



MEKANIKA : JURNAL TEKNIK MESIN

Universitas 17 Agustus 1945 Surabaya

Volume 8 No. 1 (2022)

ISSN: 2460-3384 (p); 2686-3693 (e)

PENGARUH KUAT ARUS DAN DIAMETER ELEKTRODA JENIS RB-26 PADA PENGELASAN SMAW BAJA ST 42 TERHADAP SIFAT MEKANIS

Ichlas Wahid, Ismail, Zainun, Sarwanto, Galih Rizka Andrian

Program Studi Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas 17 Agustus 1945 Surabaya

Jalan Semolowaru No. 45 Surabaya 60118, Tel. 031-5931800, Indonesia

Email: ichlaswahid@untag-sby.ac.id

ABSTRAK

Perkembangan teknologi las tidak dapat dipisahkan dari industri logam. Pengelasan ini identik dengan penyambungan dua buah logam. Penyambungan dengan cara mengelas merupakan salah satu metode penyambungan yang luas penggunaannya pada konstruksi bangunan baja dan konstruksi mesin. Metode penyambungan lain yang digunakan pada sambungan logam adalah baut dan keling. Teknologi pengelasan, selain dapat dipakai untuk menyambung dan memotong logam, juga dapat dipakai merubah sifat mekanis pada material yaitu dapat meningkatkan nilai kekerasan material dan kekuatan tarik material. Pengelasan pada penelitian ini menggunakan material baja ST 42. Dengan adanya penelitian ini didapatkan nilai kekerasan terbebesar pada sambungan dengan kuat arus 70A dan diameter elektroda 3.2 mm dengan nilai 53,41 HRC. Sedangkan uji tarik terbesar didapatkan pada sambungan dengan kuat arus 90A dengan diameter elektroda 3.2 mm dengan nilai tegangan maksimum 46,29 kg.f/mm².

Kata kunci: Pengelasan SMAW, Sifat mekanis, Baja ST 42, Elektroda RB-26

PENDAHULUAN

Pengelasan logam mempunyai peranan penting bagi dunia industri, terutama industri logam. Pengelasan merupakan teknik penyambungan logam dengan cara mencairkan sebagian logam induk dan logam pengisi dengan atau tanpa tekanan dan dengan atau tanpa logam tambahan lubang pada coran. Pengelasan ini membuat lapisan keras pada suatu perkakas, mempertebal bagian yang aus, dan berbagai macam perbaikan. Salah satu metode pengelasan yang banyak digunakan adalah pengelasan menggunakan metode SMAW. (*Shield Metal Arc Welding*).

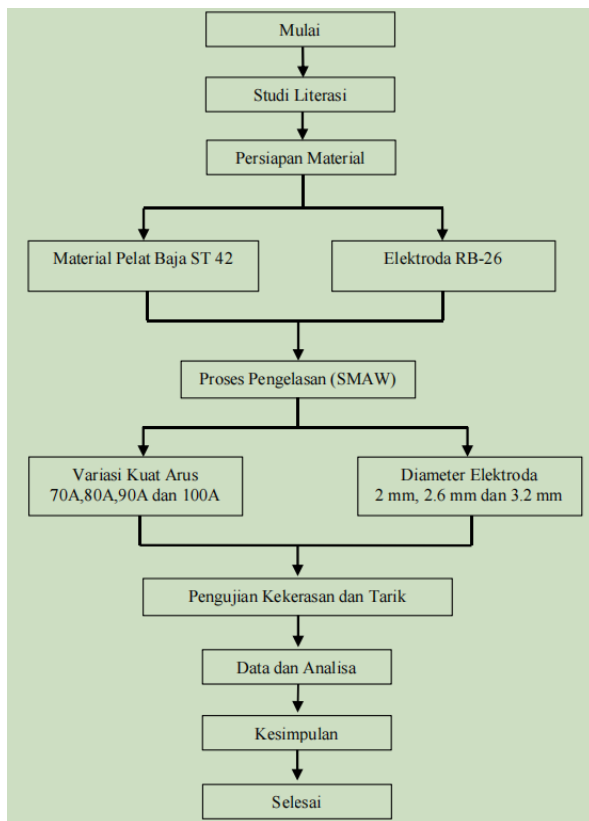
Pada tahun 2018, Arif Hari Kurniawan dan rekan-rekan melakukan penelitian menggunakan material baja ST 37 yang dilas menggunakan metode SMAW.

Proses pengelasan ini menggunakan arus 70 hingga 90 Ampere dengan elektroda mild steel RB-60 dengan diameter 2,6 mm dan panjang 350 mm. Jenis kampuh yang digunakan adalah kampuh V dengan sudut 60° hingga 80°. penelitian ini dilakukan dengan pengujian tarik dengan menggunakan Universal Testing Mechine.

Penelitian dimulai dengan menyiapkan material plug yaitu baja ST 42. Sampel plug berbentuk pelat dengan ukuran panjang 150 mm, lebar 50 mm dan tebal 6 mm, yang disambung dengan material dengan jenis dan ukuran yang sama. Material elektroda adalah material yang digunakan untuk menyambungkan material plug. Material elektroda adalah RB-26 dengan diameter 2 mm, diameter 2.6 mm dan

diameter 3.2 mm. Proses penyambungan dilakukan dengan metode pengelasan (SMAW). Arus pengelasan yang digunakan yaitu 70A, 80A, 90A, dan 100A. Posisi pengelasan adalah datar (flat). Uji kekerasan dilakukan pada hasil sambungan las. Pengujian tarik dilakukan pada spesimen.

PROSEDUR EKSPERIMEN

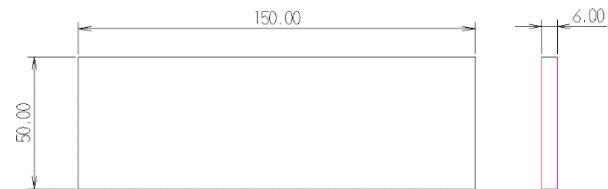


Gambar 1. Diagram Alir Penelitian

Metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah metode eksperimental, yaitu metode yang digunakan untuk menguji material dengan cara melakukan uji keras dan uji tarik, namun sebelum dilakukan pengujian keras dan uji tarik material dipotong sesuai dimensi dan membuat kampuh tertentu dan kemudian dilakukan pengelasan. Pengujian tarik menggunakan mesin Universal Testing Machine dan pengujian kekerasan menggunakan Rockwell Hardness Machine di laboratorium Mesin Universitas 17 Agustus 1945 Surabaya.

