

Analisa Kekuatan Mekanis Pengelasan Plat Mild Stell Marine Dengan Kawat L E.6013 Pada Rekondisi Body Kapal

Irpansyah Siregar¹, Edi Sarman Hasibuan², Octo Mhd Yamin³, Supri Ramadhani⁴

^{1,2,3,4}Program Studi Teknik Mesin Universitas Amir Hamzah, Jl. Pancing Pasar V Barat Medan Estate 20221, Sumatera Utara, Indonesia

Email : irpansyahsiregar@gmail.com

ABSTRACT

Indonesia sebagai negara yang didominasi oleh laut, perlu meningkatkan industri kelautan sebagai pendukung sarana transportasi kelautan. Salah satu industri yang ada adalah PT. Waruna Nusa Sentana yang berlokasi di Belawan Medan Sumatera Utara. PT. Waruna Nusa Sentana bergerak dibidang jasa perbaikan kapal berbobot besar, berupa perbaikan mesin, instrumen, juga perbaikan body kapal. Perbaikan body kapal dilakukan dengan mengganti pelat body kapal yang sudah mengalami penipisan karena korosi dengan pelat baru jenis dan ketebalan yang sama. Proses penyambungan dilakukan dengan proses pengelasan SMAW manual standar AWS menggunakan kawat las E.6013 mild marine. Untuk mengetahui kekuatan sambungan las dilakukan penelitian dengan mengambil sampel pelat body kapal yang rusak dan pelat baru jenis baja mild marine dilas sesuai manual standar AWS. Dari penelitian didapat bahwa struktur mikro dari baja mild marine adalah perlit dan ferit mempunyai sifat lunak dan ulet, setelah dilakukan pengelasan, material mendapat panas yang tinggi dan pendinginan yang cepat karena dilas pada temperatur lingkungan, sehingga merubah struktur baja menjadi bainit. Sifatnya brittle dan rapuh, dari hasil pengujian tarik, kekuatan sambungan las aman, karena material putus pada material dasar, pada pelat yang baru, dari uji kekerasan, terjadi peningkatan kekerasan pada daerah HAZ dan material las, karena perubahan struktur micro disebabkan panas las, tetapi ketangguhan impactnya menurun.

Kata Kunci: *Pengelasan smaw, Baja mild marine, Kualitas las*

1. PENDAHULUAN

Salah satu perusahaan yang bergerak dibidang perbaikan kapal, adalah PT. Waruna Nusa sentana yang berlokasi di Belawan Medan Sumatera Utara. Perusahaan ini melakukan perbaikan body kapal, juga mesin kapal dan peralatan kapal lainnya.

Proses perbaikan body kapal dilakukan dengan memotong pelat body kapal yang telah mengalami korosi dan digantikan dengan pelat baru. Proses penyambungan plat ini dilakukan dengan proses pengelasan sesuai dengan standar operasional perusahaan (SOP), karena sambungan yang dihasilkan kekuatannya harus sesuai dengan standar. Plat yang digunakan dalam perbaikan body kapal adalah plat baja mild steel marine tebal 10 mm dan kawat las yang digunakan adalah E.6013 mild marine.

Proses pengelasan diyakini secara visual sudah bagus, karena dilakukan oleh ahli las yang sudah mempunyai sertifikasi las nasional, karena itu merupakan syarat yang ditentukan oleh PT. Waruna Nusa Sentana, dalam memperbaiki body kapal. Namun untuk mengetahui apakah hasil lasan kekuatannya sudah memenuhi standar, maka dilakukanlah pengujian terhadap kekuatan las yang dihasilkan,

