

ANALISA PENGARUH KAMPUH PENGELASAN SMAW PADA PENYAMBUNGAN BAJA KARBON RENDAH DAN KARBON SEDANG TERHADAP UJI KETANGGUHAN

Muhammad Siddiq¹, Nurdin², Ismi Amalia², Al Fathier²

¹Mahasiswa Prodi D-IV Teknologi Rekayasa Manufaktur

²Dosen Jurusan Teknik Mesin Politeknik Negeri Lhokseumawe

Jl. Banda Aceh-Medan Km.280 Buketrata

Email : muhammad.siddiq.pnl@gmail.com

ABSTRAK

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh kampuh pengelasan terhadap kekuatan ketangguhan las Shielded Metal Arc Welding (SMAW) dengan elektroda E7016. Penelitian ini menggunakan baja St37 dan AISI 1050, St37 termasuk baja karbon rendah dan Aisi 1050 termasuk baja karbon sedang. Bahan diberi perlakuan pengelasan dengan variasi kampuh V tunggal, Tirus tunggal, dan Tirus ganda dengan menggunakan las SMAW DC polaritas terbalik dengan elektroda dihubungkan dengan kutub positif dan logam induk dihubungkan dengan kutub negatif, posisi pengelasan dengan menggunakan posisi pengelasan mendatar atau bawah tangan, dan arus yang digunakan adalah 100 Ampere. Spesimen dilakukan pengujian Ketangguhan impak metode charpy. Hasil pengujian Impak Metode charpy menunjukkan bahwa untuk kelompok spesimen variasi kampuh V tunggal, tirus tunggal, dan tirus Ganda memiliki nilai energi yang diserap bervariasi. Kampuh V tunggal mempunyai nilai energi yang diserap tertinggi dengan nilai rata-ratanya sebesar 256 Joule dan 3,21 Joule/mm², dibandingkan dengan kelompok kampuh tirus tunggal dan tirus ganda. Jenis perpatahan yang didapat juga berbeda, untuk spesimen kampuh V dan tirus tunggal terjadi patah ulet sedangkan kampuh tirus ganda terjadi patah getas.

Kata kunci : Kampuh, SMAW, Ketangguhan, E7016

1. Pendahuluan

1.1 Latar Belakang

Saat ini penyambungan logam dengan proses pengelasan semakin banyak digunakan, baik pada konstruksi bangunan, perpipaan, maupun pada konstruksi mesin. Ini disebabkan oleh banyaknya keuntungan yang diperoleh dari penyambungan dengan cara dilas. Luasnya penggunaan pengelasan karena biayanya murah, pelaksanaannya relatif lebih cepat, lebih ringan, kekuatannya tinggi, dan bentuk konstruksinya yang lebih variatif.

Faktor produksi pengelasan adalah jadwal pembuatan, proses pembuatan, alat dan bahan yang diperlukan, urutan pelaksanaan, persiapan pengelasan meliputi: pemilihan mesin las, menunjukkan juru las, pemilihan elektroda, penggunaan jenis kampuh [1].

Penggunaan kampuh las yang tepat juga akan mempengaruhi hasil dari pengelasan. Tujuan penggunaan kampuh las adalah untuk tempat pengisi bahan lasan juga dapat memperkokoh desain sambungan logam. Kampuh las berperan penting dalam

memperbaiki desain maupun sifat dari sambungan pada proses pengelasan [2].

Sebelumnya sudah pernah dilakukan penelitian tentang pengelasan oleh Adin Tri Kuncoro dengan judul Pengaruh variasi arus dan jenis kampuh pengelasan SMAW terhadap kekuatan tarik sambungan baja St 41, hasil yang di dapat pada penelitian tersebut adalah perbedaan jenis kampuh berpengaruh besar terhadap uji tarik, dan kampuh yang memiliki pengaruh besar terhadap kekuatan tarik adalah kampuh X dengan nilai 26,91 kg/mm², namun dalam pengujiannya tidak menggunakan uji ketangguhan.

