

## PENGARUH VARIASI SUHU PREHEAT TERHADAP SIFAT MEKANIK MATERIAL SA 516 GRADE 70 YANG DISAMBUNG DENGAN METODE PENGELASAN SMAW

Gathot DW1\*, Nur H 2\* Budi LS 3\*, Abdillah GB 4\*  
Prodi D-3 Teknik Mesin Fakultas Teknik Industri-ITS 1,2,3,4\*  
e-mail: gathot.d3mits@gmail.com

### Abstrak

Prosedur pengelasan untuk material yang mempunyai nilai *karbon equivalen* lebih besar dari 0.4 persen tidak sama dengan material yang mempunyai nilai karbon equivalen lebih kecil dari 0.4 persen salah satunya perbedaannya adalah dilakukan *preheat* sebelum di proses las, bertujuan untuk mengurangi laju pendinginan setelah di proses las sehingga sifat mekanik nya tidak banyak berubah.

Dalam penelitian ini akan membandingkan sifat mekanis dari material hasil pengelasan SA 516 gr 70 yang tanpa preheat dengan preheat sebelum proses las *SMAW (Shelled Metal Arc Welding)* atau las busur listrik. Dimana variasi suhu preheat 150<sup>0</sup>C, 200<sup>0</sup>C, dan 250<sup>0</sup>C. Sedangkan untuk mengetahui sifat mekanik dengan melakukan *pengujian hardness test, impact test dan makro etsa*.

Dari penelitian didapatkan hasil sebagai berikut : material hasil pengelasan tanpa preheat mempunyai nilai relapit lebih tinggi dibandingkan yang di preheat, dimana semakin tinggi temperatur preheat maka nilai kekerasan menurun, ketangguhannya meningkat dan luasan daerah yang kena pengaruh panas meningkat

Kata-kata kunci : *Karbon equivalen, Preheat, SMAW, hardness test, impact test dan makro etsa*.

### PENDAHULUAN

Proses pengelasan banyak digunakan bidang manufaktur (fabrikasi) dalam aplikasi engineering, misalnya untuk pesawat terbang, otomotif, dan industry perkapalan (Gery, dkk. 2005). Salah satu metode pengelasan yang sering dipakai oleh masyarakat umum, yaitu metode SMAW (Shelled Metal Arc Welding). Pengelasan ini juga disebut Las Busur Listrik. Pada pengelasan banyak faktor yang perlu diperhatikan diantaranya panas masuk, laju pendinginan dan material yang di las. Oleh karena itu prosedur pengelasan dari suatu material paduan harus di perhatikan Carbon Equivalen nya apakah perlu laku panas (pre heat) apa tidak, dimana preheat tersebut akan mempengaruhi laju pendinginan dari hasil pengelasan. Material yang dilakukan pengelasan akan mengalami pencairan sehingga supaya tidak mengalami banyak perubahan struktur maka laju pendinginan berpegang peranan yang signifikan. Untuk laju pendinginan salah satunya tergantung dari laku panas (preheat).

### TINJAUAN PUSTAKA

#### A. Baja Paduan Rendah

Baja paduan rendah adalah baja karbon yang unsur unsur di tingkatkan tapi masih di bawah 10 %, dimana bertujuan untuk memperbaiki sifat mekanik nya, baja paduan rendah banyak di gunakan di bidang Engineering (indutri) dan memiliki *weldability* yang bagus.

#### B. *Weldability*

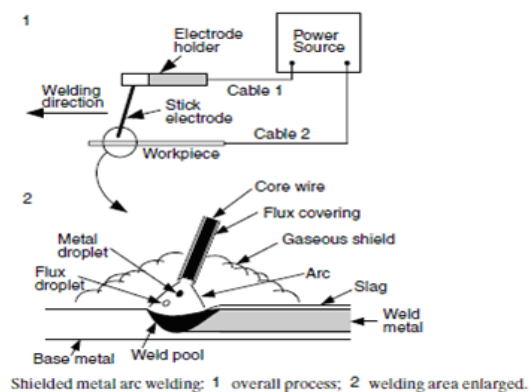
*Weldability* adalah kemampuan suatu material untuk di lakukan proses pengelasan. Menurut Yurioka ( 1993 ) dalam buku ASTM handbook vol 6, *weldability* dapat di lihat/ ukur dari berapa nilai telah mengembangkan dari *carbon equivalent* seperti formula dibawah ini :

$$CE = \%C + \frac{\%Mn}{3.6} + \frac{\%Cu}{20} + \frac{\%Ni}{9} + \frac{\%Cr}{5} + \frac{\%Mo}{4} \quad (2.1)$$

