

# **PENGARUH PENGGUNAAN GAS PELINDUNG ARGON GRADE A DAN GRADE C TERHADAP KEKUATAN TARIK LASAN SAMBUNGAN BUTT PADA MATERIAL KAPAL ALUMINIUM 5083**

Hartono Yudo, Imam Pujo Mulyatno  
*Program Studi Teknik Perkapalan, Fakultas Teknik, Universitas Diponegoro*

## **ABSTRAK**

Material aluminium 5083 banyak digunakan dalam industri perkapalan khususnya sebagai material konstruksi kapal aluminium. Jika dilakukan pengelasan untuk penyambungan material aluminium 5083 akan terdapat kekurangsempurnaan hasil pengelasannya ditinjau dari kekuatannya. Penelitian ini bertujuan mengetahui kekuatan tarik hasil las material aluminium 5083 dengan menggunakan dua jenis gas pelindung yang berbeda yakni argon grade A dan argon grade C. Pada perancangan percobaan ini menggunakan material kapal aluminium crew boat KM. Pan Maritime dengan LOA (length over all) 35 m, yaitu material aluminium 5083 dengan ketebalan 6 mm dengan Elektrode ER 5356 sesuai rekomendasi ANSI/ AWS specification A 5 10/ A 5 10 M dengan proses pengelasan MIG (metal inert gas).

Hasil penelitian menunjukkan bahwa penggunaan gas pelindung argon grade C sebagai gas pelindung pengelasan material aluminium 5083 memiliki kekuatan tarik yang lebih besar 57,89 % untuk spesimen sambungan las dan 19,85 % untuk spesimen logam las (weld metal) daripada gas pelindung argon grade A. Dimana kekuatan tarik ( $\sigma$ ) rata-rata spesimen sambungan las menggunakan argon grade C adalah 202,5 N/mm<sup>2</sup>, dan spesimen sambungan las menggunakan argon grade A adalah 128,25 N/mm<sup>2</sup>, sedangkan untuk kekuatan tarik ( $\sigma$ ) rata-rata spesimen logam las menggunakan argon grade C adalah 299,01 N/mm<sup>2</sup>, dan spesimen logam las menggunakan argon grade A adalah 249,47 N/mm<sup>2</sup>. Selain pengujian juga dilakukan analisa menggunakan software Nastran 4.5 dengan hasil tegangan spesimen 111,40 N/mm<sup>2</sup> untuk beban tarik 7700 N yang terjadi pada sambungan las.

Kata Kunci : Aluminium 5083, Pengelasan MIG, Crew boat KM. Pan Maritime

## **PENDAHULUAN**

### *Latar Belakang*

Pada masa kini pengelasan dipakai pada bidang industri baik bidang pembuatan maupun reparasi. Salah satu industri yang banyak menggunakan pengelasan yaitu industri perkapalan. Pada industri perkapalan, pengelasan banyak digunakan dalam penyambungan material kapal karena mempunyai salah satu keuntungan yaitu memberikan berat penyambungan yang lebih ringan daripada penyambungan logam dengan cara keling atau mur baut.

Aluminium paduan 5083 dipilih dalam penelitian ini mengingat jenis paduan 5083 ini memiliki ketahanan korosi dan kekuatan mekanis yang cukup tinggi, sehingga material jenis ini banyak sekali digunakan untuk aplikasikan pada kapal-kapal tipe crew boat,

resque boat, tangki-tangki pada kapal LNG, bejana tekan temperature rendah (unfired pressure vessel), peralatan kelautan (marine component), rig pengeboran dan struktur rangka bangunan. Namun demikian, jika material aluminium paduan 5083 ini dilakukan manufaktur dengan menggunakan proses pengelasan, sambungan las paduan Aluminium 5083 pada beberapa komponen konstruksi tertentu masih terjadi hasil sambungan yang kurang sempurna ditinjau dari segi spesifikasi dan kekuatan.

Pada penelitian ini akan dikaji pengaruh 2 jenis gas pelindung argon grade A, dan argon grade C yang digunakan sebagai gas pelindung untuk mengelas material aluminium paduan 5083 dengan metoda las metal inert gas (MIG), sehingga dari kajian tersebut dapat diketahui sejauh mana pengaruh penggunaan kedua gas pelindung tersebut terhadap kekuatan tarik

sambungan las dan hasil lasnya (weld metal) dengan cara melalui pengujian tarik (tensile test).

### Perumusan Masalah

Perlu adanya pembatasan masalah dalam penelitian ini guna memudahkan dalam pembahasan sehingga lebih terarah. Penelitian ini dibatasi sebagai berikut:

1. Kondisi pengelasan MIG (Metal Inert Gas).
2. Material yang digunakan Sebagai logam induk Aluminium 5083
3. Gas pelindung Argon grade A, grade C.
4. Arus yang digunakan adalah arus DC.
5. Elektrode (filler metal) yang digunakan adalah ER 5356.
6. Tebal pelat Aluminium yang digunakan adalah 6 mm.

### Tujuan Penelitian

1. Penelitian dilaksanakan dengan tujuan menghitung kekuatan tarik maksimum (tensile strength) sambungan las dan logam las material aluminium 5083 dengan menggunakan dua jenis gas pelindung yang berbeda-beda yaitu gas argon grade A dan argon grade C, sehingga didapatkan mana yang lebih baik digunakan sebagai gas pelindung untuk pengelasan material aluminium 5083 ditinjau dari kekuatan tariknya.
2. Membandingkan hasil pengujian sambungan las material aluminium 5083 dan logam las material aluminium 5083 dengan perhitungan menggunakan Software Nastran 4.5 sehingga didapatkan kekuatan tarik maksimum.

