EKSPERIMENTAL KECEPATAN ELEKTRODA LAS BUSUR LISTRIK MENGGUNAKAN *SLIDING ADAPTIVE TWO AXIS* PADA SAMBUNGAN *MILD STEEL* ASTM A36

Radinal Fernandes[1], Yohanes[2],
Laboratorium Teknologi Produksi, Jurusan Teknik Mesin, Fakultas Teknik Universitas Riau
[1]radinal.fernandes3616@student.unri.ac.id, [2] yohanes_tmesin@yahoo.com

Abstract

This study aims to determine the ideal welding speed in Shield Metal Arc Welding with 1G position on ASTM A36 mild steel welding using a Sliding adaptive Two Axis With Speed Control system. Welding is done automatically and the welding speed is adjusted using the Speed Control. For each welding process, the welding speed can be adjusted according to the welding conditions, such as to a different current or polarity. The output of the Sliding Adaptive Two Axis With Speed Control system is in the form of speed data in mm / s stored in data log. The results of welding are carried out three tests, namely the Visual Test, Penetrant Test, and Tensile Test, the test is carried out to determine which specimen is the best. Experiments were carried out using an Esab AWS E6013 electrode with a diameter of 3.2 mm and using an AC (Alternating Current) with three variations of current strength. From the results of experiments carried out at a current strength of 90 A, the ideal welding speed is 2.88 mm / s with a tensile strength value of 434.00 MPa, for a current strength of 105 A it is obtained 3.56 mm / s with a tensile strength value of 434.0 MPa and for a current strength of 120 A obtained an ideal welding speed of 4.23 mm / s with a tensile strength value of 487.65 MPa.

Keywords: *Sliding adaptive Two Axis With Speed Control, alternating current, data log, 1G*

1. Pendahuluan

Pengelasan *(welding)* adalah salah satu teknik penyambungan logam dengan cara mencairkan sebagian logam induk dan logam pengisi dengan atau tanpa tekanan dan dengan atau tanpa logam penambah sehingga menghasilkan sambungan yang utuh [1]. Proses pengelasan SMAW memiliki beberapa variabel yang harus ditetapkan dan disesuaikan, sehingga suatu kualitas sambungan dengan proses pengelasan sesuai standar yang dipersyaratkan oleh suatu lembaga internasional yang berkaitan dengan pekerjaan las. Variabel pengelasan sangat menentukan kualitas hasil pengelasan seperti bahan tambah yang sesuai, pemilihan arus yang digunakan pada mesin harus disesuaikan agar pelelehan bahan tambah menjadi sempurna, serta posisi dan kecepatan pengelasan yang harus tepat. Pemilihan variabel-variabel tersebut tergantung pada benda kerja dan keahlian dari operator yang melakukannya, sehingga penetapan variabel tersebut dapat berubah-ubah terutama dalam hal pemilihan arus dan kecepatan pengelasan [2], namun dengan adanya alat *sliding adaptive* untuk sudut pengelasan dan kecepatan pengelasan dapat diatur.

Pada tahun 2018 Widodo Suwanda merancang alat pengelasan otomatis yaitu *sliding adaptive vertical*, dimana pada alat ini memiliki satu sumbu yaitu sumbu vertikal [1]. Pada mesin *Sliding adaptive vertical* ini memiliki beberapa kekurangan seperti hasil pengelasan yang kurang optimal dan hanya dapat melakukan pengelasan 1G. Oleh sebab itu pada tahun 2019 Johannes mengembangkan Mesin las *Sliding adaptive vertical* menjadi *Sliding Adaptive Two Axis*, alat ini memliki kelebihan dibanding *Sliding Adaptive vertical*, dikarenakan *Sliding Adaptive Two Axis* memiliki dua sumbu yaitu sumbu x dan y dimana pergerakan sumbu x dan y digerakkan oleh dua *motor stepper* sehingga dapat melakukan pengelasan lebih optimal. Pada *Sliding Adaptive Two Axis* telah dilakukan penelitian oleh Ivan Fadillah pada tahun 2019 mengenai Pengaruh Kuat Arus Dan Kecepatan Pengelasan Smaw *Sistem Sliding Adaptive Two Axis* Terhadap Hasil Pengelasan Baja Karbon Rendah [3], pada penelitian ini saat proses pengelasan kecepatan pengelasan bergerak secara konstan, karena nilai kecepatan yg diinputkan pada program sifatnya tetap untuk satu kali proses pengelasan. Oleh sebab itu *Sliding Adaptive Two Axis* dikembangkan lagi menjadi *Sliding Adaptive Two Axis With Speed Control.* Dengan menggunakan *Sistem Sliding Adaptive Two Axis With Speed Control* untuk menggantikan *welder*, operator dapat mengatur dan menyesuaikan kecepatan untuk setiap pengelasan agar memperoleh hasil yang lebih baik. Dapat disimpulkan bahwa kecepatan pengelasan merupakan variabel yang sangat penting dalam proses pengelasan, oleh sebab itu perlu diketahui berapa kecepatan pengelasan yang sesuai dengan kuat arus pengelasan yang digunakan untuk memperoleh hasil yang optimal.Oleh sebab itu itu perlu dilakukan penelitian untuk mencari kecepatan pegelasan yang ideal agar menghasilkan pengelasan yang optimal dan

