



**Analisa Pengaruh Variasi media Pendingin Dan Ukuran Elektroda Pada
Proses Preheating Baja St 42 Pada Proses Pengelasan Smaw Terhadap Sifat
Mekanik Dan Cacat Las**

**Tri Jatmiko Aji P. (Mahasiswa), Edi Santoso (Dosen Pembimbing), Mas Aji Ahmad rivai
(Mahasiswa), Edi Santoso (Dosen Pembimbing)**

Program Studi Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas 17 Agustus 1945 Surabaya
Jalan Semolowaru No. 45 Surabaya 60118, Tel. 031-5931800, Indonesia
email: prasetyo192218@gmail.com ajjian971@gmail.com

ABSTRAK

Pada dunia industri dibidang kontruksi proses pengelasan adalah salah satu pekerjaan yang sering digunakan. Pengelasan sering digunakan pada proses penyambungan material jenis logam atau maintenance pada alatalat yang terbuat dari logam ataupun stainless steel, ruang lingkup penggunaan pengelasan dalam kontruksi sangat luas meliputi perkapalan, jembatan, rangka baja, saluran pipa dan lain-lain. Pada penelitian ini menggunakan metode pengelasan SMAW (Shield Metal Arc Welding) menggunakan laku panas preheating dengan variasi media pendingin air, oli, dan udara dan variasi diameter elektroda yaitu $\varnothing 2,6$ mm, $\varnothing 3,2$ mm, $\varnothing 4$ mm menggunakan jenis elektroda RD460. Pertama pengambilan data spesimen RAW digunakan untuk perbandingan data yang sebelum dilakukan proses apapun dan setelah dilakukan proses preheating dan pengelasan, kedua pengambilan data spesimen setelah proses preheating dan pengelasan lalu hasil pengelasan di uji dye penetrant, uji kekerasan dan uji tarik, yang ketiga yaitu tahap analisa data, dimana data yang telah diperoleh dari hasil pengujian di olah dan dievaluasi lalu di dapatkan kesimpulan. Hasil pengujian kekerasan rockwell dari variasi media pendingin dan variasi diameter elektroda dapat diketahui bahwa nilai kekerasan tertinggi pada daerah base metal sebesar 72,33 HRB dengan media pendingin air menggunakan elektroda $\varnothing 4$. Pada pengujian tarik nilai tegangan dan regangan paling tingi di dapat pada perlakuan hardening menggunakan media pendingin air dengan pengelasan diameter 4 sebesar 46,40 N/mm² dengan nilai regangan sebesar 30,20%. Dan nilai tegangan regangan paling kecil didapat pada media pendingin udara pada pengelasan menggunakan diameter 3,2 dengan nilai tegangan sebesar 38,73 N/mm² dengan nilai regangan sebesar 44,31 %. Dari pengaruh proses pengelasan menggunakan elektroda $\varnothing 2,6$, $\varnothing 3,2$ dan $\varnothing 4$ didapatkan nilai cacat las paling banyak pada variasi pengelasan $\varnothing 2,6$ media pendingin oli, udara $\varnothing 3,2$ Air dan $\varnothing 4$ media pendingin air, oli, udara sedangkan cacat las paling sedikit di dapat pada pengelasan $\varnothing 2,6$ air, $\varnothing 3,2$ oli dan udara