## TINJAUAN PUSTAKA

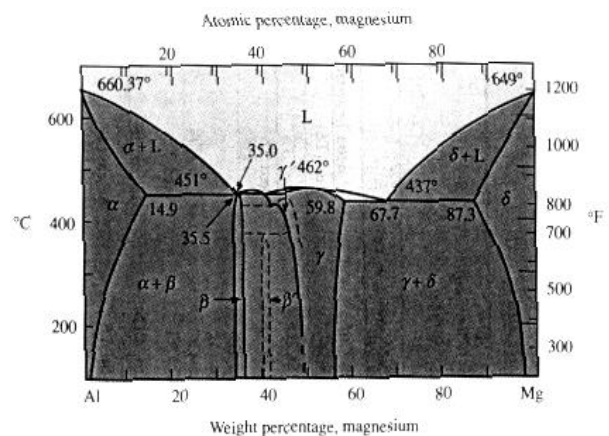
### Aluminium dan paduan aluminium.

Paduan aluminium dapat diklasifikasikan dalam tiga cara [ref 1: hal 113] yaitu:

1. Berdasarkan pembuatan, dengan klasifikasi paduan cor dan paduan tempa.
2. Berdasarkan perlakuan panas, dengan klasifikasi dapat dan tidak dapat diperlakukan-panaskan.
3. Berdasarkan unsur-unsur paduan, berdasarkan klasifikasi ketiga ini aluminium dibagi dalam delapan jenis Al murni, jenis Al-Cu, jenis Al-Mn, jenis Al-Mg, jenis Al-Mg-Si, jenis Al-Si, jenis Al-Zn, dan jenis Al-Li.

Logam paduan aluminium yang termasuk dalam kelompok yang tidak dapat diperlakukan-panaskan adalah jenis Al murni, jenis Al-Mn, jenis Al-Si, dan jenis Al-Mg. Sedangkan termasuk jenis yang dapat diperlakukan-panaskan masih dibagi lagi dalam jenis perlakuan panasnya yaitu anil temper (O temper), pengerasan regang (H temper), pengerasan alamiah (natural aging) dan pengerasan buatan (arti facial aging).

Paduan jenis Al - Mg (seri 5XXX), jenis paduan aluminium magnesium ini termasuk jenis yang tidak dapat diperlakukan-panaskan, tetapi mempunyai sifat yang baik dalam daya tahan korosi, terutama korosi oleh air laut, dan dalam sifat mampu lasnya. Paduan Al-Mg banyak digunakan tidak hanya dalam konstruksi umum, tetapi juga untuk tangki-tangki penyimpanan gas alam cair, dan oksigen cair, peralatan rumah tangga, struktur rangka kendaraan dan kapal laut.



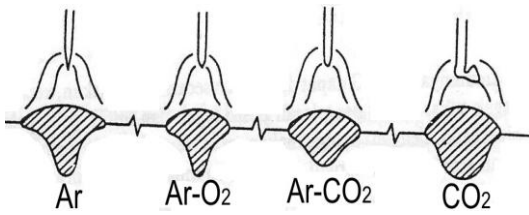
Gambar 1. Paduan Jenis Al - Mg

### Gas Pelindung (Shielding Gas)

Gas pelindung dalam pengelasan memiliki pengaruh yakni :

1. Sebagai pelindung dari unsur-unsur yang tidak diinginkan.
2. Mempengaruhi voltage busur las.
3. Mempengaruhi temperatur busur.
4. Mempengaruhi kualitas logam deposit.

Dalam pengelasan GMAW atau las MIG aluminium menggunakan dua jenis gas pelindung yakni argon dan helium [ref 1:hal 118]. Gas argon memberikan perlindungan yang lebih baik daripada gas helium, akan tetapi penembusanya dangkal.



Gambar 2. Pengaruh gas pelindung terhadap penetrasi

Gas pelindung harus mempunyai kemurnian yang tinggi, karena gas ini akan berhubungan langsung dengan logam cair dan sangat berpengaruh terhadap hasil pengelasan yang didapat. Argon (Ar) digunakan untuk logam non ferro seperti aluminium, nickel, copper, paduan magnesium, dan logam-logam reaktif seperti zirconium dan titanium. Gas Argon menghasilkan stabilitas busur, penetrasi dan profil bead yang sangat baik. Bila Argon digunakan pada pengelasan logam berbasis ferro, maka biasanya dicampur dengan gas lain seperti oxygen, helium, carbon dioxide, or hydrogen. Argon mempunyai potensial ionisasi yang rendah sehingga menghasilkan aliran arus dan stabilitas busur listrik yang sangat bagus. Kolom busur dengan densitas arus yang tinggi terkonsentrasi pada daerah yang kecil sehingga menghasilkan energi yang besar.

Gas mulia sebagai gas pelindung, dapat mengurangi sifat yang kurang baik dalam hal pengelasan paduan aluminium [ref 1:hal 115], seperti:

1. Karena panas jenis dan daya hantar panasnya tinggi maka sukar sekali untuk memansakan dan mencairkan sebagian kecil saja.
2. Paduan aluminium mudah teroksidasi dan membentuk oksida aluminium  $Al_2O_3$  yang mempunyai titik cair yang tinggi. Karena sifat ini maka peleburan antara logam dasar dan logam las menjadi terhalang.
3. Karena mempunyai koefisien muai yang besar maka mudah sekali terjadi deformasi sehingga paduan-paduan yang mempunyai sifat getas panas akan cenderung membentuk retak-panas.
4. Karena perbedaan yang tinggi antara kelarutan hidrogen dalam logam cair dan logam padat, maka dalam proses pembekuan yang terlalu cepat akan terbentuk rongga halus bekas kantong-kantong hidrogen.
5. Paduan aluminium mempunyai berat jenis rendah, karena itu banyak zat-zat lain yang

terbentuk selama pengelasan akan tenggelam. Keadaan ini memudahkan terkandungnya zat-zat yang tidak dikehendaki kedalamnya.