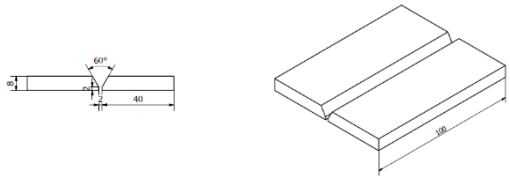
mengetahui faktor-faktor yang mempengaruhi kecepatan pengelasan.

2. Metodologi

Dalam penelitian ini pengelasan dilakukan dengan menggunakan alat sisitem *sliding adaptive two axis with speed control*. Saat proses pengelasn kecepatan pengelasan diatur menggunakan *speed control*, sesuai dengan keadaan atau kondisi dan parameter yang digunakan. Berikut tahapan pada penelitian ini.

2.1 Pembuatan Benda kerja

Dimensi benda kerja yang digunakan yaitu 100 mm x 80 mm x 8 mm dengan bahan Mild steel dengan standar ASTM A36, dengan kampuh 60^o dan dengan sudut pengelasan sebesar 70^o, dimensi specimen dapat dilhat pada Gambar 1.



Gambar 1 Dimensi Spesimen

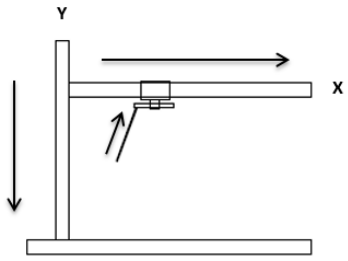
2.2 *Sliding Adaptive Axis Wth Speed Control*

Pengelasan menggunakan sistem *sliding adeptive two axis with speed control* adalah pengembangan dari sistem *sliding adaptive two axis* oleh Johannes, dkk. 2019. Dimana pada *sliding adeptive two axis* ini mempunyai sumbu verikal dan sumbu harizontal dimana prinsip kerja dari alat ini adalah dengan menggunakan bahasa pemrograman dari sistem *control* arduino tersebut. Dimana input yang dimasukan pada aplikasi *software* menggunakan laptop atau sejenisnya akan dibaca dan diterjemahkan oleh arduino sehingga arduino akan mengirimkan sinyal kepada *driver* agar menjalankan perintah yang diberikan untuk menggerakan motor sesuai arahnya. Perintah-perintah yang diberikan ke *driver* akan disambungkan ke penggerak berupa motor, penggerak yang akan melaksanakan kerja yang diberikan untuk memutar poros ulir sehingga akan terjadi pergerakan baik sumbu X, dan Y yang mana kecepatan pergerakannya dapat diatur menggunakan *speed control* [4], alat pengelasan sistem *sliding adaptive two axis* dapat dilihat pada Gambar 2.

Gambar 2 *Sliding adaptive two axis with speed control*

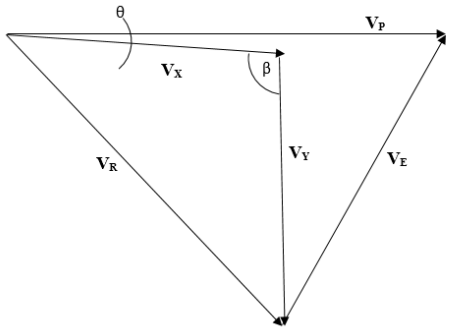
2.3 Pengambilan data

Pada penelitian ini metode pengambilan data dilakukan secara eksperimental pada pengelasan SMAW dengan sistem sliding adeptive two axis with speed control dengan variasi kuat arus 90 A, 105 A dan 120 A. Pengelasan dilakukan menggukan elektroda Esab AWS E6013 diameter 3.2 mm dengan arus AC. Kecepatan pengelasan sistem *sliding adaptive two axis with speed control* dapat ditentukan dengan cara berikut:



Gambar 3 Pergerakan *Sliding*

Untuk mencari nilai kecepatan pengelasan dapat dicari menggunakan persamaan Vektor. Perlu diketahui bahwa, pada alat pengelasan otomatis sistem *sliding adaptive two axis* ini memiliki kemiringan pada lengan Horizontalnya, hal ini disebabkan oleh tidak adanya penahan pada sisi lengan lainnya sehingga beban pada lengan Horizontal dapat menyebabkan kemiringan pada sumbu x. Besar sudut kemiringan sumbu x (θ) yaitu 3.07^o. Berdasarkan Gambar 3 jika digambarkan dalam vektor dan dengan memasukkan kemiringan sumbu x dapat dilihat pada Gambar 4.



Gambar 4 Vektor *sliding adaptive two axis*

Dimana :

V_X = Kecepatan Sumbu X
V_Y = Kecepatan Sumbu Y
V_R = Resultan Kecepatan *Sliding*
V_E = Kecepatan Habis Elektroda
V_P = Kecepatan Pengelasan

Berikut merupakan tahapan untuk mencari besar nilai kecepatan pengelasan menggunakan persamaan vektor :

a. Terlebih dahulu tentukan besar nilai V_R dengan menggunakan nilai V_X dan nilai V_Y. Nilai V_X dan V_Y daidapat dari pencatatan data loger.
   Nilai V_R dapat dicari menggunakan persamaan berikut :

$$V_R = \sqrt{V_X^2 + V_Y^2 + 2V_X V_Y \cos \beta}$$

b. Setelah mendapatkan nilai $V_{R,}$, nilai V_P dapat ditentukan dengan menggunakan nilai V_R dan nilai V_E, nilai V_E didapat dari pengukuran habis elektroda terhadap waktu pengelasan.

3. Hasil

Hasil akhir yang diperoleh dari penelitian ini yaitu rekomendasi kecepatan pengelasan yang sesuai dengan menggunakan alat pegelasan otomatis dengan sistem *Sliding Adaptive Two Axis Aith Speed Control*. Pada penelitian ini menggunakan elektroda Esab AWS 6013 dengan sudut pengelasn 70^o. Arus yang digunakan adalah arus AC dengan kuat arus 90 A, 105 A dan 120 A. Dari hasil eksperimen yang dilakukan diperoleh data yang dapat dilihat pada Tabel 1.

Tabel 1 Data Kecepatan

Kuat Arus (A)	Spesimen	Waktu (s)	Kecepatan Sumbu Rata-rata (mm/s)		Resultan sliding	V_E (mm/s)	V_P (mm/s)
			X	Y			
90 A (Tes)	1	-	gagal		-	-	-
	2	-	gagal		-	-	-
	3	32	1.2	2.85	3.03	4.38	2.88
	4	31	1.22	3	3.18	4.68	3.09
	5	29	1.22	3.18	3.34	4.93	3.26
	6	30	1.24	3.12	3.30	4.87	3.22
	7	31	1.22	3.02	3.20	4.84	3.21
105 (A)	1	24	1.34	4.04	4.19	6.33	4.20
	2	28	1.17	3.35	3.49	5.36	3.56
	3	26	1.19	3.65	3.78	5.38	3.54
	4	26	1.22	3.64	3.78	5.88	3.92
	5	23	1.22	3.45	3.60	6.30	4.30
120 A (B)	1	25	1.47	3.68	3.89	6.00	3.99
	2	26	1.39	3.53	3.72	5.96	3.99
	3	21	1.24	3.84	3.97	6.10	4.05
	4	22	1.26	3.99	4.12	6.36	4.23
	5	18	1.4	4.13	4.29	6.78	4.52