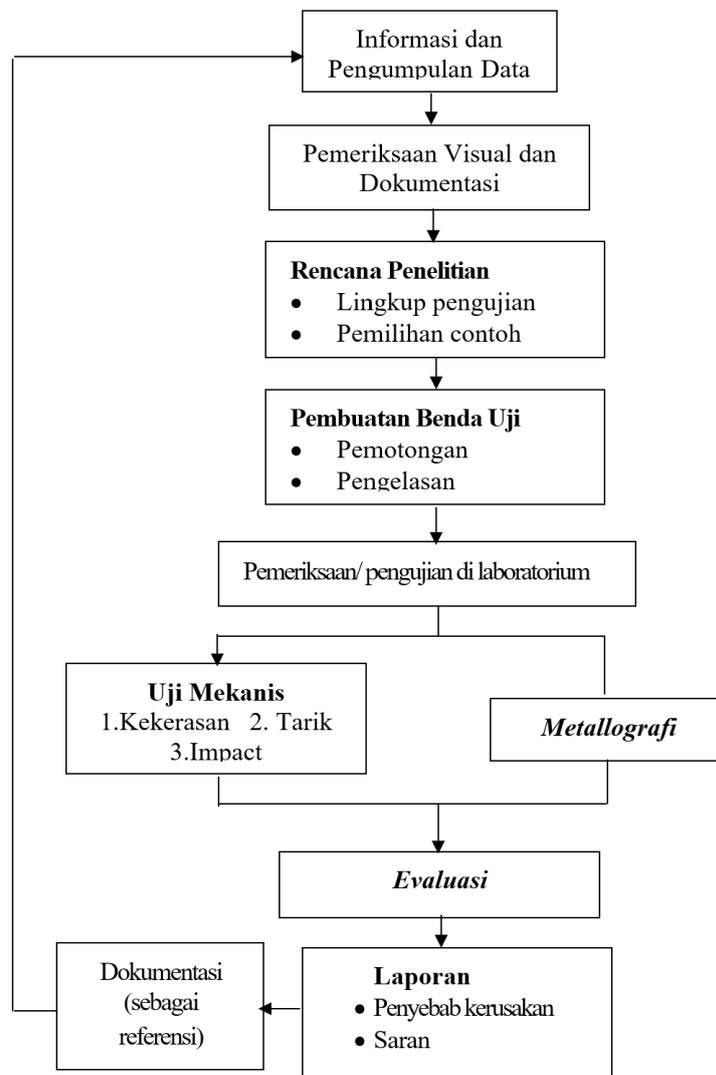
Berdasarkan latar belakang di atas, dapat dirumuskan permasalahan yang dijadikan kajian studi atau penelitian adalah: “Analisa Kekuatan Mekanis Pengelasan Plat Mild Steel Marine Dengan Kawat Las E.6013 Pada Rekondisi Body Kapal”, antara sambungan plat lama dengan plat baru ketika dalam proses pengelasan body kapal dilaksanakan.

Penelitian dilakukan di Galangan Kapal , PT. Waruna Nusa Sentana Belawan Medan. Masalah yang diteliti adalah kualitas sambungan las pada proses pengelasan sambungan pelat lama dan pelat baru pada body kapal ditinjau dari segi kekuatan tarik, kekuatan impact, kekerasan material dan struktur logam setelah mengalami pengelasan. Pengujian dilakukan sebelum proses Post Weld Heat Treatment (PWHT).

2. METODOLOGI PENELITIAN

Penelitian ini dilaksanakan dengan pendekatan penelusuran kajian pustaka dan pengujian kekuatan sambungan las Mild Steel Marine dengan menggunakan proses Pengelasan SMAW manual standar AWS A5.1 E6013 di laboratorium. Uji laboratorium diarahkan untuk mempelajari fenomena-fenomena yang terjadi pada material baja yang mengalami sambungan las.

Penelitian laboratorium dilakukan di Laboratorium Uji Balai Besar Teknologi Kekuatan Struktur (B2TKS) BPPT dan Labotarium Metalurgi Fisik dan Manufaktur Pusat Penelitian Metalurgi-LIPPI Puspitek Serpong. Metodologi penelitian yang digunakan dalam penelitian ini, adalah sesuai dengan diagram alir.



Gambar 1. Diagram alir penelitian

2.1. Pengelasan Body Kapal

Proses pengelasan body kapal dilaksanakan di dok kapal PT. Waruna Nusa Sentana Belawan Medan. Dimana proses pengelasan dilakukan dengan terlebih dahulu memotong bagian body kapal yang mengalami korosi dan penipisan, kemudian body yang berlobang ditutup kembali dengan plat Mild Steel Marine dan dilas dengan menggunakan proses Pengelasan SMAW manual standar dengan mengikuti Welding Procedure”, hasil modifikasi “American Welding Standard” (AWS), yang diterbitkan oleh Departemen Desain Produksi, PT. Waruna Nusa Sentana Belawan Medan.

