

PENGARUH VARIASI MEDIA PENDINGINAN DALAM PROSES PWHT PENGELASAN GMAW UNTUK MATERIAL STAINLESS STEEL 304 TERHADAP NILAI KEKERASAN DAN KEKUATAN TEKUK

Lazuardi Prana Ananda

S1 Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Negeri Surabaya
Email: lazuardi.18074@mhs.unesa.ac.id

Yunus

Jurusan Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Negeri Surabaya
Email: yunus@unesa.ac.id

Abstrak

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh variasi media pendinginan dalam proses pwht terhadap nilai kekerasan dan kekuatan tekuk. Penelitian menggunakan metode eksperimen dengan memvariasikan media pendinginan dalam proses pwht. Berdasarkan hasil penelitian dapat disimpulkan bahwa variasi media pendinginan berpengaruh pada nilai kekersan dan kekuatan tekuk. Dimana nilai kekersan terbesar pada media pendinginan air dengan nilai 248,3Hv pada daerah HAZ, 271,7 Hv pada daerah base metal dan 309,6Hv pada daerah weld metal. Sedangkan untuk nilai kekuatan tekuk yang mendekati nilai kekuatan tekuk logam induk sebesar 2370,82 Mpa yaitu menggunakan media air dengan nilai kekuatan sebesar 2957,27 Mpa.

Kata kunci: *Stainless Steel*, PWHT, Uji Kekerasan, Uji Tekuk

Abstract

This study aims to determine the effect of variations in the cooling medium in the pwht process on the value of hardness and bending strength. The research uses experimental methods by varying the cooling medium in the pwht process. Based on the results of the study, it can be concluded that the variation of the cooling medium affects the hardness value and bending strength. Where is the greatest hardness value in water cooling media with a value of 248.3Hv in the HAZ area, 271.7 Hv in the base metal area and 309.6Hv in the weld metal area. As for the bending strength value that is close to the bending strength value of the parent metal of 2370.82 Mpa, using water media with a strength value of 2957.27 Mpa

Keywords: *Stainless Steel*, PWHT, Hardness Test, Bending Test

PENDAHULUAN

Seiring berkembangnya teknologi telah dihasilkan baja dengan berbagai jenis sesuai kebutuhan dalam industri, salah satunya adalah baja tahan karat atau biasa disebut *stainless steel*. *Stainless steel* memiliki sifat mekanis yang berbeda-beda tergantung pada saat proses pendinginannya, baik proses pendinginan dalam proses pembuatan ataupun pengelasan.

Untuk pengelasan *stainless steel* dapat menggunakan pengelasan GMAW ataupun GTAW. Akan tetapi perlu diingat bahwa proses pengelasan akan menimbulkan tegangan sisa dan perubahan sifat mekanik yang signifikan pada beberapa bagaian material yang terkena panas akibat pemanasan yang tidak merata. Oleh sebab itu perlu dilakukan perlakuan khusus setelah proses pengelasan untuk memperbaiki sifat mekaniknya.

Untuk memperbaiki perubahan sifat mekanik akibat proses pengelasan maka dapat dilakukan proses *heat treatment*. Dimana proses ini dibagi menjadi 2 jenis yaitu yaitu *preheat* (proses pemanasan material sebelum

pengelasan) dan *Post Welding Heat Treatment* yaitu proses perlakuan panas setelah pengelasan dan melakukan pendinginan secara perlahan (Suharno, 2012).

Berdasarkan penelitian sebelumnya, maka peneliti tertarik untuk melakukan penelitian tentang “Pengaruh Variasi Media Pendinginan dalam Proses PWHT Pengelasan GMAW untuk Material *Stainless steel* 304 terhadap Nilai Kekerasan dan Kekuatan Tekuk”. Harapan dari penelitian ini adalah menemukan media pendinginan yang tepat pada proses PWHT untuk menyeragamkan nilai kekerasan dan menentukan nilai kekuatan tekuk.

METODE

Penelitian menggunakan metode eksperimen yaitu metode untuk mencari adanya hubungan sebab akibat antara beberapa faktor yang saling berkaitan. Pada eksperimen ini peneliti bertujuan untuk mengetahui pengaruh media pendinginan (suhu ruangan, air dan oli) dalam proses PWHT (*Post Welding Heat Treatment*) pada pengelasan GMAW untuk material *stainless steel* 304 terhadap nilai kekerasan dan kekuatan tekuk.

Tempat dan Waktu Penelitian

• **Tempat Penelitian**

- a. Proses pengelasan material dilaksanakan di PT Bahtera Samudra Kontruksi
- b. Proses PWHT dilaksanakan di kampus UNESA
- c. Proses pengujian bending dan kekerasan spesimen dilaksanakan di kampus Politeknik Negeri Malang dan Universitas Negeri Malang

• **Waktu Penelitian**

Penelitian dilakukan setelah proposal skripsi disidangkan dan disetujui.