Berdasarkan hal tersebut diatas maka penulis mencoba melakukan penelitian lanjutan dengan mevariasikan jenis kampuh lainnya yaitu kampuh V, kampuh tirus tunggal, dan kampuh tirus ganda menggunakan pengujian impak metode charpy. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh jenis kampuh terhadap uji ketangguhan dengan menggunakan proses pengelasan SMAW.

1.2 Tujuan Penelitian

Adapun tujuan penelitian ini sebagai berikut:

1. Mengetahui kualitas pengelasan dengan menggunakan NDT penetran test.
2. Mengetahui ketangguhan hasil pengelasan SMAW pada baja karbon sedang dengan variasi kampuh yang berbeda.
3. Mendapatkan hasil kekuatan las dengan pengujian Impak Metode Charpy.

1.3 Batasan Masalah

Agar penyusun ini lebih mengarah ke tujuan penelitian dengan membatasi pokok permasalahan sebagai berikut :

1. Material yang digunakan adalah pelat AISI 1050 dan St 37 dengan ketebalan 12 mm yang sudah dilakukan pengelasan SMAW.
2. Kampuh yang digunakan adalah kampuh V, tirus tunggal, dan tirus ganda
3. Elektroda yang dipakai E7016, arus 100 Ampere, posisi pengelasan 1G, dan polaritas DCEP.
4. Pengujian penetran test dan pengujian impak metode charpy.

2 Teori Dasar

2.1 Pengertian Pengelasan

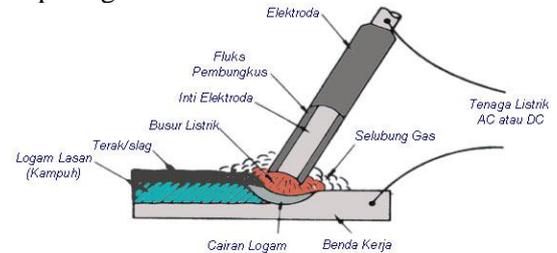
Pengelasan adalah ikatan metalurgi pada sambungan logam paduan yang terjadi dalam keadaan lumer atau cair, dengan kata lain pengelasan adalah penyambungan setempat dari dua logam dengan menggunakan energi panas.

Penyambungan dapat diartikan dengan proses penyambungan dua buah logam sampai titik rekristalisasi logam, dengan atau tanpa menggunakan bahan tambah dan menggunakan energi panas sebagai pencair bahan yang di las. Pengelasan juga dapat juga diartikan sebagai ikatan tetap dari benda atau logam yang dipanaskan

2.2 Las SMAW (Shielded Metal Arc Welding)

Shielded Metal Arc Welding (SMAW) dikenal juga dengan istilah *Manual Metal Arc Welding (MMAW)* atau Las elektroda terbungkus adalah suatu proses penyambungan dua keping logam atau lebih, menjadi suatu sambungan yang tetap, dengan menggunakan sumber panas listrik dan bahan tambah/pengisi berupa elektroda terbungkus (Wikipedia, 2017). Pada proses las elektroda terbungkus, busur api listrik yang terjadi antara ujung elektroda dan logam induk/benda kerja (*base metal*) akan menghasilkan panas. Panas inilah yang mencairkan ujung elektroda (kawat las) dan

benda kerja secara setempat. Busur listrik yang ada dibangkitkan oleh mesin las. Elektroda yang dipakai berupa kawat yang dibungkus oleh pelindung berupa fluks. Dengan adanya pencairan ini maka kampuh las akan terisi oleh logam cair yang berasal dari elektroda dan logam induk, terbentuklah kawah cair, lalu membeku maka terjadilah logam lasan dan terak [4]. Dapat dilihat pada gambar 2.1.



Gambar 2.1 Prinsip Kerja Las SMAW

2.3 Pengujian Impak Pada Charpy Test

Uji impak merupakan salah satu uji mekanik yang dapat digunakan untuk menganalisis sifat-sifat mekanik material seperti kemampuan bahan terhadap benturan dan karakteristik keuletan bahan terhadap perubahan suhu. Alat uji impak merupakan suatu alat uji sering digunakan dalam pengembangan bahan struktur material dalam mengukur kemampuan bahan terhadap beban kejut.[5]

Pada penelitian impak banyaknya energi yang diserap oleh bahan untuk terjadinya perpatahan merupakan ukuran ketahanan impak atau ketangguhan bahan uji. Material yang ulet akan menunjukkan harga impak yang besar dengan menyerap energi potensial dari pendulum beban yang berayun dari suatu ketinggian tertentu dan menumbuk beban uji sehingga benda uji mengalami deformasi.

