

Analisa Pengaruh Pengelasan TIG Dan MIG Terhadap Kekuatan Tarik Dan Bending Pada Sambungan Pelat Alumunium 5083

by Hartono Yudo

Submission date: 18-Oct-2019 10:19AM (UTC+0700)

Submission ID: 1195222667

File name: 14569-37169-1-PB.pdf (871.32K)

Word count: 2606

Character count: 13948



1829-8370 (p)
2301-9069 (e)

KAPAL

JURNAL ILMU PENGETAHUAN & TEKNOLOGI KELAUTAN

Pengaruh Pengelasan TIG dan MIG Terhadap Kekuatan Tarik dan Bending Pada Sambungan Pelat Aluminium 5083

Muhammad Hafid Huda^{1*)}, Sarjito Jokosisworo¹⁾, Hartono Yudo¹⁾

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

Abstrak

Proses pengelasan yang dilakukan pada material aluminium 5083 yang banyak digunakan pada industri kapal yang khususnya digunakan pada bagian konstruksi. Penelitian ini bertujuan untuk membandingkan antara pengelasan TIG (Tungsten Inert Gas) dan MIG (Metal Inert Gas). Pengelasan ini dilakukan pada aluminium 5083 dengan jenis pengelasan TIG dan MIG dan jenis sambungan pengelasan single v butt joint 60°, dengan kekuatan arus sama yakni 200 A. Dari hasil penelitian menunjukkan bahwa pada pengujian tarik tingkat kekuatan pengelasan TIG lebih baik dan lebih optimal dibandingkan dengan pengelasan MIG. Pada pengujian bending jenis pengelasan MIG lebih baik dibandingkan dengan jenis pengelasan TIG. Pada arus yang sama yaitu 200 A memberikan kekuatan tarik yang lebih optimal dan lebih baik pada jenis pengelasan TIG. Sedangkan untuk pengujian bending dengan perlakuan yang sama menghasilkan tegangan lentur yang lebih tinggi pada pengelasan MIG dibandingkan dengan pengelasan TIG.

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

Kata Kunci : Aluminium 5083, GTAW, GMAW, Kekuatan Tarik, Kekuatan Bending

1. PENDAHULUAN

Pada bidang perkapalan biasanya aluminium dipergunakan untuk konstruksi pada bagian tangki, khususnya tangki air tawar atau tangki bahan bakar, namun dapat juga digunakan secara keseluruhan pada konstruksi kapal. 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. [1]

Las tipe GMAW atau yang biasa disebut MIG (Metal Inert Gas) adalah cara pengelasan dimana gas dihembuskan ke daerah las untuk melindungi busur dan logam yang mencair terhadap atmosfer. Gas yang digunakan sebagai pelindung adalah gas helium (He), gas Argon (Ar), dan gas karbondioksida (CO₂) atau

campuran dari gas – gas tersebut. Kemudian las tipe GTAW atau yang biasa disebut TIG (Tungsten Inert Gas) adalah pengelasan dengan memakai busur nyala dengan tungsten/elektroda yang terbuat dari wolfram, sedangkan bahan penambahnya atau pengisinya digunakan bahan yang sama atau sejenis dengan material induknya. [2]. Adapun tujuan dari penelitian ini adalah mendapatkan perbandingan hasil dari kekuatan tarik, bending dan regangan dari masing – masing variasi pengelasan.

2. METODE

2.1. Pengumpulan Data

Pengumpulan data diperoleh dari buku-buku, majalah, modul, artikel, jurnal dan melalui internet. Sehingga dapat mempelajari karakteristik material aluminium 5083, tipe pengelasan dan sambungan, serta mempelajari pengujian tarik.

