

---

## **PENGARUH PROSES HARDENING PADA HASIL PENGELASAN DENGAN VARIASI MEDIA PENDINGIN OLI GARDAN, SERBUK ARANG, DAN AIR TEMPERATUR RENDAH**

Fadhillah Rahman<sup>1</sup>, Akhmad Pujiono<sup>2</sup>, Arif Feriansah<sup>3</sup>  
Program Studi Teknik Mesin Universitas Muhammadiyah Pekajangan Pekalongan  
Jl. Pahlawan No. 10 Gejlig - Kec. Kajen Kab. Pekalongan

### **ABSTRAK**

Pengelasan merupakan suatu metode penyambungan logam yang memanfaatkan penetrasi panas atau kalor yang dihasilkan. Panas dan kemudian mendinginnya sambungan logam merupakan suatu fenomena yang alamiah. Temperatur pendinginan yang begitu cepat menciptakan struktur yang beragam sehingga kemampuan mekanik suatu logam mengalami perubahan. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui sejauh mana pengaruh hardening dengan media pendingin yang berbeda terhadap hasil pengelasan SMAW. Pengujian nilai kekuatan tarik tertinggi pada proses hardening dengan media pendingin oli gardan sebesar 467,51 N/mm<sup>2</sup> dan nilai kekuatan tarik terendah pada proses hardening dengan media pendingin serbuk arang sebesar 427,40 N/mm<sup>2</sup>. Pengujian nilai kekerasan tertinggi pada proses hardening dengan media pendingin Air temperatur rendah sebesar 202,62 HB dan nilai kekerasan terendah pada proses hardening dengan media pendingin Serbuk arang sebesar 149,92 HB.

**Kata kunci:** pengelasan SMAW, Hardening, Oli gardan, Serbuk arang, Air temperatur rendah.

### **ABSTRACT**

Welding is a metal joining method that utilizes the penetration of heat or heat produced. Heat and then the cooling of the metal joints is a natural phenomenon. The cooling temperature is so fast that it creates a variety of structures so that the mechanical ability of a metal changes. This study aims to determine the effect of hardening with different cooling media on the result of SMAW welding. The test of the highest tensile strength value in the hardening process with axle oil cooling media was 467.51N/mm<sup>2</sup> and the lowest tensile strength value in the hardening process with charcoal powder cooling media was 427.40N/mm<sup>2</sup>. The highest hardening value test was in the hardening process using low temperature water cooling media of 202.62HB and the lowest hardening value in the hardening process using charcoal powder cooling media was 149.92HB.

**Key Word:** SMAW welding, Hardening, Axle oil, Charcoal powder, Low temperature water.

## **Pendahuluan**

Seiring dengan perkembangan dunia industri yang semakin maju, mendorong para pelaku dunia industri untuk meningkatkan kebutuhan penggunaan dari hasil pengerasan baja yang dibutuhkan konsumen. Perkembangan teknologi terutama dalam pengerasan logam mengalami kemajuan yang sangat pesat. Untuk memenuhi tuntutan konsumen dalam teknik pengerasan logam ini peneliti mencoba mengangkat permasalahan pengerasan logam pada plat besi karbon. Pengelasan merupakan suatu metode penyambungan logam yang memanfaatkan penetrasi panas atau kalor yang dihasilkan. Panas dan kemudian mendinginnya sambungan logam merupakan suatu fenomena yang alamiah, dimana proses tersebut bekerja atas dasar perbedaan temperatur. Temperatur pendinginan yang begitu cepat menciptakan struktur yang beragam sehingga kemampuan mekanik suatu logam mengalami perubahan. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui sejauh mana pengaruh heattreatment dengan media pendingin air dan oli terhadap hasil pengelasan SMAW, mengingat perubahan proses dalam logam sangat sensitif terhadap kemampuan mekanik.

Peningkatan kekerasan ini terjadi karena terbentuknya struktur martensit pada baja.

Martensit terbentuk karena terjebaknya atom karbon di dalam struktur kristal austenit yang diakibatkan oleh pendinginan cepat.

