

**PENGARUH PENGELASAN *SHIELDED METAL ARC WELDING* (SMAW)
PADA KAMPUH I TERTUTUP DAN KAMPUH I TERBUKA TERHADAP
KEKUATAN TARIK DAN MIKRO STRUKTUR**

Hendrik Saputra¹⁾, Wisma Soedarmadji²⁾, Tulus Subagyo³⁾

Program Studi Teknik Mesin Universitas Yudharta Pasuruan
e-mail: 1saputra_hen@gmail.com, 2wisma@yudharta.ac.id, 3tulus@yudharta.ac.id

ABSTRAK

Teknologi pengelasan dan sambungan ini disebabkan karena bangunan dan mesin yang dibuat dengan teknik penyambungan menjadi ringan dan lebih sederhana dalam proses pembuatannya. Proses pengelasan tidak hanya berupa proses penyambungan, tetapi juga bisa berupa proses pemotongan dan *brazing*. Salah satunya jenis proses pengelasan adalah *Shielded Metal Arc Welding* (SMAW) merupakan suatu proses pengelasan dengan mencairkan material dasar dengan menggunakan panas dari listrik antara penutup metal (elektroda). Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengetahui hasil kekuatan tarik sambungan las *Shielded Metal Arc Welding* (SMAW) dari bentuk kampuh las I tertutup, dan bentuk kampuh las I terbuka. Metode yang digunakan dalam penelitian ini menggunakan metode analisa varian satu arah. Hasil penelitian ini adalah bahwa bentuk kampuh menunjukkan perbedaan yang tidak nyata terhadap kekuatan tarik plat baja yang dilakukan pengelasan *Shielded Metal Arc Welding* (SMAW). Hal ini didasari pada harga $F_{hitung} < F_{tabel}$ dengan taraf kesalahan $\alpha = 5\%$ pada tingkat kepercayaan 95% yang berarti bahwa bentuk kampuh yang berbeda menghasilkan kekuatan tarik yang sama. Hasil perhitungan uji lanjut disimpulkan bahwa bentuk kampuh I tertutup dan bentuk kampuh I terbuka tidak berpengaruh terhadap kekuatan tarik hasil lasan, hal ini dapat diketahui berdasarkan selisih rata-rata bentuk kampuh I tertutup dan bentuk kampuh I terbuka dengan BNT_{hitung} dengan taraf kesalahan $\alpha = 5\%$ menyatakan selisih rata-rata perlakuan kecil.

Kata kunci. Kekuatan tarik, Mikrostruktur

PENDAHULUAN

Teknologi pengelasan merupakan salah satu bagian yang tidak bisa dipisahkan dalam teknologi manufaktur. Ruang lingkup penggunaan teknologi pengelasan ini cakupannya meliputi rangka baja, perkapalan, jembatan, kereta api, pipa saluran dan lain sebagainya (Purwaka, 2010). Proses pengelasan bagian yang dilas menerima panas pengelasan dan selama proses berjalan suhunya berubah-ubah sehingga distribusi suhu tidak merata (Johansyah, 2004). Ada beberapa faktor pertimbangan yang perlu diperhatikan sebelum dilakukan pengelasan. Faktor-faktor pertimbangan tersebut adalah jadwal pembuatan, proses pembuatan, alat dan bahan yang diperlukan, urutan pelaksanaan, persiapan pengelasan (pemilihan mesin las, penunjukan juru las, pemilihan elektroda, penggunaan jenis kampuh) (Wiryosumarto, 2000).

Objek penelitian ini adalah hasil pengelasan *Shielded Metal Arc Welding* (SMAW) pada bentuk kampuh las I tertutup, dan bentuk kampuh las I terbuka, dimana objek penelitian adalah plat baja yang digunakan pada mesin penggiling kapuk. Permasalahan yang terjadi pada mesin penggiling kapuk terletak pada pisau gilingannya, yaitu hasil lasan pada pisau sering lepas atau patah sehingga mengganggu saat produksi berlangsung. pisau penggiling ini terhubung pada poros, apabila terjadi patah pada salah satu pisau maka mesin harus cepat dimatikan karena akan mengakibatkan kontak langsung dengan pisau lainnya, yang bisa menyebabkan percikan api. Sehingga permasalahan pada penelitian ini adalah a) Bagaimana

pengaruh kekuatan tarik hasil pengelasan *Shielded Metal Arc Welding* (SMAW) pada bentuk kampuh las I tertutup dan bentuk kampuh las I terbuka dan b) Bagaimana pengaruh mikro struktur bentuk kampuh las I tertutup dan bentuk kampuh las I terbuka.

