

Effect of Air Humidity in MIG Welded Joints on Tensile Strength and Impact Strength of Aluminum 5052

(Pengaruh Kelembaban Udara pada Sambungan Las MIG Terhadap Kekuatan Tarik dan Kekuatan Impak Aluminium 5052)

Fandi Bachtiar Nduru, Nur Yanu Nugroho^{*}

*Teknik Perkapalan, Fakultas Teknik dan Ilmu Kelautan, Universitas Hang Tuah
Jl. Arief Rahman Hakim No. 150 Sukolilo Kota Surabaya, 60111 Jawa Timur, Indonesia*

ABSTRACT

In the shipbuilding process, delays often occur. In general, to speed up a ship's construction, overtime is carried out by workers until nighttime. Environmental conditions in a welding process, especially air humidity, strongly affect the properties of welded joints. The formation of hydrogen in the air caused by an inappropriate environment can cause defects in welded joints, especially porosity defects. Variations of welding environmental conditions used, are welding in the morning at 84% air humidity, daytime welding at 53% air humidity, and nighttime welding at 77% air humidity. This study aims to determine the material strength of air humidity variations during the welding process on the tensile strength and impact strength of 5052 aluminum material. This research uses experimental quantitative methods data analysis techniques used analysis of variance (ANOVA). The results showed that the higher the air humidity, the tensile and impact strength decreased. From the results of the tensile test, there is an influence of air humidity on the average value of tensile strength, where the highest value is found in the daytime welding variation specimen with 53% air humidity, worth 110.614 MPa. From the impact test results, there is an influence of air humidity on the average value of impact toughness, where the highest value is found in the daytime welding variation specimen with 53% air humidity, worth 89.42 J/mm². From the ANOVA test results, the average tensile test and impact test have no significant differences.

Dalam proses pembuatan kapal sering terjadinya keterlambatan. Pada umumnya untuk mempercepat suatu pembangunan kapal dilakukan lembur oleh pekerja hingga malam hari. Kondisi lingkungan dalam suatu proses pengelasan, terutama kelembaban udara sangat mempengaruhi sifat-sifat sambungan las. Terbentuknya hidrogen di udara yang disebabkan oleh lingkungan yang tidak sesuai dapat menyebabkan cacat pada sambungan las terutama cacat porositas. Variasi kondisi lingkungan pengelasan yang digunakan yaitu pengelasan pagi hari kelembaban udara 84%, pengelasan siang hari kelembaban udara 53% dan pengelasan malam hari kelembaban udara 77%. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui kekuatan material dari variasi kelembaban udara pada saat proses pengelasan terhadap kekuatan tarik dan kekuatan impak material aluminium 5052. Penelitian ini menggunakan metode kuantitatif eksperimental dan teknik analisis data digunakan *analysis of variance* (ANOVA). Hasil penelitian menunjukkan semakin tinggi kelembaban udara, kekuatan tarik dan impak menurun. Dari hasil uji tarik terdapat pengaruh kelembaban udara pada nilai rata-rata kekuatan tarik (*tensile strength*) yang mana nilai tertinggi terdapat pada spesimen variasi pengelasan siang hari dengan kelembaban udara 53%, senilai 110,614 MPa. Dari hasil pengujian impak terdapat pengaruh kelembaban udara pada nilai rata-rata *impact toughness*, dimana nilai tertinggi terdapat pada spesimen variasi pengelasan siang hari dengan kelembaban udara 53%, senilai 89,42 J/mm². Dari hasil uji ANOVA rata-rata uji tarik dan uji impak tidak terdapat perbedaan yang signifikan.

Keywords: Welding, Aluminum 5052, Air Humidity, Impact Strength, Tensile Strength.

^{*}Corresponding author:
Nur Yanu Nugroho
E-mail: nur.yanu@hangtuah.ac.id

PENDAHULUAN

Aluminium mempunyai panas jenis dan daya hantar yang tinggi, mudah teroksidasi dan membentuk oksida aluminium Al₂O₃ yang mempunyai titik cair

yang tinggi sehingga mengakibatkan peleburan antara logam induk dan logam las menjadi terhalang [1]. Aluminium terdiri dari beberapa golongan yang dibedakan berdasarkan paduan penyusunnya. Aluminium 5052 adalah paduan aluminium dengan

magnesium (Mg), paduan ini memiliki sifat yang tidak dapat diberi perlakuan panas, tetapi memiliki sifat yang baik dalam ketahanan korosi, terutama korosi oleh air laut dan kemampuan las. Paduan pada aluminium diklasifikasikan dalam tiga cara, yaitu berdasarkan pembuatan, berdasarkan perlakuan panas, dan berdasarkan unsur-unsur paduan. Aluminium merupakan logam yang ringan, dengan berat sepertiga dari besi. Sehingga aluminium sangat cocok untuk digunakan dalam pembuatan kapal kecil.

