

## PENGARUH PENGGUNAAN ELEKTRODA E7016 DAN E81T1-GC TERHADAP KUAT TEKAN HASIL PENGELASAN SMAW DAN FCAW PADA MATERIAL DNVGL 450 DAN ASTM A694 STRUKTUR PIG LAUNCHER RECEIVER DI PT MCDERMOTT INDONESIA

Untung Sukamto dan Arsyi Yogaswara

Program Studi Teknik Metalurgi, Jurusan Teknik Pertambangan, Fakultas Teknologi Mineral,  
Universitas Pembangunan Nasional "Veteran" Yogyakarta

E-mail: [Untung.sukamto@upnyk.ac.id](mailto:Untung.sukamto@upnyk.ac.id) , [arsyi99official@gmail.com](mailto:arsyi99official@gmail.com)

### Abstrak

PT. McDermott Indonesia, salah satu anak perusahaan dari McDermott International, Inc., merupakan perusahaan jasa konstruksi minyak lepas pantai yang berfokus pada bidang fabrikasi dimana mendalami beberapa bidang lainnya seperti project management, engineering, pengadaan material, serta instalasi lepas pantai. Tujuan penelitian ini adalah untuk mengetahui pengaruh penggunaan *filler* elektroda terhadap hasil kuat tekan pada setiap layer pada proses pengelasan material DNVGL 450 dan ASTM A694. Adapun metode pengujian adalah pertama mencari literatur-literatur penunjang, selanjutnya adalah pengumpulan data lapangan, kemudian menganalisis data. Adapun pengelasan dilakukan dengan metode SMAW dengan menggunakan jenis elektroda E 7016 pada bagian root pass dan metode FCAW pada bagian hot pass, fill pass dan cap pass dengan electrode jenis E81T1-GC. Metode tersebut digunakan pada sambungan material DNVGL 450 Dan ASTM A694 yang kemudian hasil pengelasannya dilakukan uji kekerasan Vickers di beberapa sisinya. Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan diketahui bahwa penggunaan *filler* E81T1-GC dan elektroda E 7016 menghasilkan kekerasan logam hasil pengelasan sebesar 1.205,83 HV. Dimana berarti semakin tinggi nilai kekuatan tarik suatu material maka akan tinggi tingkat kekerasannya, namun keuletan material akan menurun (*brittle*). Nilai tingkat kekerasan suatu material berbanding lurus dengan kekuatan tarik dan *brittleness* serta berbanding terbalik dengan *ductility*-nya

**Kata Kunci:** Pengelasan, *Filler* Elektroda , Uji Kuat Tekan

### Abstract

*PT. McDermott Indonesia, a subsidiary of McDermott International, Inc., is an offshore oil construction services company that focuses on the fabrication sector, which is one of the largest offshore construction fabrication companies in Indonesia, which explores several other fields such as project management, engineering, procurement of materials, as well as offshore installations. The purpose of this study was to determine the effect of the use of filler electrodes on the results of the compressive strength of each layer in the welding process of DNVGL 450 and ASTM A694 materials. The testing method is first to look for supporting literature, next is to collect field data, then analyze the data. The welding is carried out using the SMAW method using the E 7016 electrode for the root pass and the FCAW method for the hot pass, fill pass and cap pass with the E81T1-GC type electrode. This method is used on the connection of DNVGL 450 and ASTM A694 materials, which are then subjected to a Vickers hardness test on several sides. Based on the research that has been done, it is known that the use of filler E81T1-GC and electrode E 7016 produces a metal hardness of 1,205.83 HV. Where it means that the higher the value of the tensile strength of a material, the higher the level of hardness, but the ductility of the material will decrease (brittle). The value of the hardness of a material is directly proportional to its tensile strength and brittleness and inversely proportional to its ductility*

**Keywords:** Welding, *Filler* Electrode, Compressive Strength Test

### Pendahuluan

Dalam membangun fasilitas produksi minyak dan gas, tentunya ada banyak proses yang berkesinambungan

satu sama lain guna menunjang proses fabrikasi suatu struktur, salah satunya adalah proses *welding*. Berdasarkan definisi dari *American Welding Society* (AWS) las adalah ikatan metalurgi pada

sambungan logam atau logam paduan yang dilaksanakan dalam keadaan lumer atau cair. Secara singkat, dapat dijabarkan bahwa proses pengelasan merupakan sambungan dari beberapa batang logam dengan menggunakan energi panas. Pada pengelasan, suhu yang digunakan antara 1500 hingga 1600 derajat Celcius. Salah satu faktor yang mempengaruhi, kualitas hasil penyambungan logam adalah sifat logam (Wirjosumarto, 2000). Kondisi ini sangat bergantung pada perubahan suhu yang terjadi pada saat proses penyambungan karena menggunakan panas yang mempunyai peran yang sangat sensitif pada hasil pengelasan. Selama proses pengelasan berlangsung logam akan mengalami siklus termal yaitu proses pemanasan dan pendinginan yang terjadi secara cepat di daerah pengelasan sehingga terjadi proses metalurgi, deformasi yang berpengaruh pada kualitas hasil pengelasan seperti jenis cacat yang dihasilkan (Teguh Wiyono, 2012).