Kata kunci: Hardening, Las SMAW, sifat mekanik, baja ST 42, uji penetrant

ABSTRACT

In the industrial world in the field of construction, the welding process is one of the most frequently used jobs. Welding is often used in the process of joining metal materials, as well as maintenance on tools made of metal or stainless steel, the scope of the use of welding techniques in construction is very broad, including shipping, bridges, steel frames, pipelines and so on. In this study, the SMAW (Shield Metal Arc Welding) welding method was used using preheating heat treatment with variations in water, oil and air cooling media and variations in electrode diameter, namely $\varnothing 2.6$ mm, $\varnothing 3.2$ mm, $\varnothing 4$ mm using RD460 electrode types. First, RAW specimen data collection is used for comparison of data before any process is carried out and after preheating and welding processes have been carried out, secondly, specimen data collection after preheating and welding processes, then welding results are subjected to dye penetrant tests, hardness tests and tensile tests, the third stage is data analysis, where the data that has been obtained from the test results is processed and evaluated and then conclusions are obtained. The results of rockwell hardness testing from variations in cooling media and variations in electrode diameter can be seen that the highest hardness value is in the base metal area of 72.33 HRB with water cooling media using $\varnothing 4$ electrodes. In the tensile test the highest stress and strain values were obtained in the hardening treatment using water cooling media with 4 diameter welding of 46.40 N/mm² with a strain value of 30.20%. And the smallest strain stress value is obtained in the air cooling medium for welding using a diameter of 3.2 with a stress value of 38.73 N/mm² with a strain value of 44.31%. From the effect of the welding process using electrodes $\varnothing 2,6$, $\varnothing 3,2$ and $\varnothing 4$, the highest value of welding defects was found in welding variations of $\varnothing 2,6$, cooling media for oil, air, $\varnothing 3,2$ water and $\varnothing 4$, cooling media for water, oil, air, while the welding defects were the most a little in can at welding $\varnothing 2,6$ water, $\varnothing 3,2$ oil and air

Keywords: *Hardening, SMAW welding, mechanical properties, ST 42 steel, penetrant test*

I. PENDAHULUAN

Besi atau baja paling sering digunakan untuk bahan industri dengan nilai ekonomi dan sifat yang beragam. Sebagian besar baja karbon digunakan sebagai baja struktural dan mesin. Untuk mencapai sifat mekanik yang diinginkan, diperlukan proses pemanasan awal untuk memperbaiki sifat permukaan.

Dalam dunia industri, dalam bidang konstruksi, proses las merupakan salah satu profesi yang paling banyak dipraktikkan. Pengelasan banyak digunakan untuk menyambung material logam dan memelihara perkakas logam atau stainless steel. Bidang penerapan teknik las dalam konstruksi sangat luas dan mencakup bidang transportasi, jembatan, rangka baja, saluran pipa, dll.

Pengelasan yang umum digunakan dalam konstruksi dan industri yaitu pengelasan logam dengan menggunakan SMAW (Shielded Metal Arc Welding) atau disebut juga dengan arc welding, yang menggunakan panas selama proses pengelasan untuk melebur material dan variasi logam dasar. elektroda RD460 Ø2.6mm, Ø3.2 mm dan Ø4 mm sebagai attachment, karena proses las SMAW lebih efisien dan mudah digunakan dengan posisi/pose pengelasan yang berbeda.

Pada penelitian ini dilakukan dengan tujuan mengetahui nilai kekerasan material Baja ST 42, serta menganalisa cacat las dan mengetahui nilai kekuatan tarik.

II. METODE

A. Persiapan material



Gambar 1 pemotongan material

Pada Penelitian ini menggunakan material jenis baja ST42 (baja karbon rendah) dengan

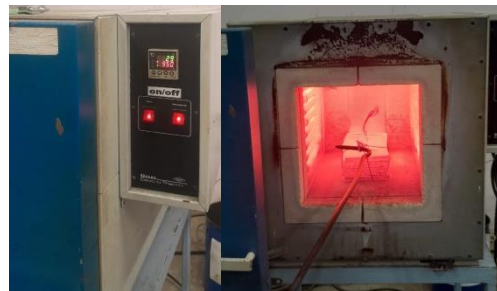
ukuran 20 mm x 200 mm dengan tebal plat 10 mm. sebelum melakukan pengelasan di lakukan pemotongan dimensi plat lalu pembuatan kampuh double V groove 60° dan pemberian jarak pengelasan pada pengelasan kampuh double V ini sebesar 3 mm.



Gambar 2 pembuatan kampuh

B. Proses preheating

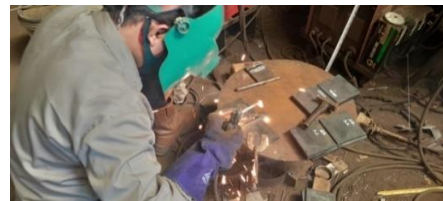
pada penelitian ini proses perlakuan panas menggunakan proses hardening dengan suhu 950°C dengan holding time 15 menit dengan media pendingin air, oli, udara. dan tujuannya adalah Untuk mengetahui pengaruh perlakuan hardening terhadap sifat mekanik dan cacat las pada pengelasan SMAW material baja ST42.