Data proses pengelasan body kapal tersebut, dapat dijelaskan secara rinci, yaitu: mesin las yang digunakan di pabirikasi PT. Waruna Nusa Sentana Belawan Medan adalah jenis Las Listrik merk Telwin, type Linear 250, input 380 V dan curren range 70-250 A, dengan menggunakan kawat las merk E.6013 Mild Steel yang mempunyai komposisi % unsur kimia sebagai berikut:

Tabel 1. Komposisi kimia kawat las

C	Si	Mn	P	S
0,08	0,30	0,37	0,012	0,010

Tabel 2. kekuatan kawat las RB-26

Tensile Strength N/mm ² (kgf/mm ²)	Yield Point min, N/mm ² (kgf/mm ²)	Elongation Min. %
510 (52)	450 (46)	25

2.2. Pemeriksaan Visual

Pemeriksaan ini diawali dengan pemeriksaan secara visual yaitu pemeriksaan secara langsung hasil pengelasan dua bagian plat yaitu palt lama dan plat baru dengan menggunakan pengelasan SMAW manual . Pengamatan visual ini sangat penting dilakukan sebelum melangkah mendeteksi kegagalan yang terjadi pada proses pengelasan plat body kapal.

Pemeriksaan secara visual pada sambungan las meliputi: Mencari awal retak/patah, pengambilan gambar foto dari berbagai arah.mengekspos posisi-posisi penting sebagai identifikasi informasi kerusakan.



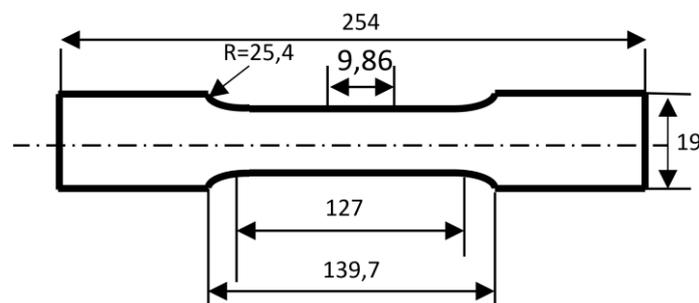
Gambar 2. Sambungan Las

2.3. *Persiapan dan Pembuatan Benda Uji*

Benda uji yang dipakai dalam penelitian ini diambil dari potongan lembaran plat yang dipergunakan pada proses perbaikan body kapal. Potongan plat baru yang dipergunakan untuk pengganti plat yang rusak dipotong, kemudian potongan plat yang mengalami penipisan dipotong, selanjutnya kedua potongan lembaran plat tersebut dilas. Hasil sambungan dua potongan plat tersebut, kemudian dipotong potong lagi untuk dijadikan benda uji.

2.4. *Uji Tarik*

Pengujian kekuatan tarik dilakukan pada material plat dengan bentuk atau ukuran sample uji menggunakan standar ASTM Section IX seperti ditunjukkan pada Gambar 3-2. Dimana spesimen uji tarik digunakan plat dengan panjang 254 mm dan lebar lasan 19 mm.



Gambar 3. Specimen uji tarik berdasarkan ASME Section IX

2.5. *Pengujian Kekerasan*

Pengujian kekerasan material Las dilakukan di Laboratorium Uji Balai Besar Teknologi Kekuatan Struktur (B2TKS) BPPT dengan menggunakan metode kekerasan Vickers (hardness vickers) standar uji SNI 19-0409-1989.

2.6. *Pengujian Impact*

Pengujian impact yang dipakai adalah metode Charpy, yang juga dikenal sebagai tes v-notch Charpy. Energi yang diserap adalah ukuran dari bahan yang diberikan ketangguhan dan bertindak sebagai alat untuk belajar bergantung pada suhu transisi ulet-getas. Kelemahan utama adalah bahwa semua hasil hanya komparatif.