Variabel Penelitian

• **Variabel Bebas**

Suhu ruangan, air, dan oli

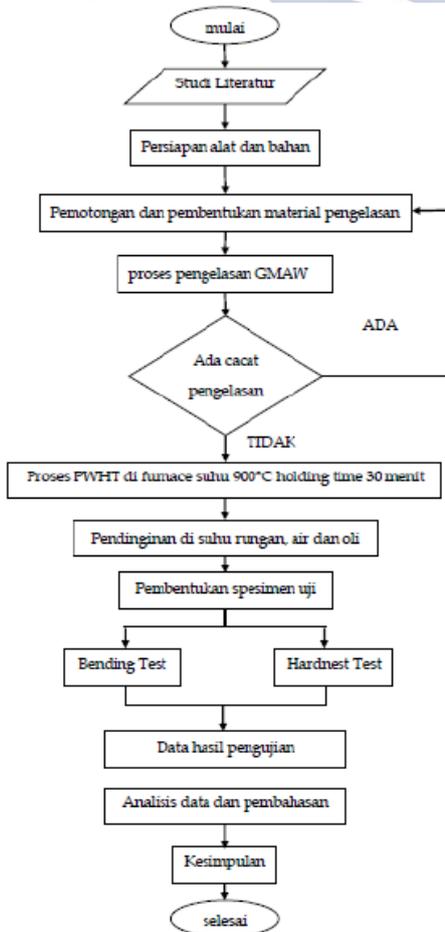
• **Variabel Terikat**

Nilai kekerasan dan kekuatan tekuk.

• **Variabel Kontrol**

Stainless steel 304, las GMAW, suhu PWHT 900°C, holding time 30 menit, dan lamanya pendinginan selama 1 jam

Rancangan Penelitian



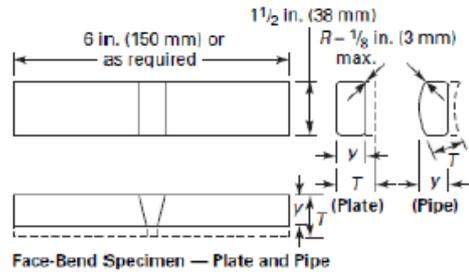
Gambar 1. Diagram alur penelitian

Proses Pengelasan

- Menyiapkan stainless steel
- Menyiapkan mesin las GMAW dan kawat las AWS308Lsi
- Pendinginan dilakukan diruangan terbuka

Pembuatan Spesimen Uji

- Marking spesimen sesuai standar yang digunakan



Gambar 2. Ukuran spesimen uji tekuk (ASME SEC. IX)

Proses PWHT

Proses pwht dilakukan menggunakan furnace dengan suhu panas sebesar 900°C, panas ditahan selama 30 menit dilanjutkan dengan pendinginan material selama 1 jam dengan media pendinginan suhu ruangan, air, dan oli.

Pengujian Kekerasan

Pengujian kekerasan menggunakan mesin hardness vickers dengan beban yang diberikan sebesar 500g dengan dwell time selama 10s. Sebelum pengujian ratakan permukaan material dengan kertas gosok terlebih dahulu.



Gambar 3. Spesimen uji kekerasan

Pengujian Tekuk

Pengujian dilakukan sesuai standar ASME SEC. IX dengan kondisi tekuk material hingga 180° untuk mengetahui kondisi permukaan material dan nilai kekuatan tekuk.



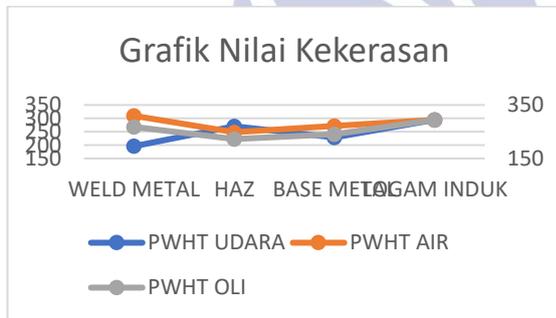
Gambar 4. Spesimen Uji Tekuk

HASIL DAN PEMBAHASAN

Pengujian dilakukan pada daerah HAZ, weld metal, dan base metal sebanyak 3 titik tiap daerah.