Salah satu parameter proses pengelasan terhadap karakteristik hasil las ialah kondisi lingkungan. Kondisi lingkungan yang baik meliputi kelembaban udara, kecepatan angin dan suhu yang terkontrol dapat membuat hasil lasan yang maksimal [2]. Cacat yang sering terjadi pada pengelasan paduan aluminium adalah retak pembekuan, porositas dan distorsi [3]. Proses pengelasan paduan aluminium rentan menghasilkan cacat porositas yang dipengaruhi oleh perbedaan kelarutan hidrogen yang disebabkan oleh kondisi lingkungan pengelasan sehingga berakibat mengurangi kualitas pengelasan [4]. Cacat porositas merupakan masalah serius dalam pengelasan paduan aluminium dan dipengaruhi oleh banyak parameter [5].

Salah satu penyebab terjadinya porositas pada hasil pengelasan adalah akibat kondisi lingkungan yang lembab sehingga dapat membuat hidrogen terperangkap pada weld metal pada saat berlangsung proses pengelasan [6]. Kelembaban udara yang meningkat menyebabkan kandungan hidrogen di lingkungan pengelasan semakin banyak, sehingga pada saat proses pengelasan lebih banyak hidrogen yang

terlarut pada welding pool [7]. Hidrogen yang larut menghasilkan porositas pada hasil pengelasan.

Pengelasan *Metal Inert Gas* (MIG) adalah proses penggabungan dua atau lebih bahan logam dengan proses peleburan lokal menggunakan elektroda gulungan (*filler metal*) dan gas pelindung (*inert gas*) yang identik dengan logam dasar (*base metal*). Pengelasan MIG adalah pengelasan busur gas yang menggunakan kawat las serta elektroda. Elektroda adalah gulungan kawat yang gerakannya diatur oleh motor listrik. Pada pengelasan ini, gas argon dan helium digunakan sebagai pelindung busur dan logam terlindungi dari efek atmosfer [8].

Pengujian tarik merupakan pengujian mekanis untuk mengetahui respon atau perilaku mekanis atau fenomena atomik serta mikroskopis material terhadap pembebanan atau deformasi luar, dimana fenomena tersebut tidak tergantung pada bentuk maupun ukuran dari benda uji [9].

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 [10].

Pada penelitian ini akan dikaji pengaruh kelembaban udara pada saat proses pengelasan MIG terhadap kekuatan tarik dan impact aluminium 5052, sehingga dari kajian tersebut dapat diketahui sejauh mana pengaruh kelembaban udara terhadap kekuatan tarik dan kekuatan impact sambungan las dengan cara melalui pengujian impact (*impact test*) dan pengujian tarik (*tensile test*).

Tabel 1. Kandungan komposisi kimia aluminium 5052

Kandungan Komposisi Kimia (%)								
Cu	Mg	Mn	Fe	Si	Zn	Cr	Lain	Al
0,1	2,2 – 2,8	0,1	0,4	0,25	0,1	0,15 – 0,35	0,15	95,8-97,7

METODE PENELITIAN

Material dan Alat penelitian

Material dan alat yang digunakan dalam penelitian ini adalah Aluminium 5052, Higrometer, mesin las, *welding gun*, gas argon 99,9%, elektroda ER 5356 diameter 1,6 mm, gerinda tangan, mesin uji tarik (*Microcomputer controlled electronic universal testing machine*, WDW-100E, 100 ton), mesin uji impact (*Pendulum impact testing machine*, JB-W300A, 300 J), jangka sorong.

Proses Pengelasan

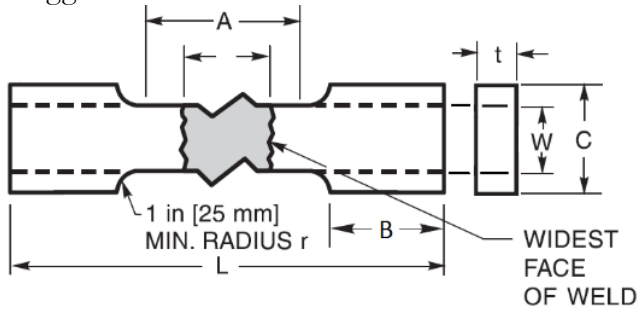
Pada proses pengelasan ini dilakukan suatu pengerjaan pengelasan dengan tipe sambungan *butt joint*, adapun tahapannya sebagai berikut :

1. Proses pengelasan menggunakan las *Metal Inert Gas* (MIG) dengan tipe sambungan *Butt Joint*.
2. Pada penelitian ini peneliti menggunakan parameter berupa kelembaban udara pada Pagi hari 84%, Siang hari 53%, dan Malam hari 77%.