Pembuatan Spesimen

Bahan pelat baja ST 42 dipotong dengan panjang 150 mm, lebar 50 mm dan tebal material yang dipilih (baja ST 42) 6 mm, menggunakan proses machining. Pemotongan spesimen ini sebanyak 72 spesimen yang selanjutnya disambung (proses pengelasan) menjadi 36 spesimen.



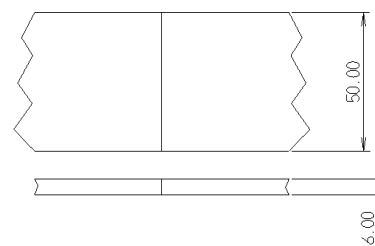
Gambar 2 Dimensi spesimen sebelum dilas

Keterangan:

- P = panjang 150 mm
- L = lebar 50 mm
- t = tebal pelat baja 6 mm

Menentukan Kampuh

Setelah pemotongan material, selanjutnya menentukan kampuh yang akan digunakan dalam proses pengelasan. Kampuh yang dipilih adalah kampuh I karena pelat yang akan digunakan 6 mm. Dengan spesifikasi sebagai berikut :



Gambar 3 Kampuh I

Pengelasan Benda Uji

Setelah benda uji selesai dibuat, selanjutnya dilakukan proses pengelasan pada benda uji dengan ketentuan sebagai berikut :

- a. Material yang di las plat baja ST 42 tebal 6 mm.
- b. Metode pengelasan yang digunakan adalah SMAW (shield metal arc welding)

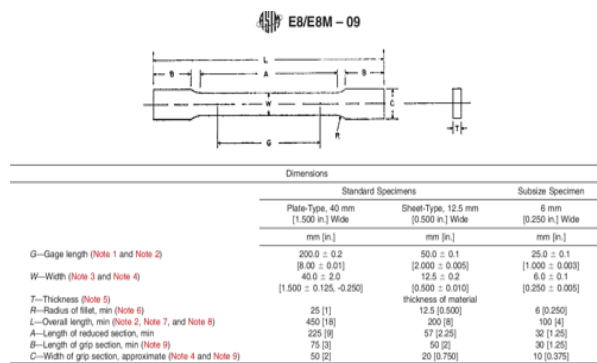
- c. Arus listrik yang digunakan AC dengan arus 70A, 80A, 90A, dan 100A.
- d. Jenis elektroda yang digunakan Familiar RB-26 Ø 3.2 mm, Ø2.6 mm, dan Ø 2 mm. Klasifikasi AWS E 6013. Tipe Converging High Titania.
- e. Jenis kampuh yang digunakan adalah kampuh I.
- f. Posisi pengelasan 1G yaitu posisi datar.



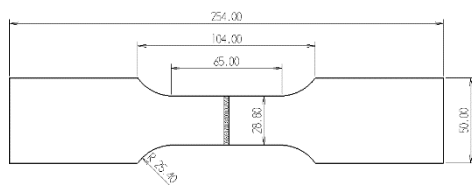
Gambar 6 Universal Testing Machine

Pembentukan Spesimen Pengujian Tarik

Proses pembentukan spesimen uji tarik setelah dilakukan proses pengelasan, dengan ketentuan standar pengujian ASTM E8/E8M.



Gambar 4 Tabel spesimen uji tarik standar E8/E8M



Gambar 5 Spesimen standar EM8/EM8M

Pengujian Spesimen

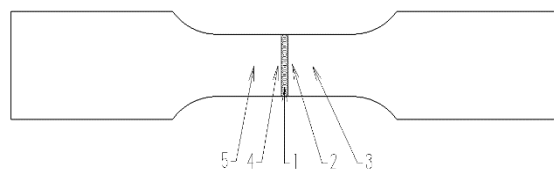
Uji tarik dan uji kekerasan dilakukan pada hasil sambungan las. Pengujian tarik dan uji kekerasan dilakukan pada spesimen dengan menggunakan Universal Testing Machine untuk uji tarik dan Rockwell Hardness Machine untuk uji kekerasan. Pengujian dilaksanakan di laboratorium uji logam Universitas 17 Agustus 1945 Surabaya.



Gambar 7 Rockwell Testing Machine

**HASIL DAN PEMBAHASAN
Analisa Hasil Pengujian Kekerasan
(Rockwell Hardness Test)**

Hasil dari pengujian kekerasan pada sambungan las. Pengujian dilakukan dengan menggunakan Rockwell Testing Machine dengan menggunakan skala C, beban 150 kg.f dan menggunakan indenter kerucut intan dengan lama pembebanan ± 5 detik. Pengujian kekerasan di lakukan pada lima titik (tempat) yang berbeda yaitu: 1 titik pusat pengelasan atau daerah HAZ (Heat Affected Zone), 2 titik kanan dan kiri di material pelat yang paling dekat dengan pusat pengelasan (±2 mm) atau daerah Weld Metal, dan 2 titik kiri dan kanan di material pelat dengan jarak ± 10 mm dari pusat pengelasan. (hasil di table 4.1):



Dari lima kali pengujian setiap variasi arus dan diameter elektroda didapatkan nilai kekerasan rata-rata sebagai berikut:

Tabel 1 Tabel hasil uji kekerasan

No	Variasi Arus	Posisi	Variasi Diameter Elektroda		
			3,2 mm	2,6 mm	2 mm
1	70A	1	53,4	45,4	41,7
		2	48,6	41,3	38
		3	52	51,2	52,2
		4	47,6	40,5	37,1
		5	52,4	51,4	51,4
2	80A	1	51,2	43,5	40
		2	46,4	39	36,2
		3	52,6	51,8	51,6
		4	47,2	40,1	36,8
		5	51,2	51,8	51,4
3	90A	1	49,4	42	38,7
		2	48,8	41,5	38,5
		3	51,6	51,4	52
		4	48	40,8	38
		5	52	51,6	51,6
4	100A	1	48	40,8	38
		2	47,4	40,3	37,5
		3	50,6	51,6	51,8
		4	47,8	40,6	37,7
		5	51,2	51,2	51,2

Ket: menggunakan satuan HRC

Pada spesimen test pengelasan dengan menggunakan elektroda RB-26 diameter 3,2 mm yang diberi perlakuan variasi arus pengelasan sebesar 70 ampere dari tiga kali pengujian didapatkan nilai rata-rata hasil uji kekerasan pada daerah HAZ (1) sebesar 53,4 HRC dan pada daerah Metal Weld sebesar 48,1 HRC. Untuk spesiment test pengelasan dengan besar arus 80 ampere dari tiga kali pengujian didapat nilai rata-rata 51,2 HRC pada daerah HAZ dan 46,8 HRC pada daerah Metal Weld. Pada spesiment test pengelasan dengan arus 90 ampere di dapatkan rata-rata pada daerah HAZ sebesar 49,4 HRC dan pada daerah Metal Weld 48,4 HRC. Untuk spesiment test pengelasan dengan arus 100 ampere di dapatkan rata-rata pada daerah

HAZ sebesar 48 HRC dan pada daerah Metal Weld sebesar 47,6 HRC.

Pada spesimen test pengelasan dengan menggunakan elektroda RB-26 diameter 2.6 mm yang diberi perlakuan variasi arus pengelasan sebesar 70 ampere dari tiga kali pengujian didapatkan nilai rata-rata hasil uji kekerasan pada daerah HAZ (1) sebesar 45,4 HRC dan pada daerah Metal Weld sebesar 40,9 HRC. Untuk spesiment test pengelasan dengan besar arus 80 ampere dari tiga kali pengujian didapat nilai rata-rata 43,5 HRC pada daerah HAZ dan 39,6 HRC pada daerah Metal Weld. Pada spesiment test pengelasan dengan arus 90 ampere di dapatkan rata-rata pada daerah HAZ sebesar 42 HRC dan pada daerah Metal Weld 41,2 HRC. Untuk spesiment test pengelasan dengan arus 100 ampere di dapatkan rata-rata pada daerah HAZ sebesar 40,8 HRC dan pada daerah Metal Weld sebesar 40,5 HRC.

Pada spesimen test pengelasan dengan menggunakan elektroda RB-26 diameter 2 mm yang diberi perlakuan variasi arus pengelasan sebesar 70 ampere dari tiga kali pengujian didapatkan nilai rata-rata hasil uji kekerasan pada daerah HAZ (1) sebesar 41,7 HRC dan pada daerah Metal Weld sebesar 37,6 HRC. Untuk spesiment test pengelasan dengan besar arus 80 ampere dari tiga kali pengujian didapat nilai rata-rata 40 HRC pada daerah HAZ dan 36,5 HRC pada daerah Metal Weld. Pada spesiment test pengelasan dengan arus 90 ampere di dapatkan rata-rata pada daerah HAZ sebesar 38,7 HRC dan pada daerah Metal Weld 38,3 HRC. Untuk spesiment test pengelasan dengan arus 100 ampere di dapatkan rata-rata pada daerah HAZ sebesar 38 HRC dan pada daerah Metal Weld sebesar 37,6 HRC.

Variasi Diameter Elektroda Terhadap Nilai Kekerasan

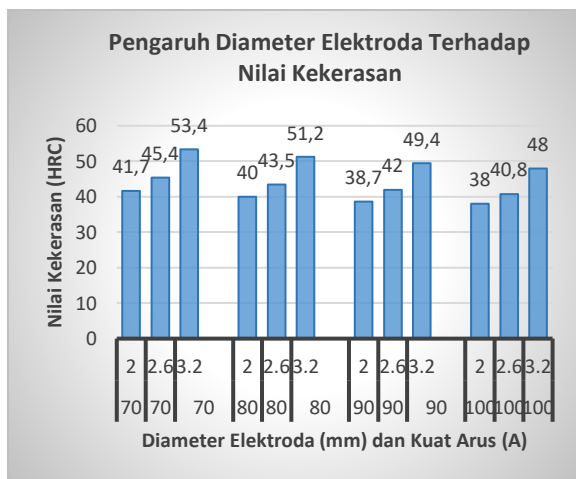
Pada Tabel 1 dapat diklasifikasikan kuat arus tetap dengan variasi diameter elektroda yang berbeda menghasilkan nilai kekerasan yang berbeda. Nilai kekerasan dengan kuat arus tetap dengan menggunakan variasi diameter yang berbeda pada area pengelasan atau daerah HAZ (Heat Affected

Zone) didapat data seperti pada tabel sebagai berikut :

Tabel 2 Tabel nilai kekerasan Kuat Arus tetap dengan variasi Diameter Elektroda

Kuat Arus (A)	Diameter Elektroda (mm)	Nilai Kekerasan (HRC)
70	2	41,7
70	2.6	45,4
70	3.2	53,4
80	2	40
80	2.6	43,5
80	3.2	51,2
90	2	38,7
90	2.6	42
90	3.2	49,4
100	2	38
100	2.6	40,8
100	3.2	48

Dari tabel 4.2 dapat di buat grafik dengan kuat arus tetap dengan variasi diameter elektroda sebagai berikut :



Gambar 8 Pengaruh Diameter Elektroda Terhadap Nilai Kekerasan

Pada grafik pada Gambar 8 menunjukkan pada spesimen dengan kuat

arus tetap/konstan didapatkan bahwa semakin besar diameter elektroda maka nilai kekerasan semakin besar (linier).