Aluminium paduan seri 5083 adalah jenis aluminium yang banyak digunakan dalam dunia

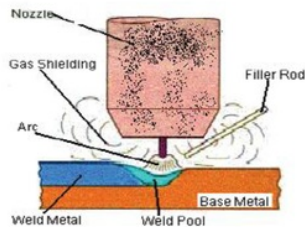
*) Penulis Korespondensi :

Email : muhammadhafidhuda@gmail.com

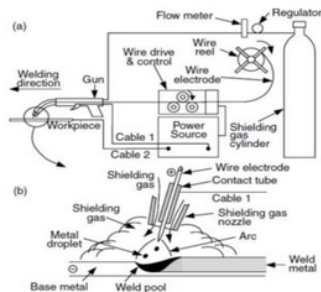
industri, khususnya untuk konstruksi perkapalan dan bejana tekan (*pressure vessel*). Paduan seri 5xxx adalah tipe paduan aluminium yang tidak dapat diperbaiki sifat mekaniknya dengan perlakuan panas atau tidak dapat diperlakukan panas, karena akan terdapat ketidak sempurnaan dalam proses sambungan las, sehingga dinamakan *non heat treatable alloy* [3]. Sedangkan proses pengelasan adalah salah satu proses teknik penyambungan logam dengan cara men¹⁰kan sebagian logam induk dan logam pengisi dengan atau tanpa tekanan dan dengan atau tanpa logam penambah dan menghasilkan sambungan yang kontinyu [4].

Pengelasan yang digunakan pada penelitian ini adalah GTAW (*Gas Tungsten Arch Welding*) atau yang biasa disebut TIG (*Tungsten Inert Gas*). Las tipe TIG adalah suatu proses pengelasan busur listrik elektroda dan tidak terumpun, dengan menggunakan gas mulia sebagai pelindung terhadap pengaruh udara luar.

GMAW (*Gas Metal Arc Welding*) atau MIG merupakan proses penyambungan dua buah logam atau lebih yang sejenis dengan menggunakan bahan tambah yang berupa kawat gulungan dan gas pelindung melalui proses pencairan.

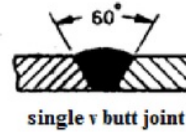


Gambar 1. Skema Pengelasan TIG [3]



Gambar 2. Skema Pengelasan MIG [2]

Tipe sambungan las yang dipakai pada penelitian ini *Butt Joint*. Penelitian ini menggunakan tipe sambungan *single V-butt joint* dengan sudut kempuh 60°.



Gambar 3. Sambungan las [5]

Masukan panas (heat input) pengelasan ditentukan oleh beberapa parameter pengelasan diantaranya adalah tegangan bus⁹ las, arus listrik las, dan kecepatan pengelasan. Yang dinyatakan dalam satuan panas joule, atau kalori seperti pada Persamaan (1) :

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

dimana HI= masukan panas (joule/cm), E⁴ = tegangan busur (volt), I = arus las (ampere), v = kecepatan las (cm/menit).

Uji tarik banyak dilakukan untuk melengkapi informasi rancangan dasar kekuatan suatu bahan dan sebagai data pendukung bagi spesifikasi bahan. Berikut adalah sifat-sifat yang dihasilkan oleh pengujian tarik:

3 Kekuatan tarik maksimum (σ)

Merupakan tegangan maksimum yang dapat ditanggung oleh material sebelum terjadinya perpatahan (*fracture*). Pada bahan yang bersifat getas, dimana tegangan maksimum itu merupakan sekaligus tegangan perpatahan (titik putus) sesuai dengan Persamaan (2)

$$\sigma = \frac{P}{A_0} \quad (2)$$

dimana, σ adalah Tegangan tarik maksimum (MPa, N/mm²), P adalah Beban Maksimum (N) dan A₀ adalah Luas Penampang Mula-mula (mm²).

7 Regangan maksimum (*e*)

Diukur sebagai penambahan panjang ukur setelah perpatahan terhadap panjang awalnya sesuai pada Persamaan (3)

$$e = \frac{Li - Lo}{Lo} \times 100\% \quad (3)$$

dimana, Li adalah Panjang sesudah patah (mm), Lo adalah Panjang mula-mula (mm), e adalah Regangan (%).

3. Modulus elastisitas (E)

Merupakan ukuran kekakuan suatu material pada grafik tegangan-regangan (gambar 4.2), modulus kekakuan tersebut dapat dihitung dari slope kemiringan garis elastic yang linier, sesuai dengan Persamaan (4).

$$E = \frac{\sigma}{e} \quad (4)$$

dimana, E adalah modulus elastisitas (GPa,KN/mm²), σ adalah Tegangan Maksimum (MPa,N/mm²), dan e adalah Regangan (%) [6].