6. Karena titik cair dan viskositasnya rendah, maka daerah yang kena pemanasan mudah mencair dan jatuh menetes.

#### Uji Tarik (Tensile test)

Data yang diperoleh dari mesin tarik biasanya dinyatakan dengan grafik beban-pertambahan panjang (grafik  $P - \Delta L$ ). Grafik ini masih belum banyak gunanya karena hanya menggambarkan kemampuan batang uji (bukan kemampuan bahan) untuk menerima beban gaya. Untuk dapat digunakan menggambarkan sifat bahan secara umum, maka grafik  $P - \Delta L$  harus dijadikan grafik lain yaitu suatu diagram Tegangan-Regangan (Stress - strain diagram), disebut juga suatu diagram  $\sigma - \epsilon$ , kadang-kadang juga disebut diagram tarik.

Pada saat batang uji menerima beban sebesar  $P$  kg maka batang uji (yaitu panjang uji) akan bertambah panjang sebesar  $\Delta L$  mm.

Pada saat itu pada batang uji bekerja tegangan yang besarnya :

$$\sigma = \frac{P}{A_0}$$

dimana  $\sigma$  = Tegangan

$P$  = Beban

$A_0$  = luas penampang batang uji mula-mula

Pada saat itu juga pada batang uji terjadi regangan yang besarnya :

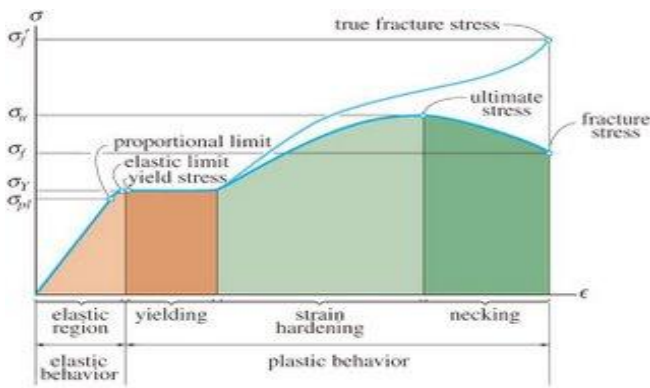
$$\epsilon = \frac{\Delta L}{L_0} = \frac{(L - L_0)}{L_0}$$

dimana  $L_0$  = Panjang "panjang uji" mula-mula.

$L$  = Panjang "panjang uji" saat menerima beban.

Tegangan dituliskan dengan satuan  $kg/mm^2$ ,  $kg/cm^2$ , psi (pond per square inch) atau Mpa (Mega pascal =  $10^6 N/m^2$ ). Regangan dapat dinyatakan dengan pertambahan panjang, satuannya adalah persen (%) atau mm/mm, atau m/m.

Gambar 3 merupakan salah satu contoh bentuk diagram tegangan-regangan.



Gambar 3. Bentuk diagram tegangan regangan

$$\sigma = E \varepsilon \text{ atau } E = \frac{\sigma}{\varepsilon}$$

E disebut modulus elastis (elastic modulus) atau modulus young dengan satuan newton per meter kuadrat (pascal) dalam satuan Indonesia. Dalam bentuk grafik tegangan regangan E ditafsirkan sebagai kemiringan (slope) dari garis lurus yang ditarik dari titik awal kearah sekitar titik  $\sigma_y$ .

**Masukan Panas Las (heat input)**

Masukan panas (heat input) pengelasan ditentukan oleh beberapa parameter pengelasan diantaranya adalah tegangan busur las, arus listrik las, dan kecepatan pengelasan. Secara teoritis, besarnya masukan panas pengelasan perlapisan las terjadi pada suatu kondisi pengelasan adalah sebesar:

$$HI = 60.E.I/v \text{ (joule/cm) [ref 1:hal 60]}$$

dengan :

- HI : Heat input [masukan panas] per layer.
- E : Tegangan busur las (Volt)
- I : Arus listrik las (Ampere)
- v : Kecepatan pengelasan (cm/menit)

**METODOLOGI PENELITIAN**

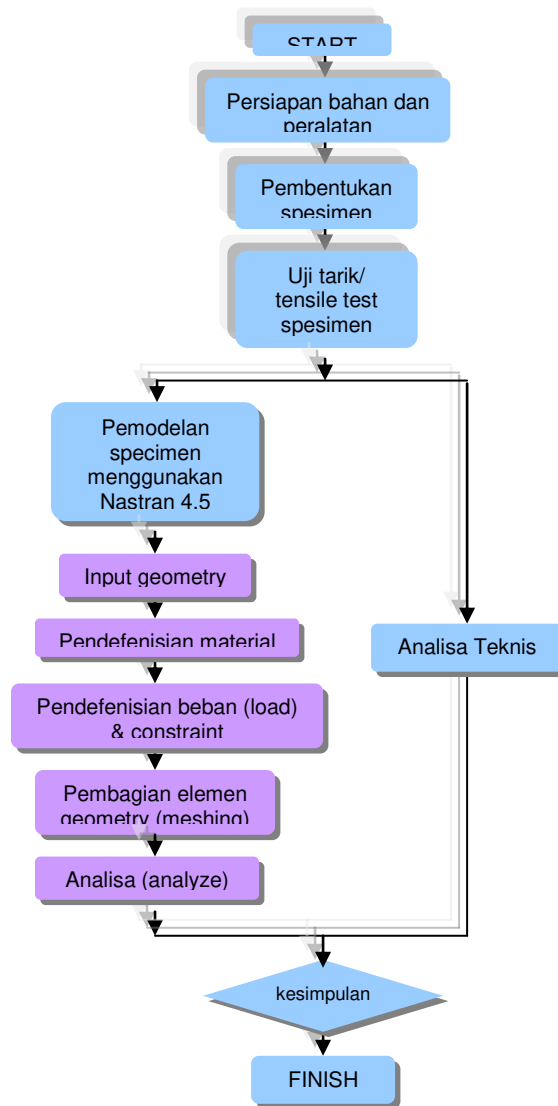
**Populasi dan Sampel Penelitian**

Dalam penelitian ini ada 2 (dua) macam spesimen yakni spesimen las tipe pelat yang bertujuan untuk mengetahui kekuatan sambungan las dan spesimen las tipe silindris pejal yang bertujuan untuk mengetahui kekuatan logam las (weld metal).

