



Analisis Pengaruh Variasi *Filler* dan Kuat Arus Pengelasan *Dissimilar SM490YA* dengan *Cast Steel* terhadap Ketangguhan

Moh. Thoriq Wahyudi¹, Leonandra Eka V.¹, Wiwik Dwi Pratiwi^{2*}

¹Jurusan Teknik Bangunan Kapal Politeknik Perkapalan Negeri Surabaya, Jl. Teknik Kimia, ITS, Sukolilo, 60111, Indonesia

²Program Studi Magister Teknik Terapan Teknik Keselamatan dan Resiko Politeknik Perkapalan Negeri Surabaya, Jl. Teknik Kimia, ITS, Sukolilo, 60111, Indonesia

Abstrak. *Dissimilar material welding* adalah proses penyambungan dua jenis logam yang berbeda. Penelitian ini mengkaji kegagalan sambungan berupa retak atau patah yang diduga disebabkan oleh penggunaan kuat arus yang tidak sesuai dan *filler metal* dengan kekuatan tarik yang lebih rendah daripada material dasar. Dua jenis *filler metal*, yaitu ER70S-6 dan ER80S-G, serta tiga variasi kuat arus, yaitu 100A, 175A, dan 250A, digunakan dalam penelitian ini. Uji yang dilakukan meliputi uji ketangguhan. Hasil penelitian menunjukkan nilai ketangguhan tertinggi sebesar 2,31 J/mm² pada daerah *weld metal* dengan filler ER80S-G dan arus 100A, serta nilai ketangguhan terendah sebesar 0,84 J/mm² pada daerah HAZ *Cast Steel* dengan filler ER70S-6 dan arus 250A. Dari hasil uji ketangguhan didapatkan kesimpulan bahwa dengan menggunakan filler ER80S-G menghasilkan nilai ketangguhan yang lebih tinggi dibandingkan ER70S-6 serta dengan semakin tinggi kuat arus yang digunakan maka nilai ketangguhan akan semakin menurun.

Katakunci: *Dissimilar Material Welding, Filler Metal, Kuat arus, Ketangguhan*

Abstract. *Dissimilar material welding is the process of joining two different types of metals. This study examines joint failures in the form of cracks or breaks that are thought to be caused by the use of inappropriate current strength and filler metal with lower tensile strength than the base material. Two types of filler metal, ER70S-6 and ER80S-G, and three variations of current strength, 100A, 175A and 250A, were used in this study. The tests conducted included toughness, hardness, and microstructure analysis. The results showed the highest toughness value of 2.31 J/mm² in the weld metal area with ER80S-G filler and 100A current, and the lowest toughness value of 0.84 J/mm² in the HAZ area of Cast Steel with ER70S-6 filler and 250A current. From the results of the toughness test, it is concluded that using ER80S-G filler produces a higher toughness value than ER70S-6 and the higher the current strength used, the toughness value will decrease.*

Keywords: *Dissimilar Material Welding, Filler Metal, Current Strength, Hardness*

Pendahuluan

Selama proses fabrikasi konstruksi *chassis truck* terdapat sebuah sambungan *fillet weld* yang menyambungkan hanger dengan sasis dan sambungan ini memiliki peranan penting karena menopang beban statis maupun dinamis yang tersebar ke seluruh struktur baja. Risiko kegagalan dalam proses pengelasan bisa mengakibatkan konsentrasi tegangan yang berpotensi menyebabkan kegagalan struktural seperti penurunan kualitas pengelasan yang bisa menghasilkan cacat yang fatal seperti retak maupun patahnya sambungan. Oleh karena itu, setelah proses pengelasan selesai, perlu dilakukan inspeksi untuk memeriksa apakah ada cacat yang timbul setelah proses pengelasan.

Dalam studi kasus ini, ditemukan bahwa pengelasan yang terjadi dilakukan tanpa adanya parameter yang mengontrol serta pemilihan elektroda yang tidak sesuai. Pemilihan *filler metal* harus sesuai, agar pengelasan yang dihasilkan memiliki kualitas yang di harapkan. Salah satu syarat *filler metal* yang sesuai yaitu harus memiliki kekuatan tarik lebih besar atau minimal sama dengan base metal yang akan dilas. (AWS D1.1, 2020). Penggunaan arus pengelasan yang tinggi juga dapat berkontribusi dalam menyebabkan bentuk cacat las seperti kontur pada manik las menjadi tidak teratur dan cekung, terbentuknya lubang, serta hasil percikan las yang terlalu banyak. Penggunaan kuat arus yang terlalu kecil juga dapat menimbulkan cacat las berupa kontur manik las cembung dan peleburan yang kurang baik. Laju pelelehan yang berasal dari elektroda sangat bergantung besar kuat arus pengelasan, sehingga kontrol terhadap laju pelelehan dan kuat arus pengelasan tidak dapat dilakukan secara terpisah (Society, 2011).

Oleh karena itu, penentuan parameter las berupa kuat arus dan pemilihan elektroda yang tepat diperlukan untuk mengantisipasi adanya kegagalan sambungan las tersebut. Kuat arus memiliki pengaruh terhadap laju pelelehan elektroda, kedalaman penetrasi pada daerah las dan *base metal* (Lincoln, 1994).

Kuat arus las merupakan parameter yang dapat mempengaruhi penembusan (penetrasi) dan dan kecepatan pencairan. Semakin tinggi kuat arus las maka semakin besar penembusan dan kecepatan pencairan (Wirjosumarto dan Okumura, 2000) .Pada sebuah tempat pembuatan konstruksi transportasi berupa truk ditemukan ada sebuah permasalahan berupa terjadinya retak pada daerah *weld metal*, permasalahan retak yang terjadi dapat dilihat pada Gambar 1.