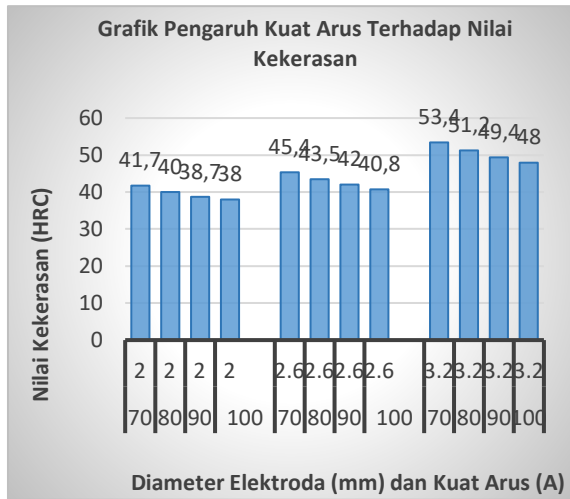
Variasi Kuat Arus Terhadap Nilai Kekerasan

Pada Tabel 1 didapatkan data dengan diameter elektroda tetap/konstan, menggunakan variasi kuat arus yang berbeda menghasilkan nilai kekerasan yang berbeda. Nilai kekerasan dengan diameter elektroda tetap dengan menggunakan variasi kuat arus yang berbeda pada area pengelasan atau daerah HAZ (Heat Affected Zone) didapat data seperti pada tabel sebagai berikut :

Tabel 3 Tabel nilai kekerasan Diameter Elektroda tetap dengan variasi Kuat Arus

Kuat Arus (A)	Diameter Elektroda (mm)	Nilai Kekerasan (HRC)
70	2	41,7
80	2	40
90	2	38,7
100	2	38
70	2.6	45,4
80	2.6	43,5
90	2.6	42
100	2.6	40,8
70	3.2	53,4
80	3.2	51,2
90	3.2	49,4
100	3.2	48

Dari Tabel 3 dapat di buat grafik dengan diameter elektroda tetap dengan variasi kuat arus sebagai berikut :



Gambar 9 Grafik Pengaruh Kuat Arus Terhadap Nilai Kekerasan

Pada grafik yang terdapat pada Gambar 9 menunjukkan pada spesimen dengan diameter elektroda tetap/konstan didapatkan bahwa semakin besar kuat arus maka nilai kekerasan semakin kecil.

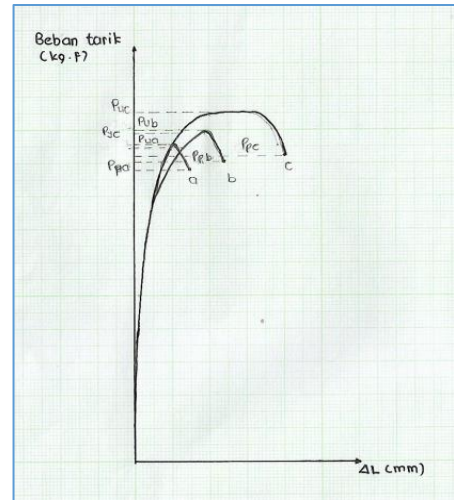
Perubahan nilai kekerasan yang terlihat pada Gambar 8 dan Gambar 9 menunjukkan bahwa semakin tinggi suhu yang dihasilkan oleh arus listrik pada proses pengelasan maka semakin lambat laju pendinginan. Hal ini akan mempengaruhi bentuk kerapatan dari struktur mikro yang secara otomatis mempengaruhi sifat mekanis dari logam.

Analisa hasil uji tarik (Tensile strength)

Rekapitulasi hasil pengujian tarik pada masing-masing variasi arus dan diameter elektroda jenis RB-26 dapat dilihat pada tabel-tabel dibawah ini. Pengujian ini menggunakan Universal Testing Machine dengan skala pembebanan maksimal 15000 Kg.f.

Spesimen dengan variasi kuat arus 100A

Dari pengujian dengan variasi kuat arus 100A didapat grafik dari mesin uji tarik (Ultimate Testing Machine) sebagai berikut:



Ket:
a: diameter elektroda 2 mm
b: diameter elektroda 2,6 mm
c: diameter elektroda 3,2 mm

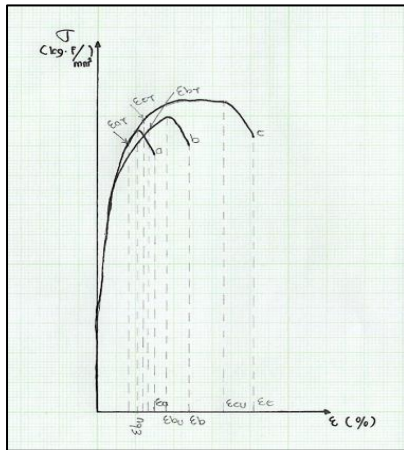
Gambar 10 Grafik Ultimate Testing Machine kuat arus 100A

Dari grafik diatas dilakukan pengukuran dari spesimen uji tarik, didapatkan data seperti pada tabel dibawah:

Tabel 4 Data pengujian uji tarik kuat arus 100A

Benda uji	Variasi Diameter Elektroda		
	2 mm (a)	2,6 mm (b)	3,2 mm (c)
Luas Penampang (28,8x6) (mm ²)	172,8	172,8	172,8
Panjang awal / L0 (mm)	70	70	70
Panjang akhir / L1 (mm)	80	82	85
Pertambahan panjang / ΔL (mm)	10	12	15
Beban luluh (Kg.f)	5971,87	6392	7542,8
Beban maksimum (Kg.f)	6300	6800	8000
Beban putus (kg.f)	5775	6120	7009,4

Dari tabel pengukuran diatas didapatkan grafik tegangan – regangan sebagai berikut:



Ket:
 a: diameter elektroda 2 mm
 b: diameter elektroda 2,6 mm
 c: diameter elektroda 3,2 mm