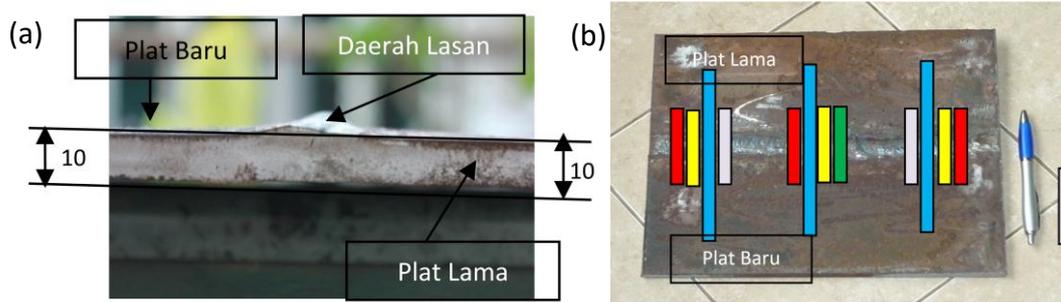
Alat ini tersusun dari sebuah pendulum palu berayun pada sampel bertekuk. Energi yang ditransfer ke material dapat disimpulkan dengan membandingkan perbedaan ketinggian palu sebelum dan setelah patah benda uji.

Takik yang di sampel mempengaruhi hasil tes dari benda uji, sehingga perlu bagi takik menjadi dimensi teratur dan geometri. Ukuran sampel juga dapat mempengaruhi hasil, karena dimensi menentukan apakah bahan tersebut di plane strain.

3. RESULTS AND DISCUSSION

3.1. *Hasil Pemeriksaan Visual*

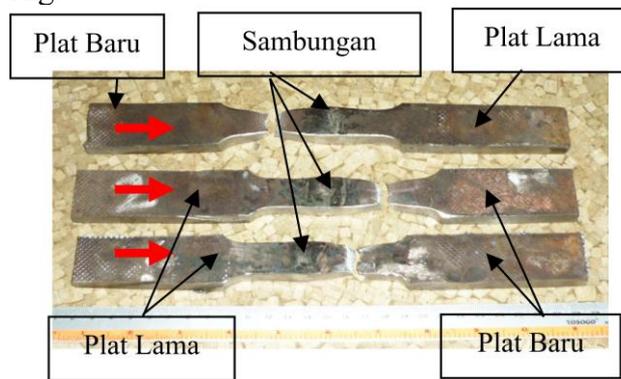
Dari gambar 4, tidak terlihat perbedaan antara plat lama, plat baru dan daerah las. Untuk mengetahui indikasi dari sambungan las dari kedua plat tersebut maka perlu pemeriksaan laboratorium.



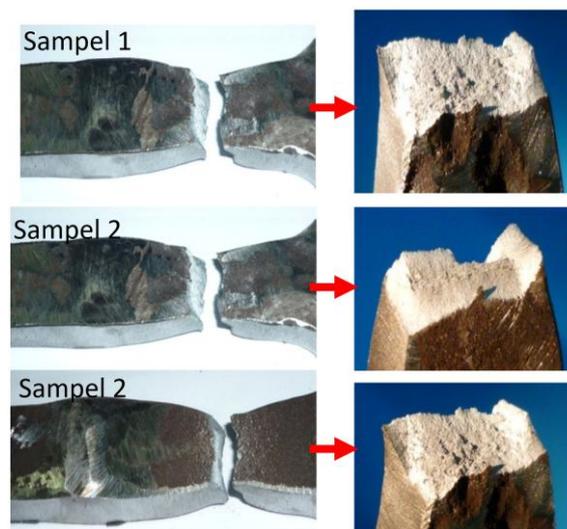
Gambar 4. (a) Ukuran tebal plat lama dan plat baru, dan (b) photo makro & sketsa lokasi pengambilan sampel pengujian pada hasil sambungan las SMAW material plat Mild Steel Marine tebal ± 10 mm. Kawat las yang digunakan E.6013 Mild Steel dengan besar arus 125 A

3.2. Hasil Pengujian Tarik

Test uji tarik dilakukan dengan menggunakan mesin uji tarik di Laboratorium (B2TKS) BPPT Serpong.



