

PENGUJIAN NILAI KEKERASAN MATERIAL ABS EH46 STEEL HASIL PROSES HEAT STRAIGHTENING

Nurul Laili Arifin^{*1}, Ikram Akribi¹, Lalu Giat Juangsa Putra², Fedia Restu¹, Cahyo Budi Nugroho¹, Nugroho Pratomo Ariyanto¹

¹ Program Studi Teknik Mesin, Politeknik Negeri Batam

² Program Studi Teknik Perawatan Pesawat Udara, Politeknik Negeri Batam

Corresponding author: laili@polibatam.ac.id

Article history

Received:

17-05-2023

Accepted:

25-05-2023

Published:

30-06-2023

Copyright © 2023
Jurnal Teknologi dan
Riset Terapan

Open Access

Abstrak

Heat Straightening merupakan suatu metode *repair* terhadap distorsi material akibat panas pengelasan. *Heat Straightening* dilakukan dengan cara memanaskan material di area yang mengalami distorsi dan didinginkan perlahan di udara terbuka sampai didapatkan dimensi material sesuai toleransi yang diinginkan. Metode *Heat Straightening* dilakukan pada suhu 370°C-550°C menggunakan metode *oxy-acetylene* untuk proses pemanasannya. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh proses *heat straightening* terhadap nilai kekerasan pada material *Carbon Steel* ABS EH36. Metode pengujian nilai kekerasan yang digunakan adalah *Hardness Vickers test* dengan *load applied* 10kgf pada *Carbon Steel* ABS EH 36. Dari pengujian diketahui bahwa nilai kekerasan pada area *base metal* lebih besar daripada area *heat straightening* yaitu dengan rata-rata nilai kekerasan 192.1 HV10 pada area *base metal* sedangkan rata-rata nilai kekerasan 185 HV10 pada area *heat straightening*. Sehingga dapat ditarik korelasi bahwa hasil proses *heat straightening* tidak berpengaruh signifikan terhadap kenaikan nilai kekerasan material. Sehingga proses *heat straightening* memenuhi syarat untuk menjaga kekerasan material sesuai ASTM A131 yaitu <325 HV10.

Kata Kunci: *Heat straightening*, nilai kekerasan, distorsi, ABS EH36 steel

Abstract

Heat straightening is a method of repairing material distortion caused by welding heat. Heat straightening is done by heating the material in an area that is distorted and cooled slowly in the air until the desired material dimensions tolerance appropriate are achieved. The Heat Straightening method is carried out at a range suhu 370°C-550°C using the oxy-acetylene method for the heating process. This research is aimed to find out effect Heat Straightening proses the hardness value on ABS EH36 material. The hardness testing method used is the Hardness Vickers test with load applied 10kgf on Carbon Steel ABS EH 36. From the research it is known that the hardness value in the base metal area is higher than the heat straightening area with an average hardness value of 192.1 HV10 in the base metal area and an average hardness value of 185 HV10 in the heat straightening area. So it can be drawn a correlation that the results of the heat straightening process have no significant effect on the increase in the hardness value of the material. So that the heat straightening process fulfills the requirements to maintain material hardness according to ASTM A131, hardness value is <325 HV10

Keywords: *Heat straightening*, hardness value, distortion, ABS EH36 steel

1.0 PENDAHULUAN

Material ABS EH36 adalah material *carbon steel* dengan *mechanical properties toughness, strength* dan *corrosive-resistance* yang tinggi [11]. Pada aplikasinya, material ABS EH36 digunakan sebagai salah satu material untuk proyek pembuatan *buoy*. *Bouy* adalah salah satu

konstruksi kapal yang berfungsi sebagai interkoneksi untuk muatan *tanker* atau pembongkaran produk gas atau cairan. Proses pembuatan *buoy* ini melibatkan banyak proses pengelasan sehingga distorsi pada material sangat mungkin terjadi. Oleh karena itu, diperlukan suatu metode untuk memperbaiki distorsi tersebut. *Heat Straightening* adalah metode memperbaiki distorsi

yang diizinkan berdasarkan *project spec* dari klien [1].

