus (Tri, 1988).....	11
Tabel 2. 3 Penentuan Arus Las Berdasarkan Diameter Elektroda Sumber: (Wiryosumarto dan Okumara, 1981:12)	12
Tabel 2. 4 Komposisi Baja ASTM A36 (ASTM International, 2012).....	15
Tabel 2. 5 Sifat Mekanik Baja ASTM A36 (ASTM section A36. 2004)	15
Tabel 2. 6 Komposisi Baja ASTM A6 (ASTM International, 2012).....	16
Tabel 2. 7 Sifat Mekanik Baja ASTM A6 (ASTM A 514/A 514M, 2005)	16
Tabel 2. 8 Sifat – sifat fisik Baja Karbon. (D, Gandy 2007)	17
Tabel 2. 9 Sifat Mampu Las Baja Karbon (AWS 9th edition vol 4, 1991).....	20
Tabel 2. 10 Suhu Pemanasan Baja Karbon (AWS D1.1, 2000).....	26
Tabel 3. 1 Dimensi Keseluruhan plat Baja ASTM A36 dan ASTM A6.....	32
Tabel 3. 2 Komposisi Filler Metal E7018 (AWS, 2006)	33
Tabel 3. 3 Mechanical Properties Filler Metal E7018 (AWS, 2006).....	33
Tabel 3. 4 Parameter Pengelasan untuk elektroda E7018 (AWS 5.1, 2012)	37
Tabel 3. 5 Parameter heat treatment sebelum pengelasan.....	37

DAFTAR RUMUS

Rumus 2. 1 Rumus Heat Input.....	23
Rumus 3. 1 Rumus Uji 3 point Bending.....	41

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1 Bahan penelitian	55
Lampiran 2 Alat dan Penelitian	55
Lampiran 3 Perhitungan Hasil Uji Kekerasan Brinell	59
Lampiran 4 Perhitungan Hasil Uji Bending	61

BAB 1

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Tuntutan demi meningkatkan produktivitas, efisiensi, dan kualitas pada material las menimbulkan tantangan untuk diaplikasikan. Ketika bahan material membutuhkan pemahaman yang lebih lengkap dan tepat tentang bagaimana bahan tersebut dapat disatukan agar bisa meningkatkan efektivitas dan efisiensi yang optimal pada suatu material (P. Kah dan J. Martikainen, 2011), Maka penentuan material dengan kualitas yang baik menjadi prioritas dalam suatu industri.

Pengelasan *dissimilar* pada baja karbon rendah menjadi pilihan yang tepat dengan kualitas material yang baik dan mudah dibentuk pada sambungan tertentu (Mahmud, 2021). Salah satu bentuk pengaplikasiannya adalah pada kapal yang masih membutuhkan proses sambungan las untuk menyambungkan bagian-bagiannya.

Pada sambungan las yang memanfaatkan energi panas biasanya akan mempengaruhi perubahan seperti hasil kekuatan pada plat yang akan lebih kecil karena beberapa faktor seperti tegangan sisa atau cacat retak pada saat proses sambungan las yang berarti mengurangi efisiensi kekuatan dari *base metal* awal, contohnya pada arus 100 A dengan pengelasan SMAW tanpa perlakuan panas seperti penelitian dari (Didik, 2019).

Salah satu cara untuk meningkatkan kualitas pengelasan dan mencegah terjadinya cacat las tersebut yakni dengan menggunakan metode pemanasan mula atau *preheat*. *Preheat* pada pengelasan berfungsi untuk mencegah adanya tegangan sisa ataupun retak dingin yang dilakukan sebelum proses pengelasan berdasarkan penelitian (Ade, 2015). Tegangan sisa bisa menyebabkan terjadinya distribusi

thermal yang tidak seragam saat sebelum terjadi las, hal ini dapat dihilangkan dengan proses pemanasan mula (Ramang, 2009).

Melalui referensi diatas, penelitian tentang *preheat* pada pengelasan SMAW perlu diteliti lebih lanjut sehingga diharapkan akan didapat informasi mengenai dampak perubahan yang terjadi mengenai sifat-sifat mekanik ataupun struktur mikro dari sambungan las antara baja dengan kandungan karbon rendah dan tinggi. Sehingga melalui penelitian ini nantinya akan didapati hasil pengaruh dari *pre-heat* terhadap kekuatan sambungan las, maka dari itu penulis menetapkan tugas akhir / skripsi dengan pembahasan yang berkaitan dengan judul skripsi:

“PENGARUH *PRE-HEAT* PADA PENGELASAN DISSIMILAR ANTARA BAJA KARBON RENDAH DAN TINGGI MENGGUNAKAN METODE LAS SMAW”.