Apabila nilai *carbon equivalent* kurang dari 0.35 % pengelasan dapat dilakukan langsung, bila nilainya (0.35 - 0.60) %, *preheat* direkomendasikan untuk meminimalisir kerentanan terjadinya *hidrogen cracking*. Sedangkan untuk nilai lebih dari 0.60 % perlu dilakukan *preheat* dan *postheat*.

### C. *Shielded Metal Arc Welding ( SMAW )*

*Shielded Metal Arc welding ( SMAW )* adalah proses mencair dan menyambung metal dengan menggunakan panas yang ditimbulkan dari busur yang muncul diantara elektroda dengan benda kerja, seperti yang ditunjukkan gambar 1.



Gambar 1

### Jenis Pengujian

#### A. *Impact Test*

Impact test bisa diartikan sebagai suatu tes yang mengukur kemampuan suatu bahan dalam menerima beban tumbuk (kejut) yang diukur dengan besarnya energi yang diperlukan untuk mematahkan spesimen dengan sekali ayunan

#### B. *Hardness Test*

Hardness test (uji kekerasan) adalah untuk mengetahui berapa nilai kekerasan suatu material atau bahan yang pernah mengalami suatu proses, Dari nilai kekerasan suatu bahan kita dapat juga mengetahui sifat mekanik yang lain, yaitu strength (kekuatan). Dengan cara dikonversi dari nilai kekerasannya.

#### C. *Metalography Test*

Pengujian metalography dibagi menjadi dua jenis yaitu pengujian makro dan pengujian mikro

- Pengujian makro

Pengujian makro bertujuan untuk melihat secara visual hasil pengelasan apakah terdapat cacat las atau tidak dan menentukan daerah-2 yang terbentuk pada waktu pengelasan daerah tersebut yaitu daerah logam las, daerah yang kena pengaruh las dan daerah logam induk. Dengan dilakukan pemolesan benda uji sampai permukaan mengkilat seperti kaca kemudian di etsa dengan menggunakan campuran larutan HCL+HNO<sub>3</sub>+H<sub>2</sub>O dengan perbandingan 2:1:1, Pengujian mikro bertujuan untuk melihat butiran struktur kristal dari logam yang diuji dengan menggunakan mikroskop mulai perbesaran 500-3000 kali, sehingga dapat struktur dari logam tersebut.

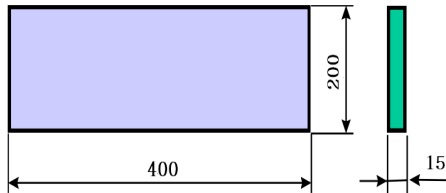
## METODE

### A. *Persiapan material*

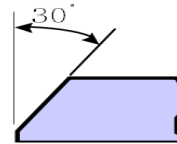
Material yang digunakan adalah *SA 516 Grade 70* dengan komposisi kimia spt table 1, dan dimensi 400 mm x 200 mm dan tebal 15 mm. Material tersebut disambung dengan kampuh V menggunakan sudut 60° seperti gambar 2 dan 3.

Tabel 1

SA 516 GRADE 70						
Chemical Composition						
C	Mn	Ni	Mo	Si	Cr	V
0,45	1,009	0,04	0,04	0,25	0,01	0,03
Carbon Ekivalen 0,70%						



Gambar 2 Dimensi Material.