Gambar 1. Crack Pada Sambungan Hanger

Berdasarkan permasalahan tersebut, diperlukan adanya pemilihan *filler metal* yang sesuai atau sama dengan nilai kuat tarik material sehingga dapat mencegah retak serta penggunaan kuat arus yang sesuai agar dapat mengurangi terjadinya cacat pada hasil las. Maka dari itu, dilakukan penelitian lebih lanjut dengan melakukan variasi menggunakan variabel *filler metal* dan kuat arus untuk mengetahui sifat mekanis berupa ketangguhan melalui proses uji impak pada hasil proses pengelasan GMAW yang menggunakan material HSLA SM490YA dan *Hanger* truk yang berbahan dasar *Cast Steel*.

2. Tinjauan Pustaka

Penelitian ini terdiri dari beberapa tahap yang mencakup studi literatur dan lapangan, pengumpulan data dan persiapan spesimen, proses pengelasan yang berjumlah enam spesimen, pembuatan spesimen uji, pengujian ketangguhan, analisis data, serta pembahasan dan kesimpulan. Untuk mempermudah para pembaca jurnal mengenali kodifikasi spesimen, dapat dilihat pada Tabel 1.

Tabel 1 Kodifikasi Spesimen Uji

<i>Filler Metal</i>	Kuat Arus (Ampere)	Kode	Posisi
ER70S-6	100	70A	1G
	175	70B	
	250	70C	
ER80S-G	100	80A	
	175	80B	
	250	80C	

Dalam penelitian ini, digunakan plat baja SM490YA dan *Cast Steel* dengan ketebalan 12 mm sebanyak 6 *joint*. Proses pengelasan dilakukan dengan mesin las GMAW dan *filler metal* yang digunakan adalah ER70S-6 dan ER80S-G dengan diameter 1.0 mm. Gas pelindung menggunakan CO₂ dengan kadar sebanyak 100%. Baja memiliki kemampuan pengerasan (*hardenability*) yang bervariasi, memungkinkan penyesuaian dengan sifat mekanik yang diinginkan (Troxell, 1998). Baja cor atau baja tuang adalah bahan yang serbaguna. Baja jenis ini memiliki berbagai macam sifat.

Dikarenakan sifatnya yang beragam baja cor dapat digunakan dalam aplikasi yang membutuhkan kemampuan las, ketahanan abrasi, kekuatan tinggi, ketangguhan, suhu tinggi dan ketahanan korosi merupakan hal penting. (Blair, 1990). Seperti yang telah dijelaskan sebelumnya terkait kegunaan baja cor, pada penelitian ini baja cor digunakan sebagai bahan dasar pada *spare part* berbentuk *hanger* dari merek YORK. Pada *manual book* untuk merek York yang berjudul “*YTE Suspension: Installation & Suspension*” menjelaskan bahwa jenis baja cor yang digunakan untuk pembuatan *hanger* truk ini merupakan baja cor BS3100:A2.

Pada standar BS3100:1991 menjelaskan bahwa BS3100:A2 termasuk ke dalam jenis *low alloy steel casting*. *Low alloy steel casting* merupakan baja cor atau baja tuang yang sering digunakan dikarenakan memiliki sifat yang mudah di tempa serta di las. Baja jenis ini sering digunakan untuk bagian pada gerbong kereta api, pompa dan katup, kendaraan berat seperti truk, konstruksi dan peralatan pada industri pertambangan, dan peralatan pada mesin pembangkit listrik. Penggunaan baja cor sebagai bahan dasar pembuatan *hanger* truk merupakan contoh bahwa baja cor merupakan material yang dapat digunakan untuk berbagai keperluan penggunaan dan memiliki daya tahan yang tinggi sehingga cocok digunakan untuk

kegiatan industri maupun kegiatan transportasi yang berat. Baja cor yang digunakan pada sektor industri dan transportasi berat dituntut untuk memiliki sifat mekanis yang baik seperti keuletan, ketangguhan, dan sifat mampu yang baik agar mampu bertahan dengan kondisi lingkungan kerja yang sangat berat. Selain memiliki daya tahan tinggi, *low alloy steel casting* juga memiliki keunggulan lain yaitu berupa biaya yang terjangkau sehingga memudahkan perusahaan manufaktur transportasi kendaraan dan pemesan untuk mendapatkan suatu *spare part* berkualitas tinggi dengan harga yang terjangkau. Sifat mekanis dan komposisi BS3100:A2 dapat dilihat pada Tabel 2 dan 3 berikut.

Tabel 2 Sifat Mekanik BS3100:A2

Yield Point (MPa) Min.	Tensile Strength (MPa) Min.	Elongation (%) Min.
260	490	18

Sumber: BS3100, 1991

C (%)	Si (%)	Mn (%)	P (%)	S (%)
0.35	0.60	1.0	0.050	0.050

Tabel 3 Komposisi Kimia BS3100:A2

Sumber: BS3100, 1991

Selain baja cor, material yang digunakan pada penelitian adalah baja karbon adalah salah satu bahan yang sering digunakan dalam pengelasan konstruksi dan penelitian eksperimental karena kemampuannya yang mudah dibentuk dan memiliki sifat las yang baik. Klasifikasi dan sifat baja karbon bergantung pada kadar karbon yang ada dalam material tersebut. Baja karbon rendah memiliki kadar karbon di bawah 0,30%, sedangkan baja karbon menengah memiliki kadar karbon antara 0,30% hingga 0,45%, dan baja karbon tinggi memiliki kadar karbon antara 0,45% hingga 1,70%. Semakin tinggi kadar karbon, kekuatan dan kekerasan material akan meningkat, tetapi elastisitasnya akan menurun.