1.2 Rumusan Masalah

Pada konstruksi las seringkali memerlukan baja karbon rendah karena material ini mudah dibentuk pada sambungan tertentu. Tetapi, pengaplikasian *Dissimilar welding* menggunakan material baja karbon masih memiliki kemungkinan cacat pada hasil lasnya seperti tegangan sisa ataupun retak dingin. Pada penelitian ini penulis ingin menganalisa pengaruh *pre-heat* terhadap hasil kekuatan sambungan las dissimilar.

1.3 Batasan Masalah

Penelitian ini membutuhkan pembahasan yang akan dikaji, maka dari itu diperlukan batasan masalah. Adapun batasan masalah penelitian kali ini adalah:

1. Proses pengelasan menggunakan SMAW (*Shielded Metal Arc Welding*) pada arus 100 A
2. *Dissimilar metal* yang digunakan yaitu Baja Karbon Rendah (ASTM A36) dan Baja Karbon Tinggi (ASTM A6)
3. Pengujian material antara lain : Pengujian dye-Penetrant, Metalografi, Kekerasan, Bending, dan Scanning Electron Microscope (SEM).

1.4 Tujuan Penelitian

Adapaun tujuan penelitian kali ini:

1. Menganalisa pengaruh *pre-heat* pada pengelasan SMAW arus 100 A terhadap struktur mikro sambungan las
2. Mengkaji dan menganalisa pengaruh *pre-heat* pada hasil pengelasan plat *dissimilar* antara baja karbon tinggi dan rendah dengan menggunakan metode SMAW terhadap distribusi kekerasan dan pembebanan

1.5 Manfaat Penelitian

Adapun hasil penelitian kali ini yang diharapkan dapat memberi manfaat sebagai berikut:

1. Untuk menjadi bahan acuan penelitian selanjutnya khususnya dalam bahasan, pengelasan menggunakan SMAW (*Shielded Metal Arc Welding*) pada baja karbon rendah dan tinggi dengan perlakuan panas mula.
2. Untuk menjadi bahan referensi penelitian yang relevan.
3. Sebagai masukan bagi praktisi yang bekerja dalam bidang pengelasan. Agar dapat diterima sebagai penelitian yang bersifat akademis dan ekonomis.

1.6 Metode Penelitian

Penulis menggunakan beberapa metode dalam melakukan penelitian, sebagai berikut:

1. Studi literatur
2. Pengujian laboratorium
3. Analisa data

DAFTAR PUSTAKA

- Abrar *et al.* (2019) 'Analisa Perbandingan Kekuatan Tarik, Tekuk, dan Mikrografi Pada Sambungan Las Baja SS 400 Akibat Pengelasan FCAW (Flux-Cored Arc Welding) dengan Variasi Jenis Kampuh dan Posisi Pengelasan', Universitas Diponegoro.
- Akbar, Putra. (2011) 'Lecture Handout – Teknik Perkapalan ITS'. Institut Teknologi Sepuluh November.
- Alberto, Jose et al. (2017) 'Discontinuity Detection in the Shield Metal Arc Welding Process', School of Mines, Federal University of Ouro Preto (UFOP).
- American Welding Society (2006) 'Specification for Low-Alloy Steel Electrodes for Shielded Metal Arc Welding', *American Welding Society*.
- American Welding Society (2012) 'Standard Symbols for Welding, Brazing, and Nondestructive Examination', *American Welding Society*.
- American Welding Society (1991) '*Welding Handbook-AWS-ED9-Vol4-Materials and applications-Pt 1*', *American Welding Society*.
- ASM Handbook Committee (2000) 'American Welding Society (AWS) D1 Committee, Structural Welding Code', s.l : ASM International.
- ASM Handbook Volume 6 (1987) 'Welding Brazing, and Soldering', s.l. : ASM International.
- ASTM section A36 (2004) 'Standard Test Method for Vickers Hardness of Metallic Materials', s,l: ASTM International.
- ASTM section A514/A (2009) 'Standard Specification for High-Yield-Strength, Quenched and Tempered Alloy Steel Plate, Suitable for Welding', s,l: ASTM International.

