



Pengujian Tarik Dan Impak Pada Pengerjaan Pengelasan SMAW Dengan Mesin Genset Menggunakan Diameter Elektroda Yang Berbeda

M. Zaenal Mawahib^{1*)}, Sarjito Jokosisworo¹⁾, Hartono Yudo¹⁾

¹⁾Departemen Teknik Perkapalan, Fakultas Teknik, Universitas Diponegoro
Jl. Prof. Soedarto, SH, Kampus Undip Tembalang, Semarang, Indonesia 50275

Abstrak

Pengaruh hasil sumber daya listrik yang dihasilkan dari mesin genset yaitu kemungkinan terjadinya lubang cacung dan retak, dan apabila arus yang terlalu rendah akan mengakibatkan kurangnya penembusan dan kemungkinan terak terperangkap tinggi, sehingga dapat mengakibatkan kekuatan dari sambungan lasan yang rendah. Pengujian pada sambungan pengelasan yang berbeda diameter elektroda dengan menggunakan mesin genset, akan diperoleh kekuatan tarik dan kekuatan impak maksimum dari masing-masing material uji dan dapat diketahui pemilihan diameter elektroda yang paling baik digunakan untuk masing-masing pelat. Pengelasan menggunakan jenis sambungan butt joint (single V-groove) dengan sudut 60° , dengan diameter elektroda 3,2 mm dan 4 mm dengan tebal masing-masing material uji 8 mm dan 10 mm. Hasil pengujian didapatkan kuat tarik dari diameter elektroda 3,2 mm tebal material 8 mm adalah rata-rata 443,747 N/mm², diameter elektroda 3,2 mm tebal material 10 mm adalah rata-rata 435,187 N/mm², diameter elektroda 4 mm tebal material 8 mm adalah rata-rata 447,23 N/mm², dan diameter elektroda 4 mm tebal material 10 mm adalah rata-rata 447,07 N/mm². Hasil penelitian, modulus elastisitas dan tegangan luluh sama-sama memiliki kenaikan nilai, serta nilai pada regangan menurun. Sedangkan hasil pengujian impak didapatkan energi impak dari diameter elektroda 3,2 mm tebal material 8 mm adalah rata-rata 90,67 Joule, diameter elektroda 3,2 mm tebal material 10 mm adalah rata-rata 295,9 Joule, diameter elektroda 4 mm tebal material 8 mm adalah rata-rata 44,91 Joule, dan diameter elektroda 4 mm tebal material 10 mm adalah rata-rata 273,83 Joule.

Copyright © 2017, **KAPAL**, 1829-8370 (p), 2301-9069(e)

Kata Kunci : Mesin Genset, Pengelasan SMAW, Diameter Elektroda, Kekuatan Tarik, Kekuatan Impak

1. PENDAHULUAN

Dalam pengelasan las listrik menggunakan energi listrik yang dihasilkan dari mesin genset akan mempengaruhi hasil lasan karena naik turunnya tegangan voltase. Voltase harus disesuaikan dengan bahan material yang akan dilas termasuk pemilihan kawat elektroda yang sesuai. Sambungan las tumpul atau *butt joint* adalah sambungan yang paling sering ditemui di kapal, umumnya pelat yang digunakan memiliki tebal yang sama.

Sedangkan dalam proses pengelasan, kawat elektroda merupakan salah satu bagian penting dalam menentukan kualitas hasil pengelasan.

Adapun pengaruh hasil pengelasan yang kemungkinan terjadinya lubang cacung dan retak yang tinggi dan apabila kuat arus yang terlalu rendah akan mengakibatkan kurangnya penembusan dan kemungkinan terak terperangkap tinggi.

Oleh karena itu perlu adanya pemilihan kuat arus dan voltase yang baik untuk hasil pengelasan yang maksimal dalam menggunakan mesin genset. Penulis akan meneliti kekuatan tarik dan kekuatan impak pada sambungan *butt joint* dengan perbedaan diameter elektroda ditinjau dari ketebalan pelat yang sama pula pada masing-masing pengelasan. Penelitian ini juga merupakan lanjutan dari penelitian sebelumnya yang membahas kekuatan tarik pelat dengan perbedaan arus pada pengelasan. Adapun tujuan dari

*) Penulis Korespondensi :

Email : m.zaenal.mawahib.15@gmail.com

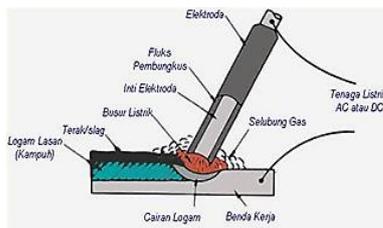
penelitian ini adalah untuk membandingkan hasil kekuatan tarik dari pengerjaan pengelasan SMAW dengan mesin genset pada dua jenis elektroda yang berbeda diameternya dan juga untuk membandingkan hasil kekuatan impak dari pengerjaan pengelasan SMAW dengan mesin genset pada dua jenis elektroda yang berbeda diameternya.