Gambar 11 Grafik tegangan regangan arus 100 A

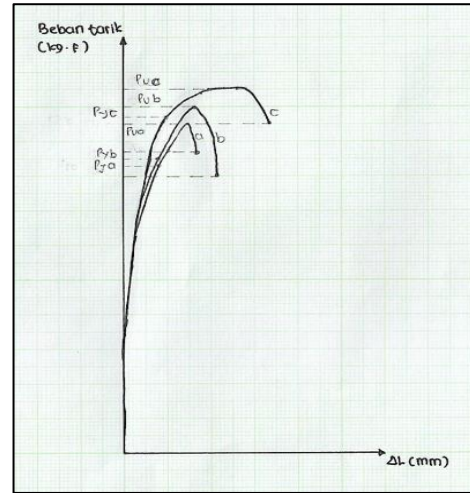
Dari grafik diatas didapat nilai regangan pada variasi kuat arus 100A sebagai berikut:

Tabel 5 Nilai regangan kuat arus 100 A

Benda uji	Variasi Diameter Elektroda		
	2 mm (a)	2.6 mm (b)	3.2 mm (c)
Tegangan luluh (kg.f/mm ²)	22,72	21,6	25,5
Tegangan maksimum (kg.f/mm ²)	36,45	39,35	46,29
Tegangan putus (kg.f/mm ²)	33,42	35,41	40,56
Regangan luluh (%)	7,6	9,6	6,26
Regangan maksimum (%)	9,99	12,85	17,24
Regangan putus (%)	14,28	17,14	21,42

Spesimen dengan variasi arus 90A

Dari pengujian dengan variasi kuat arus 90A didapat grafik dari mesin uji tarik (Ultimate Testing Machine) sebagai berikut:



Ket:
 a: diameter elektroda 2 mm
 b: diameter elektroda 2,6 mm
 c: diameter elektroda 3,2 mm

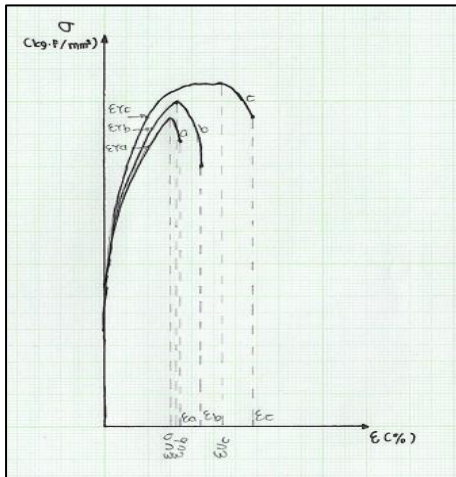
Gambar 11 Grafik Ultimate Testing Machine kuat arus 90A

Dari grafik diatas dilakukan pengukuran dari spesimen uji tarik, didapatkan data seperti pada tabel dibawah:

Tabel 4. 6 Data pengujian uji tarik kuat arus 90A

Benda uji	Variasi Diameter Elektroda		
	2 mm (a)	2.6 mm (b)	3.2 mm (c)
Luas Penampang (28,8x6) (mm ²)	172,8	172,8	172,8
Panjang awal /L0 (mm)	70	70	70
Panjang akhir / L1 (mm)	80	81	85
Pertambahan panjang / ΔL (mm)	10	11	15
Beban luluh (Kg.f)	5504,21	5610	7466,67
Beban maksimum (Kg.f)	6300	6600	8000
Beban putus (kg.f)	5769,47	5280	7238

Dari tabel pengukuran diatas didapatkan grafik tegangan – regangan sebagai berikut:



Ket:
 a: diameter elektroda 2 mm
 b: diameter elektroda 2,6 mm
 c: diameter elektroda 3,2 mm

Gambar 12 Grafik tegangan regangan arus 90 A

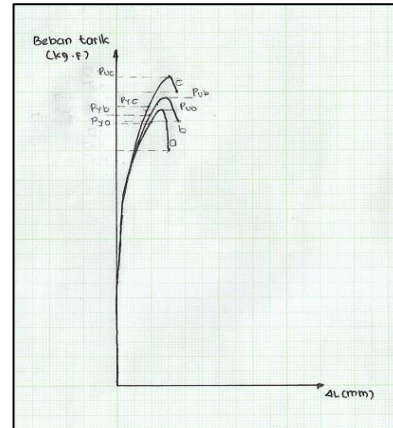
Dari grafik diatas didapat nilai regangan pada variasi kuat arus 90A sebagai berikut:

Tabel 7 Nilai regangan kuat arus 90 A

Benda uji	Variasi Diameter Elektroda		
	2 mm (a)	2.6 mm (b)	3.2 mm (c)
Tegangan luluh (Kg.f/mm ²)	31,85	32,46	43,2
Tegangan maksimum (Kg.f/mm ²)	36,45	38,19	46,29
Tegangan putus (Kg.f/mm ²)	33,38	30,55	41,88
Regangan luluh (%)	8,16	7,85	6,3
Regangan maksimum (%)	12,24	11,78	17
Regangan putus (%)	14,28	15,71	21,42

Spesimen dengan variasi kuat arus 80A

Dari pengujian dengan variasi kuat arus 80A didapat grafik dari mesin uji tarik (Ultimate Testing Machine) sebagai berikut:



Ket:
 a: diameter elektroda 2 mm
 b: diameter elektroda 2,6 mm
 c: diameter elektroda 3,2 mm

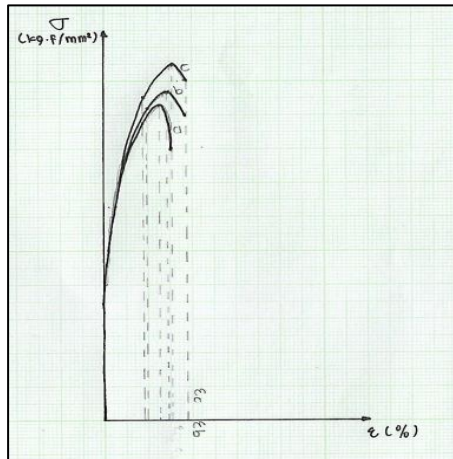
Gambar 13 Grafik Ultimate Testing Machine kuat arus 80A

Dari grafik diatas dilakukan pengukuran dari spesimen uji tarik, didapatkan data seperti pada tabel dibawah:

Tabel 8 Data pengujian uji tarik kuat arus 80A

Benda uji	Variasi Diameter Elektroda		
	2 mm (a)	2.6 mm (b)	3.2 mm (c)
Luas Penampang (28,8x6) (mm ²)	172,8	172,8	172,8
Panjang awal /L0 (mm)	70	70	70
Panjang akhir / L1 (mm)	74	75	75
Pertambahan panjang / ΔL (mm)	4	5	5
Beban luluh (Kg.f)	5775,53	6102	6966,67
Beban maksimum (Kg.f)	6100	6500	7700
Beban putus (kg.f)	5191,48	5969,38	7333,33

Dari tabel pengukuran diatas didapatkan grafik tegangan – regangan sebagai berikut:



Ket:
a: diameter elektroda 2 mm
b: diameter elektroda 2,6 mm
c: diameter elektroda 3,2 mm

Gambar 14 Grafik tegangan regangan arus 80 A

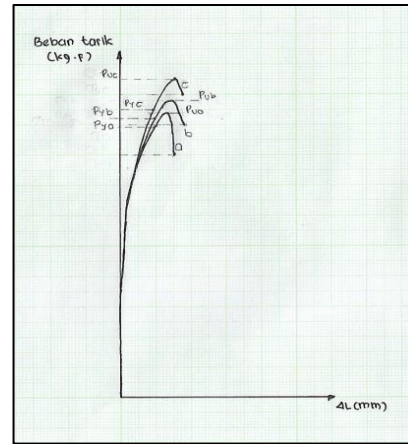
Dari grafik diatas didapat nilai regangan pada variasi kuat arus 80A sebagai berikut:

Tabel 9 Nilai regangan kuat arus 80 A

Benda uji	Variasi Diameter Elektroda		
	2 mm (a)	2.6 mm (b)	3.2 mm (c)
Tegangan luluh (Kg.f/mm ²)	33,42	35,31	40,31
Tegangan maksimum (Kg.f/mm ²)	35,3	37,61	44,56
Tegangan putus (Kg.f/mm ²)	30	34,5	42,43
Regangan luluh (%)	3,1	3,75	3,38
Regangan maksimum (%)	4,49	5,44	5,82
Regangan putus (%)	5,71	7,14	7,14

Spesimen dengan variasi kuat arus 70A

Dari pengujian dengan variasi kuat arus 70A didapat grafik dari mesin uji tarik (Ultimate Testing Machine) sebagai berikut:



Ket:
a: diameter elektroda 2 mm
b: diameter elektroda 2,6 mm
c: diameter elektroda 3,2 mm

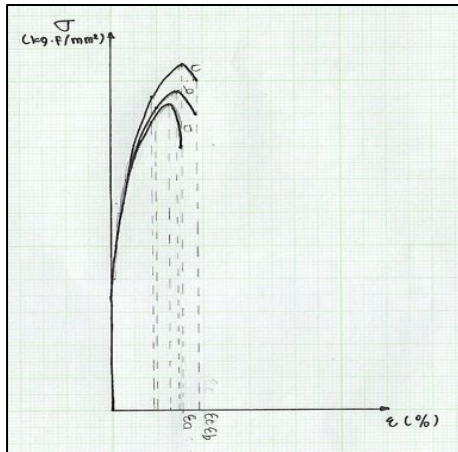
Gambar 15 Grafik Ultimate Testing Machine kuat arus 70 A

Dari grafik diatas dilakukan pengukuran dari spesimen uji tarik, didapatkan data seperti pada tabel dibawah:

Tabel 10 Data pengujian uji tarik kuat arus 70A

Benda uji	Variasi Diameter Elektroda		
	2 mm (a)	2.6 mm (b)	3.2 mm (c)
Luas Penampang (28,8x6) (mm ²)	172,8	172,8	172,8
Panjang awal /L0 (mm)	70	70	70
Panjang akhir / L1 (mm)	73	73	73
Pertambahan panjang / ΔL (mm)	3	3	3
Beban luluh (Kg.f)	5586,17	5914,28	6695,23
Beban maksimum (Kg.f)	5900	6300	7400
Beban putus (kg.f)	5021,27	5785,71	7047,61

Dari tabel pengukuran diatas didapatkan grafik tegangan – regangan sebagai berikut:



Ket:
 a: diameter elektroda 2 mm
 b: diameter elektroda 2,6 mm
 c: diameter elektroda 3,2 mm

Gambar 16 Grafik tegangan regangan arus 70 A

Dari grafik diatas didapat nilai regangan pada variasi kuat arus 70A sebagai berikut:

Tabel 11 Nilai regangan kuat arus 70 A

Benda uji	Variasi Diameter Elektroda		
	2 mm (a)	2,6 mm (b)	3,2 mm (c)
Tegangan luluh (Kg.f/mm ²)	32,32	34,22	38,74
Tegangan maksimum (Kg.f/mm ²)	34,14	36,45	42,82
Tegangan putus (Kg.f/mm ²)	29	33,48	40,78
Regangan luluh (%)	2,33	2,25	2
Regangan maksimum (%)	3,37	3,26	3,49
Regangan putus (%)	4,28	4,28	4,28

Variasi Diameter Elektroda Terhadap Nilai Uji Tarik

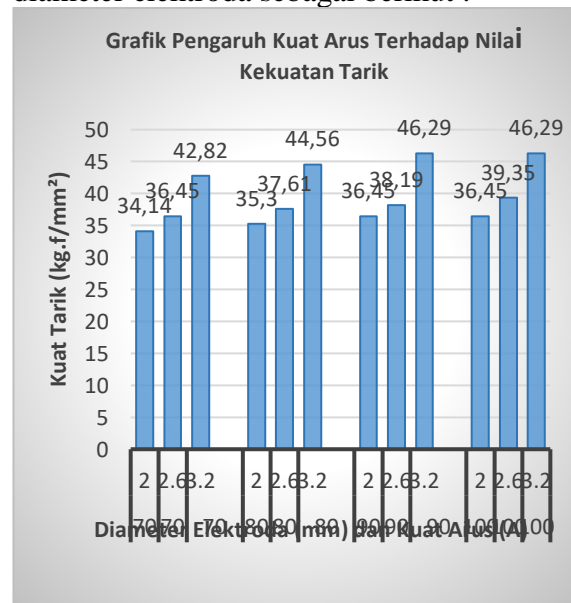
Pada grafik yang didapat dari mesin uji tarik dan hasil perhitungan tegangan-regangan pada spesimen dapat diklasifikasikan kuat arus tetap dengan variasi diameter elektroda yang berbeda menghasilkan nilai uji tarik yang berbeda. Nilai uji tarik dengan kuat arus tetap

dengan menggunakan variasi diameter yang berbeda pada nilai tegangan maksimum spesimen, didapat data seperti pada tabel sebagai berikut :