Dalam penelitian ini, jenis baja karbon yang digunakan adalah SM490YA, yang mematuhi standar JIS G3106. Jenis baja karbon ini memiliki sifat las yang baik karena termasuk dalam kategori HSLA (*High Strength Low Alloy*) atau memiliki campuran karbon yang rendah. Baja ini sering digunakan dalam pembuatan konstruksi, karena memiliki kekuatan dan kekerasan lebih tinggi dibandingkan dengan baja karbon umumnya. Dalam penelitian ini, SM490YA digunakan untuk konstruksi sasis truk dan *dobler*. Sifat mekanis dan komposisi SM490YA dapat dilihat pada Tabel 4 dan 5 berikut.

Tabel 4 Sifat Mekanik SM490YA

Yield Point (MPa) Min.	Tensile Strength (MPa) Min.	Elongation (%) Min.
365	490	19

Sumber: G3106:2004

Tabel 5 Komposisi Kimia (maks.) SM490YA

C (%)	Si (%)	Mn (%)	P (%)	S (%)
0.18	0.241	1.16	0.024	0.0087

Sumber: Gunung Raja paksi, 2023

Pada penelitian ini, proses las menggunakan *Gas Metal Arc Welding* (GMAW) dengan sambungan *V-groove butt joint* dalam posisi pengelasan 1G. Proses pengelasan menggunakan *shielding gas* CO₂ dengan tingkat aliran sebesar 10-15 L/min. Pemilihan prosedur proses las harus secara tepat sehingga menghasilkan kualitas sambungan yang baik.

Salah satu variabel yang perlu diperhatikan dalam proses las adalah kesesuaian arus las dengan elektroda yang digunakan, rekomendasi penggunaan kuat arus berdasarkan elektroda yang digunakan dapat dilihat pada Tabel 6.

Tabel 6 Penggunaan Kuat Arus Berdasarkan Diameter Elektroda

Las MIG	
Diameter Kawat Las (mm)	Kuat Arus (Amp.)
0,8	10 – 100
1,0	70 – 180
1,2	110 – 230
1,6	150 – 330
2,4	250 – 500

Sumber: Wiryosumarto dan Okumura, 2000

America Welding Society (AWS) D1.1:2020 menjelaskan bahwa *filler metal* merupakan paduan yang digunakan untuk menyambungkan material pada saat proses las, *brazing*, ataupun saat penyolderan. *Filler metal* yang tepat adalah yang memiliki kekuatan tarik melebihi nilai kuat tarik pada material yang dilas, pada latar belakang telah dijelaskan bahwa penggunaan *filler metal* di lapangan tidak memenuhi syarat dikarenakan memiliki nilai kuat tarik yang lebih rendah dibandingkan material yang digunakan. Material yang digunakan pada penelitian ini adalah baja cor yang berasal dari *spare part* truk berbentuk hanger yang memiliki jenis yaitu baja cor karbon rendah tipe BS3100:A2. Sementara baja karbon yang digunakan adalah SM490YA. Perbedaan nilai kuat tarik antara *filler metal* ER70S-6, baja cor, dan SM490YA dapat dilihat pada Tabel 7 berikut.

Tabel 7 Penggunaan Nilai Kuat Tarik

AWS Class	<i>Tensile Strength, min</i>	<i>Elongation min.</i> (%)
	MPa	
ER70S-6	480	22
Baja Cor merek YORK (BS3100:A2)	490	18
SM490YA	490	19 – 21

Salah satu syarat *filler metal* yang sesuai yaitu harus memiliki kekuatan tarik lebih besar atau minimal sama dengan base metal yang akan dilas. Apabila menggunakan *filler metal* yang memiliki kekuatan tarik dibawah kekuatan material, maka dapat menyebabkan menurunnya kekuatan sambungan sehingga dapat menyebabkan sambungan mengalami

crack yang dapat berujung pada patahnya suatu sambungan pengelasan. Dapat dilihat pada Tabel 6 diatas bahwa nilai kuat tarik *filler metal* yang digunakan pada proses pengelasan dilapangan dibawah nilai kuat tarik material, maka dari itu pada penelitian ini penulis menggunakan *filler metal* dengan kelas yang lebih tinggi untuk meningkatkan kualitas sambungan. Pada penelitian ini penulis menggunakan kawat las ER80S-G sebagai pembanding ER70S-6. Data *mechanical properties* ER70S-6 dan ER80S-G dapat dilihat pada Tabel 8.

Tabel 8 Sifat Mekanik *Filler metal ER70S-6 dan ER80S-G*

AWS Class	<i>Tensile Strength,</i> <i>min</i>	<i>Elongation min.</i> (%)
	MPa	
ER70S-6	480	22
ER80S-G	550	<i>Not Specified</i>

Sumber: AWS A5.18, 2005 dan AWS A5.28, 2005

3. Metode

Proses yang dilakukan dalam proses pengelasan GMAW pada penelitian ini adalah :

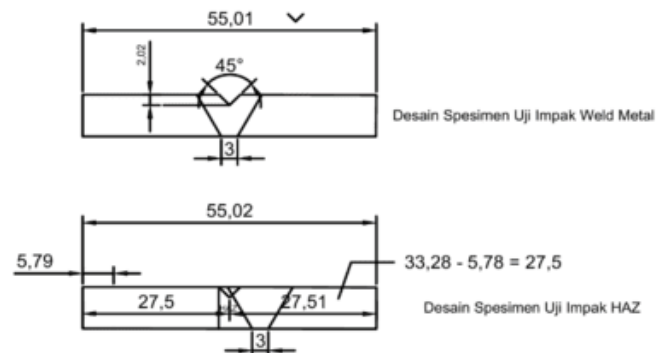
1. Menyiapkan material untuk pembuatan spesimen pengujian. Material yang digunakan adalah *cast steel hanger*, dipotong dengan ukuran 150x238 mm sejumlah 3 buah dan SM490YA ukuran 200x250 sejumlah 3 buah.
2. Kemudian melakukan proses gerinda untuk menghaluskan dan mempersiapkan material sebelum dilakukan proses pengelasan.
3. Melakukan pembersihan dan pemberian tanda pada material menggunakan *marker* agar spesimen yang akan di las tidak tertukar.
4. Melakukan persiapan alat untuk proses las GMAW.
5. Melakukan *joint fit up* sebelum melakukan proses pengelasan material.
6. Melaksanakan proses pengelasan sesuai dengan parameter yang telah ditentukan dapat dilihat pada Tabel 1.
7. Setelah proses pengelasan telah selesai dilaksanakan maka melakukan pembersihan pada material yang telah di las.