Parameter proses pengelasan yang dapat mempengaruhi hasil sambungan antara lain: pengaturan kuat arus, pemilihan jenis elektroda yang sesuai dengan spesifikasi teknik material induk, pembentukan besar sudut kampuh antara material yang akan disambung, posisi pengelasan, dan lain-lain. Pemilihan parameter dalam proses pengelasan dapat ditentukan berdasarkan pada peningkatan kualitas, jumlah angka produksi, dan efisiensi waktu produksi, serta penurunan biaya produksi. Pertimbangan penggunaan material tambahan sebagai bahan pengisi hasil pengelasan atau metal rod *filler*

dalam praktek rancangan las harus memperhatikan kesesuaian berdasarkan sifat-sifat logam dasar diantaranya unsur paduan kekuatan tarik dari sambungan dan jenis sambungan yang akan dilas, sehingga hasil dari pengelasan sesuai dengan yang diharapkan (Dimas Adi Perwira, 2021)

Dalam penelitian ini, penulis melakukan pengambilan data dari proses pengelasan SMAW dan FCAW-GS pada material DNVGL 450 dan API 2W50 dengan penggunaan elektroda E7016 dan E81T1-GC di PT Mcdermott Indonesia. Dimana penggunaan pengelasan SMAW digunakan untuk bagian *root pass* sedangkan pengelasan FCAW digunakan untuk bagian *hot pass*, *fill pass*, dan *cap pass*. Hasil dari proses pengelasan tersebut kemudian dilakukan uji kekerasan dengan menggunakan *Vickers Hardness Test* sehingga dapat disimpulkan pengaruh pemilihan *filler* elektroda terhadap Kekerasan yang dihasilkan pada logam las, daerah HAZ dan daerah logam las.

### **Metodologi Penelitian**

Metode Penelitian yang dilakukan dimulai dari pengambilan data aktual berupa parameter pengelasan dan data elektroda yang digunakan yang kemudian dianalisis dengan data hasil uji kekerasan, lalu dilanjutkan pengolahan data aktual untuk dapat mengetahui pengaruh *filler* elektroda terhadap kekerasan logam hasil pengelasan.

### **Hasil dan Pembahasan**

#### **Data Parameter Pengelasan**

*Welding Procedure Specification* (WPS) atau spesifikasi prosedur las merupakan prosedur tertulis tentang

pengelasan yang sudah terqualifikasi untuk memberikan arahan dalam membuat pengelasan produksi (production weld) sesuai dengan persyaratan dari standar yang dipakai. *Welding Procedure Specification* (WPS) untuk material API 2W GR 50 dan DNV 450 grade Material

**Data Material**

Material yang digunakan dalam pengelasan ini adalah DVGL 450 dan

ASTM . penggunaan material ini sebagai material penyusun struktur PLR (*Pig Launcher Receiver*) ini dikarenakan ketentuan yang telah ditetapkan. Berdasarkan dengan aturan tersebut, besarnya kekuatan tarik dan kekuatan luluh material ini sesuai dengan persyaratan yang telah ditetapkan sehingga material ini dapat digunakan sebagai material dalam struktur tersebut.

**Tabel 1.** Parameter Pengelasan pada *Welding Procedure Specification* (WPS) PT. Mcdermott

SIDE	RUN NO.	WELDING PROCESS	WELDING POSITION PROG.	ELECTRODE(S) / FILLER METAL					GAS SHIELD	GAS FLOW RATE (LPM)	AMPS	VOLTS	TRAVEL SPEED (mm/min)	WFS (in/mm)	HEAT INPUT (KJ/mm)
				TUNGSTEN ELECTRODE SIZE (mm)	TRADE NAME	FILLER WIRE SIZE (mm)	TRADE NAME	POLARITY							
1	ROOT PASS	SMAW	ALL UPHILL	N/A	N/A	3.2	KOBE LB 52U	DCEN	N/A	N/A	75 - 90	18 - 22	41.2 - 48.3	-	1.68 - 2.88
1/2	HOT PASS	FCAWGS	ALL UPHILL	N/A	N/A	1.2	NSST SF-3E	DCEP	99.5% CO2	13 - 30	175 - 200	20 - 24	196.6 - 204.8	200 - 260	1.03 - 1.46
1/2	FILL PASS	FCAWGS	ALL UPHILL	N/A	N/A	1.2	NSST SF-3E	DCEP	99.5% CO2	13 - 30	180 - 225	21 - 23	245.5 - 250.6	210 - 350	0.91 - 1.26
1/2	CAP PASS	FCAWGS	ALL UPHILL	N/A	N/A	1.2	NSST SF-3E	DCEP	99.5% CO2	13 - 30	180 - 220	21 - 23	256.3 - 268.4	200 - 350	0.85 - 1.18

Dalam pembangunan pembuatan fasilitas bawah laut, tentunya material tersebut harus memiliki kriteria tertentu dikarenakan dalam penggunaannya di lingkungan yang ekstrem dengan pengaruh tekanan tertentu dan suasana bawah laut yang cenderung akan membuat logam cepat korosi, sehingga kandungan material harus lolos uji laboratorium dengan dibuktikan sertifikat yang berisi spesifikasi dari material tersebut. Material tersebut

memiliki kandungan unsur paduan yang khusus yang berbeda dari baja yang digunakan untuk konstruksi lain. Unsur paduan tersebut antara lain Cr, Mo, Ti, V, B, dll dimana masing-masing unsur mempunyai pengaruhnya masing-masing. Oleh karena itu, material ini memiliki kemampuan mekanis serta ketahanan korosif yang lebih baik bila dibandingkan dengan baja karbon biasa sehingga dipilih sebagai material dalam pembuatan fasilitas bawah laut