Adapun jumlah spesimen untuk spesimen las tipe pelat berjumlah 8 spesimen, masing-masing terdiri dari 4 spesimen yang

menggunakan gas pelindung argon grade A dan 4 spesimen menggunakan argon grade C. Sedangkan untuk spesimen tipe silindris pejal berjumlah 8 spesimen terdiri dari masing-masing 4 spesimen yang menggunakan gas pelindung argon grade A dan 4 spesimen menggunakan gas pelindung argon grade C.

*Diagram alir penelitian*



Gambar 4. Diagram Alir Penelitian

**Bahan dan alat Penelitian**

- o Aluminium 5083

Bahan penelitian yang digunakan adalah material Aluminium 5083 dengan ketebalan 6 mm. Pemilihan material aluminium 5083 didasarkan pada :

- Sifat mampu las aluminium 5083 yang baik.

- Material aluminium 5083 mempunyai sifat tahan korosi terutama terhadap korosi air laut sehingga banyak digunakan sebagai material bangunan kapal.

Adapun mechanical properties aluminium 5083 :

- Modulus elastisitas : 70.3 Gpa
- Poisson's Ratio: 0,3
- Density : 2.66 g/cm<sup>3</sup>
- Tensile strength H321, H116 : 317 Mpa
- Yield strength H321, H116 : 228 Mpa
- Elongation H321, H116 : 16%.

Komposisi kimia (%)									
Al	Si	Fe	Cu	Mn	Mg	Cr	Zn	Ti	
re ma ind er	0.34	0.31	0.03	0.75	4.6	0.07	0.01	0.01	

Tabel 1. Komposisi kimia paduan Auminium 5083 standard Det Norske Veritas [hasil uji]

- Filler metal ER 5356
 

Berdasarkan tabel AWS ANSI/ AWS A5.10-92 logam pengisi yang digunakan adalah ER 5356, dengan komposisi kimia Si (25%), Mn (0,05-0,2%), Zn (0,10%), Cu (0,10%), Cr (0,05-0,20%), Ti (0,06-0,20%), total lainnya (0,15%). Adapun mechanical properties filler metal ER 5356 adalah sebagai berikut:

  - Modulus elastisitas : 70-80 Gpa
  - Poisson's Ratio : 0,33
  - Density : 2,6 g/cm<sup>3</sup>
  - Tensile strength : 269 Mpa
  - Yield strength : 130 Mpa
  - Elongation : 17 %
- Gas pelindung pengelasan (Shielding gases)
 

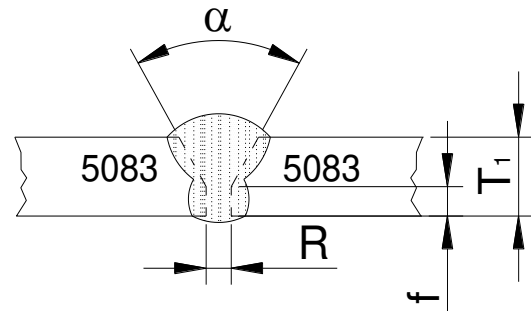
Dalam penelitian ini, pengelasan material aluminium 5083 menggunakan dua jenis gas pelindung yaitu argon grade A dan argon grade C. Adapun komposisi kimianya sebagai berikut:

  - Gas argon grade A :  $\leq 3$  ppm O<sub>2</sub>, dan  $\leq 3$  ppm H<sub>2</sub>O.
  - Gas argon grade C :  $\leq 6$  ppm O<sub>2</sub>, dan  $\leq 5$  ppm H<sub>2</sub>O.
- Mesin Las MIG
 

Mesin las yang digunakan untuk pengelasan aluminium 5083 adalah mesin las DC dengan polaritas balik (+) dengan merek kobewel KMD 350 D.

### Proses pengelasan

Proses pengelasan material ini menggunakan proses GMAW (gas metal arc welding). Pemilihan bentuk sambungan pengelasan material aluminium 5083 ini didasarkan pada standar AWS D.1.2/ D 1.2M: 2003 yakni bentuk sambungan V tunggal (single-V-grove weld):



Gambar 5. Bentuk sambungan pengelasan

Keterangan :

- Bentuk alur : alur bentuk V tunggal
- Tebal logam induk (T<sub>1</sub>) : 6 mm
- Root opening (R) : 3 mm
- Root face (f) : 2 mm
- Grove angle (α) : 60°
- Posisi pengelasan : Flat (1G)

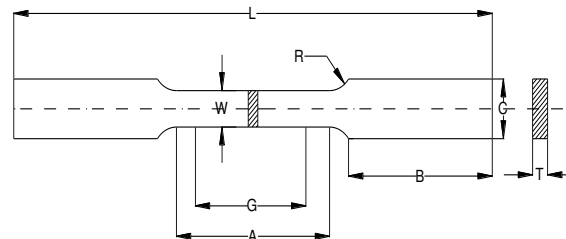
Parameter pengelasan :