Pengujian ini dilakukan untuk mengetahui sejauh mana sifat ulet (*ductility*) dan kegetasan dari bahan serta mengetahui mampu deformasi dengan radius bengkok tertentu. Sedangkan metode pengujian yang dipakai adalah *Triple Point* yaitu benda uji ditumpu dengan satu tumpuan dibagian atas benda uji dan dua tumpuan dibawah benda uji. Perlakuan pada pengujian tekan sama dengan pengujian tarik dan menggunakan mesin yang sama. Yang membedakan adalah posisi pengujianya.

2.2. Parameter Penelitian

Tabel 1. Spesimen dari Aluminium 5083 [8]

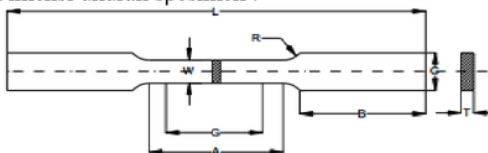
No	Properti Bahan	Nilai
1	Poisson's Ratio	0,33
2	Modulus Of Elasticity	68,9 GPa
3	Density	2700 kg/m ³
4	Yield stress	225MPa
5	Tangent Moudulus	633MPa
6	Failure Strain	0,39
7	Tensile Strength	317MPa



Gambar 4. Bentuk spesimen uji *bending* [9]

Tipe Pengelasan : TIG dan MIG
 Diameter Elektroda : 3,2 mm
 Voltage : 24 V
 Kuat Arus : 200 A

Dimensi ukuran spesimen :



Gambar 5. Bentuk Spesimen [7]

dimana Gage length (G) : 50,0 mm, Length of reduced section (A) : 57 mm, Width (W) : 12,5 mm, Thickness (T) : 10mm, Radius of fillet (R) : 12,5 mm, Overall length (L) : 200 mm, Width of grip section (C) : 20 mm, Length of grip section (B) : 50 mm.

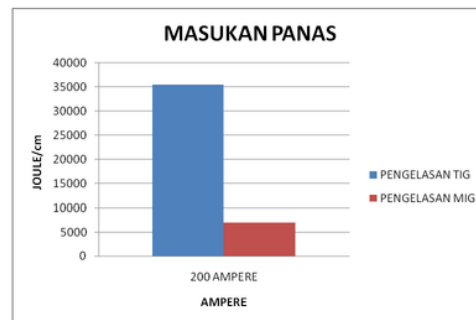
3. HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1. Masukan Panas (*Heat Input*)

Dalam pengelasan besar masukan panas yang kecil akan menyebabkan penetrasi yang kurang dalam, dan masukan panas yang sedang akan menghasilkan penetrasi yang cukup baik, sedangkan masukan panas yang terlalu besar menyebabkan timbulnya keretakan pada daerah yang terkena panas. Sesuai dengan Persamaan (1), maka masukan panas yang dibutuhkan adalah sebagai berikut :

$$\text{Ampere 200 TIG} = \frac{60 \cdot 24 \cdot 200}{8,1} = 35555,56 \text{ (joule/cm)}$$

$$\text{Ampere 200 MIG} = \frac{60 \cdot 24 \cdot 200}{41,4} = 6956,52 \text{ (joule/cm)}$$



Gambar 7. Grafik masukan panas (*Heat Input*)

3.2. Hasil Pengujian Tarik (*Tensile Strength*)

Pengujian tarik dapat menunjukkan beberapa fenomena perpatahan ulet dan getas, perpatahan ini dapat dilihat dengan mata telanjang. Perpatahan ulet umumnya lebih disukai karena bahan ulet dan tangguh dan memberikan peringatan lebih dahulu sebelum terjadinya kerusakan. Sedangkan perpatahan getas memiliki ciri-ciri yang berbeda dengan patah ulet, yaitu tidak ada atau sedikit sekali terjadi deformasi plastis pada material. Patahannya merambat sepanjang bidang [10]. Hasil pengujian terdapat pada Tabel 2 dan Gambar 8.