Prinsip pengukuran secara skematis ditunjukkan pada gambar 2.2, dimana energi yang diserap oleh benda uji biasanya dinyatakan dalam satuan joule dan dibaca langsung pada skala (dial) penunjuk yang telah dikalibrasi yang terdapat pada mesin penguji. Harga impak (HI) suatu bahan yang diuji dengan Metode Charpy Test diberikan:

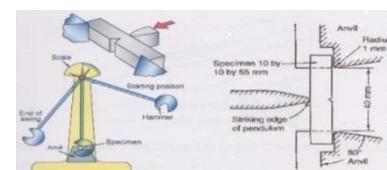
$$HI = E/A$$

Dimana:

HI = Harga Impak (joule/mm²)

E = Energi yang diserap (joule)

A = Luas penampang dibawah takik (mm²)



Gambar 2.2 Pengukuran Impak Metode Charpy

proses pengelasan. Adapun langkah-langkah pada pengujian impak adalah sebagai berikut :

1. Dengan menggunakan jangka sorong lakukan pengukuran didalam lembar data.
2. Hidupkan kompresor dan tunggu tekanan hingga mencapai 6 bar.
3. Buka safety guards mesin, siapkan mesin uji, pasang spesimen pada pemegangnya.
4. Angkat hammer dengan tangan dan pasang kunci.
5. Pastikan jarum petunjuk ke posisi 300 joule.
6. Letakkan spesimen yang akan diuji pada tempat dudukan spesimen, atur posisi spesimen.
7. Tutup pengaman mesin (*safety guard*)
8. Tekan tombol yang terletak pada safety guard, lalu pendulum memukul spesimen benda uji.
9. Setelah itu bawa pendulum dengan hati-hati ke posisi semula dengan menarik pendulum break secara perlahan.
10. Baca posisi jarum dan baca skala dial, catat hasil pembacaan.
11. Ambil benda uji dan amatilah permukaan patahannya, buatlah sketsa patahannya didalam lembar data.
12. Ulangi pengujian untuk sampel-sampel lain

4 Hasil dan Pembahasan

4.1 Hasil Pengelasan.

Setelah proses pembuatan kampuh V tunggal, Tirus Tunggal dan Tirus ganda selesai selanjutnya dilakukan proses pengelasan pada arus 100 ampere dengan polaritas DCEP (*dierect current elektoda positive*). Hasil pengelasan dapat dilihat pada gambar 4.1 berikut ini:



Gambar 4.1 Hasil Pengelasan Material

4.2 Hasil Pengujian NDT Liquid Penetrant

Setelah dilakukan proses pengelasan selanjutnya dilakukan proses NDT penetrant, langkah kerja NDT penetrant ialah sebagai berikut :

1. Bersihkan permukaan material yang akan di inspeksi dengan menggunakan cleaner/remover.
2. Semprotkan cairan penetrant ke area yang di inspeksi dan diam kan selama 30 menit agar cairan terpenetrasi kecelah-celah crack.

3. Bersihkan cairan pentrant dengan menggunakan removal dan kain.
4. Semprotkan cairan pengembang atau cairan developer agar cairan pentrant terangkat kembali dan cacat dapat di ketahui.

Hasil dari proses NDT liquid penetrant ini dapat dilihat pada gambar 4.2.