Pengujian tarik dilakukan terhadap batang uji yang standar. Pada bagian tengah batang uji merupakan bagian yang menerima tegangan yang seragam, dan pada bagian ini diukur panjang uji (gauge length), yaitu bagian yang dianggap menerima pengaruh dari pembebanan. Pada bagian inilah yang selalu diukur panjangnya dalam proses pengujian. Dasar yang digunakan untuk mengetahui kekuatan tarik dari suatu material adalah kurva tegangan dan regangan.

## **Pengertian Las**

Pengelasan merupakan penyambungan dua bahan atau lebih yang didasarkan pada prinsip-prinsip proses difusi, sehingga terjadi penyatuan bagian bahan yang disambung.

### **Posisi Pengelasan**

Posisi atau sikap pengelasan yaitu pengaturan posisi atau letak gerakan elektroda las. Posisi pengelasan yang digunakan biasanya tergantung dari letak kampuh-kampuh atau celah-celah benda kerja yang akan dilas. Berikut beberapa posisi dalam pengelasan.

- Posisi pengelasan di bawah tangan (down hand position)
- Posisi pengelasan mendatar (horizontal position)

- Posisi pengelasan tegak (vertical position)
- Posisi pengelasan di atas kepala. (over head position)

### Sumber Daya

Seiring dengan pesatnya perkembangan kemajuan teknologi, juga berimbas pada teknologi yang digunakan pada sumber daya (power source) yang dikenal secara umum dengan sebutan mesin las (welding machine). Terdapat berbagai macam dan jenis dari mesin las yang digunakan sebagai pembangkit tenaga pada waktu dilakukan pengelasan.

- Mesin Las dengan pembangkit Transformer.
- Mesin Las dengan pembangkit Rectifier/Thyristor.
- Mesin Las dengan pembangkit Generator.
- Mesin Las dengan pembangkit Inverter.

### Jenis Arus

Jenis arus las (welding current) mempunyai peranan yang penting di dalam membantu juru las (welders) untuk menghasilkan mutu hasil las (weld-ment) yang baik. Jenis arus las secara umum dibagi dalam dua (2) kelompok utama, antara lain seperti :

- Jenis arus las DC atau dikenal dengan istilah polaritas searah, untuk rectifier dan converter. Arus DC ini dibagi dua pengkutuban

yaitu pengkutuban DC- dan DC+. Dimana DC- kabel elektroda dibagian negative, kabel masa dibagian positif sedangkan DC+ itu sebaliknya dari DC-.

- Jenis arus las AC ( Alternating Current ), yang dikenal dengan istilah arus las bolak-balik.

### Elektroda

Elektroda merupakan kawat las yang dilapisi beberapa zat kimia. Elektroda disini berfungsi sebagai bahan penambah logam dan penyambung antara logam.

### Daerah Pengelasan

Daerah pengelasan terdiri dari tiga bagian penting yaitu: daerah logam las, daerah terpengaruh panas atau heat affected zone (HAZ) dan daerah logam induk yang tak terpengaruh oleh panas las.

- Daerah Logam Las
- Daerah HAZ
- Logam Induk

### Macam – macam Sambungan Las

Ada beberapa jenis sambungan dan bentuk kampuh yang digunakan pada pengelasan baik pengelasan pelat maupun pipa. Pada dasarnya sambungan las dibagi menjadi sambungan tumpul, sambungan sambungan sudut dan sambungan tumpang. Sebagai perkembangan dari sambungan dasar tersebut ada sambungan

silang, sambungan dengan penguat dan sambungan sisi.

#### Hardening

Hardening atau Pengerasan ialah perlakuan panas terhadap baja dengan sasaran meningkatkan kekerasan alami baja. Hardening atau pengerasan merupakan salah satu proses perlakuan panas yang sangat penting dalam produksi komponen-komponen mesin. Untuk mendapatkan struktur baja yang halus, keuletan, kekerasan yang diinginkan, dapat diperoleh melalui proses ini.

#### Pendinginan

Untuk proses Hardening kita melakukan pendinginan secara cepat dengan menggunakan media air. Tujuannya adalah untuk mendapatkan struktur martensite, semakin banyak unsur karbon, maka struktur martensite yang terbentuk juga akan semakin banyak. Karena martensite terbentuk dari fase Austenite yang didinginkan secara cepat. Hal ini disebabkan karena atom karbon tidak sempat berdifusi keluar dan terjebak dalam struktur kristal dan membentuk struktur tetragonal yang ruang kosong antar atomnya kecil, sehingga kekerasannya meningkat.