2. METODE

2.1. Pengelasan SMAW

Proses las SMAW terdiri dari pembungkus elektroda, sumbu kawat, daerah sekitar busur (*arc*), gas perisai, logam yang diendapkan dan terak (*slag*) yang telah mengeras. Proses las listrik atau pengelasan SMAW merupakan suatu proses las manual, dapat dikendalikan oleh tangan dan sangat praktis. Proses las listrik ini dapat digunakan untuk mengelas semua jenis bangunan logam dari yang tipis sampai yang tebal dengan pengelasan sistem *single pass* atau *multi pass*.

Untuk las biasa mutu lasan antara harus searah dengan arus bolak-balik tidak jauh berbeda, namun polaritas sangat mempengaruhi mutu pengelasan. Kecepatan pengelasan dan keserbagunaan mesin las arus bolak-balik dan arus searah hampir sama, namun untuk pengelasan logam tebal, las arus bolak-balik lebih tepat.



Gambar 1. Proses Pengelasan SMAW

2.2. Besar Arus Las

Arus pengelasan adalah aliran pembawa muatan listrik dari mesin las yang digunakan untuk menyambung dua logam dengan mengalirkan panas ke logam pengisi atau elektroda. Hubungan diameter elektroda dengan arus pengelasan menurut Dendi Abdullah, 2008 dapat dilihat pada Tabel 1.

Arus las memberikan pengaruh yang terbesar pada penembusan dan penguatan. Arus yang terlalu kecil akan menghasilkan penembusan dan penguatan yang rendah dan bila terlalu besar akan menghasilkan lasan yang cacat.

Tabel 1. Hubungan Diameter Elektroda dengan Arus Pengelasan

Diameter elektroda dalam mm	Tipe Elektroda dan Besarnya Arus dalam Ampere					
	E 6010	E 6014	E 7018	E 7024	E 7027	E 7028
2,5		80-125	70-100	100-145		
3,2	80-120	110-160	115-165	140-190	125-185	140-190
4	120-160	150-210	160-220	180-260	180-240	180-250
5	160-200	200-275	200-275	230-305	210-300	230-305
5,5		260-340	260-340	275-285	250-350	275-365
6,3		330-415	315-400	335-430	300-420	335-430
8		390-500	375-470			

2.3. Masukan Panas

Adalah siklus thermal las dalam proses pemanasan daerah lasan yang berfungsi untuk mengetahui masukan panas sehingga akan diketahui kekuatan dari masing-masing Ampere pada kecepatan yang berbeda, sesuai dengan Persamaan (1).

$$HI = \frac{60 \cdot E \cdot I}{v} \quad (1)$$

dimana **HI**= masukan panas (joule/cm), **E** = tegangan busur (volt), **I** = arus las (ampere), **v** = kecepatan las (cm/menit).

2.4. Parameter Penelitian

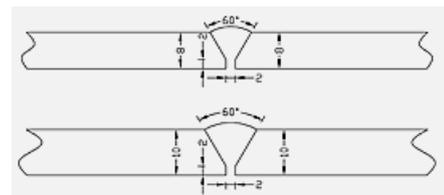
1. Parameter Tetap

- Uji tarik dengan standar ASTM E8.
- Uji impak dengan standar ASTM E23.
- Tipe pengelasan dengan SMAW.
- Kecepatan pengelasan 14-15cm/menit.
- Kuat arus 150 Ampere.
- Voltase 25 Volt.

2. Parameter Peubah

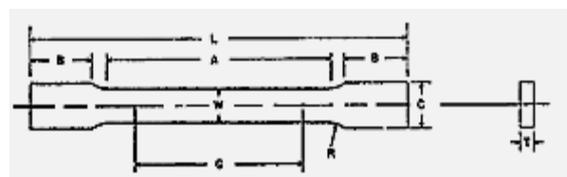
- Diameter elektroda 3,2 mm dan 4 mm.
- Ketebalan pelat 8 mm dan 10 mm.