Gambar 4.2 hasil proses NDT liquid penentran

4.3 Hasil Pengujian Impak.

Perbedaan ketangguhan antara bahan yang mengalami perlakuan pengelasan dengan logam induk. Pengujian impak dilakukan dengan menggunakan mesin uji impak charpy Model H060 Made in Italy. Hasil dari pengujian ketangguhan impak berupa energi yang diserap oleh benda uji dinyatakan dalam satuan Joule dan dibaca langsung pada skala (*dial*) penunjuk yang telah dikalibrasi yang terdapat pada mesin penguji. Harga impak (HI) suatu bahan yang diuji dengan metode Charpy di berikan oleh :

$$HI = E/A$$

Dimana E adalah energi yang diserap dalam satuan Joule dan A luas penampang di bawah takik dalam satuan mm².

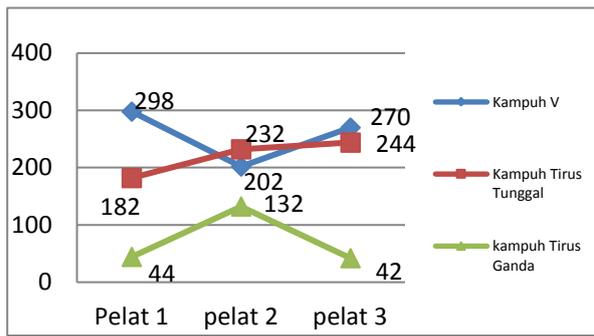
Diketahui : A = 80 mm², E = 298 Joule
 $HI = E/A = 298/80 = 3,73 \text{ Joule/mm}^2$

Secara umum hasil dari harga impak yang diperoleh dapat ditabelkan pada tabel 4.1 di bawah ini.

Tabel 4.1 Hasil Pengujian Impak

No.	Parameter	a (mm)	b (mm)	A (mm ²)	E (Joule)	HI (Joule/mm ²)	Bentuk Patahan
1	Kampuh V tunggal	8	10	80	298	3,73	Ulet
2		8	10	80	202	2,53	Ulet
3		8	10	80	270	3,38	Ulet
Rata-Rata				80	256,6	3,21	
1	Kampuh Tirus tunggal	8	10	80	182	2,28	Ulet
2		8	10	80	232	2,90	Ulet
3		8	10	80	244	3,05	Ulet
Rata-Rata				80	219,3	2,74	
1	Kampuh tirus ganda	8	10	80	44	0,55	Getas
2		8	10	80	132	1,65	Getas
3		8	10	80	42	0,53	Getas
Rata-Rata				80	72,66	0,91	

Data-data dari Tabel 4.1 dapat selanjutnya dimasukkan ke dalam diagram pada gambar 4.3



Gambar 4.3 Diagram Energi Yang Diserap Terhadap Variasi Kampuh Pengelasan

Gambar diagram 4.3 Menunjukkan bahwa nilai energi yang diserap untuk kelompok kampuh V berbeda antara pelat 1, 2 dan 3. Dimana hasil dari pelat 1 adalah 298 joule, pelat 2 sebesar 202 joule, dan pelat 3 sebesar 270 joule. Hasil untuk spesimen kampuh Tirus tunggal berbeda antara pelat 1, 2 dan 3. Dimana hasil dari pelat 1 adalah 182 joule, pelat 2 sebesar 232 joule, dan pelat 3 sebesar 244 joule. Untuk hasil kelompok kampuh tirus ganda berbeda antara pelat 1, 2 dan 3. Dimana hasil dari pelat 1 adalah 44 joule, pelat 2 sebesar 132 joule, dan pelat 3 sebesar 42 joule. Hasil rata-rata untuk kelompok kampuh V sebesar 256,66 joule, Kampuh Tirus tunggal sebesar 219,33 joule, dan untuk Kampuh Tirus ganda sebesar 72,66 joule.

4.4 Pembahasan Pengujian Impak.

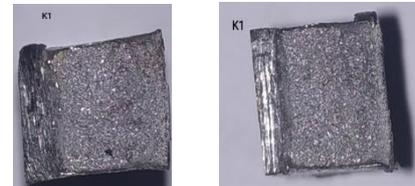
Data dari hasil penelitian diketahui ada perbedaan nilai ketangguhan dari kelompok spesimen yang dikenai proses pengelasan dengan tiga variasi kampuh, yaitu Kampuh V, Kampuh Tirus Tunggal, dan Kampuh Tirus ganda.