Tabel 2. Hasil Data Pengujian Tarik

Spesimen	Tebal (mm)	Lebar (mm)	Tegangan, σ (MPa)	P Max (N)	Ao (mm ²)	Tegangan rata-rata (Mpa)
TIG 1	10.14	12.50	134.91	17.10	128.78	125,68
TIG 2	10.62	12.83	123.37	16.81	136.25	
TIG 3	10.15	12.32	115.48	14.44	125.05	
TIG 4	9.98	12.47	128.97	16.05	124.45	
MIG 1	9.70	12.80	50.58	6.28	124.16	87,92
MIG 2	10.25	12.70	110.31	14.36	130.18	
MIG 3	10.20	12.65	67.43	8.70	129.03	
MIG 4	10.20	12.62	123.36	15.88	128.72	

Tabel 3. Hasil Data egangan

Spesimen	Tebal (mm)	Lebar (mm)	ΔL (mm ²)	Regangan, ϵ (%)	Regangan rata-rata (%)
TIG 1	10.14	12.50	9.27	18.54	16,26
TIG 2	10.62	12.83	8.24	16.48	
TIG 3	10.15	12.32	6.84	13.68	
TIG 4	9.98	12.47	8.18	16.36	
MIG 1	9.70	12.80	3.01	6.02	9,64
MIG 2	10.25	12.70	5.75	11.50	
MIG 3	10.20	12.65	3.88	7.76	
MIG 4	10.20	12.62	6.63	13.26	

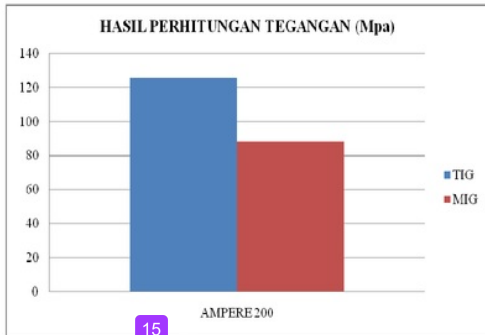
Tabel 4. Hasil Data Pengujian Modulus Elastistas

Spesimen	Tegangan	Regangan	E (Mpa)	E (Gpa)	E Rata-rata (Gpa)
TIG 1	134.91	18.54	727.67	0.728	0.78
TIG 2	123.37	16.48	748.60	0.75	
TIG 3	115.48	13.68	844.15	0.845	
TIG 4	128.97	16.36	788.32	0.79	
MIG 1	50.58	6.02	840.20	0.84	0.90
MIG 2	110.31	11.5	959.22	0.96	
MIG 3	67.43	7.76	868.94	0.87	
MIG 4	123.36	13.26	930.32	0.93	

Tabel 5. Hasil Data Pengujian Bending

Spesimen	h0 (mm)	b0 (mm)	W (mm)	Ls (mm)	P max pengujian (KN/mm ²)	σ Lentur (KN/mm ²)	σ Rata-rata (KN/mm ²)
TIG 1	9.98	13.5	224.10	117	0.34	0.045	0.343
TIG 2	9.58	13.6	208.02	117	4.49	0.63	
TIG 3	9.60	13.6	208.90	117	1.67	0.23	
TIG 4	9.45	13.65	203.17	117	3.28	0.47	

MIG 1	9.45	13.50	200.93	117	1.82	0.26	
MIG 2	9.57	13.55	206.83	117	3.02	0.42	
MIG 3	9.20	13.54	191.01	117	3.01	0.46	0.415
MIG 4	9.30	13.45	193.88	117	3.51	0.52	

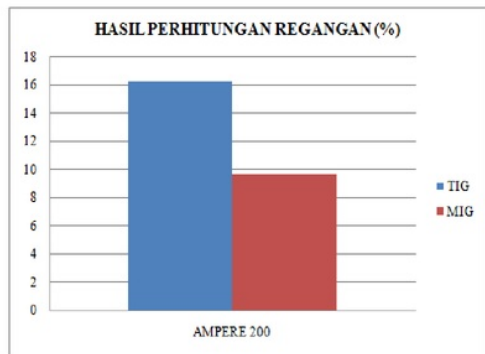


Gambar 8. Grafik Rata-rata Tegangan Tarik

Dari hasil pengujian tarik, dengan arus yang sama yaitu 200 ampere, dapat terlihat hasil pengelasan TIG memiliki kekuatan tegangan tarik yang lebih besar di bandingkan dengan hasil pengelasan MIG. Di tunjukan dengan adanya tegangan rata-rata pada pengelasan TIG sebesar 125,68 MPa sedangkan untuk pengelasan MIG sebesar 87,92 MPa.