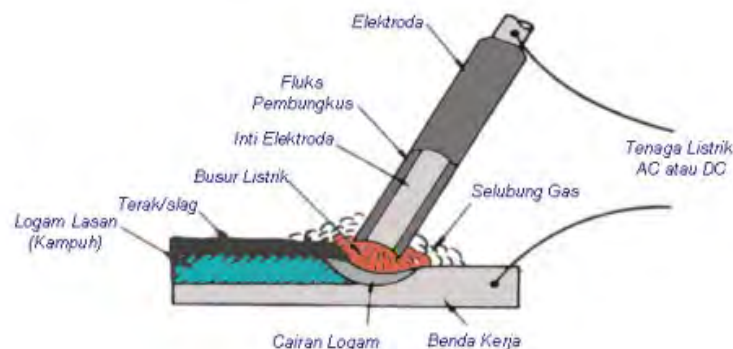
TINJAUAN PUSTAKA

Menurut Urif, (2016) bahwa kekuatan bending dan kekerasan pada pengelasan aluminium dengan menggunakan las SMAW (*Shielded Metal Arc Welding*) bertujuan untuk mengetahui kekuatan bending dan kekerasan pada pengelasan aluminium (Al) tipe 6063, dengan memvariasikan bentuk sambungan pengelasan, yang hasilnya nilai kekuatan bending tertinggi ditunjukkan oleh jenis kampuh I (tertutup) sebesar 201,8114 N/mm², kemudian kampuh I (terbuka) sebesar 166,2334 N/mm². Sedangkan hasil pengujian kekerasan menggunakan metode vickers pada bentuk kampuh I (terbuka) 40,766 kg/mm² dan pada bentuk kampuh I (tertutup) 42,877 kg/mm².

Rubijanto *et.al* (2012) melakukan penelitian yang menggunakan bahan dari plat baja dengan ketebalan plat 5 mm, elektroda yang digunakan jenis E7013. Posisi pengelasan dengan menggunakan posisi bawah tangan dengan arus pengelasan yang digunakan adalah 95A, 115A, 130A. Kampuh yang digunakan jenis kampuh I, jarak celah plat 1 mm, dan sudut kampuh 90°. Hasil penelitiannya disimpulkan bahwa kedalaman peleburan sambungan las berpengaruh terhadap kekuatan tarik, semakin tinggi arus las maka semakin dalam peleburan sambungan las dan semakin rendah arus las yang digunakan maka semakin dangkal peleburan sambungan las, Kekerasan sambungan las tertinggi di daerah HAZ karena ukuran butir daerah ini sangat halus dan kecil, sehingga banyak mengalami kecacatan pada arus terkecil, karena arus rendah tidak mampu melebur kawat elektroda yang besar dan logam induk yang tebal menjadikan banyak cacat pada permukaan logam.

Indar, (2012) menjelaskan bahwa pengelasan merupakan proses yang penting, baik ditinjau secara komersial maupun teknologi karena 1) Pengelasan merupakan penyambungan yang permanen 2) Sambungan las dapat lebih kuat daripada logam induknya, bila digunakan logam pengisi yang memiliki kekuatan lebih besar dari pada logam induknya 3) Pengelasan merupakan cara yang paling ekonomis dilihat dari segi penggunaan material dan biaya fabrikasi. Munir (2011) bahwa sebelum proses pengelasan dilakukan ada beberapa hal yang perlu diperhatikan antara lain: 1) Keselamatan, kesehatan kerja dan lingkungan 2) Kualitas hasil pengelasan 3) Perencanaan prosedur pengelasan pada beberapa jenis logam.

Marwanto (2007), *Shielded Metal Arc Welding* (SMAW) dikenal juga dengan istilah *Manual Metal Arc Welding* (MMAW) atau Las elektroda terbungkus adalah suatu proses penyambungan dua keping logam atau lebih, menjadi suatu sambungan yang tetap, dengan menggunakan sumber panas listrik dan bahan tambah/pengisi berupa elektroda terbungkus.