- ASTM Volume 9 (2012) 'Experimental Investigation of Microstructural and Mechanical Properties of Steels', s,l: ASTM International.
- Badaruddin, Mohammad et al. (2020) 'An experimental investigation of the mechanical strength of cold-drawn AISI 1018 steel under high-temperature steady- and transient-state conditions'. Universitas Lampung.
- Becker, M *et al.* (2005) 'Prediction and Measurement of Phase Transformations, Phase-Dependent Properties and Residual Stresses in Steels', *Lockheed Martin, Schenectady, NY, USA*.
- Budinski, Keneth G., (1996) 'Engineering Materials, Properties and Selection', Fifth Edition, Prentice Hall International Inc.
- D. Gandy, (2007) 'Carbon Steel Handbook', Electric Power Research Institute, California, USA.
- Daryanto. (1982) 'Keterampilan Praktis Teknik Mengelas dan Mematri Logam', Semarang.
- Djatkiko, R D et al (2020) ' Visual inspection on shielded metal arc welding products of Asian welding contestants in Yogyakarta province'. Departemen Teknik Mesin, Universitas Negeri Yogyakarta
- Fauzi, I. (2018) 'Pengaruh Bentuk Pin Indentor Las Gesek Puntir (Friction Stir Welding) Terhadap Kualitas Hasil Pengelasan Magnesium AZ31', 31.
- Haryudanto, Bimantoro (2018) ' Studi Pengaruh Pemanasan Awal Pada Pengelasan Ulang Baja ASTM A36 Akibar Reparasi Terhadap Sifat Mekasnis Menggunakan Proses Las FCAW', Universitas Lampung.

- Kah, P., Martikainen, J. and Pirinen, M. (2011) 'Methods of Evaluating Weld Quality in Modern Production (Part 2)', *Mechanika 2011: Proceedings Of the 16th International Conference*, (Part 1), pp. 170–175. doi: 10.13140/2.1.1413.9685.
- Khan, Mahmud (2021) 'Effects of welding technique, filler metal and post-weld heat treatment on stainless steel and mild steel dissimilar welding joint'. *Journal of Manufacturing Process Processes*, Volume 64, Pages 1307-1321, ISSN 1526-6125, <https://doi.org/10.1016/j.jmapro.2021.02.058>.
- Linda, A. (2016) 'Pengaruh Variasi Arus Pada Hasil Pengelasan TIG (Tungsten Inert Gas) Terhadap Sifat Fisis dan Mekanis Pada Alumunium 6061'.
- Magga, Ramang. (2009) 'Pengaruh Pembentukan Tegangan Sisa Pada Hasil Pengelasan'. Universitas Tadulako.
- Marwanto, Arif. (2007) 'Shield Metal Arc Welding Materi Pelatihan Life Skill', Jurusan Pendidikan Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Negeri Yogyakarta.
- Nugroho, Eko. (2019) 'Pengaruh Temperatur dan Media Pendingin pada Proses Heat Treatment Baja AISI 1045 terhadap Kekerasan dan Laju Korosi', Universitas Muhammadiyah Metro
- Ratih (2019) 'Pengaruh Preheat ST-41, Variasi Arus dan Rekondisi Elektroda E7018 Terhadap Struktur Mikro dan Kekerasan Hasil Las', Teknik Mesin Universitas Negeri Surabaya.
- Setiawan, Didik (2019) 'Analisa Cacat Las Pada Pengelasan SMAW Butt Joint Dengan Varian Arus'. Politeknik Negeri Bengkalis Riau.
- Siswanto, R. *et al.* (2018) 'Buku Ajar Teknologi Pengelasan HMKB791'.
- Syahrani, A., Naharuddin and Nur, M. (2018) 'Analisis Kekuatan Tarik, Kekerasan, dan Struktur Mikro Pada Pengelasan SMAW Stainless

Steel 312 Dengan Variasi Arus Listrik', *jurnal mekanikal*, 9(1), pp.814–822.

Tri, Ade. (2015) 'Analisis Pemilihan Kekuatan Sambungan Las Plat Struktur Lambung Kapal', UPN Veteran Jakarta.

Tri, Priyo (2017) 'Karakterisasi Sambungan SMAW Baja Karbon Rendah Menggunakan 3 Jenis Elektroda', Universitas Muhammadiyah Yogyakarta.

Tri, tedy. (1988) '*mengelola bengkel las*'. 1st edn, Jakarta.
Tutur, K. A. (2012) '(Spot Welding) Pada Pengelasan di Lingkungan'. Jakarta.

Widharto, sri. (2013) '*welding inspection*'. Edited by Widharto'. Jakarta.

Wirjosumarto, Harsono. (1991) 'Teknik pengelasan logam'. Jakarta.

Yuspian *et al.* (2017) 'Analisa Pengaruh Pengelasan Listrik Terhadap Sifat Mekanik Baja Karbon Rendah dan Baja Karbon Tinggi', Universitas Halu Oleo.

Zhao, Lei *et al.* (2015) 'Analysis and comparison of aluminum alloy welded joints between metal inert GAS welding and tungsten inert gas welding', Beihang University.