3.3. Regangan

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



Gambar 9. Grafik Rata-rata Regangan

Berdasarkan Tabel 3 dan Gambar 9, regangan rata-rata pada arus yang sama yaitu 200 ampere, dapat terlihat bahwa pada pengelasan TIG memiliki regangan lebih banyak dibandingkan dengan pengelasan MIG yakni pada pengelasan TIG sebesar 16,26 %, sedangkan pada pengelasan

MIG sebesar 9,64 %. Untuk regangan tertinggi terjadi pada spesimen 1 pengelasan TIG yakni sebesar 18,54 %, sedangkan pada pengelasan MIG regangan terbesar pada spesimen 4 yakni sebesar 13,26 %. Kemudian untuk regangan terendah ada pengelasan TIG terjadi pada spesimen 3 yakni sebesar 13,68 %, sedangkan untuk pengelasan MIG regangan terendah terjadi pada spesimen 1 yakni sbesar 3,01 %.



Gambar 10. Spesimen sebelum pengujian



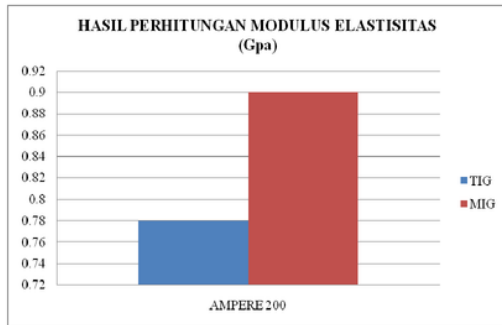
Gambar 11. Spesimen setelah pengujian

3.4. Modulus Elastisitas

Modulus elastisitas sering disebut Modulus Young yang merupakan perbandingan antara tegangan dan regangan aksial dalam deformasi yang elastis. Modulus elastisitas merupakan ukuran kekakuan suatu material, jika rata-rata nilai dari modulus elastisitas besar, maka semakin kecil regangan elastis yang terjadi atau semakin kaku. Hal tersebut ditunjukan pada pengelasan MIG dengan bevel 60° yakni sebesar 0.90 KN/mm².

Dapat terlihat dari Tabel 4 dan Gambar 12, bahwa jenis pengelasan MIG memiliki tingkat kekakuan yang lebih besar di bandingkan dengan jenis pengelasan TIG, sehingga pada jenis pengelasan MIG benda uji mudah patah. Dari hasil penelitian di atas menunjukkan bahwa pemilihan proses pengelasan dapat mempengaruhi kekuatan dari hasil pengelasan. Terlihat dari grafik di atas, bahwa dalam ampere yang sama tingkat

kekuatan dari pengelasan TIG jauh lebih baik daripada pengelasan MIG.



Gambar 12. Grafik Rata-rata modulus elastisitas

3.5. Hasil Pengujian *Bending*

Pada data hasil pengujian *bending* diambil dari sampel hasil yang menunjukkan besarnya harga gaya beban max saat menekuk. Pengujian tekuk tersebut didapatkan harga gaya beban (Pbeban) dan tegangan lentur max (max). *Bending Test* atau pengujian lengkung merupakan salah satu bentuk pengujian untuk menentukan mutu suatu material secara visual. Selain itu uji *bending* digunakan untuk mengukur kekuatan material akibat pembebanan dan kekenyalan hasil sambungan las baik di weld metal maupun pada daerah HAZ.