#### Media Pendingin

Media pendingin yang digunakan untuk mendinginkan baja bermacam macam.

Berbagai bahan pendingin yang digunakan dalam proses perlakuan panas antara lain :

- Air Temperatur Rendah
- Oli Gardan
- Serbuk Arang

#### Metode Penelitian

Penelitian ini menggunakan metode eksperimen, yaitu suatu cara untuk mencari hubungan sebab akibat antara dua faktor yang berpengaruh. Eksperimen dilaksanakan dilaboratorium dengan kondisi dan peralatan yang diselesaikan guna memperoleh data tentang pengaruh kekerasan dan kekuatan tarik pada baja karbon rendah setelah proses pengelasan.

Plat besi dilakukan pengelasan dan diberi perlakuan hardening dengan berbagai macam media pendingin. Kemudian plat tersebut dibentuk specimen uji tarik dan kekerasan.

Setelah itu dilakukan proses pengujian kekerasan dengan metode brinell. Pengujian kekerasan dilakukan setelah plat menerima perlakuan las dan pendinginan dengan cepat dan kemudian plat tersebut dibentuk specimen uji kekerasan. Dan untuk pengujian tarik prosesnya juga sama seperti uji tarik.

#### Hasil Pengujian

Uji Komposisi

Unsur	Chemical Composition (%)		Test Result (%)
	N1	N2	
C	0.12	0.13	0.13
Si	0.11	0.11	0.11
Mn	1.19	1.18	1.19
P	0.02	0.02	0.02
S	0.01	0.01	0.01
Cr	0.01	0.02	0.01
Mo	0.01	0.01	0.01
Ni	0.02	0.02	0.02
Cu	0.02	0.02	0.02
Fe	98.3	98.3	98.3

Uji Tarik dengan variasi media pendingin oli gardan

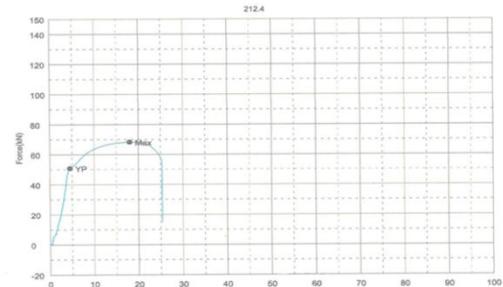
No.	Kode Sample	Parameter Uji	Satuan	Hasil Uji
1.	212.1	Tebal x Lebar	mm	5,90 x 25,21
		Kuat Tarik	N/mm <sup>2</sup>	467,51
		Kuat Luluh	N/mm <sup>2</sup>	353,93
		Regangan	%	26,05
		Keterangan	-	Putus di luar lasan
2.	212.2	Tebal x Lebar	mm	5,96 x 25,54
		Kuat Tarik	N/mm <sup>2</sup>	458,18
		Kuat Luluh	N/mm <sup>2</sup>	356,76
		Regangan	%	16,25
		Keterangan	-	Putus di luar lasan
3.	212.3	Tebal x Lebar	mm	5,94 x 25,51
		Kuat Tarik	N/mm <sup>2</sup>	456,28
		Kuat Luluh	N/mm <sup>2</sup>	346,12
		Regangan	%	16,97
		Keterangan	-	Putus di luar lasan

No.	Kode Sample	Parameter Uji	Satuan	Hasil Uji
1.	212.4	Tebal x Lebar	Mm	5,94 x 25,23
		Kuat Tarik	N/mm <sup>2</sup>	451,93
		Kuat Luluh	N/mm <sup>2</sup>	336,63
		Regangan	%	29,43
		Keterangan	-	Putus di luar lasan
2.	212.5	Tebal x Lebar	Mm	6,23 x 25,31
		Kuat Tarik	N/mm <sup>2</sup>	427,40
		Kuat Luluh	N/mm <sup>2</sup>	317,23
		Regangan	%	28,92
		Keterangan	-	Putus di luar lasan
3.	212.6	Tebal x Lebar	Mm	5,94 x 25,39
		Kuat Tarik	N/mm <sup>2</sup>	454,17
		Kuat Luluh	N/mm <sup>2</sup>	343,84
		Regangan	%	29,33
		Keterangan	-	Putus di luar lasan