Tabel 12 Variasi diameter elektroda terhadap uji tarik

Kuat Arus (A)	Diameter Elektroda (mm)	Kekuatan Tarik (kg.f/mm ²)
70	2	34,14
70	2.6	36,45
70	3.2	42,82
80	2	35,3
80	2.6	37,61
80	3.2	44,56
90	2	36,45
90	2.6	38,19
90	3.2	46,29
100	2	36,45
100	2.6	39,35
100	3.2	46,29

Dari Tabel 12 dapat di buat grafik dengan kuat arus tetap dengan variasi diameter elektroda sebagai berikut :



Gambar 17 Grafik Pengaruh Kuat Arus Terhadap Nilai Kekuatan Tarik

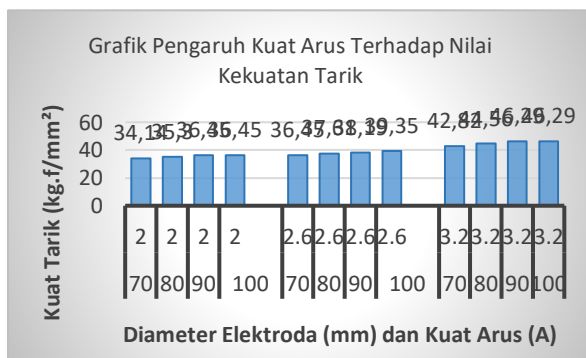
Variasi Kuat Arus Terhadap Nilai Uji Tarik

Pada grafik yang didapat dari mesin uji tarik dan hasil perhitungan tegangan-regangan pada spesimen juga diklasifikasikan dengan diameter elektroda tetap dengan variasi kuat arus yang berbeda menghasilkan nilai uji tarik yang berbeda. Nilai uji tarik dengan diameter elektroda tetap dengan menggunakan variasi kuat arus yang berbeda pada nilai tegangan maksimum spesimen, didapat data seperti pada tabel sebagai berikut :

Tabel 13 Variasi kuat arus terhadap uji tarik

Kuat Arus (A)	Diameter Elektroda (mm)	Kekuatan Tarik (kg.f/mm ²)
70	2	34,14
80	2	35,3
90	2	36,45
100	2	36,45
70	2.6	36,45
80	2.6	37,61
90	2.6	38,19
100	2.6	39,35
70	3.2	42,82
80	3.2	44,56
90	3.2	46,29
100	3.2	46,29

Dari Tabel 13 dapat di buat grafik dengan diameter elektroda tetap dengan variasi kuat arus sebagai berikut :



Gambar 18 Grafik Pengaruh Kuat Arus Terhadap Nilai Kekuatan Tarik

Dari grafik hasil uji tarik didapatkan terjadi kecenderungan kenaikan nilai tegangan maksimum (Ultimate Tensile Strength) pada variasi 70A – 90A, dan cenderung stabil pada variasi arus 90A – 100A. Nilai tegangan maksimum juga terjadi kenaikan pada setiap variasi diameter elektroda yang digunakan, yang artinya dengan variasi kuat arus yang sama semakin besar elektroda, tegangan maksimumnya semakin besar.

Kenaikan nilai tegangan tarik pada ampere 90A dan 100A di sebabkan oleh pengaruh panas yang dihasilkan pada proses pencairan logam sambungan las dengan logam induk yang mempengaruhi pembentukan struktur mikro logam. Dengan penenggunaan variasi arus yang tinggi membuat proses pencairan logam sambungan las dan logam induk menjadi lebih baik sehingga menghasilkan penetrasi pengelasan lebih dalam dan membentuk sambungan yang sempurna pada logam induk yang disambung. Dari hasil pengujian uji tarik spesimen test juga didapatkan data bahwa semakin tinggi variasi arus yang diberikan, hasil pengelasan semakin kuat menahan beban tarik yang berarti nilai keuletan sambungan juga meningkat.

Analisa Hasil Pengelasan

Analisa hasil pengelasan di dasarkan dengan melihat langsung pada spesiment test yang sudah diberikan pengujian uji kekerasan dan pengujian tarik sehingga dari patahan yang terjadi dapat diberikan analisa patahan hasil pengelasan dan mengetahui penyebabnya sehingga dapat diketahui layak atau tidaknya sambungan las ini digunakan atau diaplikasikan dan kehidupan sehari-hari.

Dari hasil pengelasan dan pengujian yang telah dilakukan didapatkan data sebagai berikut:

Pada penggunaan variasi kuat arus 70A



Gambar 19 Hasil Uji Tarik Spesimen Kuat Arus 70 A

Dari hasil pengujian tarik pada hasil sambungan yang menggunakan variasi kuat arus 70A, didapatkan data bahwa:

Patahan terjadi pada area pengelasan (HAZ), terjadi pada semua variasi diameter elektroda yang digunakan.

Pada semua variasi diameter yang digunakan, terdapat cacat porositas pada hasil pengelasan. Hal ini disebabkan karena proses pencairan logam las dan logam induk tidak maksimal sehingga penetrasi pengelasan hanya terjadi di permukaan material induk saja.

Dari data ini dapat disimpulkan bahwa proses pengelasan SMAW pada material ST 42 dengan tebal material 6 mm dan kuat arus 70A tidak disarankan untuk digunakan karena tidak aman digunakan.