**Tabel 2.** *Chemical Composition Material DNVGL 450*

Chemical composition DNVGL 450															
	C	Si	Mn	P	S	Cu	Cr	Ni	Mo	Ti	V	Nb	B	Ca	N
Spec. min	-	-	5	80	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Spec. max	12	45	160	15	3	25	35	25							

**Tabel .3.** *Chemical Composition Material ASTM A694*

Chemical Composition ASTM A694												
C	Si	Mn	P	S	Cr	Ni	Mo	Ni	Al	Co	Cu	
0,12	0,256	1,176	0,0053	0,0012	0,188	0,853	0,125	0,853	0,032	-	0,103	
Nb	Ti	V	Sn	As	Zr	Ca	Sb	B	N			
0,0006	0,0019	0,041	0,00487	0,0048	-	0,0002	0,0011	0,0005	0,0064			

**Tabel 4.** Chemical Composition Material API 2WGR50

Chemical Composition API 2WGR50											
C	Si	Mn	P	S	Cr	Ni	Mo	Ni	Al	Co	Cu
0,12	0,256	1,10	0,0006	0,001	0,21	0,87	0,13	0,087	0,045	-	0,14
Nb	Ti	V	Sn	As	Zr	Ca	Sb	B	N		
0,003	0,003	0,045	0,007	0,004	-	0,0011	0,0011	0,0005	0,0064		

### Data Elektroda *Filler*

Jenis elektroda yang digunakan akan sangat menentukan hasil pengelasan, sehingga penting untuk mengetahui jenis dan sifat masing-masing elektroda sebagai dasar pemilihan elektroda yang tepat. Selain jenis elektroda yang harus dipilih dengan tepat, diameter elektroda las juga harus diperhatikan. Ukuran elektroda dipilih berdasarkan ukuran las yang akan dibuat dan arus listrik yang dihasilkan oleh alat las. Karena umumnya mesin las

mempunyai pengatur untuk memperkecil maupun memperbesar arus listrik. Elektroda yang digunakan dalam pengelasan material DNVGL 450 dan API 2W50 terdapat dua jenis elektroda yang dipakai yaitu elektroda tipe E7016 untuk pengelasan SMAW pada bagian root pass dan elektroda tipe E81T1-GC yang dipakaai sebagai *filler* pengelasan menggunakan FCAW-GS. Elektroda tersebut dapat dilihat pada **Gambar 5** dan **Gambar 6**

**Tabel 5.** Unsur kandungan Elektroda tipe E81T1-GC

Chemical Composition <i>Filler</i> Electrode E81T1-GC												
C	Si	Mn	P	S	Cr	Ni	Mo	V	Cu	V	Nb	
0.04	0.26	1.27	0.009	0.004	0.03	0.43	0.01	0.01	0.026	0.01	0.01	

**Tabel 6.** Unsur kandungan Elektroda tipe E7016

Chemical Composition <i>Filler</i> Electrode E7016									
C	Si	Mn	P	S	Cr	Ni	Mo	V	
0.07	0.40	0.94	0.009	0.006	0.003	0.002	0.00	0.001	

### Pengujian Vickers Hardness Test

Penelitian ini menggunakan dua jenis elektroda yang berbeda dan digunakan untuk jenis pengelasan yang berbeda. Untuk elektroda jenis E 7016 digunakan untuk pengelasan SMAW pada bagian *root pass*, sedangkan elektroda E81T1-GC untuk pengelasan FCAW digunakan pada bagian *hot pass*, *fill pass*, dan *cap pass*. Untuk hasil pengujian kekerasan pada sambungan material tersebut bisa dilihat dari uji mechanical test pada saat menyusun WPS (*Welding Procedure*

*Specification*). Dimana untuk menguji parameter yang digunakan pada pengelasan antara material API 2W50 dan DNVGL 450, kedua material tersebut dilas dengan material yang memiliki ketangguhan yang lebih tinggi yaitu dengan material ASTM A694, dan hasil dari uji kekerasan kedua material tersebut dibandingkan satu sama lain sehingga dapat disimpulkan pengaruh *filler* pada sambungan API 2W50 dan DNVGL 450 apakah baik digunakan atau tidak.

**Tabel 7.** Hasil Pengujian Vickers Hardness Test Material API 2WGR 50

Sample Identification	Material Specification	Test Location	Vickers Hardness Number (HV) Test Load Applied, 10 Kgf					
			Line 1		Line 2		Line 3	
			No	Result	No	Result	No	Result
PQR No. 5234	API 2W Gr. 50	Base Metal	-	-	-	-	-	-
			1	200	1	191	1	214
			-	-	-	-	-	-
		HAZ	2	196	2	178	2	211
			3	199	3	178	3	219
	Weld Metal	4	213	4	179	4	224	
		5	223	5	215	5	207	
		6	237	6	223	6	208	
		7	229	7	225	7	195	
		8	298	8	234	8	196	
		9	311	9	230	9	211	
ASTM A694 Gr. F65	HAZ	10	305	10	218	10	208	
		-	-	-	-	-	-	
		11	221	11	221	11	240	
	Base Metal	-	-	-	-	-	-	
		-	-	-	-	-	-	

