

ANALISIS PENGARUH PROSES NORMALIZING PADA SAMBUNGAN LAS SMAW BAJA PLAT SS-400 TERHADAP NILAI IMPACT DAN HARDNESS

Suryadi Ramadhan¹, Syukran², Nawawi Juhan²

¹Mahasiswa Prodi D-IV Teknologi Rekayasa Manufaktur

²Dosen Jurusan Teknik Mesin Politeknik Negeri Lhokseumawe

Jln. Banda Aceh-Medan Km.280 Buketrata

Email: suryadiramadhan7@gmail.com

Abstrak

Sambungan pengelasan pada baja plat SS-400 di proses dengan metode pengelasan SMAW, menggunakan arus DC 100 Ampere, elektroda yang digunakan yaitu E-7016, pengelasan dilakukan dengan mengikuti WPS. Hasil pengelasan dari kedua sisi baja plat SS-400 menghasilkan tiga daerah utama yaitu base metal, HAZ, dan welding. dimana ketiga daerah tersebut memiliki unsur berbeda-beda akibat adanya tegangan sisa pengaruh dari pengelasan. Normalizing adalah proses perlakuan panas terhadap baja dengan tujuan mendapatkan struktur butiran yang halus dan seragam untuk menormalkan kembali dan menghilangkan tegangan akibat pengerjaan dengan mesin. Proses normalizing dilakukan di dalam Furnace dengan pengaturan suhu 850°C, penahanan waktu 30 menit, dengan pendinginan udara. Penelitian ini bertujuan membandingkan hasil nilai impact dan hardness dari pengaruh proses normalizing pada sambungan las SMAW. Hasil penelitian menunjukkan bahwa proses normalizing berpengaruh terhadap nilai Impact dan Hardness. Pada spesimen pengelasan SMAW baja plat SS-400 yang tidak mengalami proses normalizing didapatkan nilai Impact rata-rata 3.727 Joule/mm², dan nilai Hardness 60 HRC sedangkan spesimen yang mengalami proses normalizing nilai yang didapatkan adalah nilai Impact Rata-rata 3.14 Joule/mm², dan nilai Hardness 67 HRC.

Kata Kunci: Baja SS-400, Las SMAW, Normalizing, Impact, Hardness.

1. PENDAHULUAN

Di masa kini industri baja berkembang cukup pesat, hal ini disebabkan oleh beberapa aspek yang mendukungnya terutama teknologi proses dan teknologi material. Manusia berusaha untuk memperbaiki sifat-sifat fisik dan mekanik dari baja tersebut. Proses perlakuan panas pada baja sangatlah bermanfaat untuk memperbaiki sifat-sifat baja. Pada zaman sekarang ini peneliti diharapkan mampu untuk menciptakan produk baja dan material yang mempunyai sifat unggul seperti memiliki nilai kekerasan, sifat keuletan serta ketangguhan yang lebih baik yang nantinya akan dimanfaatkan pada pembuatan benda tertentu.

Proses perlakuan panas memiliki tujuan untuk memperoleh bahan yang kuat, keras, ulet, dan menghilangkan tegangan sisa. Perlakuan panas yang dilakukan sering disebut sebagai cara untuk menaikkan kekerasan bahan, sebenarnya dapat digunakan juga untuk mengubah sifat yang berguna atau dengan kepentingan tertentu untuk keperluan

pengguna, seperti: menaikkan sifat mudah dibentuk, mengembalikan elastisitas setelah proses *cold work*. Bahkan perlakuan panas bukan hanya mengubah sifat material, tapi juga mampu meningkatkan performa material, dengan meningkatnya kekuatan atau karakteristik tertentu dari material yang telah diproses perlakuan panas.

Proses *normalizing* baja merupakan proses pemanasan baja hingga ke fasa *austenite* sehingga diperoleh struktur mikro *austenite*, dan didinginkan di udara terbuka hingga temperatur kamar. Sehingga menyebabkan struktur dalam material yang awalnya berubah akibat pembebanan, ataupun digunakan pada temperatur tinggi dapat dikembalikan ke struktur yang normal lewat proses *normalizing* [1].