- Tegangan (volt) : 25
- Arus (ampere) : 200
- Kecepatan (mm/s) : 11,3 mm/s
- Masukan panas (Kj) : 4,42

### Prosedur Pengujian

#### 1. Spesimen uji tarik tipe pelat

Spesimen uji tarik sambungan las didasarkan pada standar pengujian ASTM E 8M -00b dengan bentuk dan ukuran spesimen sebagai berikut :



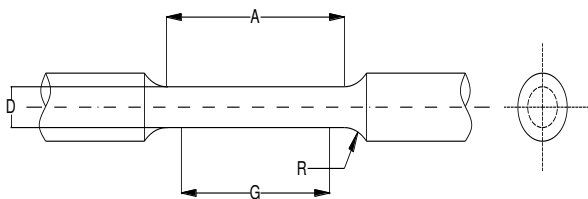
Gambar 6. Bentuk dan Ukuran Spesimen Uji Tarik sambungan las

Keterangan (dalam mm):

- Gage length (G) :  $50,0 \pm 0,1$
- Length of reduced section (A) : 57
- Width (W) :  $12,5 \pm 0,2$
- Thickness (T) : 6
- Radius of fillet (R) : 12,5
- Overall length (L) : 200
- Width of grip section (C) : 20
- Length of grip section (B) : 50

2. *Spesimen uji tarik tipe silindris pejal*

Spesimen uji tarik logam las (weld metal) didasarkan pada standar Pengujian AWS D1.1/D1.1M:2002 (Metric version per ASTM E 8 M) dengan bentuk dan ukuran spesimen :



Gambar 7. Bentuk dan Ukuran Spesimen logam las ( weld metal)

3. *Pembentukan spesimen :*

Proses pembentukan spesimen, dilakukan setelah proses pengelasan dengan menggunakan mesin freish dan mesin bubut.

**HASIL DAN PEMBAHASAN**

▪ *Hasil pengujian spesimen tipe pelat*

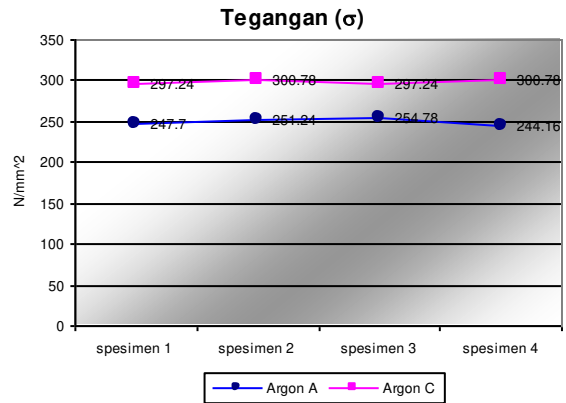
Dari hasil pengujian tarik yang dilakukan menggunakan mesin uji tarik universal testing machine, diperoleh data sebagai berikut:

spec	Luas (mm <sup>2</sup> )	ε (%)	σ tarik (N/mm <sup>2</sup> )	E (N/mm <sup>2</sup> )	F max (newton)
1	75	6.67	133	1985.07	10000
2	75	5.09	184	3614.93	13800
3	75	12.98	244	1879.82	18300
4	75	12.63	249	1971.49	18700

Tabel 2 Hasil pengujian tarik spesimen tipe plat gas pelindung argon grade A

spec	Luas (mm <sup>2</sup> )	ε (%)	σ tarik (N/mm <sup>2</sup> )	E (N/mm <sup>2</sup> )	F max (newton)
1	75	6.67	133	1985.07	10000
2	75	5.09	184	3614.93	13800
3	75	12.98	244	1879.82	18300
4	75	12.63	249	1971.49	18700

Tabel 3. Hasil pengujian tarik spesimen tipe plat gas pelindung argon grade C



Gambar 8. Grafik kekuatan tarik spesimen sambungan las tipe plat

Hasil pengujian didapatkan bahwa kekuatan tarik rata-rata sambungan las material aluminium 5083 adalah  $128,25 \text{ N/mm}^2$ , dan untuk kekuatan tarik ( $\sigma$ ) rata-rata spesimen yang menggunakan gas pelindung argon grade C adalah sebesar  $202,5 \text{ N/mm}^2$ . Hal ini menunjukkan bahwa kekuatan tarik ( $\sigma$ ) rata-rata spesimen material las aluminium 5083 yang menggunakan gas pelindung argon grade C lebih besar  $57,89 \%$  dari kekuatan tarik ( $\sigma$ ) rata-rata spesimen las aluminium 5083 yang menggunakan gas pelindung argon Grade A.

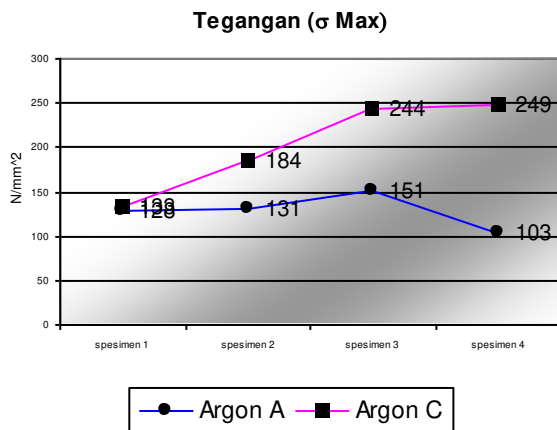
*Hasil pengujian spesimen tipe silindris pejal.*