2.5. Persiapan Ilustrasi Pengelasan



Gambar 2. Persiapan Ilustrasi Pengelasan

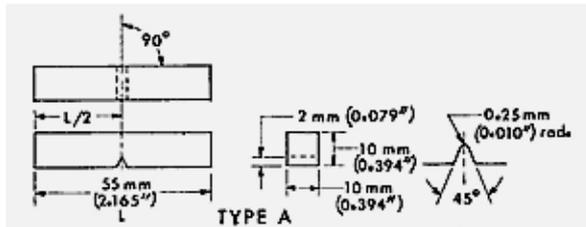
2.6. Dimensi Spesimen



Gambar 3. Ukuran Spesimen Tarik Menurut ASTM E8

Tabel 2. Ukuran Spesimen Tarik Menurut ASTM E8

Spesimen Uji	Dimensi Spesimen (mm)							
	G	W	C	R	L	A	B	T
Marine Plate Grade A	50	12,5	20	12,5	200	57	50	10/8
Jumlah Spesimen = 5 Spesimen								



Gambar 11. Ukuran Spesimen Impak Menurut ASTM E23

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1. WPS (Welding Procedure Specification)

Sebelum pembuatan prosedur pengelasan, perlu adanya pengetahuan tentang material properti yang bertujuan untuk mengetahui sifat-sifat dari material yang akan dilas. Adapun material bahan baja kapal *marine plate grade A* adalah material yang tersedia dipasaran yang biasa digunakan untuk membangun dan mereparasi kapal.

Tabel 3. Material Properti *Marine Plate Grade A*

Type Material	Ultimate Tensile Strength (MPa)	Yield Strength (MPa)	Density (kg/m ³)	Elastic Modulus (GPa)	Poisson Ratio
Marine Plate Grade A	350 – 480	235	7850	210	0.3

Prosedur pengelasan merupakan suatu perencanaan untuk pelaksanaan pengelasan yang meliputi cara pembuatan konstruksi las yang sesuai dengan rencana dan spesifikasinya dengan menentukan semua hal yang diperlukan dalam pelaksanaan pengelasan. Prosedur pengelasan harus menyesuaikan dengan ketentuan-ketentuan yang berlaku agar memenuhi dari standar yang telah ditentukan.

Pembuatan prosedur pengelasan harus dibuat secara lengkap dan terperinci agar tidak terjadi kesalahan atau terjadinya cacat dalam proses pengelasan. Kurangnya informasi dalam perencanaan prosedur pengelasan mengakibatkan terjadinya kesalahan-kesalahan baik dari kesalahan *welder* ataupun pada proses pengelasan. Proses pengelasan mengacu kepada standar *ASME Section IX* dengan posisi las datar (1G) *butt joint single V-groove* 60° tanpa *backing*. Pengelasan mengacu pada standar *AWS (American Welding*

Society) D1,1/D1,1 M:2004 halaman 167 *figure* 4.24.

Pada penelitian ini, sambungan pelat yang akan dilas tidak menggunakan *backing* dan tidak *double weld*, hanya *single weld* dan *full penetration* dengan suhu ruangan.

3.2. Proses Pengelasan

Pemotongan lembaran pelat menggunakan gas *oxy-acetylene* dengan ukuran dimensi pelat 345mm x 215mm untuk masing-masing tebal 8mm dan 10mm sebanyak dua lembar pelat. Setelah pemotongan dilakukan pendinginan dengan cara didiamkan beberapa saat. Pendinginan menggunakan metode air atau bahan lainnya akan mengakibatkan material mengalami deformasi yang tinggi, sehingga untuk mencegah terjadinya deformasi, material hanya didinginkan dengan didiamkan beberapa saat.

Setelah pemotongan, langkah selanjutnya adalah membuat sudut *bevel*. Pada penelitian ini menggunakan sudut sebesar 60°, pada lapisan sambungan las menggunakan sebanyak 3 lapisan las tanpa *gouging* balik.

Selanjutnya adalah penentuan jenis elektroda dan ukuran yang akan digunakan serta posisi pengelasan yang sesuai dengan WPS (*Welding Specification Procedure*). Pada penelitian ini menggunakan kawat elektroda las *AWS E-7018* dengan ukuran diameter 3,2 mm dan 4 mm, dengan posisi las 1G (*down hand*).