Tujuan penelitian ini Yaitu untuk mengetahui perbandingan nilai Impact dan Hardness, selanjutnya melakukan analisis terhadap hasil nilai pengujian Impact dan Hardness.

2. TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Baja SS-400

“SS” adalah singkatan dari Baja (Struktural Steel) bukan Stainless Steel. Dan grade 400 yang mirip dengan AISI 1018. Baja SS-400 plat, umumnya di sebut dengan plat Mild Steel (MS), sering juga disebut dengan pelat kapal, karena banyak digunakan untuk industry perkapalan. Pemilihan baja SS-400 karena baja ini banyak dipakai dalam pembuatan Kapal, dan kontruksi jembatan.[2]

Unsur kimia yang terkandung pada baja SS-400 dapat dilihat pada Tabel 2.1.

Tabel 2.1 Unsur Kimia pada Baja SS400

Grade	C	Si	Mn	P	S
SS400	0.20	0.09	0.53	0.01	0.04

2.2 Pengelasan (Welding)

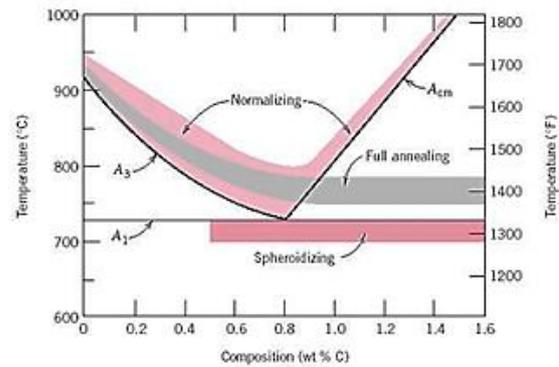
Menurut (Santoso) pengelasan adalah suatu aktifitas menyambung dua bagian benda atau lebih dengan cara memanaskan atau menekan atau gabungan dari keduanya sedemikian rupa sehingga menyatu seperti benda utuh. Penyambungan bisa dengan atau tanpa bahan tambah (filler metal) yang sama atau berbeda titik cair maupun strukturnya.[3]

2.3 Perlakuan Panas (Normalizing)

Normalizing sendiri adalah proses perlakuan panas terhadap baja dengan tujuan mendapatkan struktur butiran yang halus dan seragam untuk menghilangkan tegangan akibat pengerjaan dengan mesin. Normalizing juga dapat meningkatkan atau menurunkan kekuatan dan kekerasan dari baja. Normalizing juga mampu merubah sifat mampu mesin, atau sifat bahan yang dikaitkan dengan kemampuan dibentuk melalui proses pemesinan seperti pembubutan, pengefraisan, pengeboran pengrindaan dan lain-lain. Normalizing juga bertujuan untuk menghasilkan baja yang lebih kuat dan keras dibandingkan dengan baja hasil proses full aneling, jadi aplikasi penerapan dari proses normalizing sering digunakan sebagai final treatment.[4]

Jika kita ingin melakukan uji coba proses normalizing, Untuk melakukan proses normalizing suhu atau temperature harus kita atur sedemikian rupa, dan yang biasanya digunakan sekitar temperature 810°C-930°C atau 30°C hingga 50°C diatas temperatur

kritis, atau jika dalam fahrenheit sekitar 1490°F-1706°F, dapat dilihat pada Gambar 2.1 di bawah ini.[5]



Gambar 2.1 Dagram Temperatur Suhu Normalizing

2.4 Rockwell Hardness

Metode pengujian kekerasan yang paling banyak dipakai adalah metode Rockwell. Terdapat dua macam pembebanan yaitu mayor dan minor. Beban minor diberikan sebesar 10 Kg dan beban mayor besarnya bervariasi antara 60, 100 dan 150 Kg. Beban Minor berfungsi untuk meminimalisasi pengaruh bentuk permukaan dan sebagai setting awal untuk posisi beban mayor. Indentor yang digunakan juga bervariasi. Pengujian ini distandarkan pada ASTM E 18.[6]

2.4 Impact Charpy

Pengujian impak merupakan suatu pengujian yang mengukur ketangguhan bahan terhadap beban kejut. Inilah yang membedakan anatara pengujian impak dengan pengujian tarik dan kekerasan, dimana pembebanan dilakukan secara langsung. Pengujian impak merupakan salah satu uji mekanik bahan terhadap perubahan suhu.[7]