**Tabel 8.** Hasil Pengujian Vickers Hardness Test Material DNVGL 450

Sample Identification	Material Specification	Test Location	Vickers Hardness Number (HV) Test Load Applied, 10 Kgf					
			Line 1		Line 2		Line 3	
			No	Result	No	Result	No	Result
PQR no. 5262	DNVGL SMLS 450	Base Metal	1	174	1	175	1	157
			-	-	-	-	-	-
			-	-	-	-	-	-
		HAZ	2	204	2	153	2	172
			3	229	3	151	3	170
	Weld Metal	4	224	4	158	4	163	
		5	178	5	203	5	197	
		6	193	6	193	6	197	
		7	183	7	200	7	199	
	ASTM A694 F65	HAZ	8	244	8	198	8	214
			9	257	9	198	9	213
10			260	10	220	10	214	
Base Metal		-	-	-	-	-	-	
		-	-	-	-	-	-	
11	208	11	202	11	211			

### Uji Kekerasan Hasil Pengelasan Material DNVGL 450

Untuk pengujian pertama dilakukan uji kekerasan terhadap hasil sambungan dari material DNVGL 450 dengan ASTM A694. Hasil pengujian kedua material tersebut dapat dilihat pada **Gambar 6**

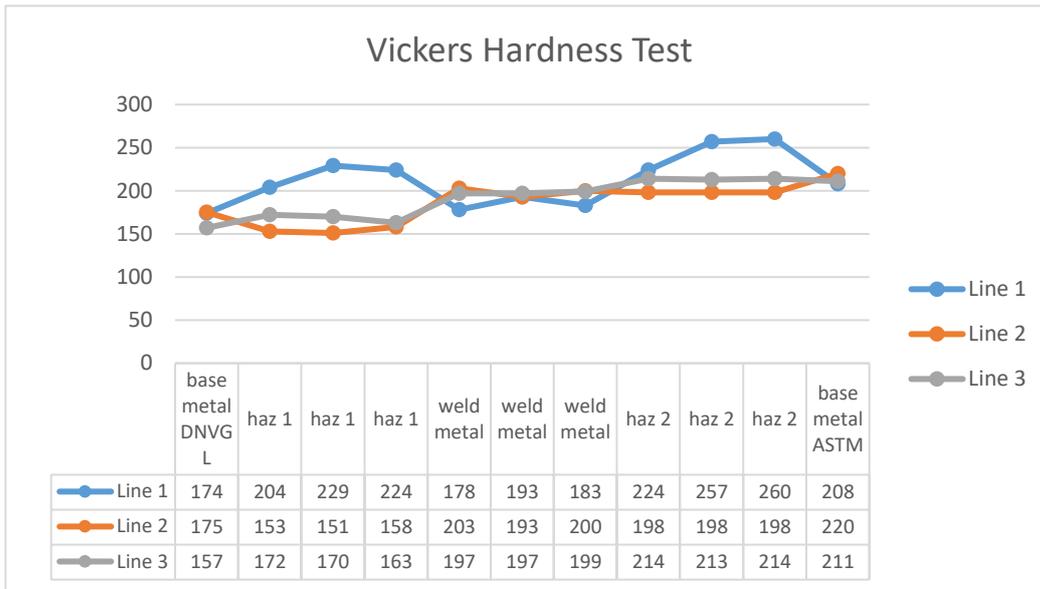
Pengujian Vickers tersebut menggunakan tiga *Line* yang berbeda untuk dilakukan proses uji kekerasannya. Untuk *Line 1* dan *Line 2* merupakan uji kekerasan untuk *filler* elektroda E81T1-GC dimana pada bagian *hot pass* sampai ke *cap pass* menggunakan metode pengelasan FCAW. Untuk *Line 3* merupakan uji kekerasan untuk *filler* elektroda E 7016

dimana digunakan untuk bagian *root pass* dengan metode pengelasan SMAW. Hasil uji kekerasan pada setiap *Line* dapat dilihat pada **gambar 6**.

Pada **Gambar 7** dapat diketahui bahwa rata2 kekerasan hasil pengujian pada *Line 1* didapatkan untuk kekerasan tertinggi pada daerah HAZ (*Heat Affected Zone*) dengan nilai kekerasan 219 HV, sedangkan pada *Line 2* kekerasan tertinggi pada daerah logam las dimana kekerasan yang dihasilkan sebesar 198,66 HV. Pada *Line 1* dan *Line 2* merupakan daerah pengelasan yang menggunakan pengelasan FCAW dengan *filler* elektroda E81T1-GC Pada daerah pengujian kekerasan *Line 3* didapatkan hasil uji kekerasan tertinggi

pada daerah logam pengelasan sebesar 197.67 HV. Pada *Line 3* merupakan daerah yang menggunakan jenis pengelasan SMAW dengan *filler* E 7016. Dari data tersebut untuk pengujian material DNVGL 450 dengan metode