Dari data hasil pengujian ketangguhan impact diketahui bahwa pada kelompok spesimen Kampuh V mempunyai nilai ketangguhan yang tertinggi sebesar 3,21 joule/mm², kemudian diikuti dengan harga impact kelompok spesimen Kampuh Tirus tunggal sebesar 2,74 joule/mm², angka ini turun sekitar 0,47 joule/mm², dari harga impact kelompok spesimen Kampuh V. Selanjutnya diikuti dengan harga impact kelompok spesimen Kampuh Tirus Ganda yang hanya mencapai sekitar 0,91 joule/mm², nilai ini turun dari pada kelompok spesimen Kampuh tirus Tunggal 1,83 joule/mm² dan kampuh V sekitar 2,3 joule/mm².

Pada pengujian impact perpatahan terjadi di daerah las, maksud di lakukan pengujian ini di

titik beratkan pada kekuatan lasan pada material baja St 37 dengan AISI 1050 terhadap ketangguhan impact atau ketangguhan tumbuk. Jenis-jenis perpatahan yang terjadi pada spesimen uji adalah patah ulet dan getas.

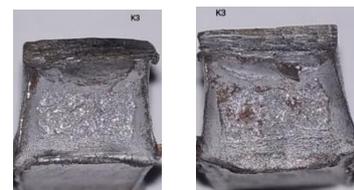
Hasil dari patahan Uji Impact dapat di lihat pada gambar 4.3, 4.4, dan 4.5



(a) hasil Pengujian Tirus ganda 1



(b) hasil pengujian tirus ganda 2



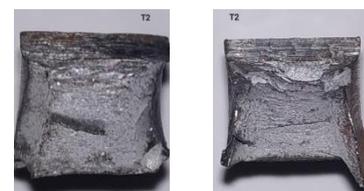
(c) Hasil pengujian tirus ganda 3

Gambar 4.5 Hasil Pengujian Kampuh Tirus Ganda

Dari hasil pengujian yang dilakukan perpatahan pada spesimen uji impact tirus ganda adalah patah getas. Patah getas adalah fenomena patah yang diawali terjadinya retakan secara cepat dibandingkan dengan patah ulet tanpa deformasi plastis terlebih dahulu dan dalam waktu singkat. Peristiwa patah getas dinilai lebih berbahaya dari pada patah ulet, karena terjadi tanpa disadari



(a) Hasil pengujian tirus tunggal 1



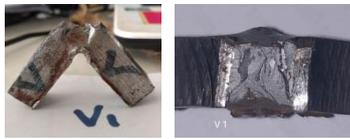
(b) Hasil pengujian tirus tunggal 2



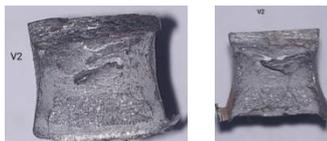
(c) Hasil pengujian tirus tunggal 3

Gambar 4.6 Hasil pengujian kampuh tirus tunggal

Dari hasil pengujian yang dilakukan perpatahan pada spesimen uji impact tirus tunggal adalah patah ulet. Patah ulet adalah fenomena patah yang ditandai oleh deformasi plastis yang cukup besar, sebelum dan selama proses penjalaran retak. Jenis perpatahan adalah berserat (*fibrous fracture*), yang melibatkan mekanisme pergeseran bidang-bidang kristal didalam bahan (logam) yang ulet.



(a) Hasil pengujian V 1



(b) Hasil pengujian V 2



(c) Hasil pengujian V3

Gambar 4.7 Hasil Patahan Pengujian Impact Kampuh V

Dari hasil pengujian yang dilakukan perpatahan pada spesimen uji impact kampuh V adalah patah ulet. Patah ulet adalah fenomena patah yang ditandai oleh deformasi plastis yang cukup besar, sebelum dan selama proses penjalaran retak. Jenis perpatahan adalah berserat (*fibrous fracture*), yang melibatkan mekanisme pergeseran bidang-bidang kristal didalam bahan (logam) yang ulet.