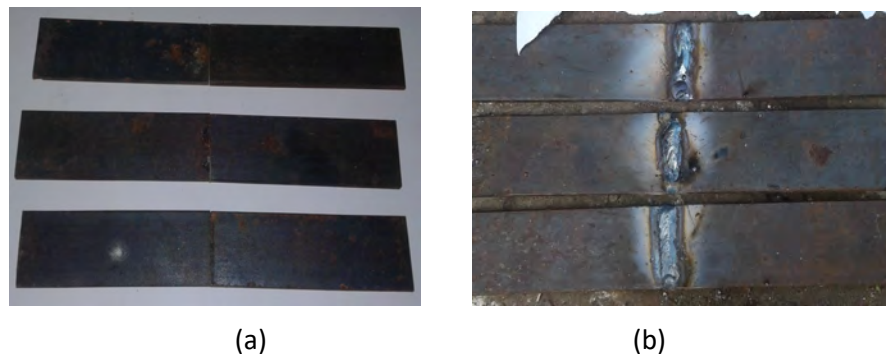


Gambar 1. Proses Pengelasan dengan elektroda terbungkus

Proses pengelasan dengan elektroda terbungkus ini ada kelebihan dan kekurangan dalam proses pengerjaannya, (Marwanto, 2007) yaitu kelebihan adalah: 1) Dapat dipakai dimana saja, diluar, dibengkel dan didalam air, 2) Dapat mengelas berbagai macam tipe dari material, 3) Set-up yang cepat dan sangat mudah untuk diatur, 4) Dapat dipakai mengelas semua posisi, 5) Elektroda mudah didapat dalam banyak ukuran dan diameter, 6) Perlatan yang digunakan sederhana, murah dan mudah dibawa kemana-mana, 7) Kebisingan rendah (rectifier), 8) Tidak terlalu sensitif terhadap korosi, oli dan gemuk sedangkan Kelemahannya adalah 1) Pengelasan terbatas hanya sampai sepanjang elektoda dan harus melakukan penyambungan, 2) Setiap akan melakukan pengelasan berikutnya slag harus dibersihkan, 3) Tidak dapat digunakan untuk pengelasan bahan baja non-ferrous, 4) Mudah terjadi oksidasi akibat pelindung logam cair hanya busur las dari fluks, 5) Diameter elektroda tergantung dari tebal pelat dan posisi pengelasan.

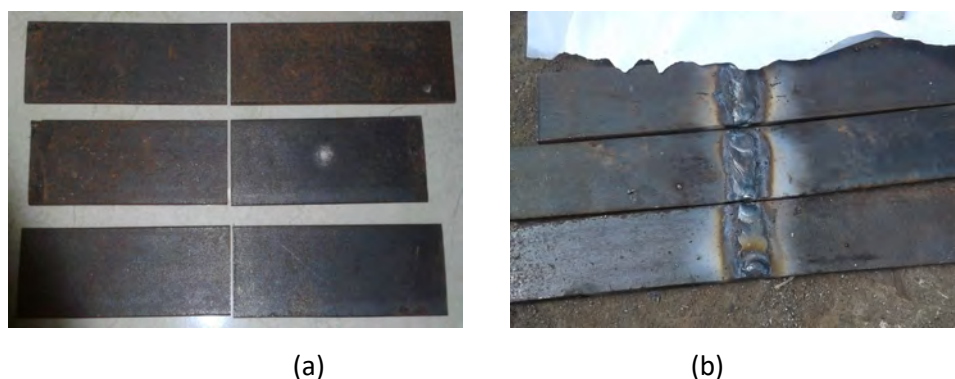
METODE PENELITIAN

Sebelum penelitian dilakukan ada beberapa tahapan yang harus dipersiapkan, diantaranya adalah: Pemotongan Benda Kerja, Pembentukan Benda Kerja, Pengelasan dan Pengujian Benda Kerja. Adapun gambar benda kerja sebelum dan setelah dilakukan pengelasan ditunjukkan pada gambar 2 dan gambar 3 dibawah ini. Dalam penelitian ini pengulangan dilakukan sebanyak 3 kali untuk masing-masing kampuh las dan dalam pengujiannya terdapat dua variasi kampuh las pada proses pengelasan yaitu kampuh las I tertutup dan kampuh las I terbuka sehingga jumlah total ada 6 kali pengujian tarik.