Pada pengujian impak, energy yang di serap oleh benda uji biasanya di nyatakan dalam satuan joule dan di baca langsung pada skala (dial) penunjuk yang telah terdapat pada mesin penguji. Harga impak (HI) suatu bahan yang di uji dengan metode charpy di berikan oleh :

$$HI = E/A$$

Dimana :

$$HI = \text{harga impak (joule/ mm}^2\text{)}$$

$$E = \text{energy yang di serap (joule)}$$

$A = \text{Luas penampang di bawah takik}$
(mm^2)

Untuk mengetahui luas penampang (A) yaitu:

$$A = a \times b$$

Dimana :

$a = \text{Tinggi section di bawah takik}$
(mm)

$b = \text{Lebar sampel}$ (mm)

Benda uji *Charpy* mempunyai luas penampang lintang bujur sangkar (10 x 10 mm) dan mengandung takik V-45°, dengan jari-jari dasar 0,25 mm dan kedalaman 2 mm. Benda uji diletakan pada tumpuan dalam posisi mendatar dan bagian yang tak bertakik diberi beban impact dengan ayunan bandul (kecepatan impact sekitar 16 ft/detik). Benda uji akan melengkung dan patah pada laju regangan yang tinggi, kira-kira 10^3 detik.

3. METODELOGI

3.1 Tempat Penelitian

Pengujian akan di lakukan di Laboratorium uji bahan Politeknik Negeri Lhokseumawe, laboratorium Welding Teknik Mesin Politeknik Negeri Lhokseumawe, dan Laboratorium Produksi Teknik Mesin Negeri Lhokseumawe.

3.2 Bahan Penelitian

Pada penelitian ini bahan yang digunakan yaitu baja plat SS-400 dengan ukuran ketebalan 10 mm, dan elektroda E-7016 sebagai bahan pengisi pengelasan.

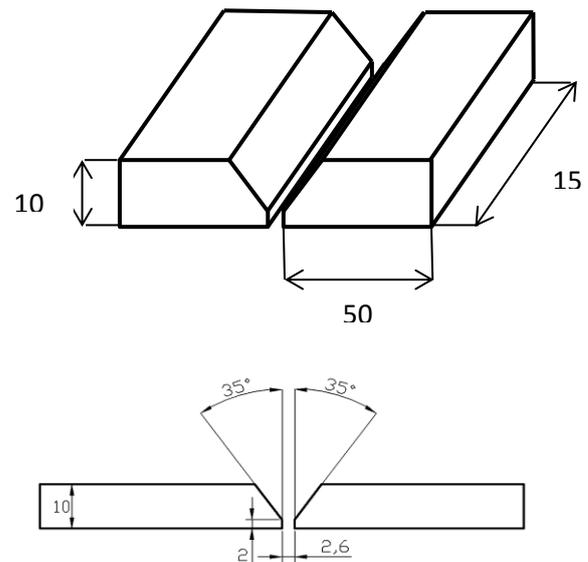
3.3 Alat Penelitian

Alat-alat yang akan digunakan dalam penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. APD (Alat Pelindung Diri)
2. Perkakas
3. Alat Ukur
4. Mesin pemotong (gerinda tangan, gerinda duduk, mesin gergaji)
5. Kikir
6. Mesin Las
7. Mesin Scraf
8. Furnace
9. Stopwact
10. Alat Uji Impact (Charpy)
11. Alat Uji Kekerasan (Rockwell)

3.4 Pembentukan Spesimen Pengelasan

Benda uji (Baja Plat Mild Steel SS-400) dengan ketebalan 10 mm di bentuk dengan ukuran $L=50$ mm, $P=150$ mm, $T=10$ mm. Kampuh yang digunakan jenis kampuh V terbuka dengan sudut 70° dengan lebar celah 2 mm, dikerjakan dengan gerinda tangan dan perkakas kerja bangku untuk membuat kampuh las. Untuk bentuk spesimen pengelasan SMAW dapat di lihat pada Gambar 3.1 dibawah ini.