Tabel 4. Detail Pengelasan

Tebal Pelat	Diameter Kawat (mm)	Tegangan (Voltage)	Kec. Las (cm/min)	Kec. rata-rata Las (cm/min)	Masukan panas (Heat Input) (Joule/cm)
8 mm	F1	3,2	25	15,20	258,09
	F2	3,2	25	14,40	
	F3	3,2	25	14,00	
8 mm	F1	3,2	25	15,30	250,50
	F2	4	25	15,10	
	F3	4	25	14,50	
10 mm	F1	3,2	25	15,10	256,85
	F2	3,2	25	14,60	
	F3	3,2	25	14,10	
10 mm	F1	3,2	25	15,90	248,34
	F2	4	25	14,80	
	F3	4	25	14,60	

Keterangan:

F1 = Lapisan las pertama

F2 = Lapisan las kedua

F3 = Lapisan las ketiga

3.3. Hasil Pengujian Tarik

Tegangan tarik dapat didefinisikan sebagai perbandingan antara beban maksimum yang dicapai selama percobaan uji tarik dengan luas penampang batang mula-mula. Pengujian dilakukan dengan cara mencekam kedua sisi

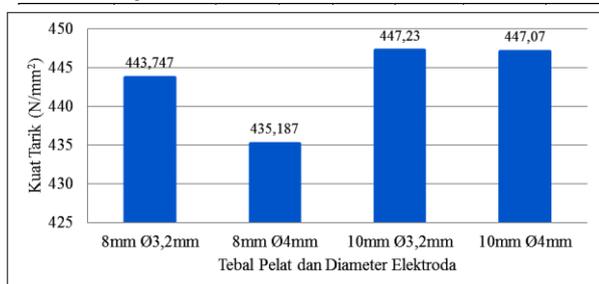
spesimen yang berlawanan arah sampai spesimen patah. Tujuan dari pengujian tarik adalah untuk mengetahui nilai kekuatan tarik rata-rata dan modulus elastisitas rata-rata dari suatu material. Sedangkan spesifikasi mesin yang digunakan adalah merk Shimadzu UH 1000kNI.

Pembuatan spesimen untuk pengujian dilakukan di bengkel bubut. Standar spesimen mengacu pada ASTM E8. Pengujian tarik dilakukan di UPTD Laboratorium Perindustrian LIK Takaru Tegal. Prosedur pelaksanaan uji yang pertama adalah dengan mengurus surat pengujian kepada kepala laboratorium setelah itu mengurus administrasi dan menunggu surat untuk pengujian, setelah mendapat surat untuk pengujian selanjutnya menunggu jadwal uji yang akan dilaksanakan. Sebelum spesimen diuji, dilakukan pengukuran spesimen menggunakan *vernier caliper* sebagai acuan perhitungan uji tarik.

Pada hasil pengujian tarik ini sudah dilakukan uji normalisasi data sehingga data yang didapatkan lebih baik dari data sebelum dilakukan uji normalisasi. Sedangkan data sesungguhnya atau sertifikat hasil pengujian dapat dilihat pada halaman lampiran.

Tabel 5. Data Hasil Pengujian Tarik

Pelat dan Elektroda	to (mm)	bo (mm)	Ao (mm ²)	P Max (N)	σ Max (N/mm ²)	σ Rata-rata (N/mm ²)
8mm Ø3,2mm	spesimen 1	8,56	12,46	106,66	46970	440,37
	spesimen 2	8,38	12,46	104,42	47060	450,73
	spesimen 3	8,52	12,3	104,8	46120	440,14
8mm Ø4mm	spesimen 1	8,32	12,35	102,75	45910	446,77
	spesimen 2	8,27	12,4	102,55	45720	445,83
	spesimen 3	8,54	12,37	105,64	43620	412,96
10mm Ø3,2mm	spesimen 1	10,33	12,65	130,67	57520	440,17
	spesimen 2	10,10	12,47	125,95	57030	452,82
	spesimen 3	10,09	12,39	125,02	56090	448,70
10mm Ø4mm	spesimen 1	10,25	12,81	131,30	58910	448,63
	spesimen 2	10,50	12,20	128,10	57090	445,70
	spesimen 3	10,25	12,71	130,28	58220	446,88



Gambar 4. Diagram Hasil Tegangan Tarik

Pada Tabel 5 nilai pada tebal pelat 8 mm dengan diameter elektroda 3,2 mm menurun sebesar 8,56 N/mm² ke diameter elektroda 4 mm, dikarenakan hasil pengujian mengalami perpatahan pada daerah lasan. Sementara pada tebal pelat 10 mm dari diameter elektroda 3,2 mm ke diameter elektroda 4 mm mengalami penurunan kekuatan hanya sebesar 0,16 N/mm².

Batas tegangan tarik standar nilai pengujian sebesar 410 N/mm² (MPa).