4.5 Kampuh Sambungan Las.

Dari data hasil pengujian ketangguhan impact diketahui bahwa pada kelompok spesimen Kampuh V mempunyai nilai ketangguhan yang tertinggi sebesar 3,21 joule/mm², kemudian diikuti dengan harga impact kelompok spesimen Kampuh Tirus tunggal sebesar 2,74 joule/mm², angka ini turun sekitar 0,47 joule/mm², dari harga impact kelompok spesimen Kampuh V.

Selanjutnya diikuti dengan harga impact kelompok Kampuh Tirus Ganda yang hanya mencapai sekitar 0,91 joule/mm², nilai ini turun dari pada kelompok spesimen Kampuh tirus Tunggal 1,83 joule/mm² dan kampuh V sekitar 2,3 joule/mm².

Dari variasi kampuh diperoleh kampuh yang sangat cocok untuk di pakai pada penyambungan dua logam yang berbeda yaitu baja St 37 dan baja AISI 1050 dengan ketebalan plat 12 mm adalah kampuh V tunggal, dengan harga impact rata-rata 3,21 joule/mm², dan selanjutnya di ikuti dengan kampuh tirus tunggal dengan harga impact rata-rata 2,74 joule/mm², dan selanjutnya dengan kampuh tirus ganda, yang memiliki harga impact rata-rata terendah sebesar 0,91 joule/mm².

5 Kesimpulan

1. Nilai energi yang diserap dan ketangguhan untuk spesimen baja AISI 1050 dengan St 37 kelompok Kampuh V mempunyai nilai paling tinggi dengan nilai rata-rata 256,6 joule dan 3,21 Joule/mm² dibandingkan dengan kelompok menggunakan variasi kampuh tirus tunggal dan tirus ganda.
2. Jenis-jenis perpatahan yang terjadi pada spesimen uji adalah patah ulet dan patah getas, dimana kampuh V dan Kampuh tirus ganda mengalami patah ulet, sedangkan tirus tunggal mengalami patah getas.

6 Saran

1. Supaya mendapatkan hasil penelitian yang lebih baik, sangat dianjurkan melakukan proses NDT lanjutan seperti radiography dan magnetic partikel.
2. Perlu dilakukan penelitian lanjutan untuk kesempurnaannya. Pada proses penyambungan pengelasan dengan variasi Kampuh V, Kampuh tirus tunggal dan kampuh tirus ganda hendaknya tidak dilakukan pada satu pengujian melainkan proses tersebut dilakukan dalam beberapa pengujian merusak lainnya.
3. Jika ingin menyambung dua material AISI 1050 dan St 37 dengan elektroda E7016 diameter 3,2mm sebaiknya menggunakan kampuh V tunggal, karena kampuh V tunggal sangat cocok dibandingkan dengan kampuh tirus tunggal dan tirus ganda
4. Pada pembuatan takikan pada spesimen impact hendaknya harus simetris agar hasil yang diperoleh lebih akurat.

Sebaiknya setelah dibuka elektroda langsung digunakan, jika telah mengalami waktu yang lama maka perlu dilakukan pemanasan elektroda terlebih dahulu sebelum dilakukan pengelasan untuk menghilangkan hidrogen yang ada pada *flux*.

7 Daftar Pustaka

- (1) Hamdani, 2019, Pengaruh Masukan Panas Proses Pengelasan Terhadap Sifat Mekanik Baja Aisi 1045: Suatu Kajian Eksperimental Dan Analisa Numerik. Jurnal Polimesin, Vol. 17. No. 1. 2019. P3M Politeknik Negeri Lhokseumawe
- (2) Ismah Fawaiz, 2017, *Analisis pengaruh kekerasan , kekuatan impak dan struktur mikro dengan proses laju panas pada baja karbon AISI 1050*, Institut Teknologi Sepuluh Nopember.
- (3) Arif Marwanto, S.P, 2007, *Shield Metal Arc Welding*. Universitas Negeri yogyakarta
- (4) Nurdin, 2009, Job Sheet. *Pengujian Impak Metode Charpy*. Lhokseumawe : Politeknik Negeri Lhokseumawe.