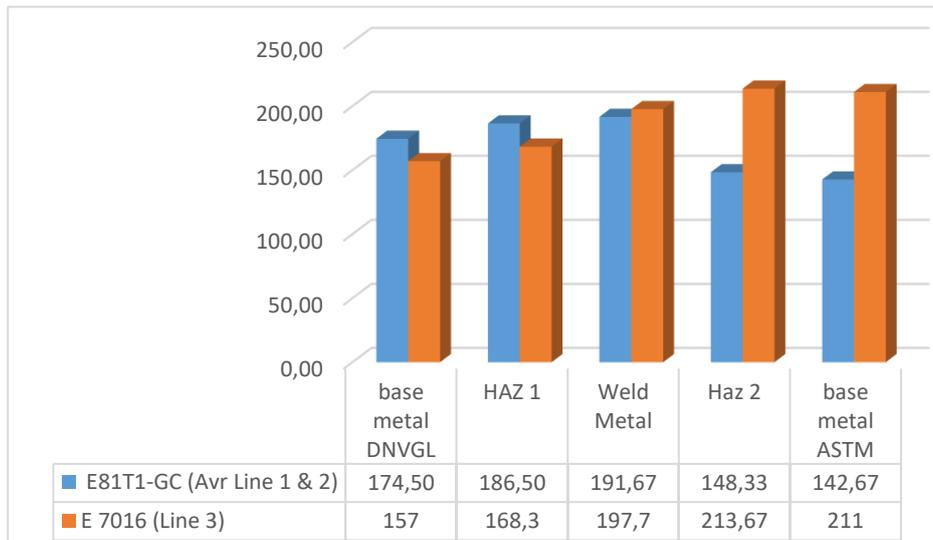
pengelasan yang telah ditentukan hasil perbandingan kekerasan pada daerah logam inti, HAZ, dan daerah logam pengelasan untuk penggunaan *filler* elektroda E81T1-GC dan E 7016 dapat dilihat pada **Gambar 8**.



**Gambar 6.** Grafik Hasil Uji Kekerasan pada Material DNVGL 450



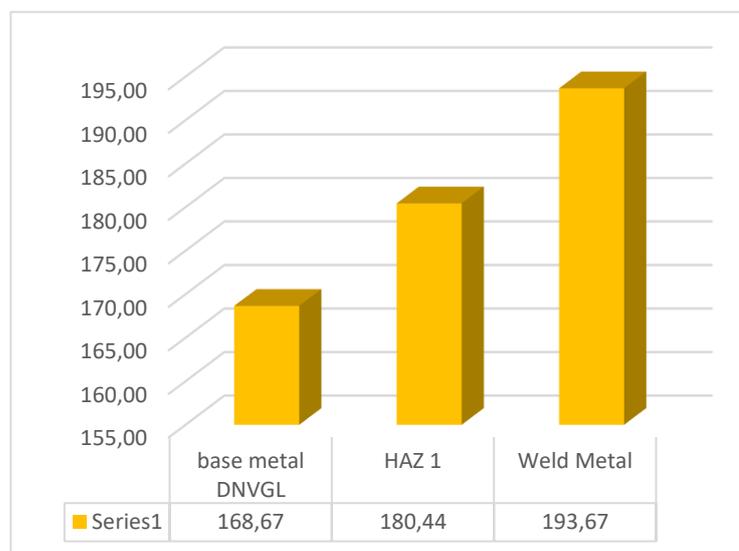
**Gambar 7.** Grafik kekerasan setiap *Line* pada hasil pengelasan



**Gambar 8.** Grafik perbandingan kekerasan pada material DNVGL L 450

Hasil perbandingan kekerasan pada daerah material DNVGL 450 didapatkan hasil tertinggi pada daerah logam las, dimana untuk penggunaan *filler* elektroda E81T1-GC didapatkan rata2 kekerasan sebesar 191,67 HV dan untuk penggunaan *filler* elektroda E 7016 didapatkan rata2 kekerasan sebesar 197,7 HV. Dari hasil ini dapat disimpulkan bahwa parameter pengelasan yang ditentukan dengan penggunaan elektroda E81T1-GC untuk

pengelasan FCAW dan elektroda E 7016 untuk pengelasan SMAW dapat digunakan pada material DNVGL 450. Dikarenakan hasil kekerasan pada logam las memiliki tingkat kekerasan tertinggi sehingga pada daerah las tersebut tidak mudah untuk patah/rusak ketika dikenakan tekanan pada saat penggunaannya. Hasil rata-rata di setiap bagian pengelasan pada material DNVGL 450 dapat dilihat pada **Gambar 9**

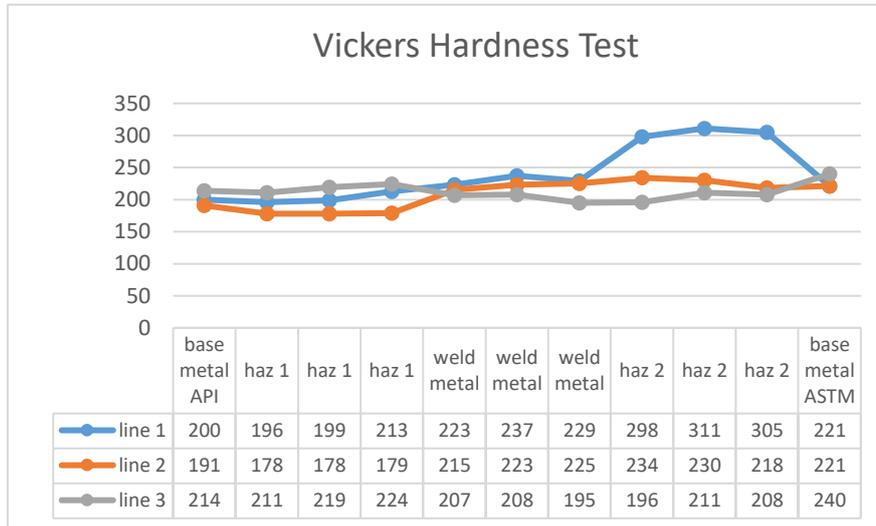


**Gambar 9.** Grafik Uji Kekerasan Pada Bagian Pengelasan Material DNVGL 450

**Uji Kekerasan Hasil Pengelasan Material API 2WGR50**

Untuk pengujian kedua dilakukan uji kekerasan terhadap hasil

sambungan dari material API 2W50 dengan ASTM A694. Hasil pengujian kedua material tersebut dapat dilihat pada gambar 10.