Gambar 5. Benda uji setelah dilakukan uji tarik



Gambar 6. Photo makro hasil uji tarik, menunjukkan sampel putus diluar daerah las. Bentuk patahan pada material dasar berupa patah ulet/ductile

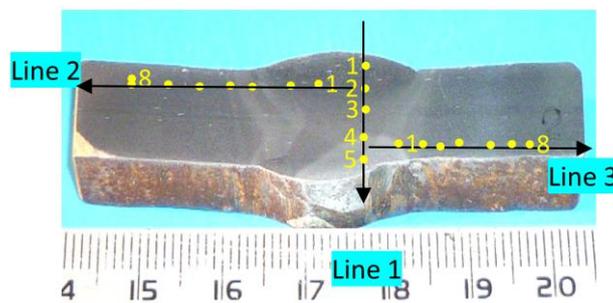
Nilai kekuatan tarik rata-rata dari nilai tertinggi sampai terendah adalah.

Tabel 3. Nilai kekuatan tarik

No	Sampel	Gaya Maksimum	Tegangan Tarik
1.	1	94	492,22
2.	2	93	487,50
3.	3	92	486,93

3.3. Hasil Uji Kekerasan

Data pengujian kekerasan yang telah dilakukan didapat dari nilai kekerasan (HV) tertinggi sampai terendah pada setiap lokasi yang telah ditentukan pada benda uji. Dengan hasil pengujian seperti pada table 4.



Gambar 7. Daerah dan line pengujian kekerasan

Sampel 1

No.	NILAI KEKERASAN, HV		
	Lokasi 1	Lokasi 2	Lokasi 3
1	188	181	172
2	181	175	170
3	159	178	178
4	197	167	166
5	201	166	166
6	-	166	162
7	-	161	162
8	-	142	158
Rata-rata	185	167	167

Sampel 2

No.	NILAI KEKERASAN, HV		
	Lokasi 1	Lokasi 2	Lokasi 3
1	188	188	182
2	178	181	181
3	181	190	152
4	190	161	152
5	178	154	151
6	-	151	148
7	-	150	148
8	-	148	137
Rata-rata	183	165	158

Sampel 2

No.	NILAI KEKERASAN, HV		
	Lokasi 1	Lokasi 2	Lokasi 3
1	166	170	168
2	169	165	164
3	164	164	148
4	152	146	145
5	148	146	144
6	-	144	141
7	-	143	141
8	-	123	133
Rata-rata	160	150	148

Gambar 8. Lokasi Uji Kekerasan Dan Nilai Kekerasan

3.4. Hasil Uji Impact

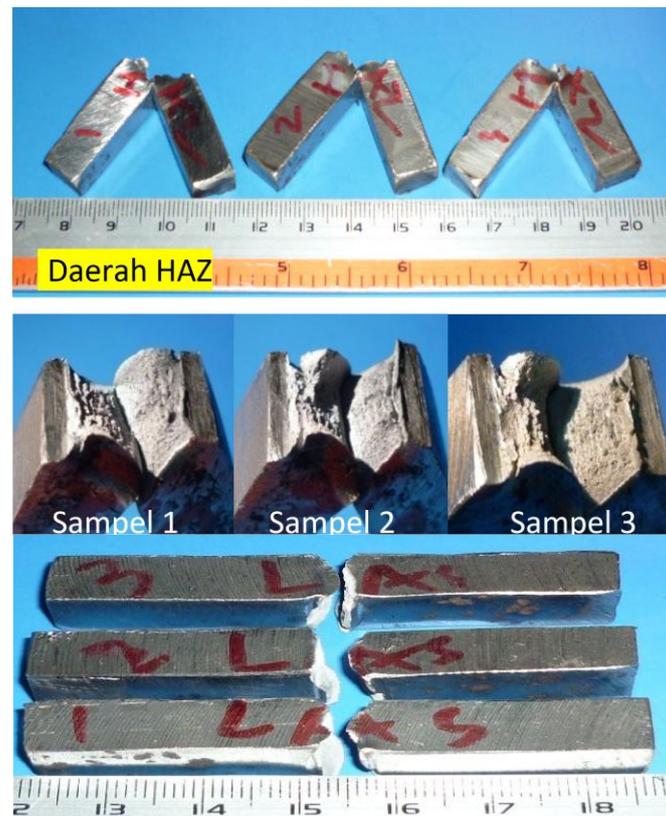
Pengujian impact dilakukan dengan metode Charpy juga dikenal dengan tes v-notch charpy, dengan hasil.