Heat Straightening adalah metode repair terhadap distorsi material akibat panas pengelasan. *Heat Straightening* bertujuan untuk mengembalikan dimensi material yang berubah akibat panas pengelasan. Prinsip dari *Heat Straightening* didasarkan pada teori fisika tentang pemuaian, dimana material logam akan memuai jika dipanaskan dan akan menyusut jika didinginkan. Jika material menerima panas seperti pengelasan, timbul tegangan pada material yang akan mengakibatkan deformasi. Jika panas diberikan pada lokasi yang tepat, material dapat dibentuk sesuai dengan dimensi yang diinginkan [2]. Proses *Heat Straightening* dilakukan karena proses ini lebih mudah dan efisien. Pada pengujian ini, material dipanaskan menggunakan gas *oxy-acetylene* sebagai medianya.

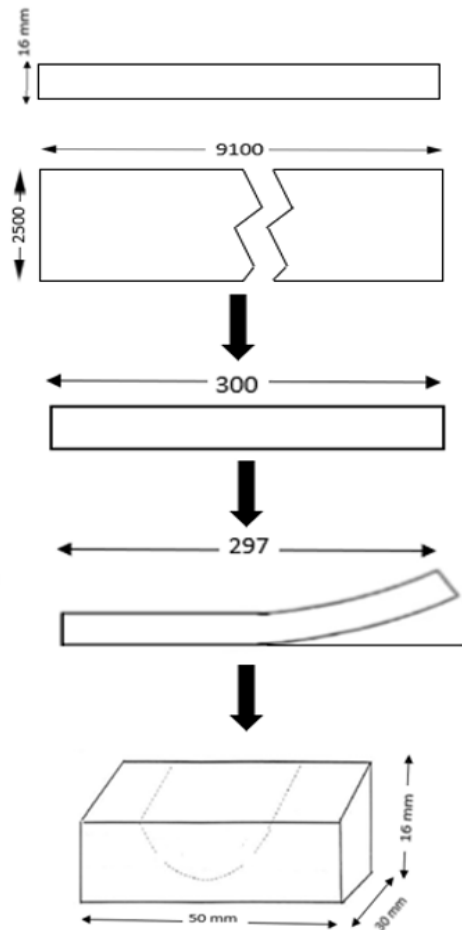
Berdasarkan latar belakang yang telah dipaparkan, artikel ini akan membahas mengenai pengaruh proses *Heat Straightening* terhadap nilai kekerasan pada material *Carbon steel* ABS EH36 dengan tebal 16 mm. Tahapan pengujian terdiri dari persiapan bahan, *heat straightening*, uji *hardness* Vickers (HV10), Analisa data, dan kesimpulan seperti pada Gambar 1.



Gambar 1. Flow Chart pengujian

Tabel 1. Komposisi kimia *Carbon Steel* ABS EH36 [3].

NO	Kandungan	%
1	Fe	98.0
2	C	0.11
3	Si	0.16
4	Mn	1.41
5	P	0.013
6	S	0.002
7	Cr	0.20
8	Mo	0.01
9	Ni	0.10
10	V	0.01
11	Cu	0.10
12	Nb	0.01

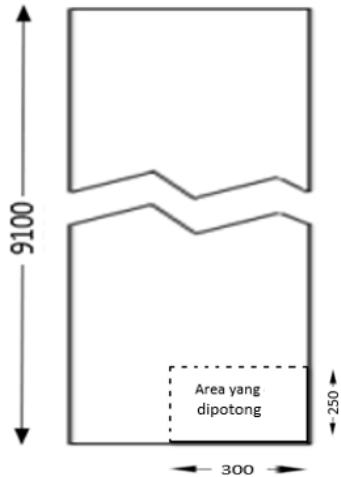


Gambar 2. Flow chart material

2.0 METODE

2.1 Bahan

Plat strip *Carbon Steel* ABS EH36 dengan dimensi 9100mm x 2500mm x 16mm sebagai material utamanya. Untuk melakukan pengujian, material dipotong sebagian seperti pada Gambar 3 dengan dimensi 300mm x 250mm x 16mm digunakan sebagai bahan utamanya. Untuk melakukan proses *Heat Straightening* material dibengkokkan secara sengaja seperti pada Gambar 2 agar bisa dilakukan pengujian. Komposisi kimia ABS EH36 ditampilkan pada Tabel 1.