3.1 *Heat Input*

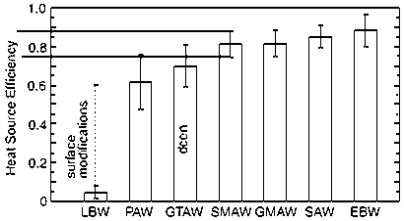
Kualitas hasil pengelasan dipengaruhi oleh energi panas yang berarti dipengaruhi juga oleh arus las, tegangan dan kecepatan pengelasan. Hubungan antara ketiga parameter tersebut menghasilkan energi pengelasan yang dikenal dengan *Heat Input* atau masukan panas [6]. Untuk memperoleh masukan panas yang sebenarnya dari suatu proses pengelasan, dikalikan dengan efisiensi proses (η) sehingga persamaan *Heat input* dituliskan sebagai berikut :

keterangan :

$$\text{HI (} \textit{heat input} \text{)} = \frac{\eta \times E \times I}{v}$$

HI = *Heat Input* (J/mm)
η = Efesiensi (%)
E = Tegangan las (volt)
I = Kuat Arus (ampere)
v = Kecepatan pengelasan (mm/s)

Nilai efesiensi tergantung dari jenis pengelasan yang digunakan. Gambar 5 menunjukkan nilai efesiensi *heat input* untuk jenis pengelasan yang digunakan.



Gambar 5 Efisiensi Pengelasan [5]

Berikut merupakan contoh perhitungan untuk mencari nilai *Heat Input* pengelasan pada spesimen A2.

Dikehahui :

Spesimen A2

η = 0.8

E = 24 v

I = 105 A

v = 3.56 mm/s

Jawab :

$$HI = \frac{\eta \times E \times I}{v}$$

$$HI = \frac{0.8 \times (24\ V) \times (105\ A)}{3.56\ mm/s}$$

HI = 566.60 J/mm

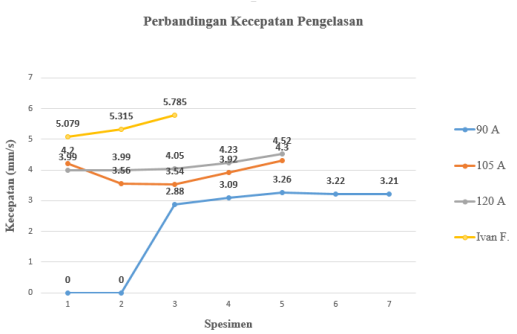
Jadi besar nilai *heat input* pada spesimen A2 yaitu 566.60 J/mm, setelah dilakukan perhitungan *Heat input* pada semua spesimen diperoleh data *heat input* yang dapat dilihat pada Tabel 2.

Tabel 2 Data *Heat input*

Spesimen	Kuat Arus (A)	Efisiensi (%)	Tegangan (Volt)	Kecepatan Pengelasan (mm/s)	Heat Input (J/mm)
Tes 3	90	0.8	24	2.88	599.40
Tes 4				3.09	559.43
Tes 5				3.26	530.56
Tes 6				3.22	537.46
Tes 7				3.21	538.81
A1	105			4.20	480.34
A2				3.56	566.60
A3				3.54	568.82
A4				3.92	514.62
A5				4.30	469.29
B1	120			3.99	577.74
B2				3.99	577.84
B3				4.05	569.18
B4				4.23	544.62
B5				4.52	509.43

3.2 Perbandingan Kecepatan Pengelasan

Berikut merupakan perbandingan kecepatan pengelasan yang diperoleh pada penelitian ini dengan kecepatan pengelasan penelitian sebelumnya oleh Ivan Fadillah (2019).



Gambar 6 Grafik perbandingan kecepatan pengelasan

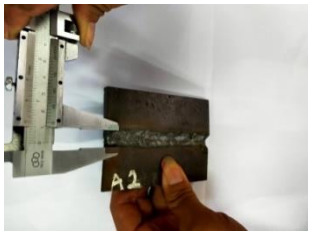
Jika dilihat dari grafik perbandingan kecepatan pengelasan penelitian saat ini dengan penelitian Ivan Fadillah (2019), kecepatan pengelasan Ivan Fadillah (2019) memiliki kecepatan pengelasan yang relatif sama untuk setiap variasi pengelasannya. Hal ini dapat disebabkan oleh *sliding adaptive two axis* yang digunakan Ivan Fadillah (2019) belum menggunakan *speed control* dimana input program kecepatan konstan untuk satu kali proses pengelasan dan juga pada peneliatian Ivan Fadillah kecepatan pengelasan yang digunakan telah ditentukan sebelumnya dengan tiga variasi kecepatan pengelasan yang sama digunakan untuk tiga variasi kuat arus pengelasan. Berbeda dengan menggunakan *speed control* kecepatan pengelasan dapat disesuaikan dengan kondisi pengelasan dengan mencari kecepatan pengelasan yang sesuai sehingga kecepatan pengelasan yang didapat untuk setiap kuat arus yang digunakan memilki kecepatan pengelasan yang berbeda.