Gambar 9. Hasil uji impact



Gambar 10. Foto makro hasil uji impact pada daerah takikan material dasar berupa patah ulet/dutile



Gambar 11. Foto makro hasil uji impact pada takikan daerah HAZ berupa patah ulet/ductile



Gambar 12. Foto makro hasil uji impact pada daerah takikan material las berupa patah rapuh/brittle

3.5. Pengujian Tarik

Data mengenai kekuatan tarik sambungan plat baja mild marine steel dapat dilihat pada tabel 4.

Tabel 4. Kekuatan Tarik Sambungan Las Plat Baja Mild Marine

Sampel	Penampang Benda uji (persegi)	Luas Penampang Awal	Gaya Maksimum	Tegangan Tarik (N/mm ²)
1	19.29 x 9.90	190.97	94	492.22
2	19.29 x 9.89	190,77	93	487,50
3	19.28 x 9.80	188,94	92	486,93
Rata-rata		190,23	93	488,88

Dari tabel 4 diatas bahwa kekuatan tarik rata-rata sambungan las adalah 488,88 N/mm², sementara kekuatan tarik pelat baja mild marine adalah 449 N/mm², dan kekuatan tarik kawat las E.6013 mild steel 510 N/mm². Dari data tersebut, kekuatan tarik pelat baja mild marine steel adalah yang paling rendah, Ini berarti sambungan las lebih kuat dibanding pelat baja mild marine. Dari hasil pengujian tarik, terbukti bahwa daerah yang putus adalah pada pelat mild steel marine, tepatnya pada daerah pelat yang baru.

Dari photo makro hasil uji tarik, menunjukkan sampel putus diluar daerah las. Bentuk patahan pada material dasar berupa patah ulet/ductile, karena material dasar mempunyai struktur ferit, dimana ferit mempunyai sifat ulet dan lunak.

3.6. Pengujian Kekerasan

Dari hasil pengujian kekerasan yang dilakukan didapat nilai kekerasan (HV) tertinggi sampai terendah. Uji kekerasan dilakukan pada 3 sampel dengan 3 line lokasi pengujian, yang masing masing line dibagi dengan titik titik pengujian. Line 1 lima titik pengujian, line 2 delapan titik pengujian dan line 3 juga delapan titik pengujian.

Dari tabel diatas, kekerasan tertinggi terdapat pada line 1 sampel 2 yaitu 201 Hv dan pada sampel lain juga terlihat bahwa kekerasan pada line 1 rata-rata diatas kekerasan line 2 dan 3. Kekerasan rata-rata line 1 (176 Hv), line 2 (161 Hv) dan line 3 (158 Hv).

Line 1 seluruhnya merupakan daerah material las, kekerasannya meningkat dari material dasar, hal ini disebabkan pada waktu pengelasan mengalami pemanasan yang tinggi, sehingga merubah struktur material. Pengelasan dilaksanakan pada temperatur lingkungan 270 °C, maka material akan mengalami perpindahan panas yang sangat drastis sehingga ferit dan perlit belum sempat untuk tumbuh secara sempurna. Selain itu terbentuk austenit sisa, yang pada temperatur yang lebih rendah dari temperatur transformasi ke perlit akan menjadi struktur bainit. Hal ini menyebabkan struktur mikro ferit berkurang pada daerah material las.

Kekerasan material menurun mulai daerah material las, HAZ, daerah tansisi sampai material dasar. Ini disebabkan karena terjadinya perubahan struktur mikro yang diakibatkan oleh pemanasan yang tinggi. Kekerasan terendah terdapat pada material dasar, ini disebabkan karena mengandung struktur mikro feri paling banyak, dimana ferit mempunyai sifat ulet dan lunak.

3.7. Pengujian Impact

Pengujian impact dilakukan terhadap 3 daerah pada sambungan las, yaitu daerah material dasar, daerah HAZ dan daerah material las, masing-masing daerah dibentuk menjadi 3 sampel. Hasil pengujian untuk masing masing daerah pengujian adalah.