Gambar 3 Sudut Bevel

## B. Pengelasan

Sebelum di lakukan pengelasan benda kerja di proses preheat seperti tabel 2. Sedangkan pengelasan dilakukan dengan posisi datar dan parameter seperti Tabel 3

Tabel 2. Parameter pengelasan

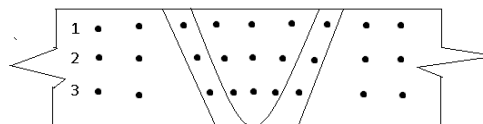
Benda kerja	Temp Preheat ( $^{\circ}$ C)
1	No
2	150
3	200
4	250

Tabel 3 Parameter pengelasan

Proses	SMAW
KecepatanLas (cm/menit)	5 – 8
Amphere (A)	90 – 130
Polaritas	DCEP
Voltage (V)	20 -25
Diameter elektrode (mm)	2.6 – 3.2
Class electrode	E 8018

## C. Pengujian Kekerasan.

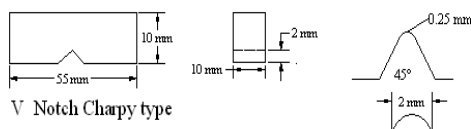
Dalam pengujian kekerasan, jumlah spesimen yang diuji adalah 4(empat) masing masing spesimen diambil 27 titik yaitu, 9 *weld metal*, 6 *HAZ*, dan 12 *base metal*, seperti gambar 4



Gambar 4 Lokasi Indentasi Uji Kekerasan

## D. Pengujian Impak

Untuk pengujian ketangguhan atau impact test dilakukan pengambilan spesimen total 24 spesimen yang akan diuji masing-masing variasi berjumlah 6 spesimen yaitu *HAZ* berjumlah 2, *Weld metal* berjumlah 2, dan *Base Metal* berjumlah 2. Metode yang digunakan yaitu charpy, untuk dimensi spesimen disesuaikan dengan *ASTM* untuk pengujian *impact*.



Gambar 5. Dimensi Specimen Impact

### E. Pengujian Metalography

Pengujian metalography yang dilakukan yaitu makro test, Makro test dilakukan setelah material dilakukan proses pengetsaan yang menggunakan larutan HCL+HNO<sub>3</sub>+H<sub>2</sub>O dengan perbandingan 2:1:1, pengujian makro bertujuan untuk melihat secara visual hasil dari las meliputi base metal, HAZ, dan weld metal. Bagaimana luas dari HAZ, apakah terjadi perbedaan luasan HAZ antar variasi Preheat yang dilakukan.

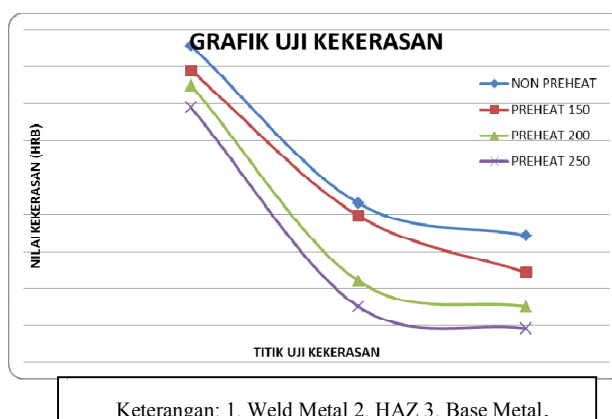
## HASIL DAN PEMBAHASAN

### A. Uji Kekerasan (HR-B)

Utuk pengujian kekerasan menggunakan method Rockwell B dengan lokasi pengujian di logam induk (base metal), logam las (weld metal) dan daerah kena panas (HAZ). Dimana hasilnya seperti tabel 4 berikut :