Date: 2020/10/07

Shape: Plate	Thickness	Width	Gauge Length
Units	mm	mm	mm
1-1	5,9400	25,4300	60,0000

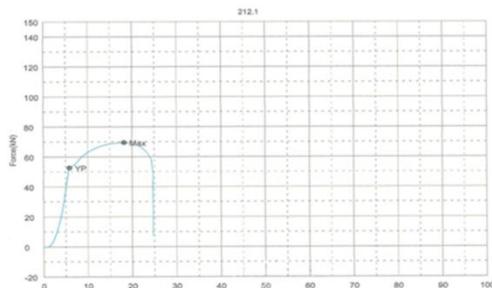
Name	Max_Force	Max_Stress	YP_Force	YP_Stress
Parameter	kN	N/mm <sup>2</sup>	0,1 %FS	0,1 %FS
Units	kN	N/mm <sup>2</sup>	kN	N/mm <sup>2</sup>
1-1	68,2856	451,928	50,8500	336,634



Date: 2020/10/07

Shape: Plate	Thickness	Width	Gauge Length
Units	mm	mm	mm
1-1	5,9000	25,2100	60,0000

Name	Max_Force	Max_Stress	YP_Force	YP_Stress
Parameter	kN	N/mm <sup>2</sup>	0,1 %FS	0,1 %FS
Units	kN	N/mm <sup>2</sup>	kN	N/mm <sup>2</sup>
1-1	69,5375	467,514	52,6437	353,934



Uji Tarik dengan variasi media pendingin air temperature rendah

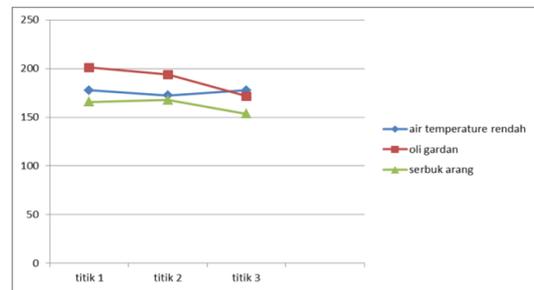
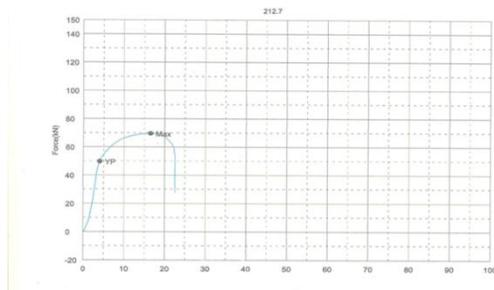
No.	Kode Sample	Parameter Uji	Satuan	Hasil Uji
1.	212.7	Tebal x Lebar	Mm	6,12 x 25,12
		Kuat Tarik	N/mm <sup>2</sup>	452,67
		Kuat Luluh	N/mm <sup>2</sup>	323,49
		Regangan	%	26,28
		Keterangan	-	Putus di luar lasan
2.	212.8	Tebal x Lebar	Mm	6,06 x 25,00
		Kuat Tarik	N/mm <sup>2</sup>	451,55
		Kuat Luluh	N/mm <sup>2</sup>	319
		Regangan	%	26,62
		Keterangan	-	Putus di luar lasan
3.	212.9	Tebal x Lebar	Mm	6 x 25,26
		Kuat Tarik	N/mm <sup>2</sup>	453,60
		Kuat Luluh	N/mm <sup>2</sup>	313,49
		Regangan	%	27,87
		Keterangan	-	Putus di luar lasan

Date: 2020/10/07

Shape: Plate	Thickness	Width	Gauge Length
Units	mm	mm	mm
1-1	6,1200	25,1200	60,0000

Name	Max_Force	Max_Stress	YP_Force	YP_Stress
Parameter	kN	N/mm <sup>2</sup>	0,1 %FS	0,1 %FS
Units	kN	N/mm <sup>2</sup>	kN	N/mm <sup>2</sup>
1-1	69,5808	452,666	48,7313	323,488