No.	Dimension (mm)			Angle (grad)	Temp (°C)	Energi (J)	Impact Strength (J/cm ²)
	Thick	Width	Notch				
1	9,96	8,20	2,00	45,0	RT	154	188,49
2	9,95	8,21	2,00	45,0	RT	172	210,53
3	9,96	8,25	2,00	45,0	RT	156	190,01
Rata-rata						160,67	196,34

Daerah HAZ

No.	Dimension (mm)			Angle (grad)	Temp. (°C)	Energi (J)	Impact Strength (J/cm ²)
	Thick	Width	Notch				
1	9,60	8,10	2,00	45,0	RT	90	115,83
2	9,60	8,11	2,00	45,0	RT	82	105,40
3	9,62	8,10	2,00	45,0	RT	104	133,50
Rata-rata						92	118,24

Material Las

No.	Dimension (mm)			Angle (grad)	Temp. (°C)	Energi (J)	Impact Strength (J/cm ²)
	Thick	Width	Notch				
1	9,93	8,20	2,00	45,0	RT	46	56,51
2	9,80	8,19	2,00	45,0	RT	46	57,28
3	9,90	8,30	2,00	45,0	RT	48	58,39
Rata-rata						46,67	57,39

Gambar 13. Data hasil uji impact material dasar

Dari tabel hasil pengujian impact menunjukkan bahwa kekuatan impact (inapct strenght) turun akibat meningkatnya kekerasan dan tegangan dalamnya (internal stress).

Pada pengujian Impact beban yang bekerja adalah beban geser dalam satu arah, maka tegangan dalam akan mengurangi kekuatan impact.

4. Kesimpulan

Sampel di uji dengan Pengujian Mekanis antara lain, uji tarik, uji kekerasan dan uji impact. Dari berbagai uji yang dilakukan didapat hasil dan dianalisa maka didapat kesimpulan.

1. Dari hasil pengujian tarik didapat hasil bahwa kekuatan sambungan las aman, dikarenakan material putus pada material dasar, tepatnya pada pelat yang baru, hal ini terjadi karena kualitas pelat baru yang akan digunakan untuk mengganti pelat body kapal mungkin masih dibawah kualitas pelat body kapal.
2. Dari hasil pengujian kekerasan didapat hasil bahwa pada daerah HAZ dan material las terjadi peningkatan kekerasan, hal ini dikarenakan pada saat pengelasan material mendapat panas yang tinggi sehingga merubah struktur dari material yang mengakibatkan perubahan sifat logam.
3. Dari hasil uji impact didapat hasil ketangguhan (toughness) dan ketangguhan impact pada daerah HAZ dan las menurun, hal ini juga disebabkan karena perubahan stuktur dari material karena mendapat panas yang tinggi.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Djoko Wiyono, “Cara Evaluasi Untuk Membandingkan Beberapa Spesifikasi – Material”, BPP Teknologi, Serpong, 2000.
- [2] Djoko Wiyono, “Failure Analysis”, BPP”.
- [3] D.N. Adnyana, “Metalurgi Las (Welding Metallurgy)”, Program Studi Magister Teknik Mesin ISTN, Jakarta, 1993.
- [4] “JIS Hand Book – Ferrous Materials and Metallurgy”, Japanese Standards Association, Japan 1990.
- [5] Musaikan, “Teknik Las”, Jurusan Teknik Mesin – ITS, Surabaya, 1992.
- [6] “Rules for Classification and Construction – Material and Welding Technology”, Germanischer Lloyd, 1992.
- [7] Suprapti Syam, Sadino, Mochtar Karo karo, “Teknik Pengolahan Bahan”, Jurusan Teknik Mesin – ITS, Surabaya, 1986.
- [8] T. B. Jefferson, “Welding Engineer– Data Sheets”, seventh edition, Monticello–Books, USA.
- [9] Betchworth “Welding Metallography”, Metallurgical Services Laboratories LTD., B Surrey England, 1970.
- [10] Eprints.undipsac.id/5512/1/10 Majalah Sulaiman oke.
- [11] Hery. Sonowan dan Rohim Suratman, “Pengantar Untuk Memahami Proses Pengelasan Logam”, Bandung, PT.Alfabeta, 2003.