3.4. Regangan

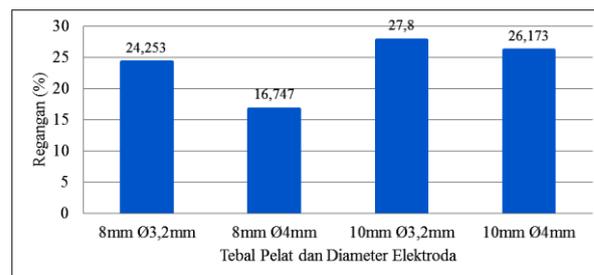
Merupakan perbandingan antara pertambahan panjang (ΔL) dengan panjang mula-mula. Regangan dapat dinyatakan dengan presentasi panjang dengan satuan persen (%). Dinyatakan dengan rumus:

$$e = \frac{L_i - L_0}{L_0} \times 100\% \quad (1)$$

dimana L_i adalah panjang sesudah patah (mm), L_0 adalah panjang mula-mula (mm) dan e adalah regangan (%).

Tabel 6. Data Hasil Regangan

Pelat dan Elektroda	Lo (mm)	Li (mm)	ΔL (mm)	Regangan (%)	Regangan Rata-rata (%)
8mm Ø3,2mm	spesimen 1	50	62,79	12,79	25,58
	spesimen 2	50	61,55	11,55	23,10
	spesimen 3	50	62,04	12,04	24,08
8mm Ø4mm	spesimen 1	50	66,81	16,81	23,06
	spesimen 2	50	63,01	13,01	15,04
	spesimen 3	50	64,75	14,75	12,14
10mm Ø3,2mm	spesimen 1	50	57,52	7,52	26,02
	spesimen 2	50	56,07	6,07	29,50
	spesimen 3	50	53,55	3,55	27,88
10mm Ø4mm	spesimen 1	50	63,76	13,76	27,52
	spesimen 2	50	63,30	13,30	26,60
	spesimen 3	50	62,20	12,20	24,40



Gambar 5. Diagram Hasil Regangan

Nilai dari diagram hasil regangan pada masing-masing pelat sama-sama mengalami penurunan yaitu 7,506 % pada pelat 8 mm dan 1,627 % pada pelat 10 mm. Batas regangan standar nilai pengujian sebesar 22%.

3.5. Modulus Elastisitas

Modulus elastisitas sering disebut sebagai Modulus *young* yang merupakan perbandingan antara tegangan dan regangan aksial dalam deformasi yang elastis. Sehingga modulus elastisitas menunjukkan kecenderungan suatu material untuk berubah bentuk dan kembali lagi ke bentuk semula bila diberi beban.

Untuk hampir semua logam, pada tahap sangat awal dari uji tarik, hubungan antara beban atau gaya yang diberikan berbanding lurus dengan perubahan panjang bahan tersebut. Ini disebut daerah linier.

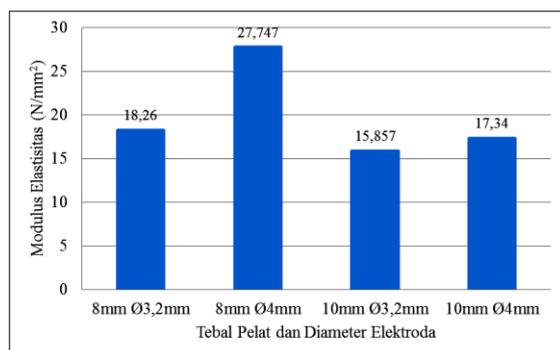
Modulus elastisitas dapat dirumuskan sebagai berikut:

$$E = \frac{\sigma}{e} \quad (2)$$

dimana E adalah modulus elastisitas (MPa), σ adalah tegangan maksimum (MPa, N/mm²), e adalah regangan (%).

Tabel 7. Data Hasil Modulus Elastisitas

Pelat dan Elektroda		σ Max (N/mm ²)	Regangan (%)	E (N/mm ²)	E Rata-rata (N/mm ²)
8mm Ø3,2mm	spesimen 1	450,73	25,58	17,62	18,26
	spesimen 2	440,14	23,10	19,05	
	spesimen 3	436,18	24,08	18,11	
8mm Ø4mm	spesimen 1	449,82	23,06	19,51	27,747
	spesimen 2	446,77	15,04	29,71	
	spesimen 3	412,96	12,14	34,02	
10mm Ø3,2mm	spesimen 1	417,70	26,02	16,05	15,857
	spesimen 2	455,29	29,50	15,43	
	spesimen 3	448,70	27,88	16,09	
10mm Ø4mm	spesimen 1	448,63	27,52	16,30	17,34
	spesimen 2	463,15	26,60	17,41	
	spesimen 3	446,88	24,40	18,31	