3.3 Pembahasan

Pada penelitian ini dilakukan beberapa pengujian diantaranya:

3.3.1 Pengujian Visual

Pengujian visual dilakukan untuk mengetahui lebar hasil pengelasan, Setelah dilakukan pengelasan untuk setiap specimen pengujian pertama yang dilakukan yaitu pengujian Visual dengan melihat dan mengukur hasil pengelasan menggunakan jangka sorong.



Gambar 7 Pengukuran lebar deposit las

Tabel 3 Hasil pengujian visual

Spesimen	Kuat Arus (A)	Tegangan (V)	Sudut Elektroda	Lebar Pengelasan (mm)			
				1	2	3	4
1	90 (Tes)	24	70°	Gagal			
2				Gagal			
3				-	7.5	7	7
4				Gagal			
5				Gagal			
6				Gagal			
7				Gagal			
1	105 (A)			Gagal			
2				9.2	9.4	9.4	9
3				6.3	6.5	6.5	6
4				6.4	7.1	7.6	8
5				-	9.2	9.4	-
1	120 (B)			Gagal			
2				9	9.7	-	-
3				8.2	9.7	9.8	-
4				9.4	9.5	9.5	-
5				8.8	9.5	9.6	-

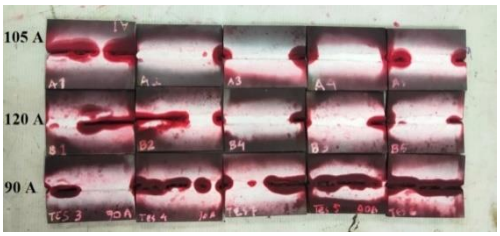
Pada hasil pengujian terdapat beberapa spesimen yang gagal atau tidak layak. Spesimen yang dikatakan gagal pada pengujian visual dikarenakan memiliki cacat las dan pengelasan yang tidak sempurna. Dapat dilahat pada Gambar 8 deposit las tidak mengisi bagian kampuh dengan sempurna, hal ini disebabkan oleh beberapa faktor diantaranya :

Gambar 8 Cacat pengelasan

a. Posisi elektroda tidak tepat
   Posisi elektroda tidak tepat yang dimaksud yaitu posisi elektroda terhadap benda kerja, seperti elektroda tidak tegak lurus dan posisi elektroda tidak sejajar dengan kampuh.
b. Posisi benda kerja tidak tepat
   Posisi benda kerja sangat berpengaruh pada pengelasan apa bila posisi benda kerja tidak sejajar atau peletakan benda kerja tidak rata pada meja kerja juga dapat mempengaruhi hasil pengelasan dan menjadikannya cacat.
c. Kecepatan sumbu x dan y tidak sesuai
   Kecepatan sumbu x dan y tidak sesuai yang dimaksud yaitu kecepatan antara sumbu x dan sumbu y tidak sesuai atau tidak selaras. Misalnya seperti sumbu x terlalu lambat dan sumbu y terlalu cepat dapat menyebabkan busur pengelasan terlalu dekat ke benda kerja sehingga menyebabkan elektroda menempel pada logam isian dan hasil pengelasan akan cacat, dan apabila sumbu y terlalu lambat maka busur pengelasan akan terlalu tinggi akan menyebabkan logam isiaan tidak tepat mengisi kampuh dan juga dapat menyebabkan *Over spatter*.
d. Jarak ujung Elektroda ke Spesimen
   Jarak antara ujung elektroda dan benda kerja sangat berpengaruh pada hasil pengelasan. Apabila jarak terlalu besar akan mengakiban busur las akan semakin tinggi sehingga dapat menyebabkan *over spatter* apabila jarak terlalu dekat dapat menyebabakan pengelasan menjadi tembus dan dapat menyebabkan busur las tidak menyala serta elektroda menjadi lengket.

3.3.2 Uji *penetrant*

Pada pengujian *penetrant* dilakukan untuk melihat cacat pada permukaan pengelasan. Setelah dilakukan pengujian penetran pada semua sampel maka hasil pengujian *penetrant* dapat dilihat pada Gambar 9.