**Gambar 10.** Grafik Uji Kekerasan Material API 2W50

Pengujian Vickers pada material kedua ini menggunakan parameter yang sama dengan pengujian pertama. Uji Kekerasan ini menggunakan tiga Line untuk dilakukan proses uji kekerasannya. Untuk Line 1 dan Line 2 merupakan uji kekerasan untuk filler elektroda E81T1-GC dimana pada bagian hot pass sampai ke cap pass menggunakan metode pengelasan FCAW. Untuk Line 3 merupakan uji kekerasan untuk filler elektroda E 7016 dimana digunakan untuk bagian root passpass dengan metode pengelasan SMAW. Hasil rata2 uji kekerasan pada setiap Line dapat dilihat pada **gambar 11**. Pada gambar tersebut dapat diketahui bahwa rata2 kekerasan hasil pengujian untuk material API 2W50 pada Line 1 didapatkan untuk kekerasan tertinggi pada daerah las dengan nilai kekerasan 229,67 HV, pada Line 2 juga kekerasan tertinggi pada daerah logam las dimana kekerasan yang dihasilkan sebesar 221

HV. Pada Line 1 dan Line 2 merupakan daerah pengelasan yang menggunakan pengelasan FCAW dengan filler elektroda E81T1-GC Pada daerah pengujian kekerasan Line 3 didapatkan hasil uji kekerasan tertinggi pada daerah HAZ (*Heat Affected Zone*) sebesar 218 HV. Pada Line 3 merupakan daerah yang menggunakan jenis pengelasan SMAW dengan filler E 7016.

Dari data tersebut untuk pengujian material API 2W50 dengan metode pengelasan yang telah ditentukan hasil perbandingan kekerasan pada daerah logam inti, HAZ, dan daerah logam pengelasan untuk penggunaan filler elektroda E81T1-GC dan E 7016 dapat dilihat pada gambar 12. Hasil perbandingan kekerasan pada daerah material API 2W50 didapatkan hasil tertinggi pada daerah logam las, dimana untuk penggunaan filler elektroda E81T1-GC didapatkan rata2 kekerasan sebesar 225,33 HV dan untuk

penggunaan *filler* elektroda E 7016 pada daerah las didapatkan rata2 kekerasan sebesar 203,33 HV. Penggunaan *filler* E 7016 hasil daerah las memiliki kekuatan yang paling rendah dibandingkan dengan daerah logam inti maupun daerah HAZ (Heat Affected Zone). Tingkat kekerasan suatu material berhubungan dengan sifat keuletan material. Semakin tinggi nilai kekuatan tarik suatu material maka akan tinggi pula tingkat

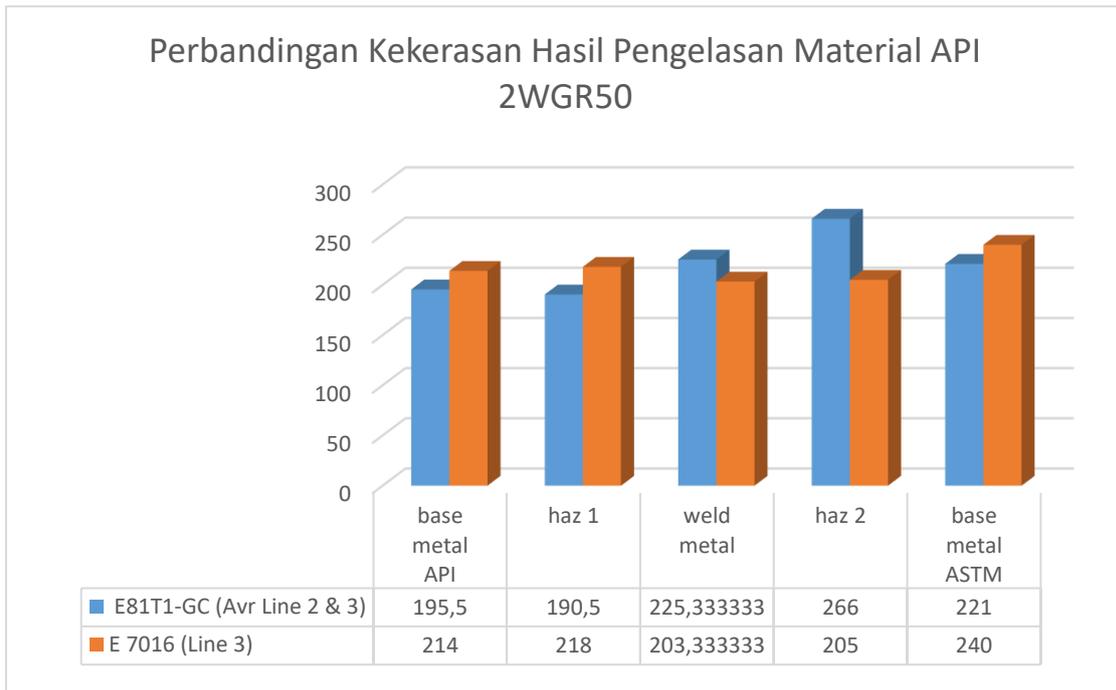
kekerasannya, namun keuletan material akan menurun (*brittle*). Sebaliknya, semakin lunak suatu material maka semakin rendah pula tensile strength-nya, semakin turun kegetasannya dan semakin naik keuletannya. Atau dengan kata lain nilai tingkat kekerasan suatu material berbanding lurus dengan kekuatan tarik dan *brittleness* serta berbanding terbalik dengan ductility-nya.