3. Memulai proses pengelasan dengan menggunakan las MIG berdasarkan *Welding Procedure Society* (WPS).
4. Setelah proses pengelasan selesai dilakukan, material yang sudah dilas didiamkan sampai benar-benar dingin. Jika material sudah dingin, dilakukan peninjauan kembali untuk memastikan hasil pengelasan sudah sesuai prosedur.

Spesimen Pengujian

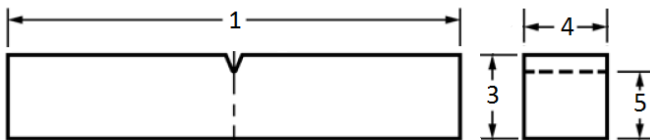
Gambar 1 menunjukkan dimensi spesimen uji tarik mengacu standar AWS D1.2/1.2 Tahun 2014 dan gambar 2 menunjukkan dimensi spesimen uji impak menggunakan acuan standar ASTM E 23.



Gambar 1. Dimensi spesimen uji tarik

Keterangan :

<i>Length of reduced section (A)</i>	: 58 mm
<i>Width (W)</i>	: 38 mm
<i>Thickness (t)</i>	: 6 mm
<i>Overall length (L)</i>	: 231,6 mm
<i>Radius of fillet (r)</i>	: 25 mm
<i>Width of grip section (C)</i>	: 51 mm
<i>Length of grip section (B)</i>	: 70 mm



Gambar 2. Dimensi spesimen uji impak

Keterangan :

<i>Length of specimen (1)</i>	: 55 mm
<i>Thickness (3)</i>	: 6 mm
<i>Width (4)</i>	: 6 mm
<i>Ligament length, Type V (5)</i>	: 4 mm
<i>Angle of notch</i>	: 45°
<i>Radius of notch, Type V</i>	: 0,25 mm

Pengujian tarik (*Tensile Test*)

Pada umumnya, uji tarik dilakukan untuk melengkapi informasi desain dasar tentang kekuatan suatu material dan sebagai data pendukung untuk spesifikasi material. Sifat-sifat yang dihasilkan oleh pengujian tarik adalah :

1. Kekuatan tarik maksimum (σ)

Ini adalah tegangan maksimum yang dapat dibawa oleh material sebelum patah. Pada bahan yang rapuh di mana tegangan maksimum juga merupakan tegangan fraktur (titik putus). Hal ini dirumuskan sebagai :

$$\sigma = \frac{P}{A_0} \dots\dots\dots(1)$$

Dimana, σ adalah tegangan tarik maksimum (MPa, N/mm²), P adalah beban maksimum (N) dan A₀ adalah luas penampang awal (mm²).

2. Regangan maksimum (e)

Hal ini diukur sebagai penambahan panjang yang diukur setelah fraktur ke panjang awal. Hal ini dirumuskan sebagai

$$e = \frac{L_1 - L_0}{L_0} \times 100 \dots\dots\dots(2)$$

Di mana L₁ adalah panjang pasca-patah (mm), L₀ adalah panjang awal (mm), e adalah regangan (%).

3. Modulus elastisitas (E)

Ukuran kekakuan suatu bahan dalam grafik tegangan-regangan, modulus kekakuan dapat dihitung dari kemiringan garis elastis linier yang diberikan oleh

$$E = \frac{\sigma}{e} \dots\dots\dots(3)$$

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

Uji tarik dapat menunjukkan beberapa fenomena patah ulet dan rapuh, patahan ini terlihat dengan mata telanjang. Fraktur ulet biasanya disukai karena materialnya ulet dan tangguh dan memberikan peringatan dini sebelum kerusakan terjadi. Sementara itu, patah getas memiliki karakteristik yang berbeda dengan patah ulet, yaitu hanya sedikit atau tidak ada deformasi plastis pada material. Patahan merambat sepanjang bidang [11].