Gambar 3 proses perlakuan panas

C. Proses pengelasan SMAW

Pada penelitian ini menggunakan material baja ST42 dan menggunakan elektroda RD460 dengan diameter 2,6mm, 3,2mm, dan 4mm dengan arus pengelasan 120A



Gambar 4 proses pengelasan

Langkah-Langkah proses pengelasan SMAW :

1. Siapkan spesimen yang telah dibuat
2. Siapkan alat pengelasan, diantaranya mesin las, elektroda, dan sebagainya
3. Percobaan 1 melakukan pengelasan SMAW menggunakan elektroda RD460 Ø2,6 mm dengan menggunakan arus 120A
4. Percobaan 2 melakukan pengelasan SMAW menggunakan elektroda RD460 Ø3,2 mm dengan menggunakan arus 120A
5. Percobaan 3 melakukan pengelasan SMAW menggunakan elektroda RD460 Ø4 mm dengan menggunakan arus 120A



Gambar 5 pengujian penetrant

D. Pengujian Penetrasi

Penetrant Test adalah metode NDT yang paling sederhana. Metode ini mencari cacat pada permukaan benda padat, baik logam maupun non-logam, seperti serat keramik dan plastik. Dengan metode ini, cacat material lebih terlihat jelas. Prinsip pengujian penetrasi Metode ini diimplementasikan dengan beberapa langkah pengujian, yaitu:

1. Membersihkan permukaan hasil pengelasan yang telah di las dengan menggunakan cairan cleaner dengan tujuan untuk menghilangkan debu dan kotoran yang menempel pada spesimen.
2. Setelah permukaan hasil lasan bersih, lalu permukaan disemprot dengan red penetrant sampai rata pada permukaan, lalu dibiarkan kurang lebih 10 menit..
3. Setelah 10 menit, permukaan lasan dibersihkan dengan menggunakan cleaner penetrant yang disemprotkan ke kain lalu di lap dengan arah yang sama.
4. Setelah di lap, semprotkan cairan developer yang sebelumnya dikocok secara merata pada permukaan las dan tunggu beberapa menit. Jika ada cacat pada permukaan benda, cairan tembus terbentuk di permukaan benda..
5. Beri tanda pada bagian objek yang ada cacatnya lalu permukaan dibersihkan dengan menyemprotkan cleaner penetrant dan dilap menggunakan kain sampai bersih.

E. Pengujian kekerasan Rockwell

Pada penelitian ini pengujian kekerasan menggunakan metode Rockwell. Ada tiga jenis pengujian kekerasan dengan menggunakan metode tekanan yaitu metode Rockwell, Brinell dan Vickers. Metode Brinell dan Vickers menggunakan prinsip dasar yang sama dalam menentukan angka kekerasan dan menitikberatkan pada perhitungan kekuatan bahan uji terhadap beban masing-masing daya luas penampang yang memikul beban. Metode Rockwell, di sisi lain, berfokus pada pengukuran kedalaman yang diciptakan oleh tekanan alat penekan yang menciptakan tanda pada sampel. Senapan baja 1/16 dengan muatan 100 kg digunakan dalam penelitian ini.



Gambar 6 pengujian kekerasan

F. Pengujian tarik

Salah satu penyebab rusaknya elemen struktur mesin adalah adanya tegangan pada elemen mesin yang melebihi kekuatan material. Kekuatan adalah sifat dari setiap bahan yang dibagi menjadi dua bagian, yaitu kekuatan tarik dan kekuatan tekan. Kekuatan bahan biasanya ditentukan dengan suatu pengujian yang disebut uji tarik. Selain benda kerja yang patah akibat proses penarikan, pengujian ini juga menghasilkan kurva uji tarik. Kurva ini menggambarkan proses pemuaian benda kerja dari penarikan pertama hingga benda kerja putus.