Tabel 1. Data Hasil Uji Kekerasan

Variasi	spesimen	Nilai Kekerasan Vickers (Hv)		
		Base Metal	HAZ	Weld Metal
PWHT Udara	1	228,5	225,4	217,6
	2		242,3	229,5
	3		345,3	141,1
Rata-Rata			271	196,1
PWHT Air	1	271,7	286,6	333,8
	2		227	332
	3		231,2	257,9
Rata-Rata			248,3	309,6
PWHT Oli	1	241,3	220,8	255,6
	2		224,8	274
	3		222,7	275,8
Rata-Rata			222,8	268,2
Raw Material	1		294,7	



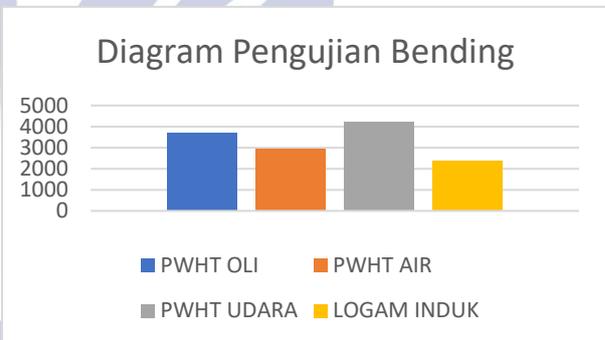
Gambar 5. Grafik nilai kekerasan

Untuk media pendinginan udara memiliki nilai kekerasan rata-rata sebesar 271Hv pada daerah HAZ, 228,5 Hv pada daerah base metal dan 196,1Hv pada daerah weld metal. Untuk media pendinginan air memiliki nilai kekerasan rata-rata sebesar 248,3Hv pada daerah HAZ, 271,7 Hv pada daerah base metal dan 309,6Hv pada daerah weld metal. Untuk media pendinginan oli memiliki nilai kekerasan rata-rata sebesar 268,2Hv pada daerah HAZ, 241,3 Hv pada daerah base metal dan 222,8Hv pada daerah weld metal.

Dari hasil analisa dan pengujian data tabel diatas dapat disimpulkan bahwa nilai kekerasan yang hampir merata terdapat pada proses pwht menggunakan media pendinginan air.

Tabel 2. Data Hasil Uji Tekuk

Media Pendinginan	Spesimen	Massa (Kg)	Berat (N)	Tegangan Bending (Mpa)
Oli	1	1789,70	17539,06	3946,29
	2	1585,00	15533,00	3494,93
	3	1652,40	16193,52	3643,54
Rata-Rata				3694,92
Air	1	1441,40	14125,72	3178,29
	2	1220,50	11960,90	2691,20
	3	1361,60	13343,68	3002,33
Rata-Rata				2957,27
Udara	1	2000,20	19601,96	4410,44
	2	2006,00	19658,80	4423,23
	3	1965,56	19262,49	4334,06
Rata-Rata				4389,24
Logam Induk		1075,20	10536,96	2370,82



Gambar 6. Diagram hasil pengujian tekuk

Dari hasil pengujian data tabel diatas dapat diambil kesimpulan bahwa proses PWHT dapat mempengaruhi nilai kekuatan bending secara signifikan. pada penelitian kali ini nilai kekuatan bending yang paling tinggi ada pada media pendinginan suhu ruangan yaitu sebesar 4213,76 Mpa sedangkan yang paling rendah ada pada media air yaitu sebesar 2957,27 Mpa.

- Analisa hasil nilai kekerasan

Dalam penelitian ini variasi media pendinginan air memiliki nilai kekerasan yang paling tinggi dibanding oli dan udara, selain itu nilainya paling mendekati nilai kekerasan logam induknya yaitu 248,3 Hv untuk daerah HAZ, 271,7 Hv pada daerah base metal, dan 309,6 Hv untuk daerah Weld Metal. Dalam suatu proses laku panas, setelah pemanasan mencapai temperatur yang ditentukan dan diberi holding time secukupnya maka dilakukan pendinginan dengan laju tertentu maka sifat mekanik yang terjadi setelah

pendinginan akan tergantung pada laju pendinginan (Suherman,1988).

Selain itu ada beberapa hal yang berpengaruh terhadap nilai kekerasan yaitu viskositas, densitas, dan laju perpindahan panas. Berikut nilai densitas dan viskositas :

- Air ($\rho = 998 \text{ kg/m}^3$, $\nu = 1,01 \text{ Pa.s}$)
- Oli ($\rho = 981 \text{ kg/m}^3$, $\nu = 4,02 \text{ Pa.s}$)
- Udara ($\rho = 1,2 \text{ kg/m}^3$, $\nu = 0,00001,75 \text{ Pa.s}$)

Dimana semakin tinggi nilai viskositasnya maka semakin lambat laju pendinginannya seperti pada fluida cair air dan oli. Air memiliki laju pendinginan yang lebih cepat dibandingkan dengan oli. Selain itu nilai densitas yang tinggi maka akan semakin cepat laju pendinginannya.