Pengujian Impak (*Impact Test*)

Uji impak adalah uji yang mengukur ketahanan bahan terhadap beban kejut. Inilah yang membedakan

uji impak dari uji tarik dan kekerasan, dimana pembebanan dilakukan secara perlahan-lahan. Uji benturan adalah upaya untuk mensimulasikan kondisi pengoperasian material yang sering dijumpai pada peralatan transportasi atau konstruksi, dimana beban tidak selalu terjadi secara perlahan, tetapi datang secara tiba-tiba, misalnya deformasi lambung kapal saat terjadi benturan pada prinsip uji impak adalah bahwa energi potensial diserap dari beban pendulum yang berayun dari ketinggian tertentu dan menghantam benda uji, sehingga mendeformasi benda uji.

Dengan catatan bahwa apabila nilai atau harga *impact* semakin tinggi maka material tersebut memiliki keuletan yang tinggi. Dimana material uji dikatakan ulet jika patahan yang terjadi pada bidang patah tidak rata dan tampak berserat-serat. Tetapi apabila material getas, hasil dari patahan tampak tara dan mengkilap. Pada kondisi material ulet dapat mengalami patah getas dengan deformasi plastis yang sangat kecil. Nilai harga Impak pada suatu *specimen* adalah *energy* yang diserap tiap satuan luas penampang lintang *specimen* uji. Persamaannya sebagai berikut:

$$HI = \frac{E}{A} \dots\dots\dots (4)$$

Di sini, E adalah energi yang diserap dalam satuan Joule dan A adalah luas penampang melintang di bawah takik dalam satuan mm² [12].

Analisis Data

Hasil dari pengujian bending akan di analisis menggunakan metode ANOVA (*Analysis of Varian*). Proses analisis data dimulai dengan uji normalitas untuk mengetahui data berdistribusi normal atau tidak. Hal tersebut dinyatakan dalam nilai signifikansi (Sig.) apabila lebih dari 0,05 (Sig.>0,05) yang berarti data berdistribusi normal. Selanjutnya dilakukan uji homogen untuk mengetahui data tersebut homogen atau tidak. Hal tersebut dinyatakan dalam Nilai signifikansi (Sig) dengan menginterpretasikan data tersebut homogen bahwa nilai tersebut lebih dari 0,05 (Sig.>0,05). Setelah itu dilakukan uji anova untuk mengetahui pengaruh atau tidaknya dari variabel penelitian yaitu variasi kelembaban udara pada sambungan las MIG terhadap kekuatan tarik dan kekuatan impak. Hal tersebut dinyatakan dalam Nilai signifikansi (Sig.) dengan menginterpretasikan data tersebut signifikan bahwa nilai tersebut kurang dari 0,05 (Sig.>0,05).

HASIL DAN PEMBAHASAN

Spesimen hasil pengelasan setelah mengalami uji Tarik dan uji Impak ditunjukkan pada gambar berikut.



Gambar 3. Hasil uji Tarik kelembaban 84%



Gambar 4. Hasil uji Tarik kelembaban 53%



Gambar 5. Hasil uji Tarik kelembaban 77%



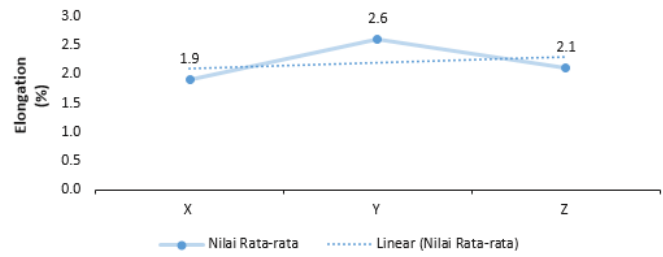
Gambar 6. Hasil uji Impak kelembaban 84%



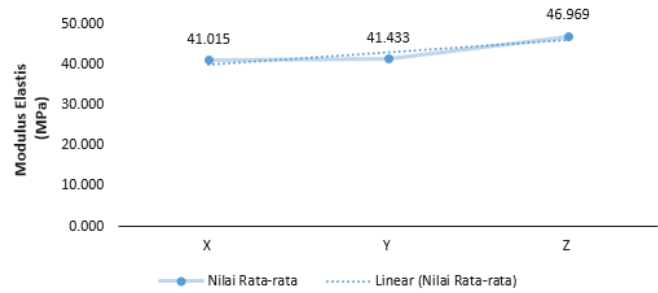
Gambar 7. Hasil uji Impak kelembaban 53%