Gambar 3. Dimensi area plat yang akan dipotong

2. 2 Heat Straightening

Heat Straightening adalah metode *repair* terhadap distorsi material akibat panas pengelasan. *Heat Straightening* dilakukan pada suhu antara 370°C-550°C [9].

Alat yang digunakan untuk *Heat Straightening* sebagai berikut [4]:

1. Flame Torch



Gambar 4. Flame Torch [1]

Flame torch seperti pada Gambar 4 adalah alat yang berfungsi untuk mencampur gas asetilen dengan gas oksigen serta mengatur pengeluaran gas campuran tersebut.

2. Tabung gas oksigen dan asetilen



Gambar 5. Tabung gas oksigen dan asetilen [4]

Tabung gas seperti pada Gambar 5 berfungsi sebagai tempat untuk menampung gas dalam kondisi bertekanan. Untuk membedakan tabung gas oksigen dan asetilen bisa dilihat pada kode warnanya, biru untuk gas oksigen sedangkan merah untuk gas asetilen.

1. Regulator



Gambar 6. Regulator [4]

Regulator seperti pada Gambar 6 berfungsi sebagai alat yang mengatur aliran dan tekanan gas dalam tabung gas.

2. Selang gas



Gambar 7. Selang gas oksigen dan asetilen [4]

Selang gas seperti pada Gambar 7 berfungsi sebagai alat untuk mengalirkan gas yang keluar dari tabung ke *torch*. Untuk membedakan tabung gas oksigen dan asetilen bisa dilihat pada kode warnanya, biru untuk gas oksigen sedangkan merah untuk gas asetilen.

3. Termokopel



Gambar 8. Termokopel [13]

Termokopel seperti pada Gambar 8 berfungsi untuk mengukur suhu material yang dipanaskan. Termokopel yang digunakan adalah merk Krystal type K dengan rentang suhu -200°C hingga

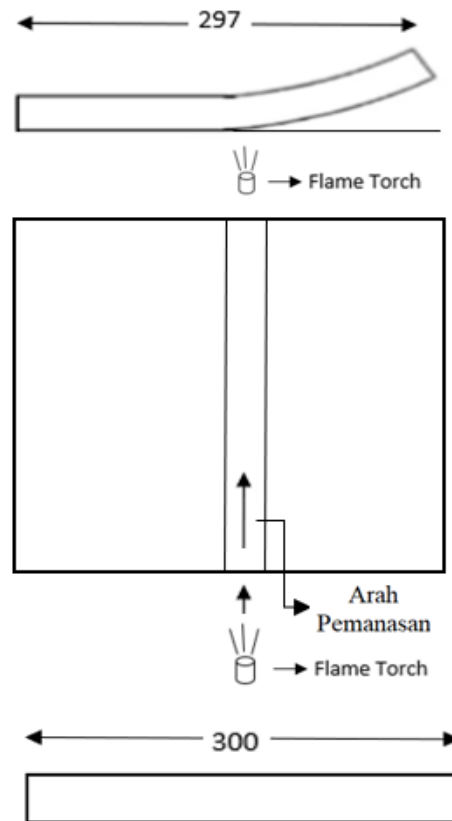
1200°C.

Selama proses pemanasan, operator yang melakukan tidak hanya memperhatikan perubahan pada material, tetapi juga melakukan pengecekan berkala terhadap suhu material menggunakan termokopel.