Gambar 2.

- a. Bentuk kampuh I tertutup sebelum di las
b. Bentuk kampuh I tertutup setelah di las



Gambar 3.

- a. Bentuk kampuh I terbuka sebelum di las
b. Bentuk kampuh I terbuka setelah di las

Metode analisa data yang dipergunakan dalam penelitian ini adalah analisa varian satu arah, tujuan untuk mendapatkan pemecahan terhadap masalah didalam melakukan suatu eksperimen yang terdiri dari dua atau lebih populasi ($k \geq 2$) yang didasarkan pada satu kriteria saja. Menurut (Vincent, 1991) metode ini akan diketahui ada tidaknya pengaruh variasi bentuk kampuh las terhadap kekuatan tarik bahan plat baja pada pengelasan SMAW, dengan menggunakan:

1. Perhitungan Jumlah Kuadrat Analisa Satu Arah

a. Perhitungan Kuadrat Total (JKT)

$$JKT = \sum_{i=1}^K \sum_{j=1}^n Y_{ij}^2 - \frac{T_{...}^2}{nk}$$

b. Perhitungan Kuadrat Perlakuan (JKA)

$$JKA = \frac{\sum_{i=1}^K T_i^2}{n} - \frac{T_{...}^2}{nk}$$

c. Jumlah Kuadrat Galat : $JKG = JKT - JKA$

2. Perhitungan Taksiran

a. Salah satu taksiran σ^2 yang didasarkan pada k-1 derajat kebebasan diberikan oleh rata-rata kuadrat perlakuan

$$S_1^2 = \frac{JKA}{k-1}$$

b. Taksiran σ^2 yang kedua dan bebas dari hipotesis di dasarkan pada k (n-1) derajat kebebasan diberikan oleh rata-rata kuadrat galat.

$$S^2 = \frac{JKG}{k(n-1)}$$

3. Perhitungan untuk menguji hipotesis

$$F_{hitung} = \frac{S_1^2}{S^2}$$

HASIL PEMBAHASAN

Pengambilan data pada spesimen benda kerja untuk bentuk kampuh I tertutup didapatkan seperti pada tabel 1 dibawah ini, setelah dilakukan perhitungan.



Gambar 4

a. Spesimen benda uji sebelum dilakukan uji tarik

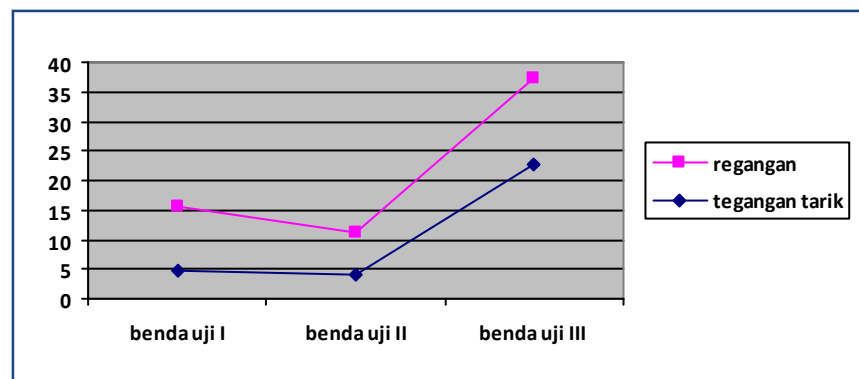
b. Spesimen benda uji setelah dilakukan uji tarik

Tabel 1. Data Hasil Uji Tarik dengan bentuk kampuh I Tertutup

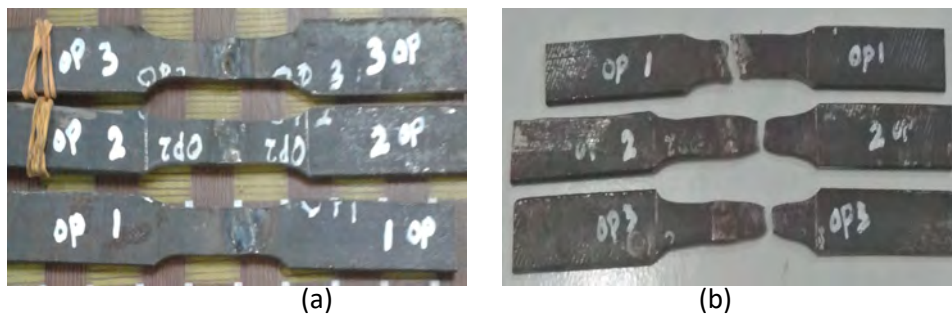
Spesimen	Beban (Kg)	Luas Penampang (mm ²)	Tegangan Tarik (Kg/mm ²)	L _f (mm)	L ₀ (mm)	Regangan (%)
1	2450	501,4	4,88	48,2	43,6	10,55
2	2725	681,03	4	51,7	48,3	7,04
3	2600	115	22,6	67,8	59,2	14,52