Gambar 6. Diagram Hasil Modulus Elastisitas

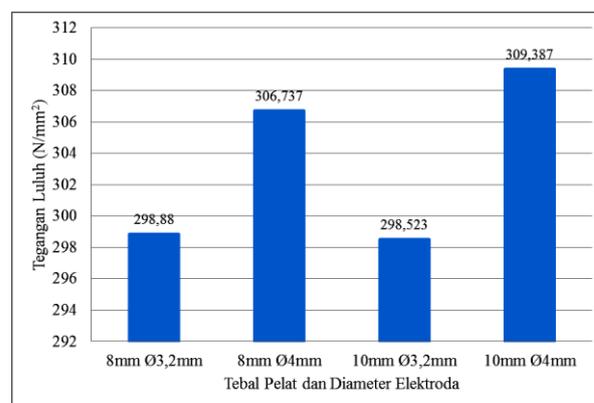
Nilai dari diagram diatas pada masing-masing pelat sama-sama mengalami kenaikan yaitu 9,487 N/mm² pada pelat 8 mm dan 1,483 N/mm² pada pelat 10 mm. Batas MoE standar nilai pengujian sebesar 16-20 N/mm² (MPa).

3.6. Tegangan Luluh

Titik luluh merupakan suatu batas dimana material akan terus mengalami deformasi tanpa adanya penambahan beban. Tegangan (*stress*) yang mengakibatkan bahan menunjukkan mekanisme luluh ini disebut tegangan luluh (*yield stress*).

Tabel 8. Data Hasil Tegangan Luluh

Pelat dan Elektroda		Ao (mm ²)	P Luluh (N)	σ Luluh (N/mm ²)	σ Luluh Rata-rata (N/mm ²)
8mm Ø3,2mm	spesimen 1	106,66	31940	299,44	298,88
	spesimen 2	104,42	31620	302,88	
	spesimen 3	105,96	31190	294,32	
8mm Ø4mm	spesimen 1	103,79	31970	308,01	306,737
	spesimen 2	102,75	31810	309,60	
	spesimen 3	102,55	31030	302,60	
10mm Ø3,2mm	spesimen 1	130,67	38190	292,23	298,523
	spesimen 2	127,18	39090	307,38	
	spesimen 3	125,02	37000	295,96	
10mm Ø4mm	spesimen 1	128,10	39410	307,41	309,387
	spesimen 2	125,90	39410	312,99	
	spesimen 3	130,28	40090	307,76	



Gambar 7. Diagram Hasil Tegangan Luluh

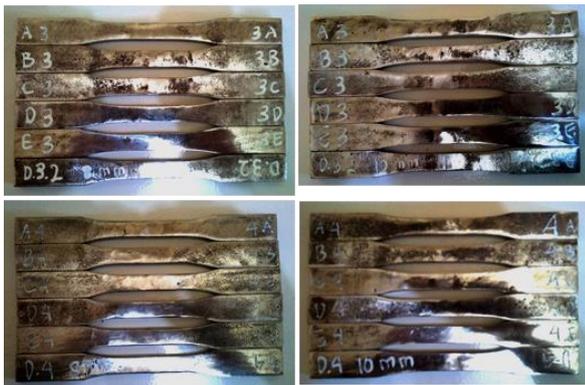
Nilai dari diagram hasil tegangan luluh diatas pada masing-masing pelat sama-sama mengalami kenaikan yaitu 7,857 N/mm² pada pelat 8 mm dan 10,864 N/mm² pada pelat 10 mm. Batas tegangan luluh standar nilai pengujian sebesar 275 N/mm² (MPa).

Dari diagram hasil pengujian tarik, dapat dianalisa bahwa nilai rata-rata dari tegangan tarik pada diameter elektroda 3,2 mm dengan tebal pelat 8 mm ke diameter elektroda 4 mm dengan tebal pelat 8 mm mengalami penurunan kekuatan yang cukup tinggi sebesar 8,56 N/mm² penurunan ini terlalu jauh, sehingga dapat disimpulkan bahwa penggunaan diameter elektroda 3,2 mm mempunyai kekuatan yang lebih tinggi dibanding diameter elektroda 4 mm pada pelat setebal 8 mm. Sedangkan pada diameter elektroda 3,2 mm dengan tebal pelat 10 mm ke diameter elektroda 4 mm dengan tebal pelat 10 mm mengalami penurunan kekuatan 0,16 N/mm², sehingga dapat disimpulkan bahwa penggunaan diameter elektroda 3,2 mm mempunyai kekuatan yang lebih tinggi dibanding diameter elektroda 4 mm pada pelat setebal 10 mm. Sehingga dapat ditarik analisa bahwa diameter elektroda 3,2 mm dengan tebal pelat 10 mm memiliki kekuatan tarik yang baik.