Uji Tarik dengan variasi media pendingin serbuk arang

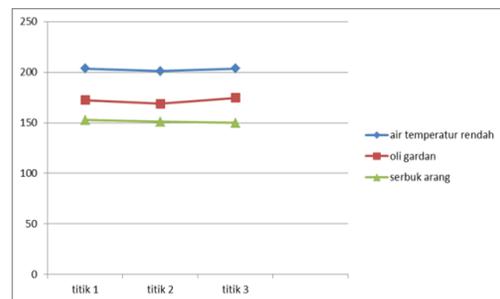
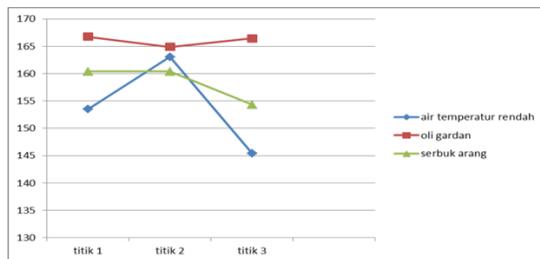


**Uji Kekerasan  
Pada daerah HAZ**

No.	Kode Sample Uji	Parameter Uji	Hasil Uji		Satuan	keterangan
			Daerah Uji	Nilai Kekerasan		
1.	55.1 Variasi pendingin Air temperatur e rendah	Kekerasan Brinell	Titik 1	153,48	HB	- Beban penekanan F=1840 N - Waktu penekanan 15 detik - Indentor 2,5 mm - HAZ
			Titik 2	163,07		
			Titik 3	145,43		
			Rata-rata	153,99		
2.	55.2 Variasi pendingin oli gardan	Kekerasan Brinell	Titik 1	166,74	HB	- Beban penekanan F=1840 N - Waktu penekanan 15 detik - Indentor 2,5 mm - HAZ
			Titik 2	164,89		
			Titik 3	167,69		
			Rata-rata	166,44		
3.	55.3 Variasi pendingin Serbuk arang	Kekerasan Brinell	Titik 1	160,38	HB	- Beban penekanan F=1840 N - Waktu penekanan 15 detik - Indentor 2,5 mm - HAZ
			Titik 2	160,38		
			Titik 3	154,32		
			Rata-rata	158,36		

**Pada daerah Logam Induk**

No.	Kode Sample Uji	Parameter Uji	Hasil Uji		Satuan	keterangan
			Daerah Uji	Nilai Kekerasan		
1.	55.1 Variasi pendingin Air temperatur e rendah	Kekerasan Brinell	Titik 1	203,43	HB	- Beban penekanan F=1840 N - Waktu penekanan 15 detik - Indentor 2,5 mm - Logam induk
			Titik 2	200,99		
			Titik 3	203,43		
			Rata-rata	202,62		
2.	55.2 Variasi pendingin oli gardan	Kekerasan Brinell	Titik 1	172,49	HB	- Beban penekanan F=1840 N - Waktu penekanan 15 detik - Indentor 2,5 mm - Logam induk
			Titik 2	168,65		
			Titik 3	174,50		
			Rata-rata	171,88		
3.	55.3 Variasi pendingin Serbuk arang	Kekerasan Brinell	Titik 1	152,64	HB	- Beban penekanan F=1840 N - Waktu penekanan 15 detik - Indentor 2,5 mm - Logam induk
			Titik 2	150,90		
			Titik 3	146,22		
			Rata-rata	149,92		



**Pada daerah Lasan**

No.	Kode Sample Uji	Parameter Uji	Hasil Uji		Satuan	keterangan
			Daerah Uji	Nilai Kekerasan		
1.	55.1 Variasi pendingin Air temperatur e rendah	Kekerasan Brinell	Titik 1	177,53	HB	- Beban penekanan F=1840 N - Waktu penekanan 15 detik - Indentor 2,5 mm - Lasan
			Titik 2	172,49		
			Titik 3	177,53		
			Rata-rata	175,85		
2.	55.2 Variasi pendingin oli gardan	Kekerasan Brinell	Titik 1	200,99	HB	- Beban penekanan F=1840 N - Waktu penekanan 15 detik - Indentor 2,5 mm - Lasan
			Titik 2	193,86		
			Titik 3	171,54		
			Rata-rata	188,80		
3.	55.3 Variasi pendingin Serbuk arang	Kekerasan Brinell	Titik 1	165,83	HB	- Beban penekanan F=1840 N - Waktu penekanan 15 detik - Indentor 2,5 mm - Lasan
			Titik 2	167,69		
			Titik 3	153,48		
			Rata-rata	162,33		