Tabel 4 Data Hasil Uji Kekerasan

Preheat	line	WELD METAL			HAZ			BASE METAL					
Non Preheat	1	58	65.5	61.5	61.667	55	56.2	55.6	56	58	54	56.5	56.125
	2	60.5	61.2	60	60.56	56	55	55.5	55.5	57.5	56.7	56.2	56.475
	3	60.1	59	59.5	59.53	55	55.5	55.25	54.5	57	57	56.9	56.35
	rata-rata				60.58			55.45					56.3
Preheat 150	1	63.9	55.6	62.5	60.66	53.5	51	52.25	56	56	57.6	57.9	56.8
	2	56	59.7	61.4	59.03	56.5	57.5	57	54	55.8	54.5	56	55.075
	3	59	60.9		59.95	54.6	53.5	54.05	56.5	54.5	56	57	56
	rata-rata				59.88			54.43					55.96
Preheat 200	1	60	61	61	60.66	55.1	47.1	51.1	57	58.2	56	56	56.8
	2	58.5	59	59.5	59	53.9	59.9	56.7	51.5	52.5	54.5	53.5	53
	3	57	59	55	57	54.5	51	52.75	54.5	54.5	50	53	52.975
	rata-rata				58.88			53.51					54.2
preheat 250	1	63.9	55.6	62.5	60.66	55	59	57	56.6	52.5	52.5	54	48.9
	2	56	59.7	61.4	59.03	53.5	48	50.75	49	58.9	52	51.4	52.82
	3	59	60.9		59.95	50	52	51	57	59.5	54.5	56.4	56.85
	rata-rata				59.88			52.91					52.85



Gambar 6 Grafik Uji Kekerasan

Dari grafik uji kekerasan yang ditampilkan, dapat ditarik kesimpulan bahwa nilai kekerasan rata-rata yang paling tinggi untuk non preheat maupun proses preheat terdapat pada daerah Weld Metal, dan nilai rata-rata kekerasan cenderung menurun dengan preheat yang makin tinggi temperaturnya.

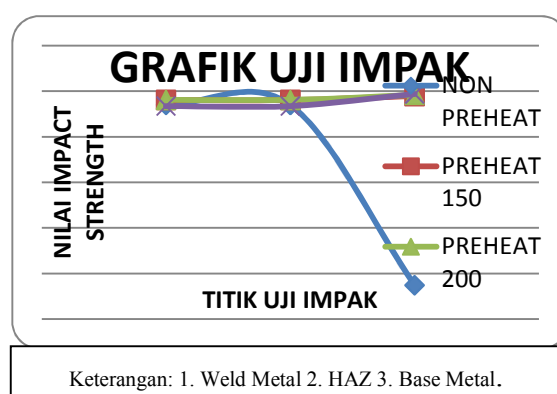
### B. Pengujian *Impact test*

Pengujian ini dilakukan bertujuan untuk melihat ketangguhan dari Material akibat Proses pengelasan dengan perbedaan parameter temperatur Preheat. Pada pengujian ini takikan berada pada 3 tempat berbeda yaitu *Weld metal*, *HAZ* dan *Base metal*. Adapun Gambar dimensi Dari spesimen uji impact dapat dilihat pada Gambar 4.5 dibawah ini.

Tabel 5 Data Hasil Uji Impack

Titik Uji Impact	Non Preheat	Preheat 150	Preheat 200	Preheat 250
BM	0,3367435	0,340892	0,340919	0,340936
HAZ	0,340696	0,340806	0,340809	0,340672
WM	0,340696	0,340806	0,340809	0,340672

Ket : BM = Base Metal, WM = Weld Metal, HAZ =,Heat Affected Zone. Sudut



Gambar 7 Grafik Uji Impack

Dari data grafik yang ditampilkan Dapat diambil Kesimpulan:

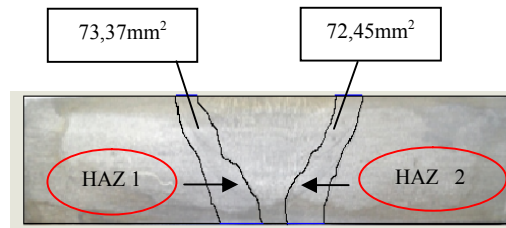
Untuk nilai *Impact Strength* yang paling tinggi terdapat pada benda uji yang dilakukan proses Preheat 250°C pada bagian Base Metal dan nilai *Impact Strengt* yang terendah terdapat pada benda uji yang dilakukan proses *non Preheat* pada bagian *Base metal*.

### C. Pengujian Makro Etza

Pengujian makro bertujuan untuk melihat secara visual hasil pengelasan apakah terdapat cacat las atau tidak dan menentukan luas daerah yang kena pengaruh panas (HAZ) karena daerah tersebut merupakan daerah yang paling kritis dalam pengelasan . Hasil luas daerah pengaruh panas seperti terlihat pada table 6 dan gambar 9.