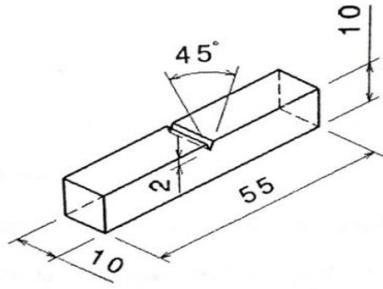
Gambar 3.1 Spesimen Las

3.5 Proses Pengelasan (SMAW)

Proses pengelasan dilakukan dengan menggunakan mesin las SMAW, dengan polaritas arus DC 100 Ampere, Elektroda E-7016 berdiameter 3.2 mm, dan posisi 1G.

3.6 Proses Pembuatan Spesimen Impact

Dengan mengacu bentuk standar ASTM E23 untuk pengujian ketangguhan bahan. Setelah proses pengelasan selesai maka dilanjutkan dengan pembuatan spesimen sesuai standar, berjumlah 6 spesimen yang nantinya akan diuji ketangguhannya, dengan bentuk takik jenis V-45°, dan ukuran dimensi $P \times L \times T = 10\text{mm} \times 10\text{mm} \times 55\text{mm}$. seperti pada Gambar 3.2 di bawah ini.

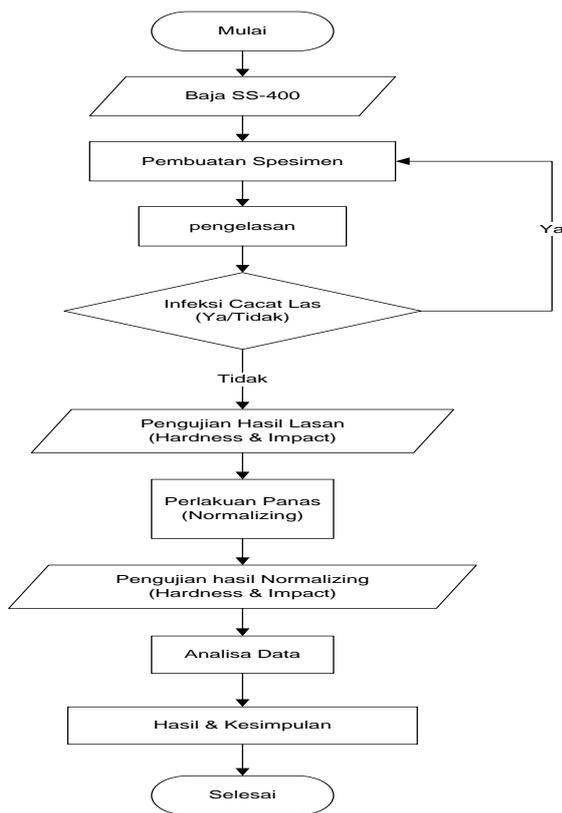


Gambar 3.2 Bentuk Spesimen Uji Charpy

3.7 Proses Perlakuan Panas

Proses perlakuan panas dengan metode normalizing ini direncanakan akan dilakukan menggunakan furnace, dengan pengaturan suhu 850°C, dan penahanan waktu 30 menit.

3.8 Diagram Alir



Gambar 3.3 Diagram Alir

4. HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 Hasil Pengelasan SMAW

Proses pengelasan dengan mengikuti WPS terhadap specimen las yang telah di bentuk seperti pada Gambar, pengelasan

menggunakan mesin las SMAW, dengan polaritas arus DC 100 Ampere, Elektroda E-7016 berdiameter 3.2 mm, dan posisi 1G. dan hasil pengelasannya seperti pada Gambar 4.1 dibawah ini.



Gambar 4.1 HasilPengelasan SMAW

4.2 Hasil Inspeksi Visual Cacat Las

Pada tahap proses inspeksi visual cacat las tersebut dilakukan dengan cara melakukan pengukuran tinggi mahkota lasan (capping), dan pengukuran undercut. Dengan alat ukur yaitu welding gauge Cambridge seperti Gambar 4.2 di bawah ini.



Gambar 4.2 Pengukuran Capping Las

Hasil pengukuran tinggi capping lasan pada Gambar 4.3 menunjukkan angka 1.5 mm. ukuran capping tersebut di nyatakan normal, karena menurut standar ISO tinggi reinforcement ini maksimal 2 mm, namun beberapa standar yang lain ada yang maksimal 3 mm dan minimal 0 atau sejajar dengan base metal.