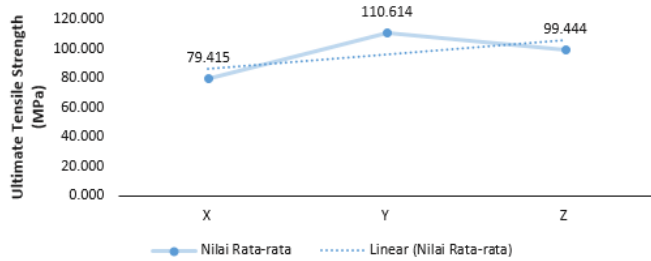
Gambar 8. Hasil uji Impak kelembaban 77%



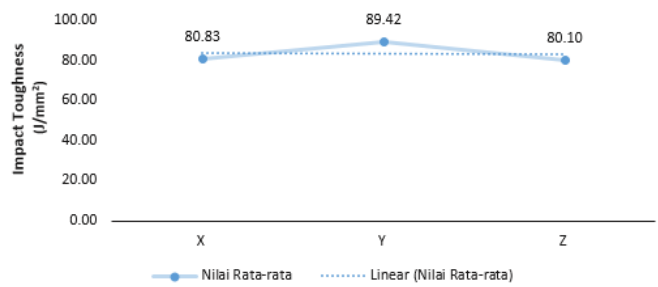
Gambar 10. Grafik nilai rata-rata regangan



Gambar 11. Grafik nilai rata-rata modulus elastis



Gambar 9. Grafik nilai rata-rata kekuatan tarik



Gambar 12. Grafik nilai rata-rata kekuatan impak

Tabel 2. Nilai kekuatan tarik maksimum

No	Variasi	Kode Spesimen	Spesification Sample		
			A ₀ (mm ²)	F. Ultimate (N)	Ultimate Stregth (MPa)
1.	Pengelasan Pagi Hari dengan Kelembaban 84%	X1	228	27220	119.386
		X2	228	13040	57.193
		X3	228	14060	61.667
		Rata-rata			79.415
2.	Pengelasan Siang Hari dengan Kelembaban 53%	Y1	228	28440	124.737
		Y2	228	19560	85.789
		Y3	228	27660	121.316
		Rata-rata			110.614
3.	Pengelasan Malam Hari dengan Kelembaban 77%	Z1	228	34120	149.649
		Z2	228	14460	63.421
		Z3	228	19440	85.263
		Rata-rata			99.444

Tabel 3. Nilai regangan (*elongation*)

No	Variasi	Kode Spesimen	Spesification Sample		
			L ₀ (mm)	L ₁ (mm)	ε (%)
1.	Pengelasan	X1	58	59,5	2,6
	Pagi Hari dengan Kelembaban 84%	X2	58	58,8	1,4
		X3	58	59	1,7
	Rata-rata				1,9
2.	Pengelasan	Y1	58	59,5	2,6
	Siang Hari dengan Kelembaban 53%	Y2	58	59,5	2,6
		Y3	58	59,6	2,8
	Rata-rata				2,6
3.	Pengelasan	Z1	58	59,6	2,8
	Malam Hari dengan Kelembaban 77%	Z2	58	59	1,7
		Z3	58	59	1,7
	Rata-rata				2,1

Tabel 4. Nilai modulus elastis

No	Variasi	Kode Spesimen	Spesification Sample		
			Tegangan (MPa)	Elongation (%)	Modulus Young (MPa)
1.	Pengelasan	X1	119.386	2,6	45.918
	Pagi Hari dengan Kelembaban 84%	X2	57.193	1,4	40.852
		X3	61.667	1,7	36.275
	Rata-rata				41.015
2.	Pengelasan	Y1	124.737	2,6	47.976
	Siang Hari dengan Kelembaban 53%	Y2	85.789	2,6	32.996
		Y3	121.316	2,8	43.327
	Rata-rata				41.433
3.	Pengelasan	Z1	149.649	2,8	53.446
	Malam Hari dengan Kelembaban 77%	Z2	63.421	1,7	37.307
		Z3	85.263	1,7	50.155
	Rata-rata				46.969

Tabel 5. Nilai kekuatan impak

No	Variasi	Kode Spesimen	Impact toughness (J/cm ²)	Absorbed Energy (J)	E/A (J/mm ²)
1.	Pengelasan	X1	2.4	1.90	79.17
	Pagi Hari dengan Kelembaban 84%	X2	1.5	1.20	80
		X3	0.6	0.50	83.33
	Rata-rata				80.83
2.	Pengelasan	Y1	0.8	0.70	87.50
	Siang Hari dengan Kelembaban 53%	Y2	0.4	0.40	100
		Y3	2.6	2.10	80.77
	Rata-rata				89.42
3.	Pengelasan	Z1	0.5	0.40	80
	Malam Hari dengan Kelembaban 77%	Z2	7.4	5.90	79.73
		Z3	3.6	2.90	80.56
	Rata-rata				80.10

Pengaruh Kelembaban Pada Hasil Uji Tarik

Pengujian tarik ini merupakan pengujian yang bersifat merusak yang berfungsi untuk mengetahui tingkat keuletan, ketangguhan, serta penambahan panjang suatu material.