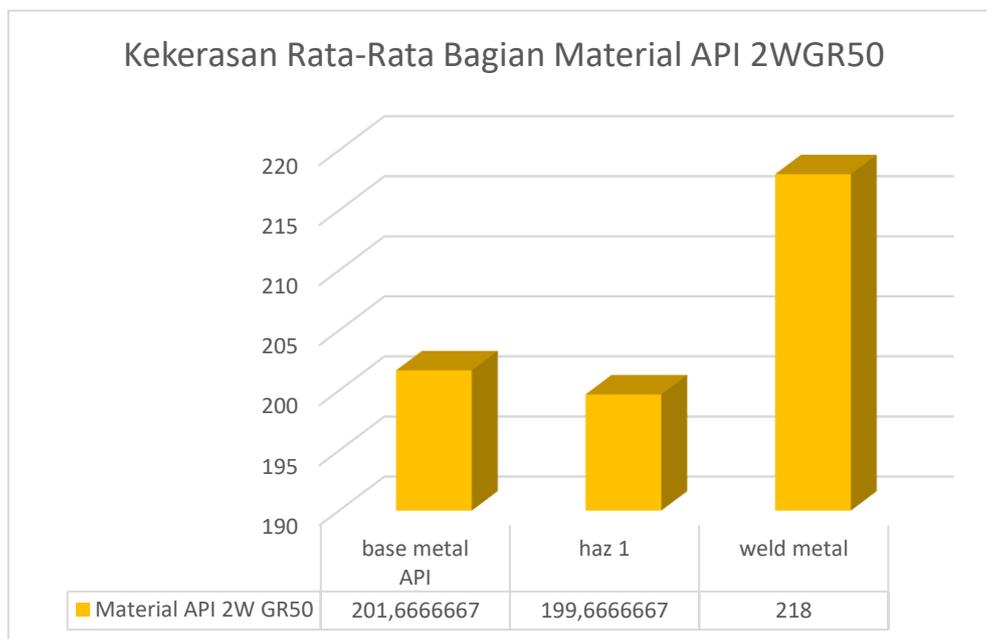
**Gambar 11** Grafik Kekerasan Setiap *Line* Pada Material API 2W50

Pada hasil tersebut disimpulkan bahwa pada daerah las dengan elektroda E 7016 memiliki keuletan yang lebih tinggi daripada hasil pengelasan menggunakan elektroda E81T1-GC. Untuk hasil total rata2 dari bagian pengelasan pada material DNVGL 450 dapat dilihat pada **Gambar 13** Dari

grafik tersebut didapatkan nilai kekerasan rata-rata dari hasil pengelasan di setiap bagian pada material DNVGL 450, dimana pada bagian logam las masih memiliki nilai kekerasan paling tinggi dengan nilai kekerasan rata-rata sebesar 218 HV



**Gambar 12.** Grafik perbandingan kekerasan pada material API 2W50



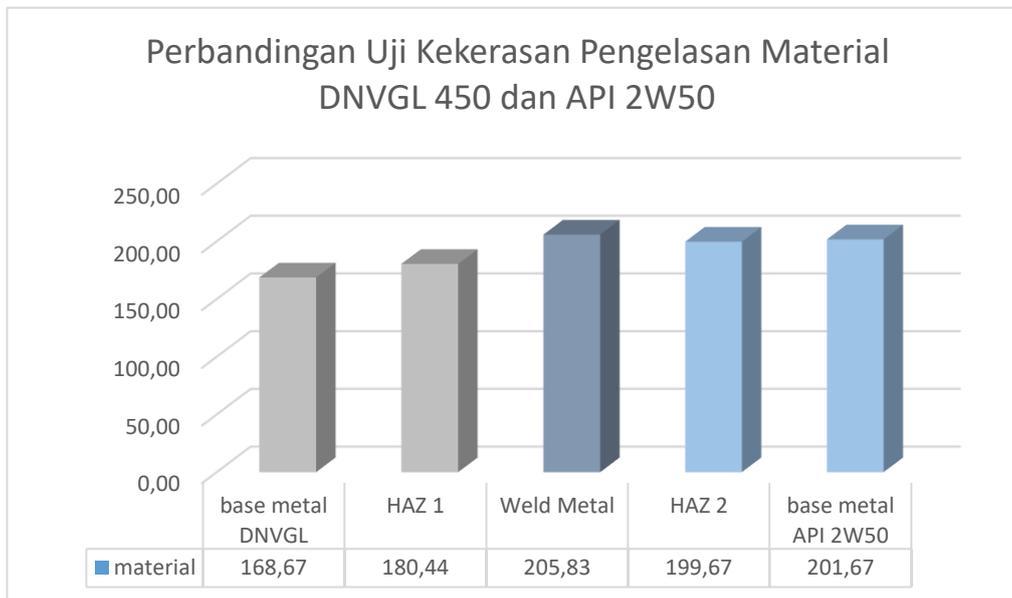
**Gambar 13.** Grafik Kekerasan Rata-Rata Bagian Material DNVGL 450