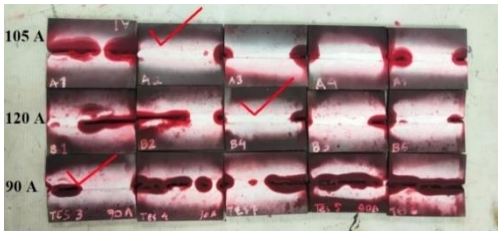


Gambar 9 Hasil Uji *Penetrant*

Dari hasil uji *penetrant* dapat dilihat cacat–cacat pengelasan pada bagian permukaan benda kerja, pada bagian yang berwarna merah pekat merupakan cacat pengelasan. Cacat pengelasan yang terjadi yaitu cacat berupa kekosongan pada kampuh yang tidak terisi dengan sempurna oleh deposit las. Sedangkan area yang berwarna putih disepanjang kampuh merupakan pengelasan yang baik, semakin sedikit bagian yang berwarna merah pekat berarti pengelasan tersebut semakin baik.

Pengelasan dengan dengan kuat arus 90 A jenis arus AC menggunakan alat pengelasan sistem *sliding adaptive two axis with speed control* tidak direkomendasikan, karena hasil pengelasan banyak yang mengalami kegagalan. Hal ini disebabkan oleh kuat arus yang terlalu rendah sehingga menyebabkan deposit las tidak mengisi tepat pada kampuh. Pemilihan spesimen untuk uji tarik dipilih

berdasarkan hasil pengujian visual dan *penetrant*. Pemilihan spesimen berdasarkan uji visual berpedoman pada Wiryosumarto, H. 2000, kecepatan yang sesuai adalah bila menghasilkan deposit las yang baik, dengan tinggi maksimal sama dengan diameter elektoda dan lebar tiga kali diameter elektroda [7]. Sehingga lebar pengelasan pada penelitian ini sebesar 3 x 3.2 mm = 9.6 mm dan spesimen yang dipilih dari uji *penetrant* berdasarkan spesimen yang paling sedikit memiliki bercak merah pekat atau yang memiliki sedikit cacat. Sehingga spesimen yang terpilih untuk uji tarik dapat dilihat pada Gambar 10.



Gambar 10 Pemilihan spesimen Uji Tarik

3.3.3 Uji Tarik

Pengujian tarik dilakukan dengan tujuan untuk mengetahui nilai kekuatan tarik pada sambungan pengelasan. Pada pengujian tarik ini menggunakan standar JIS Z 2201 No. 7. Dengan melakukan pengujian tarik akan diperoleh kekuatan tarik dan kekuatan luluh pada sambungan pengelasan, hasil pengujian tarik pada sambungan pengelasan dapat dilihat pada Tabel 4.

Tabel 4 Hasil uji tarik

Spesimen	Area (mm^2)	Max. Force (N)	0.2 % Y.S (N/mm^2)	Yield Strength (N/mm^2)	Tensile Strength (MPa)	Elongation (%)
Tes3 (90 A)	10.560	4583.04	107.81	127.90	434.00	34.16
A2 (105 A)	10.880	5037.98	125.07	252.06	463.05	34.16
B4 (120 A)	10.540	5139.83	272.84	272.84	487.65	34.16
Logam dasar	11.055	4812.46	303.22	303.22	435.32	87.62

Dari Tabel 4 diperoleh kekuatan tarik tertinggi pada sambungan las dengan kuat arus 120 A dengan nilai 487.65 MPa dan terendah pada sambungan las dengan kuat arus 90 A dengan nilai 434.00 MPa. Jika kekuatan tarik logam dasar dibandingkan dengan kekuatan tarik sambungan las, pada kuat arus 90 A memilkiki kekuatan tarik sedikit lebih rendah jika dibandingkan dengan kekuatan tarik logam dasar, hal ini disebabkan oleh kuat arus yang terlalu kecil sehingga menyebabkan pengelasan kurang sempurna. Apabila kekuatan tarik sambungan las dibandingkan dengan kekuatan tarik spesifikasi material dasar (Gambar 11), kekuatan Tarik sambungan las masih masuk dalam rentang kekutatan tarik spesifikasi material dasar, dan jika dilihat dari patahan spesimen uji tarik patahan pada spesimen pengelasan tidak berada pada bagian logam las sedangkan spesimen tanpa pengelasan patahan terdapat pada bagian tengah spesimen hal ini menyatakan bahwa logam las lebih kuat dibandingkan dengan logam dasarnya. Sehingga dapat disimpulkan bahwa pengelasan pada penelitian ini cukup baik.