Pada penggunaan variasi kuat arus 80A



Gambar 20 Hasil Uji Tarik Spesimen Kuat Arus 80 A

Dari hasil pengujian tarik pada hasil sambungan yang menggunakan variasi kuat arus 80A, didapatkan data bahwa:

Patahan terjadi pada area pengelasan (HAZ), terjadi pada semua variasi diameter elektroda yang digunakan.

Pada semua variasi diameter elektroda yang digunakan, masih terdapat cacat porositas.

Terlihat adanya penetrasi logam las (elektroda) pada material induk.

Dari data ini didapatkan bahwa proses pengelasan SMAW pada material ST 42 tebal 6 mm dengan variasi arus 80A ini tidak disarankan untuk digunakan pada kehidupan sehari-hari karena walaupun sudah ada penetrasi logam las pada material induk, masih terdapat porositas pada sambungan sehingga tidak aman digunakan.

Pada penggunaan variasi kuat arus 90A



Gambar 21 Hasil Uji Tarik Spesimen Kuat Arus 90 A

Dari hasil pengujian tarik pada hasil sambungan yang menggunakan variasi kuat arus 90A, didapatkan data bahwa:

Pada variasi diameter elektroda 2 mm, patahan terjadi pada area pengelasan (HAZ), masih terdapat porositas akibat penetrasi logam kurang maksimal.

Pada variasi diameter elektroda 2.6 mm dan 3.2 mm, patahan terjadi di luar area pengelasan atau patahan terjadi pada material induk.

Pada variasi diameter elektroda 2.6 mm dan 3.2 mm tidak terlihat adanya cacat porositas.

Dari data ini didapatkan bahwa proses pengelasan SMAW pada material baja ST 42

dengan tebal 6 mm dengan kuat arus 90A dapat digunakan pada konstruksi dengan menggunakan elektroda dengan diameter 2.6 mm dan 3.2 mm. Hal ini dikarenakan pada variasi kuat arus 90A dengan menggunakan elektroda diameter 2.6 mm dan 3.2 mm proses penyatuan logam las dan material induk telah membentuk penyatuan material yang kontinu. Pada penggunaan variasi kuat arus 100A



Gambar 22 Hasil Uji Tarik Spesimen Kuat Arus 100 A

Pada pengujian tarik dengan variasi kuat arus 100A, didapatkan data yang serupa dengan proses pengelasan dengan variasi kuat arus 90A. Dari data pengujian kekerasan dan uji tarik terdapat perbedaan yaitu:

Nilai kekerasan pada arus 100A lebih kecil daripada pada arus 90A.

Pada pengelasan dengan kuat arus 100A material menjadi lebih ulet, sifat ini didapat dari nilai pertambahan panjang (ΔL) yang lebih panjang daripada nilai pertambahan panjang pada variasi kuat arus 90A

Sama seperti pada proses pengelasan dengan kuat arus 90A, pengelasan pada baja ST 42 tebal 6 mm dapat digunakan dalam konstruksi dengan menggunakan diameter elektroda 2.6 mm dan 3.2 mm. Hasil pengelasan memiliki sifat yang lebih ulet dengan nilai kekerasan yang lebih lunak.

KESIMPULAN DAN SARAN

Kesimpulan

Dari hasil penelitian dan analisa data yang telah dilakukan maka dapat diambil beberapa kesimpulan sebagai berikut:

- 1) Variasi Kuat arus pengelasan pada material dengan metode Shield Metal Arc Welding (SMAW) pada penyambungan pelat ST 42 tebal 6 mm dengan menggunakan standar ASTM E8/E8M menggunakan variasi arus 70A, 80A, 90A dan 100A dan menggunakan elektroda jenis RB-26 dengan diameter 2 mm, 2.6 mm dan 3.2 mm mempengaruhi nilai kekerasan dan kekuatan tarik, dimana:
 - a) Pada material ST 42 didapat bahwa pada penggunaan diameter elektroda yang tetap, semakin besar kuat arus yang digunakan nilai kekerasan akan berkurang. Nilai kekerasan terbesar 53,4 HRC pada diameter elektroda 70A dan nilai kekerasan terkecil 38 HRC pada diameter elektroda 100A.
 - b) Pada material ST 42, spesimen dengan menggunakan kuat arus yang tetap, semakin besar diameter elektroda yang digunakan nilai kekerasannya semakin meningkat. Nilai kekerasan terkecil 38 HRC pada diameter elektroda 2 mm, dan nilai kekerasan terbesar 53,4 pada diameter elektroda 3.2 mm
 - c) Pada material ST 42, semakin besar variasi arus dan diameter elektroda, maka kekuatan tariknya semakin besar. Nilai uji tarik terkecil sebesar 34,24 kg.f/mm² pada kuat arus 70A dengan diameter elektroda 2 mm, dan nilai uji tarik terbesar 46,29 kg.f/mm² dengan kuat arus 90A dan 100A dengan diameter elektroda 3.2 mm.
- 2) Besar kuat arus pengelasan yang paling optimal pada penelitian ini adalah pada variasi arus 90A dengan menggunakan elektroda dengan diameter 2.6 mm dan 3.2 mm dimana penetrasi logam las pada logam induk sudah membentuk sambungan yang kontinu, memiliki nilai

kekerasan rata-rata 45,7 HRC dan kekuatan tarik 46,29 kg.f/mm².

Saran

- 1) Alangkah baiknya penelitian selanjutnya ditambah pengujian yang lain untuk mengetahui selain dari sifat mekanik, contoh: sifat struktur mikro, dan sifat fisik sehingga berguna dalam pengaplikasian material dalam pemakaian sehari-hari.
- 2) Untuk memperoleh hasil pengelasan yang baik, disarankan proses pengelasan dilakukan oleh orang yang professional.

PENGHARGAAN

Penghargaan setinggi-tingginya kepada dosen pembimbing yang telah membimbing sehingga publikasi ini dapat dibuat dan seluruh pihak yang ada Universitas 17 Agustus 1945 Surabaya, terutama program studi Teknik Mesin.