Adapun rumus – rumus untuk pengujian *bending* terdapat pada Persamaan (4-6) sebagai berikut :

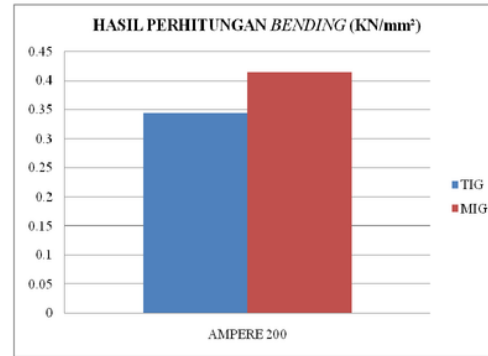
$$W = \frac{bh^2}{6} \quad (4)$$

$$L_s = L - (L \times 10\%) \quad (5)$$

$$\sigma \text{ lentur} = \frac{P_{max} \times L_s}{4W} \quad (6)$$

dimana w, b, h, l adalah luas, lebar, tebal dan panjang dari spesimen. L_s adalah panjang penumpu, p_{max} adalah beban maksimal dan σ lentur adalah tegangan lentur.

Berdasarkan Tabel 5 dan Gambar 13, sudut kampuh 60° dan arus sebesar 200 A memiliki kekuatan *bending* yang berbeda. Berbeda dengan pengujian tarik, dalam pengujian *bending* ini jenis pengelasan MIG memiliki kekuatan *bending* yang lebih besar. Hasil perhitungan yang di peroleh pada jenis pengelasan TIG sebesar $0,343 \text{ KN/mm}^2$, sedangkan pada pengelasan jenis MIG memiliki kekuatan *bending* sebesar $0,415 \text{ KN/mm}^2$.



Gambar 13. Grafik perhitungan *bending*

4. KESIMPULAN

Hasil dari pengelasan TIG rata-rata tegangan tarik sebesar $125,68 \text{ MPa}$, sedangkan untuk pengelasan MIG sebesar $87,92 \text{ MPa}$ dengan regangan sebesar $16,26 \%$ untuk TIG dan $9,64 \%$ untuk MIG. Kemudian dari hasil pengujian *bending*, hasil yang di dapatkan adalah bahwa pengelasan MIG memiliki kekuatan *bending* (tekuk) lebih besar dari pada jenis pengelasan TIG. Untuk hasilnya, pada pengelasan TIG tegangan rata-ratanya sebesar $0,343 \text{ KN/mm}^2$, sedangkan pada pengelasan jenis MIG tegangan rata-ratanya sebesar $0,415 \text{ KN/mm}^2$.

Hasil pengujian kekuatan tarik aluminium 5083 dengan arus ampere 200, bahwa jenis pengelasan TIG memiliki kekuatan baik tarik yang lebih unggul di dibandingkan dengan jenis pengelasan MIG karena pada pengelasan TIG memiliki tegangan dan regangan yang lebih baik, sehingga tidak mudah patah. Namun, pada jenis pengujian *bending* jenis pengelasan MIG memiliki kekuatan yang lebih baik di dibandingkan dengan jenis pengelasan TIG karena pengelasan MIG memiliki tingkat elastisitas yang lebih tinggi.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Hartono Y, Mulyanto I P . 2008. Pengaruh Penggunaan Gas Pelindung Argon Grade A dan Grade C Terhadap Kekuatan Tarik Lasan Sambungan Butt Pada Material Kapal Aluminium 5083. Universitas Diponegoro
- [2] ryosumarto,H dan Okumura,Thoshie. 2000. Teknologi Pengelasan Logam, Jakarta :PT. Pradnya Paramita.
- [3] Aljufri, 2008. Variasi Sudut Kampuh V Tunggal dan Kuat Arus Pada Sambungan Logam Aluminium-Mg 5083 Terhadap Kekuatan Tarik Hasil Pengelasan TIG. Universitas Sumatra Utara.