### **Hasil Kekerasan Sambungan Material DNVGL 450 dan API 2W50**

Untuk mengetahui perbandingan kekerasan antara hasil pengelasan material DNVGL 450 dan API 2W50,

grafik kekerasan yang dihasilkan dari kedua hasil pengujian pada material tersebut dibandingkan. Karena pada pengujian tersebut menggunakan parameter pengelasan yang sama dan

*filler* elektroda yang sama sehingga dapat disimpulkan pada grafik berikut



**Gambar 14** Grafik Perbandingan Kekerasan Pada Hasil Pengelasan Sambungan Material DNVGL 450 dengan API 2W50

Pada hasil grafik tersebut kita dapat mengetahui bahwa hasil kekerasan tertinggi yaitu pada bagian logam pengelasan, dengan nilai kekerasan sebesar 205,83 HV. Hal ini berarti pada bagian logam pengelasan memiliki kekuatan tarik yang tinggi pula dikarenakan semakin tinggi nilai kekuatan tarik suatu material maka akan tinggi tingkat kekerasannya, namun keuletan material akan menurun (*brittle*). Atau dengan kata lain nilai tingkat kekerasan suatu material berbanding lurus dengan kekuatan tarik dan *brittleness* serta berbanding terbalik dengan *ductility*-nya. ketika pada sambungan tersebut dikenai suatu gaya/tekanan maka bagian pengelasan tidak akan mengalami kerusakan dan kemungkinan terbesar bagian yang akan rusak/patah adalah bagian pada material induk dari material DNVGL 450 dikarenakan memiliki tingkat

kekerasannya yang paling rendah. Sehingga apabila diuji dengan uji tarik dan pada daerah logam las tidak mengalami patahan/rusak maka dapat disimpulkan bahwa *filler* yang digunakan pada pengelasan material DNVGL 450 dan API 2W50 sesuai standar dan layak digunakan.

### Kesimpulan

Dari hasil analisis dan pembahasan didapatkan kesimpulan bahwa hasil Uji Kekerasan Vickers rata-rata pada setiap bagian pengelasan material DNVGL 450 dan API 2W50 menghasilkan nilai kekerasan tertinggi pada bagian logam las dengan nilai kekerasan 205,83 HV. Dimana berarti semakin tinggi nilai kekuatan tarik suatu material maka akan tinggi tingkat kekerasannya, namun keuletan material akan menurun (*brittle*). Atau dengan kata lain nilai tingkat kekerasan suatu material berbanding lurus dengan

kekuatan tarik dan *brittleness* serta berbanding terbalik dengan *ductility*-nya..

#### **Daftar Pustaka**

- Achmadi. 2019. *Macam-Macam Cacat Las dan Penyebabnya Serta Cara Mengatasinya*.
- American *Welding Society*. 2004. *Certification Manual for Welding Inspectors*. AWS: Florida.
- Anonim. 2021. *AFY Structural Shop Drawings*. Mcdermott International ltd: Mexico
- Anonim. 2020. *BFY Fabrication Operation*. PT McDermott Indonesia: Batam.
- Anonim. 2021. *BFY MTO Working Procedure*. PT McDermott Indonesia: Batam.
- Anonim. 2021. *BFY Operation and Control of Yard Equipment*. PT McDermott Indonesia: Batam.
- Anonim. 2021. *APAC Detailing Engineering*. Mcdermott International ltd: Mexico
- Bintoro, G.A. 1999. *Dasar-Dasar Pekerjaan Las Jilid 1*. Yogyakarta: Penerbit Kanisius. Yogyakarta.
- Bintoto, G. *Dasar-Dasar Pekerjaan Las*. Kanisius, Yogyakarta, 1999
- JIS Handbook. 2010. *Ferrous Material and Metallurgy: JIS G3106*. Japan: JIS Publisher.
- Lydia, E., 2010. *Laporan Kerja Praktek* PT. McDermott Batam, Indonesia, Laporan KP. Teknik Sipil ITB: Bandung
- Leigh Baughurst. 2011. *Welding Defects, Causes & Correction*. German: ASPEC Engineering
- Muhroni, A.,S & Kembaren B. H. 2013. *Pengaruh Variasi Kecepatan dan Kuat Arus Terhadap Kekerasan, Tegangan Tarik, Struktur Mikro Baja Karbon Rendah Dengan Elektroda E6018*. *Jurnal Rekayasa Mesin* Vol.13 No.1
- Prayitno, D., & Hutagalung, H. D. 2018. *Pengaruh Kuat Arus Listrik Pengelasan Terhadap Kekerasan Lapisan Las*. *Jurnal Dinamika Vokasi Teknik Mesin* Vol.1 No.1 (1-6)
- Sari, Dennyza Kurnia. 2011. *Tugas Akhir Jalur-B (Magang) Esso Kipper Tuna Turrum 2 Project Pt. Mcdermott Indonesia Batam Fabrication Yard*. Teknik Sipil UGM: Yogyakarta.
- Sonit Singh. (2018). *Analysis of Various Defects Involved in Welding Metallurgy*.
- Widharto, S. *Teknologi dan Proses Pengelasan*. Balai Besar Bahan dan Barang Teknik, Bandung
- Wirjosumarto, H. dan T. Okumura. 2000. *Teknologi Pengelasan Logam*. Jakarta: PT Pradnya Paramita
- Yusof, F., & Jamaluddin, M. F. 2014. *Welding Defects and Implications on Welded Assemblies. Comprehensive Materials Processing* Vol.1 No.1 (125-134).