Plates, Shapes,[B] and Bars:	
Tensile strength, ksi [MPa]	58–80 [400–550]
Yield point, min, ksi [MPa]	36 [250][C]
Plates and Bars[D,E]:	
Elongation in 8 in. [200 mm], min, %	20
Elongation in 2 in. [50 mm], min, %	23
Shapes:	
Elongation in 8 in. [200 mm], min, %	20
Elongation in 2 in. [50 mm], min, %	21[B]

Gambar 11 *Tensile Requirements* ASTM A36 [8]

Perbedaan nilai kekuatan tarik ini dapat disebabkan oleh beberapa faktor, yang paling mempengaruhi yaitu besarnya kuat arus pengelasan. Apabila semakin besar kuat arus pengelasan maka nyala busur pengelasan akan semakin besar dan panas yang dihasilkan dari pengelasan juga semakin besar, hal ini menyebabkan pencairan logam induk dan logam pengisi (elektroda) akan semakin banyak. Hal ini sangat mempengaruhi pengisian kampuh dan penetrasi pengelasan, pencairan logam induk dan logam pengisi yang baik akan mengasilkan pengelasan yang baik dan padat. Apabila kuat arus terlalu besar juga tidak baik hal ini akan mengakibatkan rusaknya benda kerja seperti benda kerja akan menjadi tembus dan tidak mengisi bagian kampuh, jika kuat arus terlalu rendah maka pencairan logam induk dan logam pengisi tidak akan sempurna sehingga kampuh tidak akan terisi, dapat dilihat pada Gambar 12 merupakan patahan pada spesimen uji tarik.

Gambar 12 Hasil Uji Tarik

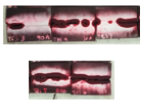
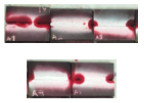
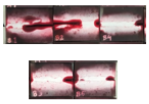
Pengelasan yang baik sangat dipengaruhi oleh kecepatan pengelasan, jika kecepatan pengelasan terlalu cepat dapat menyebabkan pengisian kampuh tidak sempurna apabila terlalu lambat juga dapat merusak benda kerja seperti menjadi tembus. Dari hasil penguajian tarik didapat nilai kekuatan tarik tertinggi yaitu pada kuat arus 120 A memilki nilai kekuatan tarik 487.65 MPa dengan kecepatan pengelasan 4.23 mm/s. Pada kuat arus 105

A didapat kekuatan tarik sebesar 463.05 MPa dengan kecepatan pengelasan 3.56 mm/s dan pada kuat arus 90 A didapat kekuatan tarik sebesar 434.0 MPa dengan kecepatan pengelasan 2.88 mm/s. Kecepatan pengelasan harus disesuaikan dengan kuat arus pengelasan, semakin besar kuat arus maka kecepatan pengelasan juga harus semakin cepat begitu juga sebaliknya.

3.3.4 Persentase Kegagalan Pengelasan

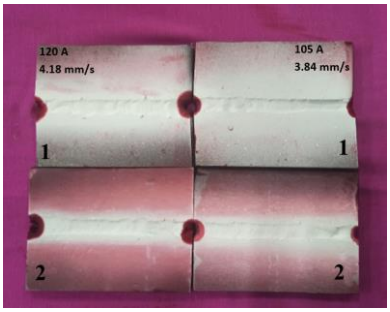
Persentase kegagalan pada penelitian ini ditentukan berdasarkan hasil pengujian visual dan pengujian *penetrant*.

Tabel 5 Persentase Kegagalan

Spesimen	Kuat Arus (A)	Lebar Pengeasan (mm)				Uji Penetrant	Persentase Kegagalan
		1	2	3	4		
1	90 (Tes)	Gagal					85.71%
2		Gagal					
3		-	7.5	7	7		
4		Gagal					
5		Gagal					
6		Gagal					
7		Gagal					
1	105 (A)	Gagal					20%
2		9.2	9.4	9.4	9		
3		6.3	6.5	6.5	6		
4		6.4	7.1	7.6	8		
5		-	9.2	9.4	-		
1	120 (B)	Gagal					20%
2		9	9.7	-	-		
3		8.2	9.7	9.8	-		
4		9.4	9.5	9.5	-		
5		8.8	9.5	9.6	-		

Dapat dilihat pada Tabel 5 Persentase kegagalan terbesar terdapat pada pengelasan dengan kuat arus 90 A, hal ini disebabkan oleh kuat arus yang terlalu rendah sehingga menyebabkan deposit las tidak mengisi tepat pada kampuh. Oleh sebab itu pengelasan dengan dengan kuat arus 90 A jenis arus AC menggunakan alat pengelasan sistem *sliding adaptive two axis with speed control* tidak direkomendasikan, karena hasil pengelasan banyak yang mengalami kegagalan. Untuk pengelasan menggunakan alat pengelasan sistem *sliding adaptive two axis with speed control* direkomendasikan menggunakan kuat arus 105 A dengan kecepatan pengelasan 3.56 mm/s dan 120 A dengan kecepatan pengelasan 4.23 mm/s.