**ANALISIS DATA**

Dari hasil penelitian yang dilakukan di lab UPDT tegal. Didapatkan data hasil analisa data nilai kekuatan tarik tertinggi pada proses hardening dengan media pendingin oli gardan sebesar 467,51 N/mm<sup>2</sup> dan nilai

kekuatan tarik terendah pada proses hardening dengan media pendingin serbuk arang sebesar 427,40 N/mm<sup>2</sup>. Sedangkan nilai kekerasan tertinggi pada proses hardening dengan media pendingin Air temperatur rendah sebesar 202,62 HB dan nilai kekerasan terendah pada proses hardening dengan media pendingin Serbuk arang sebesar 149,92 HB. Peningkatan kekerasan ini terjadi karena terbentuknya struktur martensit pada plat besi. Martensit terbentuk karena terjebaknya atom karbon di dalam struktur kristal austenit yang diakibatkan oleh pendinginan cepat.

### **Kesimpulan**

Dari data diatas dapat diartikan bahwa nilai kekuatan tarik tertinggi pada proses hardening dengan media pendingin oli gardan sebesar 467,51 N/mm<sup>2</sup> dan nilai kekuatan tarik terendah pada proses hardening dengan media pendingin serbuk arang sebesar 427,40 N/mm<sup>2</sup>. Jadi, proses hardening dengan media pendingin oli gardan adalah yang terbaik dari media pendingin lain yang saya gunakan.

Dari data diatas dapat diartikan bahwa nilai kekerasan tertinggi pada proses hardening dengan media pendingin Air temperatur rendah sebesar 202,62 HB dan nilai kekerasan terendah pada proses hardening dengan media pendingin Serbuk arang sebesar 149,92 HB. Jadi, proses hardening dengan media pendingin Air temperatur

rendah adalah yang terbaik dari media pendingin lain yang saya gunakan.

### Referensi

- [1] A. Murtiono, "SERTA STRUKTUR baja PEMANEN per karena SAWIT," vol. II, no. 2, 2012.
- [2] A. Ruchiyat, P. N. Ketapang, and P. N. Ketapang, "PENGARUH PENDINGINAN MEDIA AIR DAN OLI PADA," vol. 8, no. 2, pp. 196–204.
- [3] M. Nasir, "PENGARUH MEDIA PENDINGIN PADA PROSES HARDENING TERHADAP PENINGKATAN KEKERASAN BAJA KARBON SEDANG," vol. 4, pp. 1–5.
- [4] E. Fruit and K. Sawit, "uji kuat tarik sebesar 2,046, yang lebih kecil dari F," pp. 0–9.
- [5] S. Abdunnaser, "PENGARUH PROSES HARDENING DAN TEMPERING TERHADAP KEKERASAN DAN STRUKTUR MIKRO PADA BAJA KARBON SEDANG JENIS SNCM 447 Koleksi Perpustakaan UPN " Veteran " Jakarta Koleksi Perpustakaan UPN " Veteran " Jakarta."
- [6] M. Asya, "EFEK QUENCHING DENGAN MEDIA PENDINGIN YANG BERBEDA TERHADAP NILAI KEKERASAN PISAU BERBAHAN SUP 9," pp. 887–896, 2019.
- [7] Ahmad Ali Sopan, "PENGARUH VARIASI ARUS PENGELASAN TERHADAP KEKUATAN LAS SMAW BAJA ARBON RENDAH ST 37," UNI

.  
VERSITAS PANCASAKTI TEGAL, no.  
February 2019, pp. 1–152, 2020.

[8] K. Pengantar, “Modul praktek pengelasan smaw,” Politek. NEGERI Manad., pp. 1–74, 2019.

[9] R. D. Djamiko, H. Wibowo, P. Kusdiyarto, and A. Marwanto, “Pendalaman Materi Teknik Pengelasan,” p. 29, 2018.

10 Prof. Ir. TATA SURDIA, M.S. Met.E. , Prof. Dr. SHINROKU SAITO, “BUKU PENGETAHUAN BAHAN TEKNIK,” P. 374, 1999