Gambar 4.3 Pengukuran Undercut Lasan

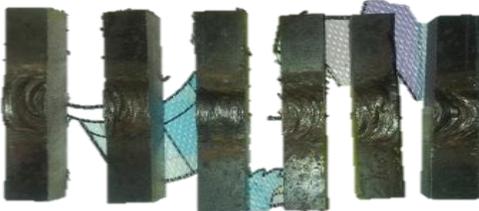
Hasil pengukuran kedalaman undercut pada hasil lasan yaitu 0,5 mm, dari ukuran tersebut dinyatakan masih diijinkan pada hasil lasan, ukuran maksimum kedalam undercut yaitu 1 mm.

Undercut merupakan cacat las akibat arus pengelasan terlalu tinggi dan proses ayunan yang salah.

4.3 Hasil Pembentukan Spesimen Impact

Pembentukan specimen impact adalah sebagai berikut:

1. Memotong benda yang sudah di las menjadi 6 bagian dengan ukuran 13x60 mm menggunakan mesin gergaji potong seperti Gambar 4.4 dibawah ini.



Gambar 4.4 Hasil Pemotongan dengan Mesin Gergaji Potong

2. Meratakan permukaan hasil lasan dengan menggunakan mesin scraf seperti pada Gambar 4.5.



Gambar 4.5 Mesin Scraf

3. Kemudian membentuk benda kerja dengan ukuran 10mm x 10mm.
4. Pembentukan kampuh V-45° dengan kedalaman 2mm.
5. Pembentukan specimen menggunakan mesin scraf dengan bentuk standart ASTM E23, dapat dilihat pada Gambar 4.6.



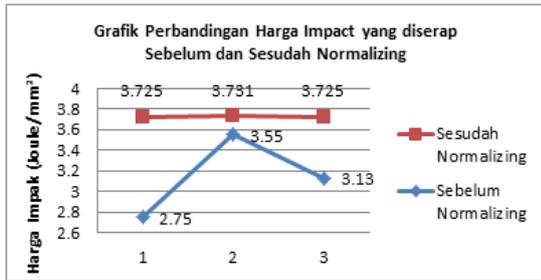
Gambar 4.6 Hasil Pembentukan Spesimen Impact

4.4 Hasil Pengujian Impact

Tabel 4.1 Hasil Pengujian Impact

No.	Jenis Bahan Uji	Suhu Pengujian (C)	a (mm)	b (mm)	A (mm) ²	E (Joule)	HI (joule/mm ²)	Bentuk patahan
1.	Baja SS-400 dengan sambungan las SMAW sebelum pelakuan normalizing	Ruangan	8	10	80	220	2.75	Campuran
2.			8	10	80	284	3.55	Campuran
3.			8	10	80	250	3.13	Campuran
Rata-rata							3.14	
4.	Baja SS-400 dengan sambungan las SMAW sesudah pelakuan normalizing	Ruangan	8	10	80	298	3.725	Ulet
5.			8	10	80	298.5	3.731	Ulet
6.			8	10	80	298	3.725	Ulet
Rata-rata							3.727	

Dari table 4.1 di atas kemudian di tabulasikan dan di plot ke dalam Grafik seperti Gambar 4.7 di bawah ini.



Gambar 4.7 Grafik Perbandingan Harga Impact yang diserap Sebelum dan Sesudah Normalizing

Pada pengujian impact specimen yang mengalami proses normalizing lebih tangguh dengan nilai ketangguhan rata-rata sebesar 3.727 joule, dari pada yang tidak mengalami proses normalizing dengan nilai ketangguhan rata-rata 3.14 joule. Hasil pengujian nilai impact pada spesimen yang mengalami proses normalizing berbanding sama rata, sedangkankan yang tidak mengalami normalizing nilai yang dihasilkan berbeda-beda. Dapat disimpulkan bahwa pengaruh dari proses Normalizing pengelasan SMAW baja plat SS-400 terhadap nilai Impact yaitu menjadi lebih tangguh dari pada yang tidak mengalami perlakuan Normalizing.