Sumber. Analisa Data, 2017

Pada tabel 1. menunjukkan bahwa untuk spesimen I tegangan tarik yang dihasilkan sebesar 4,88 kg/mm² dengan nilai regangan sebesar 10,55 %, untuk spesimen II mempunyai nilai tegangan tarik sebesar 4 kg/mm² dan nilai regangan sebesar 7,04 %, pada spesimen III tegangan tarik menunjukkan 22,6 kg/mm² dengan nilai regangan sebesar 14,52 %. Hal ini dapat ditunjukkan pada grafik 1 tentang hubungan tegangan tarik dan regangan dibawah ini.



Sedangkan pengambilan data pada spesimen benda kerja untuk bentuk kampuh I terbuka didapatkan seperti pada tabel 1 dibawah ini, setelah dilakukan perhitungan.



Gambar 5

- Spesimen benda uji sebelum dilakukan uji tarik
- Spesimen benda uji setelah dilakukan uji tarik

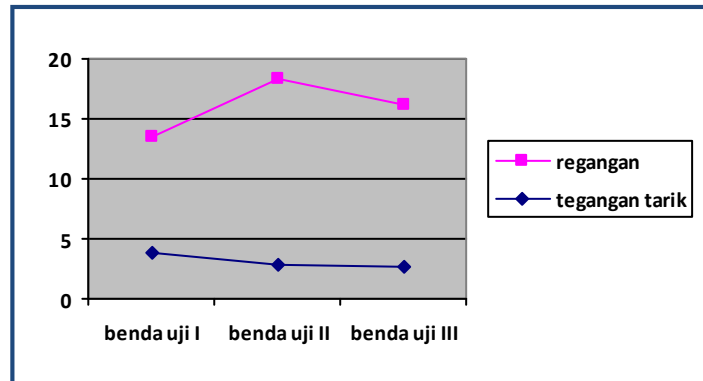
Tabel 2. Data Hasil Uji Tarik dengan bentuk kampuh I Terbuka

Spesimen	Beban (Kg)	Luas Penampang (mm ²)	Tegangan Tarik (Kg/mm ²)	L _f (mm)	L ₀ (mm)	Regangan (%)
1	3150	806,52	3,90	61,8	56,4	9,57
2	2600	904,96	2,87	81,6	70,7	15,42
3	2412	884,48	2,73	78,4	69,1	13,46

Sumber. Analisa Data, 2017

Pada tabel 2. menunjukkan bahwa untuk spesimen I tegangan tarik yang dihasilkan sebesar 3,90 kg/mm² dengan nilai regangan sebesar 9,57 %, untuk spesimen II mempunyai

nilai tegangan tarik sebesar 2,87 kg/mm² dan nilai regangan sebesar 15,42 %, pada spesimen III tegangan tarik menunjukkan 2,73 kg/mm² dengan nilai regangan sebesar 13,46 %. Hal ini dapat ditunjukkan pada grafik 2 tentang hubungan tegangan tarik dan regangan dibawah ini.



Untuk memperoleh hasil penelitian dari pengaruh bentuk kampuh las terhadap tegangan tarik pada plat baja yang dilas SMAW, maka dilakukan analisa varian satu arah yaitu:

1. Perhitungan Jumlah Kuadrat Analisa Satu Arah

a. Perhitungan Kuadrat Total (JKT)

$$\begin{aligned} \text{Tegangan Tarik } JKT &= \sum_{i=1}^K \sum_{j=1}^n Y_{ij}^2 - \frac{T_{...}^2}{nk} \\ &= (4,88)^2 + (4)^2 + (22,6)^2 + (3,90)^2 + (2,87)^2 + (2,73)^2 - \frac{(40,98)^2}{6} \\ &= 23,81 + 16 + 510,76 + 15,21 + 8,23 + 7,45 - 279,89 \\ &= 581,46 - 279,89 \\ &= 301,57 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Regangan } JKT &= \sum_{i=1}^K \sum_{j=1}^n Y_{ij}^2 - \frac{T_{...}^2}{nk} \\ &= (10,55)^2 + (7,04)^2 + (14,52)^2 + (9,57)^2 + (15,42)^2 + (13,46)^2 - \frac{(70,56)^2}{6} \\ &= 100,67 + 49,56 + 210,83 + 91,58 + 237,77 + 181,17 - 829,78 \\ &= 871,58 - 829,78 \\ &= 41,8 \end{aligned}$$

2. Perhitungan Kuadrat Perlakuan (JKA)

$$\begin{aligned} \text{Tegangan tarik } JKA &= \frac{\sum_{i=1}^K T_i^2}{n} - \frac{T_{...}^2}{nk} \\ &= \frac{(31,48)^2 + (9,5)^2}{3} - \frac{(40,98)^2}{6} \\ &= \frac{990,99 + 90,25}{3} - \frac{1679,36}{6} = 330,33 - 279,89 = 50,44 \end{aligned}$$

$$\text{Regangan } JKA = \frac{\sum_{i=1}^K T_i^2}{n} - \frac{T_{...}^2}{nk}$$

$$\begin{aligned}
&= \frac{(32,11)^2 + (38,45)^2}{3} - \frac{(70,56)^2}{6} \\
&= \frac{1031,05 + 1478,40}{3} - \frac{4978,71}{6} \\
&= 836,48 - 829,78 \\
&= 6,7
\end{aligned}$$

3. Jumlah Kuadrat Galat : $JKG = JKT - JKA$

☞ Kekuatan tarik

$$JKG = JKT - JKA = 301,57 - 50,44 = 251,13$$

☞ Regangan

$$JKG = JKT - JKA = 41,8 - 6,7 = 35,1$$

4. Perhitungan Taksiran

a. Salah satu taksiran σ^2 yang didasarkan pada k-1 derajat kebebasan diberikan

oleh rata-rata kuadrat perlakuan $S_1^2 = \frac{JK_A}{k-1}$

☞ Kekuatan tarik $S_1^2 = \frac{50,44}{3-1} = 25,22$

☞ Regangan $S_1^2 = \frac{6,7}{3-1} = 3,35$

b. Taksiran σ^2 yang kedua dan bebas dari hipotesis di dasarkan pada k (n-1)

derajat kebebasan diberikan oleh rata-rata kuadrat galat, yakni $S^2 = \frac{JKG}{k(n-1)}$

☞ Kekuatan tarik $S^2 = \frac{251,13}{3 \times (3-1)} = 41,8$

☞ Regangan $S^2 = \frac{35,1}{3 \times (3-1)} = 5,85$

5. Perhitungan untuk menguji hipotesis $F_{hitung} = \frac{S_1^2}{S^2}$

☞ Kekuatan tarik $F_{hitung} = \frac{S_1^2}{S^2} = \frac{25,22}{41,8} = 0,60$

☞ Regangan $F_{hitung} = \frac{S_1^2}{S^2} = \frac{3,35}{5,85} = 0,57$

Untuk mengetahui lebih lanjut perlakuan mana yang berpengaruh dan yang tidak berpengaruh, selanjutnya dilakukan uji beda nyata terkecil (BNT) dengan taraf kesalahan sebesar $\alpha = 5\%$. Untuk variasi satu arah bisa dilakukan dengan uji beda nyata terkecil yang mendasar pada uji t, dengan persamaan sebagai berikut: $BNT\alpha = T \frac{\alpha}{2} (V) \cdot \overline{SD}$ dimana

$$\overline{SD} = \sqrt{2 \frac{KTG}{n}} = \sqrt{2 \frac{41,8}{3}} = \sqrt{27,86} = 5,28.$$

sehingga untuk menghitung $BNT_{tarik} = T \frac{\alpha}{2} x \sqrt{2 \frac{KTG}{n}}$

$$= 6 \frac{0,05}{2} x \sqrt{2 \frac{41,8}{3}}$$

$$= 6 x 0,025 x \sqrt{27,8} = 0,15 x 5,27 = 0,79$$

Jadi rata-rata dikatakan berlainan jika selisih rata-ratanya paling tidak 0,79.