Berdasarkan kecepatan pengelasan yang direkomendasikan, telah dilakukan kembali pengelasan menggunakan arus 105 A dengan kecepatan pengelasan 3.56 mm/s dan 120 A dengan kecepatan pengelasan 4.23 mm/s untuk membuktikan bahwa kecepatan pengelasan yang direkomendasikan layak untuk digunakan pada pengelasan berikutnya. Hasil pengujian dapat dilihat pada Gambar 13.



Gambar 13 Hasil pengujian ulang

Dari hasil pengujian pengelasan kembali dapat dilihat bahwa hasil pengelasan cukup baik, sehingga dapat dinyatakan bahwa kecepatan pengelasan yang direkomendasikan layak digunakan untuk melakukan pengelasan menggunakan alat pengelasan SMAW sistem *Sliding adaptive two axis with speed control.*

4 Simpulan

Penelitian ini dilakukan secara eksperimental dengan variasi kuat arus pengelasan dengan mencari kecepatan yang ideal menggunakan *speed control* untuk setiap variasi kuat arus, simpulan yang didapat dari penelitian ini adalah, Pada kuat arus 90 A didapat kecepatan pengelasan sebesar 2.88 mm/s dengan kekuatan tarik 434.0 MPa untuk kuat arus 105 A didapat kecepatan pengelasan sebesar 3.56 mm/s dengan kekutatan tarik 463.05 MPa dan untuk kuat arus 120 A didapat kecepatan pengelasan sebesar 4.23 mm/s dengan kekuatan tarik 487.65 MPa.

Faktor yang mempengaruhi kecepatan pengelasan yaitu, sudut kerja elektroda, kuat arus pengelasan, kuat arus pengelasan harus disesuaikan dengan elektroda dan benda kerja yang digunakan, selanjutnya tinggi nyala busur las, tinggi nyala busur sangat mempengaruhi hasil pengelasan, apabila nyala terlalu tinggi akan mengakibatkan pengisian kampuh tidak tepat dan dapat menyebabkan *over spatter* serta penetrasi yang kurang.

5. Daftar Pustaka

[1] Widodo Suwanda, Yohanes. 2018. Pengembangan Sistem *Sliding Adaptive Vertical* Pada Proses Pengelasan Smaw Posisi 1G/1F. Jurnal Online Mahasiswa Fakultas Teknik. Vol 5.

[2] Yohanes, Sianipar Alfrets M. 2018. *Experimental Effect Of Angle Variation And Speed Welding Filler Using Vertical Adaptive Sliding System In SMAW Welding*. *Journal of Ocean, Mechanical and Aerospace - Science and Engineering*, Vol 59.

[3] Fadillah Ivan P. Yohanes. 2019. Pengembangan Pengaruh Kuat Arus Dan

Kecepatan Pengelasan Smaw *Sistem Sliding Adaptive Two Axis* Terhadap Hasil Pengelasan Baja Karbon Rendah. Jurnal Online Mahasiswa Fakultas Teknik. Vol 6.

[4] Riomanto Nainggolan J. Yohanes. 2019. Pengembangan Sistem *Automatic Sliding Adaptive Two Axis* Pada Mesin Pengelasan Smaw. Jurnal Online Mahasiswa Fakultas Teknik. Vol 6.

[5] Kou, Sindo. 2003. *Welding Metallurgy 2nd Edition*. Wiley-Interscience, Canada.

[6] Rochim S. dan Hery S. 2006. *Pengantar untuk Memahami Proses Pengelasan Logam*. Alfabeta, Bandung.

[7] Wiryosumarto, H. 2000. Teknologi Pengelasan Logam, Edisi 8 Erlangga, Jakarta.

[8] *American Standard Testing and Material. Standard Specification for Carbon Structural Steel*. USA. A 36/A 36M – 04.2004.