Adapun Parameter pengelasan yang digunakan pada penelitian ini dapat dilihat pada Tabel 9.

Tabel 9 Parameter pengelasan

Spesimen	Amp (A)	Voltage (V)	Travel Speed (mm/min)	Heat Input (J/mm)
70A	96-119	21-28	110-187	898-1709
70B	165-177	22-25	145-160	1394-1747
70C	242-257	23-26	173-252	1561-2292
80A	91-115	19-24	94-167	808-1700
80B	165-185	19-22	134-167	1245-1831
80C	241-253	26-27	228-351	1103-1808

Pada tabel diatas terlihat penggunaan kuat arus 100A, 175A, dan 250A memberikan pengaruh terhadap masukan panas. Hal ini membuktikan bahwa penggunaan kuat arus saat proses las perlu dikontrol agar menghasilkan kualitas hasil las baik dan menghindari adanya cacat pengelasan yang tidak diinginkan. Pengujian untuk mengetahui ketangguhan sambungan maka dilakukan pengujian impak dengan metode *charpy V-notch* (CVN) adalah teknik yang sering digunakan. Pada uji impak digunakan spesimen uji bertakik yang akan dihantam dengan sebuah pendulum. Pada teknik *izod*, spesimen dijepit pada satu ujung hingga posisi takik berada didekat penjepit. Pendulum diayunkan dari ketinggian tertentu yang akan menghantam ujung spesimen yang tidak dijepit dari bagian depan takik. Pada metode *charpy*, spesimen uji diletakkan dengan posisi mendatar yang kedua ujungnya ditahan, pendulum akan memukul spesimen uji dari belakang takik. Pengujian impak dapat dilihat pada Gambar 2.