Untuk menghitung $BNT_{regangan} = T \frac{\alpha}{2} x \sqrt{2 \frac{KTG}{n}}$

$$= 6 \frac{0,05}{2} x \sqrt{2 \frac{5,85}{3}}$$

$$= 6 x 0,025 x \sqrt{3,9} = 0,15 x 1,97 = 0,29$$

Jadi rata-rata dikatakan berlainan jika selisih rata-ratanya paling tidak 0,29. Hasil dari uji beda nyata terkecil (BNT) disajikan pada tabel 3 dan tabel 4 dibawah ini.

Tabel 3. Uji hipotesa tegangan tarik bahan dengan bentuk kampuh

Bentuk kampuh I tertutup					Bentuk kampuh II terbuka					
No	x	x ²	$(x - \bar{x})$	$(x - \bar{x})^2$	No	x	x ²	$(x - \bar{x})$	$(x - \bar{x})^2$	
1	4,88	23,81	-26,6	707,56	1	3,9	15,21	-5,6	31,36	
2	4	16	-27,48	755,15	2	2,87	8,24	-6,63	43,95	
3	22,6	510,76	-8,88	78,85	3	2,73	7,45	-6,77	45,83	
	31,48	550,57		1541,56		9,5	30,9		121,14	
$\bar{x} = \frac{\sum x}{n} = \frac{31,48}{3} = 10,49$					$\bar{x} = \frac{\sum x}{n} = \frac{9,5}{3} = 1,67$					
Analisa ragam rancangan acak lengkap (RAL)										
Sumber ragam	Db	JK	KT	KK	F _{hitung}	F _{tabel} Taraf kesalahan 5%		F _{hitung} < F _{tabel}		
Perlakuan	2	50,44	25,22		0,60	5,14		0,60 < 5,14		
Galat	6	251,13	41,8							
Jumlah	8	301,57		37,06						
Uji Beda Nyata Terkecil (BNT)										
Perlakuan dengan bentuk kampuh	Perlakuan dengan bentuk kampuh		BNT _{hitung}		BNT _{koreksi}		BNT _{hitung} < BNT			
	I tertutup	I terbuka					0,79 < 8,82			
	Rataan	1,67	10,49							
I tertutup	10,49	8,82	0	8,82	0,79					
I terbuka	1,67	0	-8,82	8,82						

Tabel 4. Uji hipotesa regangan bahan dengan bentuk kampuh

Bentuk kampuh I tertutup					Bentuk kampuh II terbuka				
No	x	x ²	(x - $\bar{x}$)	(x - $\bar{x}$) ²	No	x	x ²	(x - $\bar{x}$)	(x - $\bar{x}$) ²
1	10,55	111,30	-0,15	0,0225	1	9,57	91,58	-3,25	10,56
2	7,04	49,56	-3,66	13,39	2	15,42	237,77	2,6	6,76
3	14,52	210,83	3,82	14,59	3	13,46	181,17	0,63	0,39
$\Sigma = 32,11$		$\Sigma = 371,69$				$\Sigma = 38,45$	$\Sigma = -510,52$		
$\bar{x} = \frac{\Sigma x}{n} = \frac{32,11}{3} = 10,70$					$\bar{x} = \frac{\Sigma x}{n} = \frac{38,45}{3} = 12,82$				

Analisa ragam rancangan acak lengkap (RAL)							
Sumber ragam	Db	JK	KT	KK	F _{hitung}	F _{tabel}	F _{hitung} < F _{tabel}
Taraf kesalahan 5%							
Perlakuan	2	6,7	3,35		0,57	5,14	0,57 < 5,14
Galat	6	35,1	5,85				
Jumlah	8	41,8		14,09			

Uji Beda Nyata Terkecil (BNT)

Perlakuan dengan bentuk kampuh	Perlakuan dengan bentuk kampuh		BNT	BNT _{koreksi}	BNT _{hitung} < BNT
	Rataan	I terbuka	I tertutup		0,29 < 2,12
I tertutup	10,70	- 2,12	0	2,12	0,29
I terbuka	12,82	0	2,12	2,12	

Hasil analisa varian satu arah pada tabel 3 dan tabel 4 terlihat bahwa pengaruh bentuk kampuh menunjukkan perbedaan yang tidak nyata terhadap kekuatan tarik plat baja yang dilakukan pengelasan *Shielded Metal Arc Welding* (SMAW). Hal ini didasari pada harga $F_{hitung} < F_{tabel}$ dengan taraf kesalahan $\alpha = 5\%$ pada tingkat kepercayaan 95% yang berarti bahwa bentuk kampuh yang berbeda menghasilkan kekuatan tarik yang sama.