Berdasarkan Grafik pada Gambar 9, dapat diamati bahwa yang mempunyai nilai kekuatan tarik tertinggi terdapat pada kode spesimen Y variasi pengelasan siang hari dengan kelembaban 53% dengan nilai 110,614 MPa. Sedangkan variasi yang mempunyai nilai kekuatan tarik terendah terdapat pada variasi pengelasan pada pagi hari dengan kelembaban 84% dengan nilai 79,415 MPa. Semakin rendah kelembaban udara pada saat proses pengelasan, maka nilai kekuatan tarik suatu sambungan las akan semakin baik. Porositas yang terbentuk di dalam sambungan akan menurunkan kekuatan sambungan. Hal ini yang membuat kekuatan tarik akan menurun seiring dengan bertambahnya kandungan hidrogen [12].

Pengaruh Kelembaban Pada Nilai Regangan

Untuk dapat menghitung regangan ini, dilakukan pengukuran panjang awal spesimen sebelum pengujian, dan panjang akhir spesimen sesudah pengujian. Data *break elongation* juga akan didapat dari pengujian tarik ini, yang berfungsi untuk melihat karakteristik ulet atau getas pada spesimen uji.

Berdasarkan grafik pada Gambar 10, dapat diketahui bahwa nilai *elongation* tertinggi terdapat pada kode spesimen Y variasi pengelasan siang hari dengan kelembaban 53% sebesar 2,6%. sedangkan nilai *elongation* terendah terdapat pada kode spesimen X variasi pengelasan pagi hari dengan kelembaban 84% sebesar 1,9 %. Hasil ini selaras dengan [13] yaitu kondisi ruang pengelasan dengan kelembaban 50% RH memiliki distribusi kekerasan yang merata. Hal ini mengakibatkan terbentuknya deformasi plastis yang merata dan menghasilkan elongasi yang tinggi ketika diberikan beban tarik.

Suatu sambungan las memiliki nilai regangan yang tinggi, sambungan tersebut bisa disebut ulet atau lunak. Sebaliknya, jika hasil sambungan las memiliki nilai regangan yang rendah, sambungan tersebut bisa disebut getas.

Pengaruh Kelembaban Pada Nilai 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.

Berdasarkan grafik pada Gambar 11, dapat diamati bahwa yang mempunyai nilai modulus elastisitas paling tinggi adalah kode spesimen Z variasi pengelasan malam hari dengan kelembaban 77% dengan nilai sebesar 46,969 MPa. Sedangkan yang mempunyai nilai modulus elastisitas paling rendah terdapat pada kode spesimen X variasi pengelasan pagi hari dengan kelembaban 84% dengan nilai 41,015 MPa. Semakin tinggi nilai modulus elastisitas maka material tersebut bisa dikatakan tidak elastis, begitu pula sebaliknya.

Pengaruh Kelembaban Pada Hasil Uji Impak

Pengujian *impact* bertujuan untuk mengetahui kegetasan atau keuletan suatu bahan uji yang akan diuji dengan cara pembebanan secara tiba-tiba terhadap benda yang akan diuji secara statik.

Berdasarkan Gambar 12 dapat dilihat bahwa kekuatan *impact* tertinggi yaitu pada spesimen Y yang memiliki nilai *impact* 89.42 J/mm², dan kekuatan *impact* terendah yaitu pada material Z dengan nilai *impact* 80.10 J/mm². Hasil ini senada dengan yang ditemukan oleh [14], yaitu Kelembaban relatif lingkungan pengelasan berpengaruh pada hasil pengelasan. Semakin tinggi kelembaban relatif lingkungan, hasil kekuatan impak semakin menurun. Penurunan kekuatan impak terjadi ketika kelembaban relatif semakin meningkat.

Peningkatan kelembaban akan meningkatkan kandungan hidrogen dalam sambungan las [15]. Hal ini menimbulkan jumlah porositas yang dapat mengurangi kemampuan sambungan las dalam menyerap energi impak, sehingga dapat disimpulkan bahwa pada pengelasan siang hari dengan kelembaban 53% memiliki rongga makro paling sedikit sehingga dapat menyerap energi impak dengan baik. Rongga makro terbentuk karena adanya porositas dalam sambungan las [16]. Maka dari itu, jumlah porositas yang semakin banyak akan mengurangi ketangguhan sambungan las.