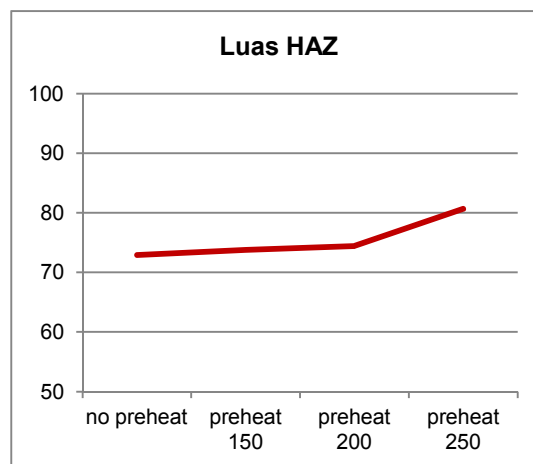
Gambar 8 Non Preheat



Gambar 9 Dimensi Non Preheat

Tabel 6

TEST PIECE	A (mm <sup>2</sup> ) HAZ		
	HAZ 1	HAZ 2	Rata 2
Non preheat	73,37	72,45	72.91
Preheat 150 <sup>0</sup> C	72,19	74,96	73.75
Preheat 200 <sup>0</sup> C	76,14	72,66	74.40
Preheat 250 <sup>0</sup> C	84,96	78,69	80.62



Gambar 10 Grafik Uji Makro rtza

Maka dari data yang ditampilkan oleh tabel dapat diambil kesimpulan bahwa lebar dari HAZ juga di pengaruhi oleh temperatur Preheat. Benda uji yang dilakukan proses Preheat dengan temperature makin tinggi mempunyai luas HAZ cenderung membesar

## KESIMPULAN

Berdasarkan hasil analisa data mengenai pengaruh preheat dengan masing masing temperatur dikenai 0<sup>0</sup>C, 150<sup>0</sup>C, 200<sup>0</sup>C, dan 250<sup>0</sup>C terhadap perubahan kekerasan dan ketangguhan pada pengelasan material SA 516 gr 70,dapat disimpulkan bahwa:

1. Hasil pengujian *Hardness* menunjukkan bahwa untuk material yang di *preheat* 250<sup>0</sup>C memiliki nilai kekerasan yang paling rendah pada daerah *Base Metal*, sedangkan yang tidak dilakukan preheat memiliki nilai kekerasan yang paling tinggi pada daerah *Weld Metal*. Untuk rata-rata nilai kekerasan dari seluruh test piece yang tertinggi terdapat pada daerah Weld Metal dan yang paling rendah terdapat pada daerah Base Metal.

2. Hasil pengujian impak menunjukkan bahwa untuk material yang di *preheat* 250<sup>0</sup>C memiliki nilai *Impact Strengt* yang paling tinggi, sedangkan yang tidak dilakukan *preheat* memiliki nilai *Impact Strengt* yang paling rendah. Untuk rata-rata nilai energi impak dari seluruh test piece yang tertinggi terdapat pada daerah *Weld Metal* dan yang paling rendah terdapat pada daerah *Base Metal*.
3. Pada hasil makro etsa didapatkan bahwa *HAZ* dengan luasan yang paling tinggi terdapat pada daerah yang dilakukan *preheat* 250<sup>0</sup>C sedangkan yang paling rendah terdapat pada daerah yang tidak dilakukan *preheat*.

## DAFTAR PUSTAKA

- [1]. Fohkard, Erich, 1988. *Welding Metallurgy of Stainless Steel*, Springer verlag Wien, New York.
- [2]. ASM Handbook Vol. 1, 8th edition. 2005. *Properties and Selection Irons, Steels dan High-Performance Alloys*.
- [3]. ASME Boiler & Pressure Vessel Code Section IX. 2007. *Welding and Brazing Qualification*. New York.
- [4]. Callister, William D Jr. 2007. *An Introduction Material Science and Engineering*, 7th edition

*- halaman ini sengaja dikosongkan -*