Gambar 2. Pengujian Impak

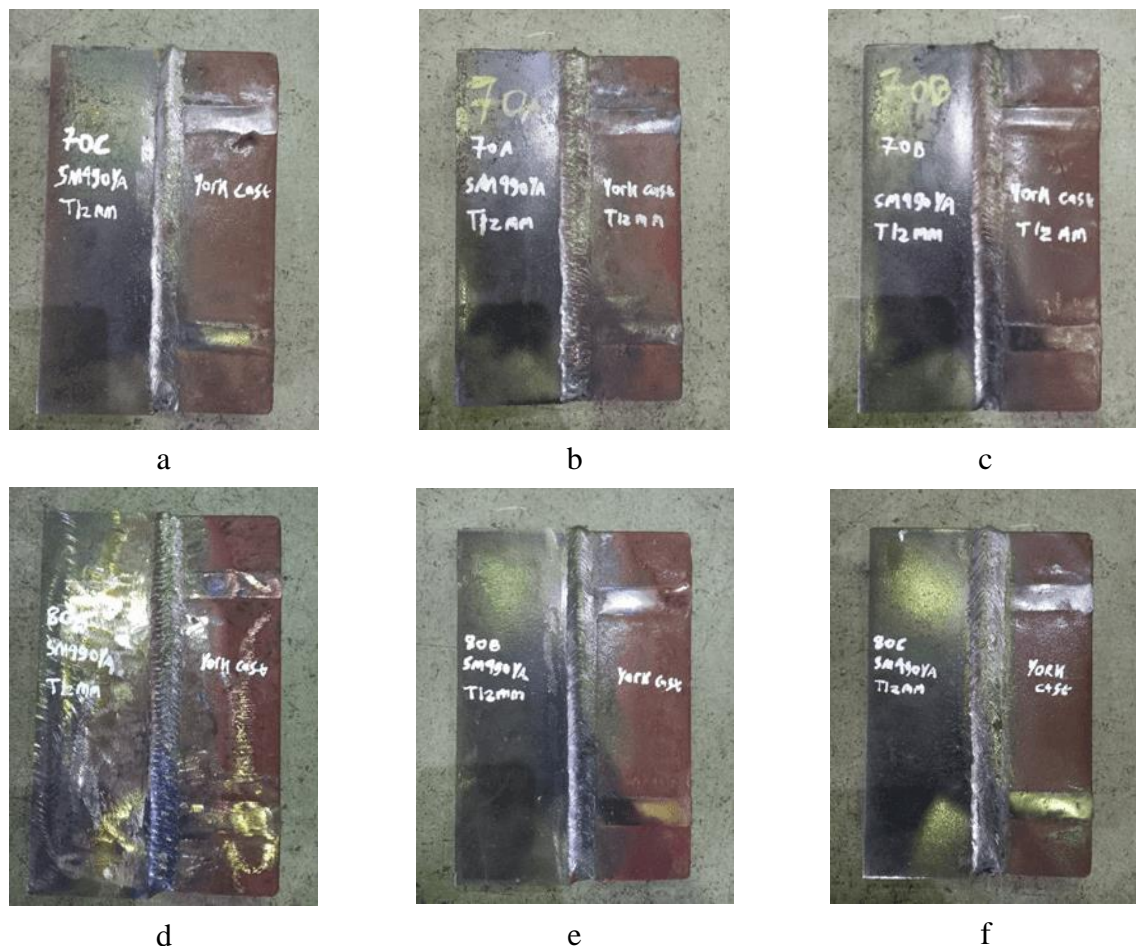
3. Hasil dan Pembahasan

3.1. Hasil Pengujian

3.1.1. Hasil Uji Visual

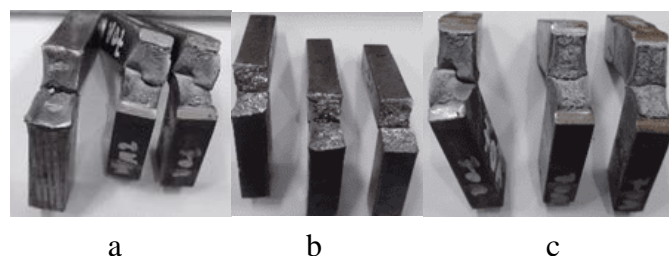
Pada penelitian ini dilakukan pengujian visual pada setiap sambungan setelah proses pengelasan selesai dilakukan. Hasil pengujian visual dari masing-masing sambungan dapat dilihat pada Gambar 3.

Analisis Pengaruh Variasi Filler dan Kuat Arus Pengelasan Dissimilar SM490YA dengan Cast Steel terhadap Ketangguhan dan Struktur Mikro

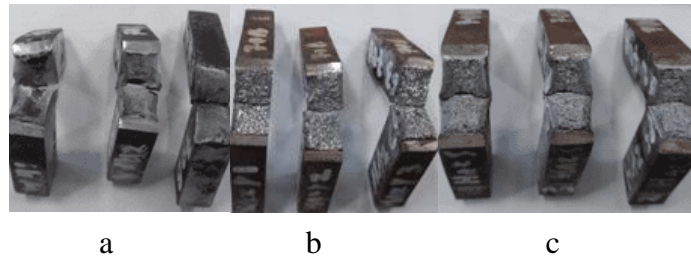


Gambar 3. Hasil Pengujian Visual

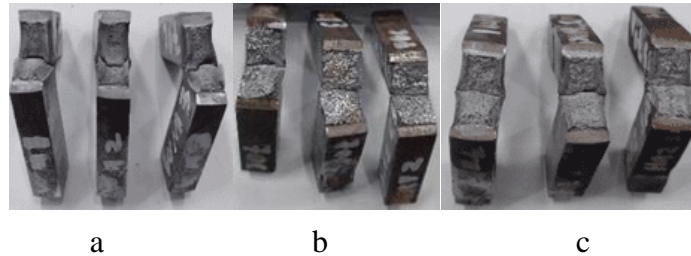
Pengujian impak dilakukan dengan metode *charpy v-notch*. Spesimen impak diambil dari daerah *weld metal* sejumlah 3 spesimen pada setiap sambungan, lalu 3 spesimen pada daerah HAZ SM490YA, dan 3 spesimen HAZ *cast steel*. Pada setiap daerah sambungan diberi 3 kali pengambilan uji impak bertujuan agar bisa mendapatkan data uji impak lebih banyak serta nilai rata-rata yang lebih baik. Pengujian impak dilakukan pada suhu ruangan (27,5°C). Hasil pengujian patahan impak dapat dilihat pada Gambar 4-9.



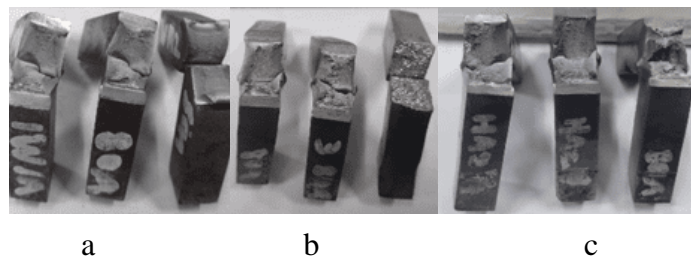
Gambar 4. Patahan spesimen hasil uji impak kodifikasi 70A. (a.) *weld metal*, (b) HAZ *cast steel*, (c) HAZ SM490YA



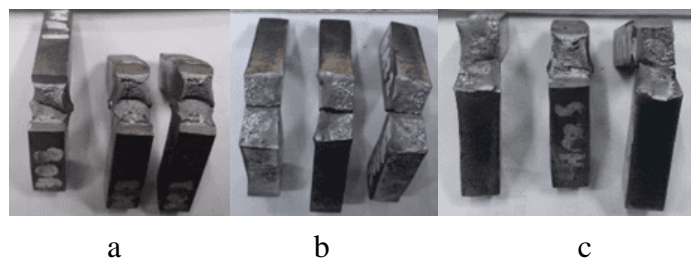
Gambar 5. patahan spesimen hasil uji impak kodifikasi 70B. (a.) *weld metal*, (b) *HAZ cast steel*, (c) *HAZ SM490YA*



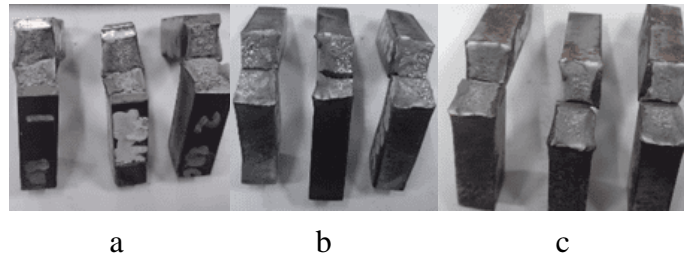
Gambar 6. patahan spesimen hasil uji impak kodifikasi 70C. (a.) *weld metal*, (b) *HAZ cast steel*, (c) *HAZ SM490YA*



Gambar 7. patahan spesimen hasil uji impak kodifikasi 80A. (a.) *weld metal*, (b) *HAZ cast steel*, (c) *HAZ SM490YA*



Gambar 8. patahan spesimen hasil uji impak kodifikasi 80B. (a.) *weld metal*, (b) *HAZ cast steel*, (c) *HAZ SM490YA*



Gambar 9. patahan spesimen hasil uji impact kodifikasi 80C. (a.) *weld metal*, (b) *HAZ cast steel*, (c) *HAZ SM490YA*.