Instruksi dan Prosedur *heat straightening* diatur dalam *project spec* sebagai berikut:

1. Ketika setelah pengelasan ditemukan bahwa lebar, kedalaman, kemiringan dan dimensi lainnya, berada di luar toleransi yang ditentukan, *heat straightening* dapat dilakukan untuk memperbaiki penyimpangan.
2. Operator harus memastikan agar material tidak mencapai suhu yang melebihi *spec* selama *heat straightening*.
3. Material yang akan dipanaskan harus terbebas dari pelumas, oli dan zat lainnya. *Foreman* harus menandai area yang akan dipanaskan dengan *marker*, serta menulis suhu maksimum, tahapan pemanasan dan kondisi dimensi yang ingin diubah.
4. Pemanasan harus dilakukan dengan *burner* standar. *Cutting torch* tidak diperbolehkan untuk *heat straightening*.
5. Material yang dipanaskan dengan suhu antara 370°C-550°C [9].
6. Suhu harus dikontrol menggunakan termokopel digital yang terkalibrasi.
7. Pendinginan dengan media air tidak diperbolehkan, hanya pendinginan udara yang diperbolehkan. Suhu pendinginan material sampai dengan suhu ruangan.
8. Uji kekerasan tambahan perlu dilakukan pada material setelah *heat straightening* untuk memastikan nilai kekerasan material tidak melebihi 325 HV10 [1].

Proses *Heat Straightening* ini dilakukan menggunakan metode *oxy-acetylene* dan suhu diukur dengan termokopel. Proses *Heat Straightening* dilakukan sampai dimensi material mencapai batas toleransi yang diinginkan. Jika dimensi material belum tercapai, proses *Heat Straightening* ini dapat diulangi kembali setelah material mencapai suhu ruangan. Seperti yang terlihat pada Gambar 9 dibawah ini. [10]



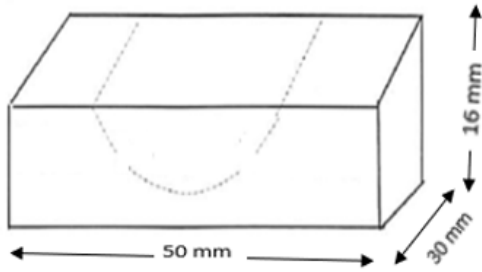
Gambar 9. Ilustrasi proses *Heat Straightening*

2.3 Pengujian Kekerasan

Metode pengujian kekerasan yang digunakan yaitu *hardness* Vickers. Mesin *hardness* vickers yang digunakan adalah Mitutoyo-HV Seri No : 880405 seperti pada Gambar 10, dengan tujuan menentukan nilai kekerasan suatu material menggunakan *indenter* intan dengan geometri berbentuk piramid. Tes *applied load* yang digunakan 10 kgf dengan tes suhu spesimen 25°C. Dimensi tes spesimen untuk pengujian *hardness* adalah 50mm x 30mm x 16mm seperti pada Gambar 11.



Gambar 10. Mesin *Hardness* Vickers [5]

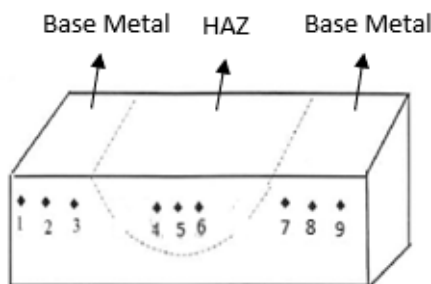


Gambar 11. Tes specimen

Prosedur pengujian *hardness vickers* sebagai berikut pertama indenter yang berbentuk seperti piramid atau prisma dipasang pada bagian *knock vickers hardness test*. Kemudian, material yang akan diuji diletakkan pada pencekam dan dilanjutkan dengan pengaturan ketinggian meja uji atau plat pada *vickers hardness test*. Setiap pengaturan yang dilakukan pada meja uji atau plate bisa dilihat di layar *display*. Setelah itu, diatur tekanan yang akan diberikan oleh indenter dengan *load applied* 10 kgf dan *dwell time* 15s [7].