Selain laju pendinginan ada juga koefisien perpindahan panas dimana kemampuan suatu benda untuk memindahkan panas yang ada. Untuk koefisien perpindahan panas dari media pendinginan yang dipakai dapat meihat gambar dibawah ini

(Sumber: Totten, 2007: 567)

Media Pendingin	Koefisien Perpindahan Panas ($\text{W/m}^2\text{K}$)
Udara	35
Minyak	2000
Air	5000

Gambar 7. Koefisien perpindahan panas

Media pendinginan air memiliki nilai yang paling tinggi dibanding yang lain sehingga kemampuan air untuk menyerap panas pada material sangat besar dan menyebabkan nilai kekerasan yang dihasilkan sangat tinggi. Sedangkan untuk oli dan udara proses pelepasan panasnya lambat karena panas yang ditahan lebih lama dibandingkan air.

- Analisa hasil kekuatan tekuk

Pada data hasil pengujian didapatkan bahwa nilai kekuatan tekuk tertinggi pada media suhu udara dan yang paling rendah pada media air. Hal ini disebabkan oleh nilai kekerasan, dimana jika nilai kekerasan benda semakin tinggi maka sifat elastisitas atau kelenturannya akan semakin rendah. Disisi lain struktur penyebaran butir pada air lebih halus dan merata sehingga menyebabkan material semakin keras dan berpengaruh pada nilai kekuatan tekuknya.

PENUTUP

Simpulan

Berdasarkan hasil penelitian yang dilakukan dan dianalisa dapat disimpulkan sebagai berikut :

- Pada proses PWHT dengan variasi media pendinginan air memiliki nilai kekerasan yang paling tinggi dan

menedekati nilai kekerasan dari material induknya yaitu 309,6 Hv daerah weld metal, 271,7 Hv base metal, 248,3 Hv pada daerah HAZ. Sedangkan hasil nilai kekerasan terendah terdapat pada media pendinginan udara 1961,1 Hv pada daerah weld metal, 228,5 Hv pada daerah base metal dan 271 Hv pada daerah HAZ.

- Pada proses PWHT dengan variasi media pendinginan udara memiliki nilai kekuatan tekuk paling besar dengan nilai 4213,76 Mpa, sedangkan untuk nilai kekuatan paling rendah terdapat pada media pendinginan air sebesar 2957,27 Mpa. Dimana pendinginan air cocok digunakan untuk menyamakan nilai kekuatan tekuk dari material induknya.

Saran

Untuk mengasilkan nilai kekersan dan kekuatan tekuk yang baik, penulis memberikan saran pada penelitian yang lebih lanjut

- Perlu dilakukan penelitian dengan jumlah spesimen yang lebih banyak guna mendapatkan nilai kekerasan dan kekuatan tarik yang lebih akurat
- Perlu adanya penelitian lebih lanjut dengan perbedaan suhu yang diberikan pada proses pwht agar mendapatkan nilai yang lebih baik.

UCAPAN TERIMAKASIH

Penulis menyampaikan terima kasih kepada Dr. Soeryanto, M.Pd. selaku Ketua Jurusan Teknik Mesin, Priyo Heru Adiwibowo, S.T., M.T. Selaku Ketua Program Studi S1 Teknik Mesin, Dr. Yunus, M.pd. selaku dosen pembimbing, Akhmad Hafizh Ainur Rasyid, S.T., M.T. dan Arya mahendra sakti, ST., M.T. selaku dosen penguji. Kedua orang tua yang selalu mendoakan.

DAFTAR PUSTAKA

- Asep, Dkk. 2018. *Pengaruh Pendinginan Media Air Dan Oli Pada Heattreatment Sambungan Las Metode Smaw Terhadap Kekuatan Logam Yang Dihasilkan*. 8(2). Hal. 196-204
- Korna, dkk. 2014. *Pengaruh Post Weld Heat Treatment (Pwht) – Tempering Pada Sambungan Medium Carbon Steel Np-42 Dengan Las Thermit Terhadap Nilai Kekerasan Dan Struktur Mikro*. 2(2). Hal. 138-145
- Rusiyanto, dkk., 2012. *Pengaruh variasi suhu post weld heat treatment annealing terhadap sifat mekanis material baja ems-45 dengan metode pengelasan Shielded Metal arc welding (SMAW)*. 10(1). Hal 83-89
- Widharto, S., 2013, *Welding Inspection*, Mitra Wacana Media, Jakarta.