3.1.2. Hasil Uji Impact

Selanjutnya setelah melakukan pencatatan hasil uji impact beserta dokumentasi patahan, dilakukan perhitungan *E teorit*, *impact strength* beserta rata ratanya. Adapun data-data perhitungan uji impact dapat dilihat pada Tabel 10.

Tabel 10 Perhitungan Uji Impact

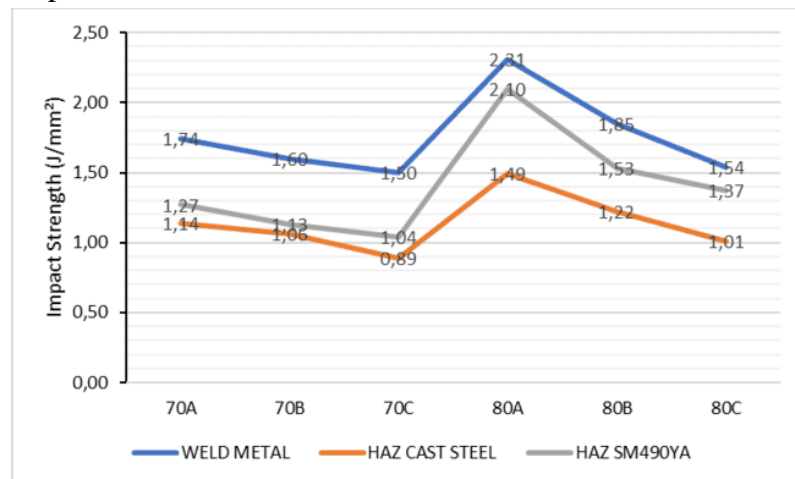
<i>N0</i>	<i>Spesimen</i>	<i>Type of Notch</i>	<i>Location of Notch</i>	<i>Temp (°C)</i>	<i>Angle β(°)</i>	<i>E impact (J)</i>	<i>E Theorit. (J)</i>	<i>Strength (J/mm²)</i>	<i>Rata-rata (J/mm²)</i>
70A	WM1	V	<i>Weld</i>	27,5	66	104	104,14	1,75	1,74
	WM2	V	<i>Weld</i>	27,5	64	107	106,58	1,80	
	WM3	V	<i>Weld</i>	27,5	70	99	99,14	1,68	
	HAZ CS1	V	<i>HAZ</i>	27,5	92	70,5	70,04	1,15	1,14
	HAZ CS2	V	<i>HAZ</i>	27,5	93	69	68,70	1,14	
	HAZ CS3	V	<i>HAZ</i>	27,5	93	69	68,70	1,12	
	HAZ SM1	V	<i>HAZ</i>	27,5	86	78	78,12	1,29	1,27
	HAZ SM2	V	<i>HAZ</i>	27,5	87	77	76,78	1,28	
HAZ SM3	V	<i>HAZ</i>	27,5	88	75	75,43	1,24		
70B	WM1	V	<i>Weld</i>	27,5	69	99,8	100,40	1,68	1,60
	WM2	V	<i>Weld</i>	27,5	73	94,2	95,31	1,57	
	WM3	V	<i>Weld</i>	27,5	75	93	92,72	1,54	
	HAZ CS1	V	<i>HAZ</i>	27,5	97	63,2	63,33	1,04	1,06
	HAZ CS2	V	<i>HAZ</i>	27,5	96	64	64,67	1,05	
	HAZ CS3	V	<i>HAZ</i>	27,5	93	68	68,70	1,10	
	HAZ SM1	V	<i>HAZ</i>	27,5	92	70	70,04	1,16	1,13
	HAZ SM2	V	<i>HAZ</i>	27,5	92	69	70,04	1,12	
	HAZ SM3	V	<i>HAZ</i>	27,5	93	68	68,70	1,12	

Analisis Pengaruh Variasi Filler dan Kuat Arus Pengelasan Dissimilar SM490YA dengan Cast Steel terhadap Ketangguhan dan Struktur Mikro

70C	WM1	V	Weld	27,5	82	83,2	83,48	1,39	1,50
	WM2	V	Weld	27,5	77	89,5	90,10	1,46	
	WM3	V	Weld	27,5	82	83	83,48	1,36	
	HAZ CS1	V	HAZ	27,5	105	52	52,75	0,84	0,89
	HAZ CS2	V	HAZ	27,5	101	58	58,00	0,96	
	HAZ CS3	V	HAZ	27,5	104	54	54,06	0,87	
	HAZ SM1	V	HAZ	27,5	96	65	64,67	1,03	1,04
	HAZ SM2	V	HAZ	27,5	96	64,2	64,67	1,04	
	HAZ SM3	V	HAZ	27,5	96	64,5	68,70	1,05	
80A	WM1	V	Weld	27,5	9	149	148,98	2,45	2,31
	WM2	V	Weld	27,5	37	134,8	134,39	2,23	
	WM3	V	Weld	27,5	37	134,9	134,39	2,25	
	HAZ CS1	V	HAZ	27,5	74	93,2	94,01	1,53	1,49
	HAZ CS2	V	HAZ	27,5	79	87	87,47	1,43	
	HAZ CS3	V	HAZ	27,5	77	89	90,10	1,51	
	HAZ SM1	V	HAZ	27,5	43	129	129,20	2,14	2,10
	HAZ SM2	V	HAZ	27,5	42	130	130,11	2,14	
	HAZ SM3	V	HAZ	27,5	50	122	122,36	2,01	
80B	WM1	V	Weld	27,5	60	110,8	11,34	1,82	1,85
	WM2	V	Weld	27,5	56	116	115,91	1,88	
	WM3	V	Weld	27,5	58	113	113,65	1,84	
	HAZ CS1	V	HAZ	27,5	86	78	78,12	1,29	1,22
	HAZ CS2	V	HAZ	27,5	91	71	71,39	1,16	
	HAZ CS3	V	HAZ	27,5	90	72,9	72,74	1,21	
	HAZ SM1	V	HAZ	27,5	72	96	96,59	1,58	1,53
	HAZ SM2	V	HAZ	27,5	74	94	94,01	1,55	
	HAZ SM3	V	HAZ	27,5	76	91	91,41	1,47	
80C	WM1	V	Weld	27,5	75	92	92,72	1,54	1,54
	WM2	V	Weld	27,5	72	96,8	96,59	1,58	
	WM3	V	Weld	27,5	75	92	92,72	1,49	
	HAZ CS1	V	HAZ	27,5	97	63,5	63,33	1,02	
	HAZ CS2	V	HAZ	27,5	100	59	59,33	0,99	