Hasil perhitungan uji lanjut disimpulkan bahwa bentuk kampuh I tertutup dan bentuk kampuh I terbuka tidak berpengaruh terhadap kekuatan tarik hasil lasan, hal ini dapat diketahui berdasarkan selisih rata-rata bentuk kampuh I tertutup dan bentuk kampuh I terbuka dengan BNT_{hitung} dengan taraf kesalahan $\alpha = 5\%$ menyatakan selisih rata-rata perlakuan kecil.

Diterimanya hipotesa diduga terjadi perubahan ikatan ion didalam kandungan material plat baja pada saat terjadi proses pengelasan, hal ini menyebabkan pengaruh panas yang dihasilkan saat pengelasan cukup tinggi. Pengaruh panas pada proses pengelasan memiliki peranan yang sangat penting karena besar panas (HAZ) pada pengelasan dapat ditandai dengan terjadinya perubahan ikatan ion didalam plat baja tersebut.

Proses pengelasan dengan arus 100 A dalam penelitian ini untuk bentuk kampuh I tertutup terjadi perubahan sifat mekanis dari bahan yaitu kekuatan tarik semakin tinggi dan bentuk kampuh I terbuka terjadi perubahan sifat mekanis dari bahan yaitu kekuatan tarik semakin menurun. Kedua bentuk kampuh ini dilakukan pendinginan secara perlahan-lahan di udara bebas, hal ini dapat menyebabkan ikatan ion didalam kandungan material semakin berkurang.

KESIMPULAN

Hasil penelitian pengaruh pengelasan *Shielded Metal Arc Welding* (SMAW) pada kampuh I tertutup dan kampuh I terbuka terhadap kekuatan tarik dan mikro struktur yang telah dilakukan dengan menggunakan metode analisa varian satu arah dapat disimpulkan bahwa:

- ☞ Bentuk kampuh I tertutup dan bentuk kampuh I terbuka pada plat baja yang digunakan sebagai pisau penggiling kapuk tidak mengalami pengaruh yang signifikan.
- ☞ Perlakuan pengelasan *Shielded Metal Arc Welding* (SMAW) terhadap bentuk kampuh I tertutup dan bentuk kampuh I terbuka terhadap kekuatan tarik tidak mengalami perubahan yang signifikan.
- ☞ Perlakuan pengelasan *Shielded Metal Arc Welding* (SMAW) terhadap mikro struktur pada plat baja sebagai pisau penggiling kapuk sangat mempengaruhi sifat mekanis dari bahan tersebut, hal ini disebabkan karena dilakukan pendinginan secara perlahan-lahan di udara bebas.

DAFTAR PUSTAKA

- Indar, 2012, Dasar-dasar pengelasan, Autodesk Institut Sains & Teknologi Akprind Yogyakarta.
- Johansyah, A, 2004, *Pengaruh variasi bentuk kampuh las V, double V dan U terhadap kekuatan tarik las pada plat baja konstruksi*, Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Malang.
- Munir M, 2011, Las dan Pematrian, PT. Skripta Media Creative Yogyakarta.
- Marwanto Arif, (2007), *Shield Metal Arc Welding Materi Pelatihan Life Skill*, Jurusan Pendidikan Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Negeri Yogyakarta.
- Purwaka E. A. Ibrahim, 2010, *Shielded Metal Arc Welding* (SMAW) diakses pada tanggal 04 April 2010.
- Urip Prasmayobi, 2016, *Studi Kekuatan Bending Dan Kekerasan Pada Pengelasan Aluminium Dengan Menggunakan Las SMAW (Shielded Metal Arc Welding)*, Jurusan Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Halu Oleo Kendari.
- Vincent Gaspersz, Dr, Ir, 1991, Metode Perancangan Percobaan, CV.Armico Bandung.
- Wiryosumarto, H., 2000, *Teknologi Pengelasan Logam*, Erlangga, Jakarta.