Analisis data

Penelitian ini menggunakan teknik pengolahan data *Analysis Of Varian* (ANOVA) dengan mengolah data dari hasil perhitungan *impact tensile strength*, *elongation* dan *Modulus Young* dengan uraian sebagai berikut:

Tabel 6. Data ANOVA one-way *ultimate tensile strength*

Ultimate tensile strength	Sum of squares	df	Mean square	F	Sig.
Between groups	1499.275	2	749.638	0.611	0.573
Within groups	7356.070	6	1226.012		
Total	8855.346	8			

Tabel 7. Data ANOVA one-way *elongation*

Elongation	Sum of squares	df	Mean square	F	Sig.
Between groups	0.382	2	0.191	0.449	0.658
Within groups	2.553	6	0.426		
Total	2.936	8			

Tabel 8. Data ANOVA one-way *modulus young*

Modulus Young	Sum of squares	df	Mean square	F	Sig.
Between groups	582407.387	2	291203.694	0.518	0.620
Within groups	3375720.935	6	562620.156		
Total	3958128.323	8			

Tabel 9. Data ANOVA one-way *impact*

Impact	Sum of squares	df	Mean square	F	Sig.
Between groups	109.497	2	54.748	2.859	0.134
Within groups	114.913	6	19.152		
Total	224.410	8			

Uji Anova

Analisa data dengan menggunakan ANOVA diperlukan sebagai langkah awal untuk dapat melihat nilai perbedaan masing-masing variasi kelembaban udara pada setiap spesimen. Berikut ini adalah tabel pengamatan dengan proses analisa data *singelfactor (one way anova)* dengan menggunakan software IBM SPSS *Statistics*.

Asumsi :

Fhitung > Ftabel, maka H_0 ditolak dan H_1 diterima yang berarti variasi kelembaban udara pada pengelasan Aluminium 5052 berpengaruh signifikan mempengaruhi kekuatan tarik dan dampak material.

Fhitung < Ftabel, maka H_0 diterima dan H_1 ditolak yang berarti variasi kelembaban udara pada pengelasan Aluminium 5052 tidak signifikan mempengaruhi kekuatan tarik dan dampak material Berdasarkan tabel diatas Didapatkan hasil yang menunjukkan bahwa nilai Fhitung *tensile strength*, *elongation*, *modulus young*, *Impact* sebesar 0.611, 0.449, 0.518, dan 2.859 dengan diketahui Ftabel sebesar 5.14 pada df pembilang 2 dan df penyebut 6 dari peluang $0,95 \{1 - \alpha\}$, dimana nilai probabilitas $\alpha = 0,05$. Dalam hal ini Fhitung < Ftabel

(H_0 diterima dan H_1 ditolak), yang berarti variasi kelembaban udara pada pengelasan aluminium 5052 tidak berpengaruh signifikan pada kekuatan tarik dan kekuatan Impact.

KESIMPULAN

Berdasarkan hasil pengujian tarik dan pengujian dampak pada material aluminium 5052, kelembaban udara pada saat proses pengelasan sangat berpengaruh pada hasil kekuatan tarik dan kekuatan dampak pasca pengelasan. Pengelasan siang hari dengan kelembaban udara 53% mendapatkan sambungan las dengan kekuatan tarik yang paling tinggi sebesar 110.614 MPa. Sedangkan kekuatan tarik terendah yaitu pengelasan pagi hari kelembaban udara 84% sebesar 79.415 MPa, berarti mengalami penurunan kekuatan tarik sebesar 28%. Dari hasil uji dampak Pengelasan siang hari dengan kelembaban udara 53% mendapatkan sambungan las dengan kekuatan dampak yang paling tinggi sebesar 89.42 J/mm². Sedangkan kekuatan dampak terendah yaitu pengelasan malam hari kelembaban udara 77% sebesar 80.10 J/mm², berarti