Pada keempat kasus hasil tarik, dapat dibandingkan dengan menganalisa dari hasil

pengujian dengan melihat dari grafik yang telah dibuat dan mengamati patahan yang terdapat pada kedua variasi diameter elektroda, dilihat dari grafik pada keempat variasi regangan, modulus elastisitas dan tegangan luluh memiliki kesamaan dalam naik atau turunnya nilai dari diagram, yaitu sama-sama mengalami proses kenaikan dan penurunan pada kawat elektroda berdiameter 3,2 mm dan pada kawat elektroda berdiameter 4 mm. Dalam kasus ini nilai regangan dari elektroda berdiameter 3,2 mm merupakan nilai tertinggi dibandingkan nilai dari elektroda berdiameter 4 mm, sedangkan dalam nilai modulus elastisitas dan tegangan luluh dari kawat elektroda 4 mm merupakan nilai tertinggi dibandingkan dengan nilai dari kawat elektroda 3,2 mm.

Gambar 8 – 9 menunjukkan bahwa daerah patahan dari masing-masing pelat bervariasi, daerah perpatahan yang terletak di daerah las pada pelat 8 mm diameter elektroda 4 mm terdapat pada spesimen 2(B), 4(D) dan 5(E), sedangkan pada semua material uji patahan terletak pada daerah *base metal*. Hal ini menunjukkan bahwa kekuatan las pada pelat 8 mm diameter elektroda 4 mm merupakan penggunaan yang kurang baik digunakan untuk pengelasan dibandingkan dengan pengelasan yang lainnya, karena pada pelat 8 mm diameter elektroda 4 mm mengalami perlakuan panas yang lebih tinggi dibandingkan dengan kawat elektroda berdiameter 3,2 mm. Sehingga dapat disimpulkan bahwa kawat elektroda berdiameter 3,2 mm merupakan kawat elektroda yang mempunyai kekuatan, keuletan dan ketangguhan paling tinggi.



Gambar 8. Spesimen Sebelum Pengujian



Gambar 9. Spesimen Setelah Pengujian

3.7. Hasil Pengujian Impak

Pengujian impact adalah suatu pengujian yang digunakan untuk menentukan sifat-sifat suatu material yang mendapatkan beban dinamis, sehingga dari pengujian ini dapat diketahui sifat ketangguhan suatu material baik dalam wujud liat maupun ulet serta getas. Tujuan dari pengujian impact adalah untuk mengetahui nilai energi impact rata-rata suatu material. Sedangkan spesifikasi mesin yang digunakan adalah merk Hung Ta HT-8041.

Standar spesimen mengacu pada ASTM E23. Pengujian impact dilakukan di UPTD Laboratorium Perindustrian LIK Takaru Tegal. Prosedur pelaksanaan uji yang pertama adalah dengan mengurus surat pengujian kepada kepala laboratorium setelah itu mengurus administrasi dan menunggu surat untuk pengujian, setelah mendapat surat untuk pengujian selanjutnya menunggu jadwal uji yang akan dilaksanakan. Sebelum spesimen diuji, dilakukan pengukuran spesimen menggunakan *vernier caliper* sebagai acuan perhitungan uji impact.



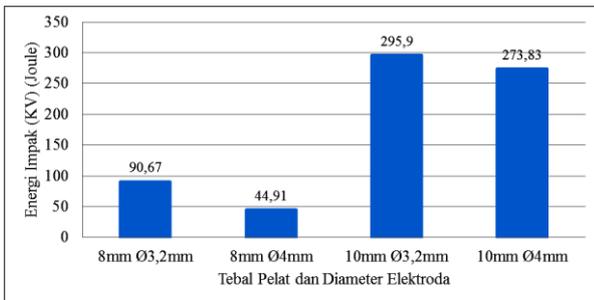
Gambar 10. Spesimen Sebelum Pengujian



Gambar 11. Spesimen Setelah Pengujian

Tabel 9. Data Hasil Pengujian Impak

Pelat dan Elektroda		Energi Impak (KV) (Joule)	Energi Impak (KV) Rata-rata (Joule)
8mm Ø3,2mm	spesimen 1	92,13	90,67
	spesimen 2	92,13	
	spesimen 3	87,74	
8mm Ø4mm	spesimen 1	38,44	44,91
	spesimen 2	46,17	
	spesimen 3	50,12	
10mm Ø3,2mm	spesimen 1	292,88	295,90
	spesimen 2	302,26	
	spesimen 3	292,56	
10mm Ø4mm	spesimen 1	269,03	273,83
	spesimen 2	278,63	
	spesimen 3	273,84	