No spec	Luas (mm <sup>2</sup> )	ε (%)	σ tarik (N/mm <sup>2</sup> )	E (N/mm <sup>2</sup> )	F Max (N)
1	28,26	18,47	247,70	1341,09	7000
2	28,26	20,78	251,24	1209,04	7100
3	28,26	16,94	254,78	1504,01	7200
4	28,26	15,97	244,16	1528,87	6900

Tabel 5. hasil pengujian tarik spesimen tipe silindris pejal gas pelindung argon grade A

No spec	Luas (mm <sup>2</sup> )	ε (%)	σ tarik (N/mm <sup>2</sup> )	E (N/mm <sup>2</sup> )	F Max (N)
1	28,26	24,86	297,24	1195,66	8400
2	28,26	22,78	300,78	1320,37	8500
3	28,26	25,83	297,24	1150,5	8400
4	28,26	18,25	300,78	1648,11	8500

Tabel 6. hasil pengujian tarik spesimen tipe silindris pejal gas pelindung argon grade C



Gambar 9. Grafik kekuatan tarik spesimen sambungan las tipe silindris pejal

Hasil pengujian didapatkan bahwa kekuatan tarik ( $\sigma$ ) rata-rata spesimen logam las (weld metal) material aluminum 5083 yang menggunakan gas pelindung argon A adalah  $249.47 \text{ N/mm}^2$ . Sedangkan kekuatan tarik rata-rata ( $\sigma$ ) spesimen logam yang menggunakan gas pelindung argon C adalah  $299.01 \text{ N/mm}^2$ . Dari hasil pengujian tarik ini logam las menggunakan gas pelindung argon grade C memiliki rata-rata kekuatan tarik 19,85 % lebih besar daripada kekuatan tarik logam las menggunakan gas pelindung argon grade A.

#### o Pengujian statistik terhadap hasil pengujian kekuatan tarik spesimen las.

##### 1. Pengujian statistik spesimen tipe silindris pejal

Dari hasil pengujian kekuatan tarik diuji distribusi datanya (normalitas data) terlebih dahulu sebelum data diolah berdasarkan model model pengujian statistik lainnya. Uji normalitas ini bertujuan untuk mengetahui dsitribusi data dalam variabel yang akan digunakan dalam penelitian. Data yang baik dan layak digunakan dalam penelitian adalah data yang memiliki distribusi normal, dalam hal ini penulis menggunakan *Uji Normal Kolmogorov-Smirnov* untuk mengetahui data kekuatan tarik spesiemen sambungan las tipe plat berdistribusi normal atau tidak.

	Gas Pelindung Argon Grade A	Gas Pelindung Argon Grade C
N	4	4
Normal Parameters(a,b)	Mean 249,4700	299,0100
	Std. Deviation 4,57012	2,04382
Most Extreme Differences	Absolute ,151	,307
	Positive ,151	,307
	Negative -,151	-,307
Kolmogorov-Smirnov Z	,301	,614
Asymp. Sig. (2-tailed)	1,000	,846

#### NPar Tests

##### One-Sample Kolmogorov-Smirnov Test

- a Test distribution is Normal.
- b Calculated from data.

#### Hipotesis.

$H_0$  = Data berdistribusi Normal (Nilai kekuatan tarik spesimen las dengan menggunakan gas pelindung argon grade A dan argon grade C berdistribusi normal)

$H_1$  = Data tidak berdistribusi Normal (Nilai kekuatan tarik spesimen las dengan menggunakan gas pelindung argon grade A dan argon grade C tidak berdistribusi normal)

#### Pengambilan Keputusan.

- o Jika probabilitas  $> 0,05$ , maka  $H_0$  diterima.
- o Jika probabilitas  $< 0,05$ , maka  $H_0$  ditolak.

#### Keputusan :

- o Pada tabel One-Sample Kolmogorov-Smirnov Test terlihat probabilitas (Sig. 2-tailed) untuk argon A adalah  $1,00 > 0,05$  maka  $H_0$  diterima, atau data berdistribusi normal untuk Argon A.
- o Pada tabel One-Sample Kolmogorov-Smirnov Test terlihat probabilitas (Sig. 2-tailed) untuk argon C adalah  $0,846 > 0,05$  maka  $H_0$  diterima, atau data berdistribusi normal untuk Argon C.

Setelah dilakukan pengujian normalitas data dan diketahui data berdistribusi normal kemudian dilanjutkan dengan metode statistik yang lainnya. Metode statistik yang digunakan adalah *Independent Sample T Test* yakni pengujian rata-rata dua sampel untuk menguji apakah dua sampel berbeda secara nyata (signifikan) ataukah tidak satu dengan yang lainnya, dalam hal ini sampel yang digunakan adalah spesimen las menggunakan gas

pelindung argon grade A dan spesimen las menggunakan gas pelindung argon grade C. Setelah dilakukan analisis didapatkan hasil sebagai berikut:

### T-Test

#### Group Statistics

	GAS PELINDUNG	N	Mean	Std. Deviation	Std. Error Mean
KEKUATAN TARIK	ARGON GRADE C	4	299,01	2,043	1,02191
	ARGON GRADE A	4	249,47	4,570	2,28506

### Independent Samples Test

		KEKUATAN TARIK	
		Equal variances assumed	Equal variances not assumed
Levene's Test for Equality of Variances	F	3,000	
	Sig.	,134	
t-test for Equality of Means	t	19,791	19,791
	df	6	4,154
	Sig. (2-tailed)	,000	,000
	Mean Difference	49,54000	49,54000
	Std. Error Difference	2,50316	2,50316
95% Confidence Interval of the Difference	Lower	43,41499	42,69047
	Upper	55,66501	56,38953

- Output Independent Samples Test Pertama, analisis menggunakan F test.