mengalami penurunan kekuatan impak sebesar 10%. Semakin tinggi kelembaban udara pada saat proses pengelasan, maka hasil kekuatan tarik dan impak menurun. Hal ini terjadi karena semakin meningkatnya kelembaban udara, maka kandungan hidrogen juga akan meningkat. Peningkatan hidrogen mengakibatkan munculnya cacat porositas pada sambungan pengelasan karena terperangkapnya hidrogen pada *weld metal* pada saat proses pengelasan. Mengakibatkan adanya rongga pada *weld metal* serta mempengaruhi kekuatan tarik dan kekuatan impak pada material hasil pengelasan.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] W. R. M. Ilmi and N. Y. Nugroho NY. 2019. Sifat Fisik Dan Mekanik Sambungan Las Aluminium Dengan Variasi Proses Cleaning Action. [Seminar Nasional Kelautan XIV]. Surabaya; Universitas Hang Tuah.
- [2] D. Leśniak, A. Wassermann, M. Dziki, K. Zaborowski, and H. Jurczak. "Susceptibility for extrusion welding of AlMg alloys," *Archives of Civil and Mechanical Engineering*, vol 19, no. 1, pp, 20–31, 2019
- [3] P. E. Setyawan, Y. S. Irawan, and W. Suprpto. "Kekuatan tarik dan porositas hasil sambungan las gesek aluminium 6061 dengan berbagai suhu aging," *Rekayasa Mesin*, vol. 5, no. 2, pp. 141-148, 2014.
- [4] Huang, Y., Yuan, Y., Yang, L., Zhang, Z., & Hou, S. 2020. A study on porosity in gas tungsten arc welded aluminum alloys using spectral analysis. *Journal of Manufacturing Processes*, 57(March), 334–343.
- [5] Z. Yan, S. Chen, F. Jiang, W. Zhang, N. Huang, and R. Chen. "Control of gravity effects on weld porosity distribution during variable polarity plasma arc welding of aluminum alloys," *Journal of Materials Processing Technology*, vol. 282, no. March, p. 116693, 2020
- [6] P. D. Lee, A. Chirazi, and D. See. "Modeling microporosity in aluminum-silicon alloys: A review modeling microporosity in aluminum \pm silicon alloys: a review," *Journal of Light Metals*, vol. 5317, pp. 15-30, 2017.
- [7] HAN, Y. et al., "Influence of hydrogen embrittlement on impact property and microstructural characteristics in aluminum alloy weld," *Vacuum*, vol. 172, November 2019, pp. 1-8, 2020.
- [8] Syaripuddin. Studi Karakteristik Hasil Pengelasan MIG Pada Material Aluminium 5083. Jakarta: Universitas Negeri Jakarta, 2013.
- [9] W. Marthiana, Y. Mahyoedin, Duskiardi, and A. Rahim "Analisa pengaruh variasi arus listrik pengelasan terhadap kekuatan sambungan pengelasan mig pada material ST 37," *Jurnal Kajian Teknik Mesin*, vol.5, no.2, pp. 140-144, 2020.
- [10] A. Nurhafid, S. Jokosisworo and U. Budiarto. "Analisa pengaruh perbedaan feed rate terhadap kekuatan tarik dan impak aluminium 6061 metode pengelasan friction stir welding," *Jurnal Teknik Perkapalan*, vol. 5, no. 2, pp. 473-481, 2017
- [11] Fadhila and Reza. 2014. Buku Pengujian Bahan 1. Retrieved from: <https://sites.google.com/site/bukupengujianbahan1/referens>.
- [12] Y. Han, S. Xue, R. Fu, and P. Zhang. "Effect of hydrogen content in ER5183 welding wire on the tensile strength and fracture morphology of Al–Mg MIG weld," *Vacuum*, vol. 166, no. March, pp. 218-225, 2019.
- [13] D. F. Alfarizi. Pengaruh Kelembaban Dan Kecepatan Udara Ruang Pengelasan Terhadap Sifat Fisik Mekanik Sambungan Las GMAW Al-5083. [Skripsi]. Surakarta : Universitas Sebelas Maret, 2022.
- [14] I. Habibi, N. Muhayat, and Triyono. "Pengaruh lingkungan las terhadap kekuatan impak sambungan las aluminium AA1100," *Rekayasa Mesin*, vol. 12, no. 3, pp. 621-632, 2021
- [15] G. Gou, M. Zhang, H. Chen, J. Chen, P. Li, and Y. P. Yang. "Effect of humidity on porosity, microstructure, and fatigue strength of A7N01S-T5 aluminum alloy welded joints in high-speed trains," *Materials and Design*, vol. 85, pp. 309-317, 2015
- [16] H. Cetine, and M. Ayvaz. "Microstructure and mechanical properties of aa 5083 and aa 6061 welds joined with aisi5 and aisi12wires," *Materialpruefung/Materials Testing*, vol. 56, no. 10, pp. 884-890, 2014.