	HAZ CS3	V	HAZ	27,5	98	62	61,99	1,03	1,01
	HAZ SM1	V	HAZ	27,5	80	86,2	86,14	1,38	1,37
	HAZ SM2	V	HAZ	27,5	82	83	83,48	1,37	
	HAZ SM3	V	HAZ	27,5	83	81,5	82,14	1,35	

Selanjutnya, adapun grafik *impact strength* dari hasil pengujian ketangguhan yang telah dilakukan dapat dilihat pada Gambar 10.



Gambar 10. Grafik Nilai Hasil Uji Impak

Berdasarkan grafik pada Gambar 10 pemaparan data hasil uji impak spesimen kode “70” dan “80” yang telah disampaikan, dapat dilihat bahwa terdapat perbedaan rata rata nilai uji impak pada setiap spesimen. Dalam hal ini, spesimen *weld metal* memiliki nilai rata rata uji impak terbesar, lalu diikuti oleh rata rata nilai uji impak HAZ SM490YA serta spesimen yang memiliki rata rata nilai uji impak yang terendah adalah spesimen HAZ *cast steel*. Pada Gambar 4-9 terlihat bahwa patahan pada semua spesimen daerah weld metal menunjukkan bahwa hasil patahan berupa patahan ulet (*ductile*), pada daerah HAZ SM490YA menunjukkan bahwa patahan di daerah ini bersifat dominan ulet, sementara pada hasil uji impak di daerah HAZ *cast steel* terlihat bahwa patahan yang terjadi bersifat getas (*brittle*). Grafik tersebut dapat disimpulkan bahwa dengan meningkatnya kuat arus maka nilai ketangguhan sambungan las semakin menurun. Pada grafik tersebut terlihat penurunan nilai ketangguhan pada setiap spesimen (daerah) dengan semakin meningkatnya kuat arus.

Hal ini menunjukkan bahwa semakin rendah arus Busur listrik (*Ampere*) makin tinggi hasil uji impaknya, begitu juga sebaliknya semakin tinggi arus busur listrik (*Ampere*) semakin rendah hasil uji impaknya (Bilal, 2021). Penurunan nilai hasil uji impak seiring dengan peningkatan kuat arus pengelasan pada proses pengelasan material. Hal ini sejalan dengan penelitian (Budi Priyono et al, 2021). Masuknya panas yang meningkat seiring dengan kuat arus yang digunakan saat pengelasan dapat menurunkan nilai ketangguhan pada material. Hal ini sejalan dengan penelitian (Huda Kholif, 2021) menyatakan masuknya panas yang meningkat, dapat menurunkan keuletan sehingga nilai ketangguhan akan semakin rendah, sehingga dari hasil penelitian didapatkan nilai ketangguhan menurun seiring dengan peningkatan kuat arus yang digunakan dalam pengelasan.

Jadi semakin tinggi arus yang digunakan maka nilai ketangguhan yang diperoleh semakin rendah (Agung Cahyo Saputro, 2024) Pengaruh panas semakin meningkat sesuai dengan kuat arus yang diterima oleh material hasil las dapat menurunkan nilai kekuatan impak, hal ini sejalan dengan penelitian (Erika Efendi, 2022) menyatakan dengan pengaruh panas yang semakin meningkat seiring besarnya kuat arus yang diterima oleh material hasil las maka berpengaruh pada struktur material yang dilas sehingga membuat ketangguhan berbeda setiap spesimen nya. Dilihat dari hasil yang ditemukan bahwa baja karbon yang dilas dengan arus yang lebih rendah maka hasil impaknya lebih besar dan baja karbon yang diberi arus pengelasan yang lebih besar terjadi penurunan nilai impaknya.

4. Kesimpulan

Berdasarkan analisa yang telah dilakukan terhadap hasil perbandingan *filler metal* dan kuat arus pada pengelasan GMAW *dissimilar material* SM490YA dengan *Cast Steel* terhadap ketangguhan dapat ditarik kesimpulan yaitu spesimen dengan kuat arus 100A menghasilkan nilai uji impak yang terbesar, hal ini disebabkan karena memiliki masukan panas las yang paling rendah sehingga menghasilkan sifat mekanis yang paling tangguh dibandingkan kuat arus 175A dan 250A. Nilai uji impak yang dihasilkan dari spesimen pada daerah weld metal lebih besar dibandingkan pada daerah HAZ, hal ini terjadi karena laju pendinginan pada daerah weld metal lebih cepat dibandingkan pada daerah HAZ. Semakin lambat laju pendinginan maka ketangguhan akan semakin menurun dan begitu pula sebaliknya. Dari hasil uji ketangguhan didapatkan kesimpulan bahwa dengan menggunakan filler ER80S-G menghasilkan nilai ketangguhan yang lebih tinggi dibandingkan ER70S-6 serta dengan semakin tinggi kuat arus yang digunakan maka nilai ketangguhan akan semakin menurun.