Gambar 12. Diagram Hasil Energi Impak

Dari Gambar 12 hasil pengujian impak, dapat dianalisa bahwa nilai rata-rata dari energi impak pada diameter elektroda 3,2 mm dengan tebal pelat 8 mm ke diameter elektroda 4 mm dengan tebal pelat 8 mm mengalami penurunan energi yang cukup besar 45,76 Joule penurunan ini terlalu jauh, sehingga dapat disimpulkan bahwa penggunaan diameter elektroda 3,2 mm mempunyai kekuatan impak yang lebih tinggi dibanding diameter elektroda 4 mm pada pelat setebal 8 mm. Sedangkan pada diameter elektroda 3,2 mm dengan tebal pelat 10 mm ke diameter elektroda 4 mm dengan tebal pelat 10 mm mengalami penurunan energi impak sebesar 22,07 Joule, sehingga dapat disimpulkan bahwa penggunaan diameter elektroda 3,2 mm mempunyai kekuatan impak yang lebih tinggi dibanding diameter elektroda 4 mm pada pelat setebal 10 mm. Penurunan energi impak diameter elektroda 3,2 mm ke diameter elektroda 4 mm pada pelat setebal 8 mm ini yang paling tinggi dibanding penggunaan variasi diameter elektroda yang ketebalan pelatnya setebal 10 mm. Sehingga dapat ditarik analisa bahwa diameter elektroda 3,2 mm dengan tebal pelat 10 mm memiliki energi impak yang paling tinggi. Batas energi impak standar nilai pengujian sebesar $103 \pm 5,2$ Joule untuk ketebalan pelat 10 mm, sedang pada pelat 8 mm sebesar $82,4 \pm 5,2$ Joule.

4. KESIMPULAN

Hasil pengujian tarik didapatkan nilai tegangan tarik, tegangan luluh, modulus elastisitas serta nilai regangan lebih baik menggunakan diameter elektroda 3,2 mm pada masing-masing ketebalan pelat 8 mm dan 10 mm. Dikarenakan pengaruh masukan panas yang terjadi, semakin besar diameter elektroda yang digunakan dalam pengelasan maka semakin besar pula masukan panas yang terjadi dan akan menyebabkan perubahan struktur pada daerah lasan atau *Heat Affected Zone*.

Hasil pengujian impak didapatkan nilai energi impak yang lebih baik digunakan adalah diameter elektroda 3,2 mm dari pada diameter elektroda 4 mm dari masing-masing pelat 8 mm dan 10 mm.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] American Welding Society, *Certification Manual for Welding Inspectors Fourth Edition*, Miami : American Welding Society, 2000.
- [2] ASTM E8/E8M-11. 2012. *Standard Test Methods For Tension Testing Of Metallic Materials*. USA.
- [3] ASTM E23-07a. 2011. *Standard Test Method For Notched Bar Impact Testing Of Metallic Materials*. USA.
- [4] AWS D 11 Committee on Structural Welding, *AWS D1.1 Structural Welding*, Miami : American Welding Society, 2001.
- [5] Jokosisworo, S., 2009, *Pengaruh Besar Arus Listrik dengan Menggunakan Elektroda SMAW Terhadap Kekuatan Sambungan Las Butt Joint pada Plat Mild Steel*.
- [6] Kustrio P, 2015, *Analisa Pengaruh Kuat Arus Pengelasan SMAW Terhadap Kekuatan Tarik Sambungan Pelat Baja Dengan Ketebalan Berbeda*.
- [7] Mulyatno, Imam Pujo & Hartono, Y., 2008, *Analisis Pengaruh Perlakuan Panas Terhadap Pelat klasifikasi BKI Tebal 10 mm Pada Sambungan Las*.
- [8] Sri Widharto. 2013. *WELDING INSPECTION*, Mitra Wacana Media, Jakarta.
- [9] Sunaryo, Hery. 2008. *Teknik Pengelasan Kapal Jilid 1 untuk Sekolah Menengah Kejuruan*. Jakarta : Direktorat Pembinaan Sekolah Menengah Kejuruan.
- [10] Sunaryo, Hery. 2008. *Teknik Pengelasan Kapal Jilid 2 untuk Sekolah Menengah Kejuruan*. Jakarta : Direktorat Pembinaan Sekolah Menengah Kejuruan.