#### Hipotesis.

$H_0$  = Kedua varians populasi adalah identik (variens populasi kekuatan tarik spesimen las dengan menggunakan gas pelindung argon grade A dan argon grade C adalah sama)

$H_i$  = Kedua varians populasi adalah tidak identik (variens populasi kekuatan tarik spesimen las dengan menggunakan gas pelindung argon grade A dan argon grade C adalah berbeda)

#### Pengambilan Keputusan.

- Jika probabilitas  $> 0,05$ , maka  $H_0$  diterima.
- Jika probabilitas  $< 0,05$ , maka  $H_0$  ditolak.

#### Keputusan :

- Terlihat pada tabel Independent Samples Test bahwa F hitung untuk nilai kekuatan tarik dengan Equal variance assumed (diasumsi kedua varians sama atau menggunakan pooled variance t test) adalah 3.000 dengan probabilitas 0.134. Oleh karena probabilitas  $> 0,05$  maka  $H_0$  diterima, atau kedua varians adalah identik.
- Oleh karena kedua varians identik, maka untuk membandingkan rata-rata dari populasi (atau test untuk Equality of Means) menggunakan t test dengan dasar Equal variance assumed (diasumsi kedua varians sama).

Analisis dengan memakai t test untuk asumsi varians sama:

#### Hipotesis.

$H_0$  = Kedua rata-rata Populasi adalah identik (rata-rata populasi kekuatan tarik spesimen las dengan menggunakan gas pelindung argon grade A dan argon grade C adalah sama)

$H_i$  = Kedua rata-rata populasi adalah tidak identik (rata-rata populasi kekuatan tarik spesimen las dengan menggunakan gas pelindung argon grade A dan argon grade C adalah berbeda)

#### Pengambilan Keputusan

- Jika probabilitas  $> 0,05$ , maka  $H_0$  diterima.
- Jika probabilitas  $< 0,05$ , maka  $H_0$  ditolak.

#### Keputusan :

- Terlihat pada tabel Independent Samples Test bahwa t hitung untuk nilai kekuatan tarik dengan Equal variance assumed (diasumsi kedua varians sama atau menggunakan separate variance test) adalah 19.791 dengan probabilitas 0.00. Oleh karena probabilitas  $< 0,05$  maka  $H_0$  ditolak, atau kedua rata-rata (mean) kekuatan tarik spesimen hasil las dengan menggunakan gas pelindung argon grade C dan argon grade A benar-benar berbeda, dalam artian spesimen las menggunakan gas pelindung argon grade C mempunyai rata-rata kekuatan tarik yang lebih daripada spesimen las yang menggunakan gas pelindung argon grade A.

2. Pemodelan spesimen menggunakan Program MSC Nastran 4.5

#### ○ Input geometry spesimen.

Setelah melakukan pembuatan geometry spesimen sambungan pelat sesuai standard



ASTM E 8M-00b dan AWS D1.1/D1.1M:2002 (Metric version per ASTM E 8 M) untuk spesimen logam las sesuai dengan ukuran asli sambungan las pada program autocad 2007, kemudian geometry model di eksport kepada program MSC Nastran 4.5 dengan type file (\*.sat).

○ **Pendefinisian material & Property**

Pendefinisian material spesimen sambungan las, tujuannya yaitu menginput nilai sifat-sifat mekanis material (mechanical properties) logam induk (base metal) dalam hal ini material aluminium 5083 dan logam pengisi (filler metal) yakni aluminium ER 5356.

○ **Pendefinisian Beban (Load) dan Constraint**

Pendefinisian beban yang dikenakan pada spesimen sambungan las maupun spesimen logam las (silindris pejal), dikarenakan spesimen logam pengelasan mengalami gaya tarik (axial force) pada salah satu ujung spesimen dan dijepit pada salah satu ujung lainnya Dalam memasukan nilai beban ini disesuaikan dengan gaya tarik (axial force) maksimum yang dikenakan pada tiap-tiap spesimen ketika pengujian tarik berlangsung Untuk mendefinisikan beban ini melalui *model>load>on surface*.

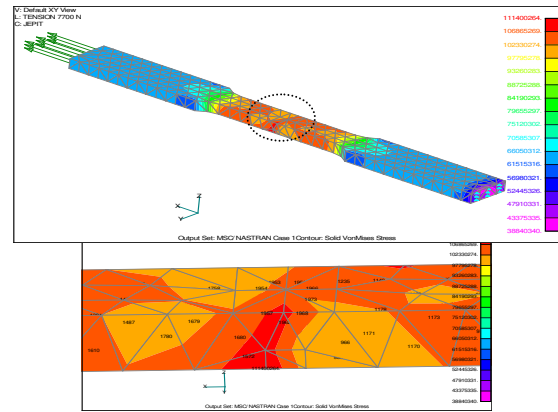
○ **Pembagian elemen (mesh)**

Dalam penelitian ini model spesimen di bagi-bagi menjadi elemen hingga (finite elemnt). Pembagian elemen ini dilakukan secara otomatis dengan memilih elemen tetrahedron. Langkah yang dilakukan yakni *mesh>geometry>solids*.

○ **Analisa (Analyze)**

Setelah melaksanakan pembagian elemen model spesimen kemudian model spesimen siap untuk dianalisa yakni melalui *file>export>analysis model>1. static*.