Ucapan terima kasih

Penulis mengucapkan terimakasih yang sebesar-besarnya atas dukungan dana DIPA PPNS tahun 2024 yang telah berkontribusi dan membantu untuk menyelesaikan penelitian ini.

Daftar Pustaka

- A5.18, A. (2005). *Specification for Carbon Steel Electrodes and Rod for Gas Shielding Arc Welding*.
- Bilal, N. (2021). Pengaruh Variasi Arus Busur Listrik Pengelasan GMAW Terhadap Kekuatan Impak Pada Baja Karbon Rendah. *Politeknik Manufaktur Negeri Bangka Belitung*, 1-38.
- Budi Priyono, Irzal, Hendri Nurdin dan Primawati. (2021). Analisis Pengaruh Variasi Kuat Arus Pengelasan Metal Inert Gas (Mig) Terhadap Ketangguhan Material Sambungan Las Pada Baja St 37. *VOMEX*. 3(3), 8-14.
- Callister Jr, & William, D. (2017). *Materials Science and Engineering an Introduction 10 th Edition*. New Jersey: John Wiley & Sons, Inc.
- Company, T. L. (1994). *The Procedure Handbook of Arc Welding 13th Edition*. Cleaveland.
- Company, T. L. (n.d.). *GMAW : Product and Procedure Selection*. Cleveland: USA.
- D1.1D1.M, A. (2020). *Structural Code-Steel*. Danvers: American Welding Society.
- E18-15, A. S. (n.d.). *A For Rockwell Hardness Of Metallic Materials*. America.
- Erika Afandi. (2022). Analisa Pengaruh Kuat Arus Pengelasan Smaw Terhadap kekuatan Uji

- Impak Pada Sambungan baja Karbon St 42. VOMEK. 4(1), 58-64.
- ESAB. (2020). *Welding Filler Metal Handbook*. Asia-Pasific.
- Electric, M. (2018). *Guidllines for GMAW*. USA: Miller Electric Mfg.
- Equipment, Y. T. (2008). *Suspension : Installation & Maintenance*. Singapore.
- G3106, J. (2004). *IS Handbook Ferrous Materials & Metallurgy I*. Japan: Japanese Standards Associations.
- Glownia, J. (2017). *Metallurgy and Technology of Steel Castings*. Poland: AGH-University of Science and Technology, Cracow.
- Hultquist, G., & Leygraf, C. (1980). Materials Science and Eng. *Materials Science and Engineering: A*, 42(1), 181.
- Malcolm, B., & Thomas, L. (1995). *Steel Casting Handbook Sixth Edition*. Steel Founders Society of America and ASM Internasional.
- M. Munir, ST., M., M. Thoriq Wahyudi, ST., M., Hendri Budi Kurniyanto, S.ST., M., & Dika Anggara, S.ST., M. (2019). *Modul Praktik DT NDT* (Issue April). <http://eprints.stikes-aisyiyah.ac.id/773/1/28>. Modul Praktik Komunitas.pdf
- Mohamat, S. A., Ibrahim, I. A., Amir, A., & Ghalib, A. (2012). The effect of flux core arc welding (FCAW) processes on different parameters. *Procedia Engineering*, 41, 1497-1501
- Mimmi, H. (2015). *Feasibility Study for a Cast Steel Guidline*. Master of Science Thesis Stockhlom.
- Prahastho, N. A. (2019). *Pengaruh ampere dan diameter elektroda kawat ER70S-G KC26 pada Gas Metal Arc Welding (GMAW) terhadap sifat mekanik dan struktur mikro sambungan las JIS G3101 SS400 sebagai aplikasi arm excavator di PT. X* (Skripsi Sarjana, Departemen Teknik Material, Fakultas Teknologi Industri, Institut Teknologi Sepuluh Nopember, Surabaya).
- Padli , F., Riswanda, & Harlian, K. (2021). Pengaruh Variasi terhadap Sifat Mekanik Sambungan Las GMAW Material Tidak Sejenis ASS 304L dengan AISI 1015. *Politeknik Negeri Bandung*, 1-6.
- Suharno, S., & Estriyanto, Y. (2018). Pengaruh Variasi Besar Sudut Kampuh V Tunggal Terhadap Struktur Mikro, Kekerasan, dan Kekuatan Tarik Material Baja SS400 Dengan Metode Pengelasan SMAW. *NOZEL Jurnal Pendidikan Teknik Mesin*, 1(4), 301-311.
- Rahman, H. K., & Sunyoto. (2021). Pengaruh arus SMAW terhadap kekuatan tarik dan dampak baja konstruksi IWF JIS G3101 SS400. *Jurnal Dinamika Vokasional Teknik Mesin*, 6(1), 35-45.
- Saputro, A. C. (2024.). Analisis variasi arus pengelasan MIG pada baja ST 37 terhadap kekuatan tarik dan ketangguhan. S1 Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Negeri Surabaya.
- Society, I. W. (2011). *Handbook Teknologi Pengelasan*. Asosiasi Pengelasan Indonesia.
- Steel, K. (2014). *Kobelco Welding Handbook*. Kobe Steel LTD.
- Welding, H. (2019). *Hyundai Welding Consumable*. Seoul: Hyundai Welding CO LTD.
- Wiryosumarto, H., & Okumura, T. (2000). *Teknologi Pengelasan Logam. Cetakan kedelapan*. Jakarta: Pradnya Paramita.