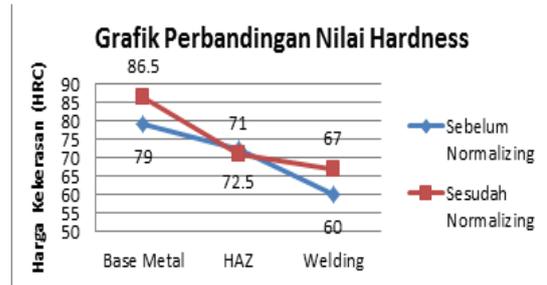
4.5 Hasil Pengujian Hardness

Data yang di peroleh dari hasil pengujian kekerasan dengan metode Rockwell tipe C dapat dilihat pada tabel dibawah ini.

Tabel 4.2 Data Hasil Pengujian Hardness Rockwell

No.	JENIS MATERIAL	TITIK PENGUJIAN	BEBAN (kgf)	WAKTU (Detik)	D (mm)	Harga Kekerasan
1	Baja SS-400 dengan Pengelasan SMAW Sebelum di Normalizing	Base Metal	150	18	120	79.00
		HAZ		19		72.50
		Welding		20		60.00
2	Baja SS-400 dengan Pengelasan SMAW Sesudah di Normalizing	Base Metal	150	20	120	86.50
		HAZ		19		71.00
		Welding		18		67.00

Dari data di atas dapat di tabulasikan dan di plot kedalam Grafik seperti Gambar 4.8 dibawah ini.



Gambar 4.8 Grafik Perbandingan Nilai Hardness

Dapat disimpulkan bahwa specimen yang mengalami perlakuan panas Normalizing lebih keras di bandingkan dengan tanpa perlakuan panas. Akan tetapi, pada daerah HAZ specimen yang di proses perlakuan panas mengalami penurunan tipis yaitu 1.5 HRC, dari 72.5 HRC menjadi 71 HRC.

5 KESIMPULAN

Adapun kesimpulan yang dapat penulis ambil dari penelitian tersebut adalah sebagai berikut

1. Pada pengujian impact specimen yang mengalami proses normalizing dengan suhu 850°C dengan penahanan waaktu 30 menit lebih tangguh dengan nilai ketangguhan rata-rata sebesar 3.727 joule, dari pada yang tidak mengalami proses normalizing dengan nilai ketangguhan rata-rata 3.14 joule.
2. Nilai kekerasan material baja SS-400 mengalami kenaikan setelah mengalami proses perlakuan normalizing.
3. Pengaruh peroses normalizing pada sambungan las SMAW baja plat SS-400 yaitu menjadi lebih tangguh dan keras dari pada yang tidak mengalami proses normalizing

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Sarjito Jokosisworo. (2018) Pengaruh Normalizing dengan Variasi Waktu Penahanan Panas (Holding Time) Terhadap Sifat Mekanik Baja ST 46.
<http://ejournal.undip.ac.id/index.php/kapal>
- [2] Yusuf Febri. (2011) Analisa Sifat Mekanik Hasil Pengelasan GMAW Baja SS400 Studi Kasus di PT. INKA Madiun.
- [3] Santoso, J., (2006), Pengaruh Arus Pengelasan Terhadap Kekuatan Tarik dan Ketangguhan Las
- [4] Adityo Sarwo Nugroho, dkk., (2014) Pengaruh Proses Normalizing Terhadap Nilai Kekerasan dan Struktur Mikro Pada Sambungan Las Thermite Baja NP-02.
Jurnal Teknik Mesin S-1, Vol.2, No.3.
<http://ejurnal.s1.undip.ac.id/index.php/jtm>
- [5]<http://aziscahyono.blogspot.com/2015/12/perlakuan-panas-teknik-mesin-normalizing.html>. (diposting 11 oktober 2015)
- [6] Ir. H. Ramli Usman, M.T. (2010) *Job Sheet, Hardness Test*. Politeknik Negeri Lhokseumawe
- [7] R.Bagus Suryasa Majanastra. (2013) Analisis simulasi uji impak baha karbon sedang (AISI 1045) dan Baja Karbon Tinggi (AISI D2) Hasil Perlakuan panas, Bekasi.