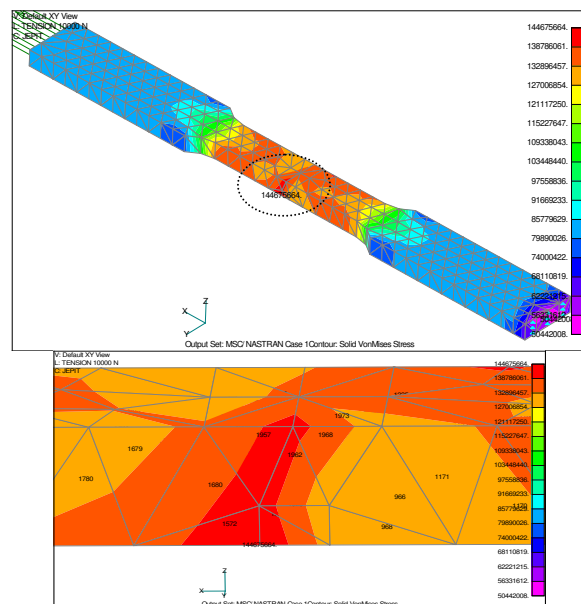
1. Spesimen sambungan las dengan beban tarik maksimum 2600 Newton.



Gambar 10. Spesimen sambungan las dengan beban tarik maksimum 2600 Newton.

Setelah dilakukan analisa pada spesimen ini, tegangan maksimum terdapat pada logam las dengan nilai tegangan 111400264 Pa atau 111,40 N/mm<sup>2</sup>. dan tegangan terkecil terdapat pada ujung spesimen dengan nilai tegangan 38840340 Pa atau 38,40 N/mm<sup>2</sup>.

2. Spesimen sambungan las dengan beban tarik maksimum 10000 Newton.

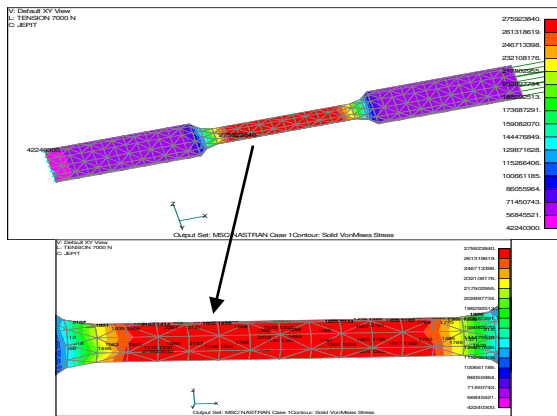


Gambar 11. Spesimen sambungan las dengan beban tarik maksimum 10000 Newton.

Setelah dilakukan analisa pada spesimen ini, tegangan maksimum terdapat pada logam las dengan nilai tegangan 144675664 Pa atau

144,67 N/mm<sup>2</sup>, dan tegangan terkecil terdapat pada ujung spesimen dengan nilai tegangan 50442008 Pa atau 50,44 N/mm<sup>2</sup>.

3. Spesimen logam las dengan beban tarik maksimum 7000 Newton.



Gambar 12. Spesimen sambungan las dengan beban tarik maksimum 7000 Newton.

Setelah dilakukan analisa pada spesimen ini, tegangan maksimum terdapat pada length reduced section dengan nilai tegangan 275923840 Pa atau 275,92 N/mm<sup>2</sup>, dan tegangan terkecil terdapat pada ujung spesimen dengan nilai tegangan 42240300 Pa atau 42,24 N/mm<sup>2</sup>.

## KESIMPULAN & SARAN

1. Penggunaan gas pelindung argon grade C sebagai gas pelindung dalam pengelasan material aluminium 5083 mempunyai kekuatan tarik rata-rata yang lebih besar 57,89 % untuk spesimen sambungan las dan 19,85 % untuk spesimen logam las (weld metal) daripada gas pelindung argon grade A.
2. Kekuatan tarik ( $\sigma$ ) rata-rata spesimen sambungan las menggunakan gas pelindung argon grade C adalah 202,5 N/mm<sup>2</sup>, dan spesimen sambungan las menggunakan argon grade A adalah 128,25 N/mm<sup>2</sup>. Sedangkan untuk kekuatan tarik spesimen logam las menggunakan argon grade C adalah 299,01 N/mm<sup>2</sup>, dan spesimen logam las menggunakan argon grade A adalah 249,47 N/mm<sup>2</sup>.

3. Hasil pengujian statistik dengan metode *independent sample T test* atau pengujian rata-rata menunjukkan bahwa kekuatan tarik material las yang menggunakan gas pelindung Argon grade A memiliki tingkat signifikan atau berbeda secara nyata terhadap material las yang menggunakan gas pelindung argon grade C.
4. Hasil pemodelan dengan Program Msc Nastran 4.5 menunjukkan nilai tegangan maksimum terjadi pada sambungan las, yang menyebabkan spesimen menjadi putus. Dengan nilai tegangan 111,40 N/mm<sup>2</sup> untuk beban tarik 7700 N.

Pada penelitian ini penulis merekomendasikan saran sebagai berikut:

1. Menggunakan beberapa alternatif gas pelindung yang lain sebagai gas pelindung dalam penegelasan material aluminium paduan 5083, mengingat aluminium 5083 banyak digunakan sebagai material bangunan kapal.
2. Menggunakan software pemodelan berbasis metode elemen hingga yang lain untuk menganalisa kekuatan tarik pada material las, sebagai perbandingan dengan software yang telah ada saat ini

## DAFTAR PUSTAKA

1. Wiryosumarto, H dan Okumura, Thoshie, *Teknologi Pengelasan Logam*, Pradnya Paramita, Jakarta, 2000.
2. Tata S, Shinroku S, *Pengetahuan Bahan Teknik*, Pradnya paramita, Jakarta, 1999.
3. Popov, E.P, Zainal Astamar, *Mekanika Teknik*, edisi Kedua, Erlangga, Jakarta, 1996.
4. Welding Prosedur Spesification "Alumunium Alloy".
5. ANSI/ AWS D.1.2/ D.1.2M., *Structural Welding Code Alumunium*, 2003
6. ASM, *ASM Handbook volume 2: Properties, and section; Non Ferrous Alloy and Special – Purpose material*, ASM International, 1992.