Kemudian mesin *hardness test* dijalankan dengan menekan tombol *Start*. Secara perlahan indenter akan turun memberikan tekanan pada permukaan material yang diuji. Ketika gaya tekan mencapai batas maksimal maka mesin *Hardness test* akan berhenti secara otomatis. Setelah mesin berhenti, mikroskop diarahkan pada permukaan material yang diberikan penekanan. Hasil penekanan dapat dilihat di layar *monitor*. Nilai kekerasan yang didapat dari hasil pengujian ini akan dihitung secara otomatis menggunakan *software* yang sudah terintegrasi dengan mesin *vickers hardness test* sesuai pada Gambar 10. [5]

Area pengujian *hardness test* ditentukan dengan mengacu kepada standar ASTM E92 (*American Society of Testing and Materials*). Menurut ASTM jarak minimal antara titik pusat pengujian terhadap tepi spesimen adalah 2,5 x diameter jejak. Begitu pula jarak antar titik pusat indentasi [6].



Gambar 12. Tes *Hardness Vickers Area* [12]

3.0 HASIL DAN PEMBAHASAN

A. Nilai Kekerasan

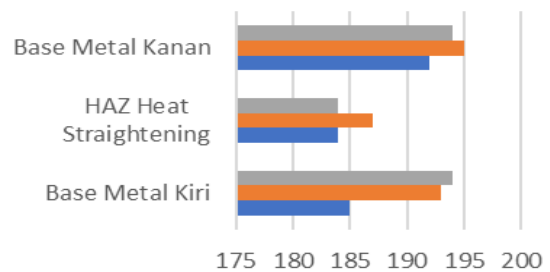
Dari hasil data pengujian kekerasan yang dilakukan dengan alat uji *Hardness Vickers* dan mengacu kepada standar ASTM E92 [8], diperoleh hasil nilai kekerasan pada tes spesimen seperti pada Gambar 12, dengan membagi area pengujian menjadi 3 zona, yaitu: *Base Metal* kiri, *Base Metal* kanan dan *Heat Straightening*.

Terlihat pada Tabel 2 bahwa nilai kekerasan berturut-turut pada daerah *Base Metal* kiri adalah 185, 193, 194 (HV10). Daerah *Base Metal* kanan adalah 192, 195, 194 (HV10). Sedangkan daerah *Heat Straightening* adalah 184, 187, 184 (HV10). Nilai hasil pengujian dapat dilihat pada tabel 2 berikut.[7]

Tabel 2. Hasil Pengujian *Hardness*

Sample Identification	Material	Test Location	Vickers Hardness Number (HV)	
			No	Line HV10
Heat No.: G7715	ABS EH36	Base Metal Area	1	185
			2	193
			3	194
		HAZ Heat Straightening	4	184
			5	187
			6	184
		Base Metal Area	7	192
			8	195
			9	194

Grafik Nilai Kekerasan



Gambar 13. Grafik nilai kekerasan

Berdasarkan grafik nilai kekerasan pada Gambar 13, terlihat bahwa nilai kekerasan pada daerah *Heat Straightening* lebih kecil dibanding dengan daerah *Base Metal*. Nilai kekerasan tertinggi pada daerah *Base Metal* adalah 195 HV10 sedangkan nilai kekerasan tertinggi pada daerah *Heat Straightening* adalah 187 HV10. Hal ini disebabkan karena laju pendinginan yang lambat pada daerah *Heat Straightening* setelah

dipanaskan. Semakin lambat laju pendinginan, semakin kecil nilai kekerasan yang dihasilkan. Semakin cepat laju pendinginan, semakin besar pula nilai kekerasan yang dihasilkan.