- [4] Jones D (n.d) .2015.Pengertian Pengelasan.Retrievedfrom:<http://www.pengelasan.com/2014/06/pengertianpengelasanadalah.html>(Accessed: 01 September 2015)
- [5] AWS D 1.2. 2004. Structural Welding Code - Aluminium. Florida: American Welding Society.
- [6] Fadhila, Reza. 2014. Buku Pengujian Bahan1.Retrievedfrom:<https://sites.google.com/site/bukupengujianbahan1/referens>. (Accessed: 01 September 2015)
- [7] ASTM E8/E8M-09. 2009. Standard Specification for Aluminum and Aluminum-Alloy Sheet and Plate. USA. ²
- [8] Red Cedar Technology. 2009. Optimization of an Armored Plate for Light Armored Vehicles Subjected to Blast Loading.
- [9] ASTM D290. 2009. Standard Specification for Aluminum and Aluminum-Alloy Sheet and Plate. USA.
- [10] Setiaji, R. 2009. Pengujian Tarik. Retrieved from:<http://www.scribd.com/doc/21704287/pengujian-tarik>(Accessed: 01 September 2015)

Analisa Pengaruh Pengelasan TIG Dan MIG Terhadap Kekuatan Tarik Dan Bending Pada Sambungan Pelat Alumunium 5083

ORIGINALITY REPORT

7%

SIMILARITY INDEX

4%

INTERNET SOURCES

2%

PUBLICATIONS

2%

STUDENT PAPERS

PRIMARY SOURCES

1

publikasi.mercubuana.ac.id

Internet Source

1%

2

redcedartech.com

Internet Source

<1%

3

ijca.uii.ac.id

Internet Source

<1%

4

eprints.umk.ac.id

Internet Source

<1%

5

Submitted to Universitas Indonesia

Student Paper

<1%

6

Rakhmad Arif Hidayatullah, Zamah Sari, Mahar Faiqurahman. "Implementasi Pull Message dengan menggunakan Restful Web Service pada komunikasi Wireless Sensor", Register: Jurnal Ilmiah Teknologi Sistem Informasi, 2017

Publication

<1%

7

Asroni Asroni, Sulis Dri Handono. "KAJI EKSPERIMEN VARIASI JENIS SERAT

<1%

BATANG PISANG UNTUK BAHAN KOMPOSIT
TERHADAP KEKUATAN MEKANIK", Turbo :
Jurnal Program Studi Teknik Mesin, 2018

Publication

-
- | | | |
|---|---|-----|
| 8 | sepwika09yanuar.blogspot.com
Internet Source | <1% |
|---|---|-----|
-
- | | | |
|---|---|-----|
| 9 | tohirbukuajar.blogspot.com
Internet Source | <1% |
|---|---|-----|
-
- | | | |
|----|--|-----|
| 10 | Eko Nugroho, Untung Surya Dharma, Sodik Kurniawan. "ANALISIS PENGARUH KETEBALAN PLAT BAJA KARBON RENDAH DAN LAMA PENEKANAN PADA PENGELASAN TITIK (SPOT WELDING) TERHADAP NILAI KEKUATAN TARIK", Turbo : Jurnal Program Studi Teknik Mesin, 2018
Publication | <1% |
|----|--|-----|
-
- | | | |
|----|---|-----|
| 11 | infoseminar.web.id
Internet Source | <1% |
|----|---|-----|
-
- | | | |
|----|---|-----|
| 12 | ejournal.unesa.ac.id
Internet Source | <1% |
|----|---|-----|
-
- | | | |
|----|---|-----|
| 13 | www.ansuf.web.id
Internet Source | <1% |
|----|---|-----|
-
- | | | |
|----|---|-----|
| 14 | Submitted to Universitas Islam Indonesia
Student Paper | <1% |
|----|---|-----|
-
- | | | |
|----|---------------------------------------|-----|
| 15 | Submitted to Universitas Muhammadiyah | <1% |
|----|---------------------------------------|-----|

16

Budzik, Michal K., Julien Jumel, Naoufel Ben Salem, and Martin E. R. Shanahan.

"Comparison of Cyclic and Monotonic Loading of a Double Cantilever Beam Adhesion Test",
The Journal of Adhesion, 2014.

Publication

<1%

17

Submitted to University of Mauritius

Student Paper

<1%

18

bittapigawati.blog.undip.ac.id

Internet Source

<1%

Exclude quotes Off

Exclude matches Off

Exclude bibliography On