Pada *project spec* yang tercantum dalam ASTM A131 ABS AH36 DH36 EH36-Marine Steel Plate, disebutkan bahwa batas maksimum dari nilai kekerasan material adalah 325 HV10. Sedangkan berdasarkan hasil pengujian dari posisi pengetesan poin 1 hingga poin 9, nilai kekerasan material <325 HV10. Sehingga proses *Heat Straightening* memenuhi syarat untuk menjaga kekerasan material sesuai *project spec*.

KESIMPULAN

Dari hasil pengujian dan pembahasan dapat disimpulkan bahwa material tes spesimen ABS EH36 yang diberi perlakuan *Heat Straightening* menghasilkan nilai kekerasan yang tertinggi pada *Base Metal* adalah 195 HV10 sedangkan nilai kekerasan yang tertinggi pada area *HAZ Heat Straightening* adalah 187 HV10. Sehingga dapat ditarik korelasi bahwa hasil proses *heat straightening* tidak berpengaruh signifikan terhadap kenaikan nilai kekerasan material. Sehingga proses *heat straightening* memenuhi syarat untuk menjaga kekerasan material sesuai ASTM A131 yaitu <325 HV10.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Nur Fitria Pujo Leksonowati, Salman Al Faris, dan Nurman Pamungkas. Studi Pengaruh Flame Straightening Terhadap Kekerasan Material High Strength Low Alloy (Hsla). (2021). Jurnal Teknologi dan Riset Terapan Vol. 3, No.1, Page:28-31.
- [2] Sunardi Klaten. (2021). Pemilihan Material dan Proses. Diktat Prodi Teknik Mesin: Universitas Sultan ageng Tirtayasa.
- [3] Mill Cert No.25. (2018). Inspection Certificate. Japan. <https://www.jfe-steel.co.jp/en/products/plate/catalog/c1e-001.pdf>. Diakses pada tanggal 10 April 2023
- [4] <http://staffnew.uny.ac.id/upload/132299864/pendidikan/LAS+OXY-acetylen.pdf> . Diakses pada tanggal 10 April 2023
- [5] Testindo. (2018). Vickers Hardness Tester. <https://www.testindo.com/article/482/vickers-hardness-tester>. Diakses pada tanggal 10 April 2023
- [6] I dewa Gede Ary Subagia. (2015).Modul Praktikum Metalurgi. Jurusan Teknik Mesin: Universitas Udayana.
- [7] Test Report No. B 5895-1001. (2019). Mechanical Test Report. Batam. https://ZD_B_02_FISEMPLUS_F_SEN_AIP_V2.Pdf (Azureedge.Net). Diakses pada tanggal 10 April 2023.
- [8] American Standard Testing and Material 2017 E92 : Standard Test Methods For Vickers Hardness and Knoop Hardness of Metallic Materials. United States.
- [9] Avent, Richard. (2008). *Technical Report Documentation Page: Guide for heat-straightening of damaged steel bridge members*. Rosap : United States.
- [10] BOC. Fundamentals of Flame Straightening. United Kingdom. https://www.boconline.co.uk/en/images/Fundamentals-of-Flame-Straightening_tcm410-113398.pdf. Diakses pada tanggal 10 April 2023.
- [11] ASTM A131 ABS AH36 DH36 EH36 Marine Steel Plate http://www.sdklsteel.com/product_details/1033440370002477056.html . Diakses pada tanggal 10 April 2023.
- [12] Rivaldo Rimo, Nurul Laili Arifin,dan Tian. Havwini, Pengaruh Proses Stress Relieving Terhadap Nilai Kekerasan Nilai Kekerasan Pipa Setelah Proses Swaging. (2022). Jurnal Teknologi dan Riset Terapan (JATRA) 4 (2), 87-91.
- [13] Andi Rosman N. Perancangan Termokopel Berbahan Besi (Fe) Dan Tembaga (Cu) Untuk Sensor Temperatur. (2018). Indonesian Journal Of Fundamental Science. Vol 4, No 2 .PP:121-127