Gambar 7 pengujian tarik

Rumus perhitungan tegangan regangan :

Luas Penampang (A_0)

$$A_0 = t \times i$$

Tegangan dan Regangan Teknik

$$L_{yield} = L_0 + \Delta L_y$$

$$L_{max} = L_0 + \Delta L_u$$

$$L_{putus} = L_0 + \Delta L_{putus}$$

Tegangan

$$\sigma_{(y)} = \frac{P_y}{A_0}$$

$$\sigma_{(u)} = \frac{P_{(max)}}{A_0}$$

$$\sigma_{(pts)} = \frac{P_{(pts)}}{A_0}$$

Regangan

$$\varepsilon_{yield} = \frac{L_y - L_0}{L_0} \times 100 \%$$

$$\varepsilon_{max} = \frac{L_{max} - L_0}{L_0} \times 100 \%$$

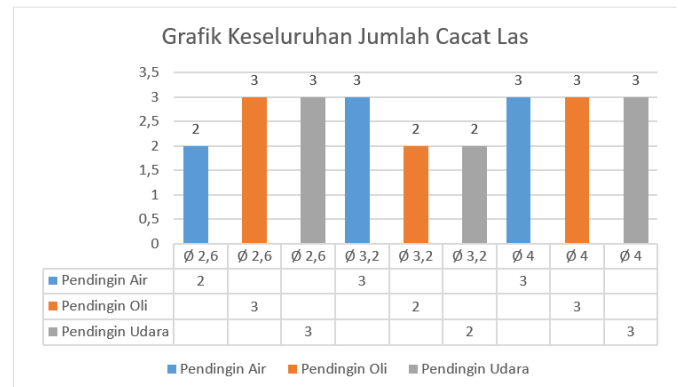
$$\varepsilon_{putus} = \frac{L_{pts} - L_0}{L_0} \times 100 \%$$

III. HASIL DAN PEMBAHASAN

A. Pengujian dye penetrant

Pada pengujian penetran ini menggunakan 9 spesimen berdasarkan variasi media pendingin, diameter elektroda, yaitu 3 spesimen untuk media pendingin air, oli, dan udara menggunakan elektroda $\varnothing 2,6$ mm dan 3 spesimen untuk media pendingin air, oli, dan udara dengan menggunakan diameter elektroda 3,2 mm dan 3 spesimen untuk media pendingin air, oli, dan udara menggunakan

diameter elektroda 4 mm, didapatkan hasil uji dye penetrant sebagai berikut :

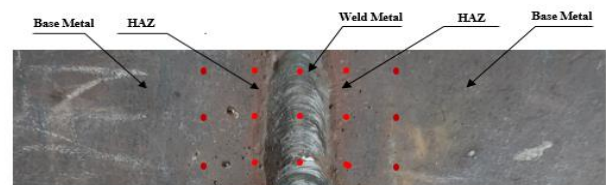


Gambar 8 Grafik keseluruhan cacat las

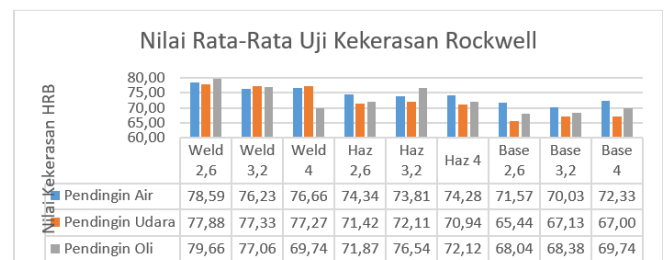
berdasarkan grafik di atas menunjukkan bahwa dengan variasi media pendingin dan variasi diameter elektroda pada pengeleasan dapat mempengaruhi cacat pengelasan pada material. Jumlah cacat pengelasan paling banyak ada pada variasi $\varnothing 2,6$ Oli, $\varnothing 2,6$ Udara $\varnothing 3,2$ Air, $\varnothing 4$ Air, $\varnothing 4$ Oli, $\varnothing 4$ Udara, sedangkan jumlah cacat yang paling sedikit ada pada variasi $\varnothing 2,6$ Air, $\varnothing 3,2$ Oli, $\varnothing 3,2$ Udara

B. uji kekerasan

Material yang sudah melalui proses *hardening* dengan variasi media pendingin dan sudah dilakukan pengelasan dengan variasi diameter elektroda lalu dilakukan pengujian kekerasan Rockwell.



Gambar 9 daerah pengambilan data uji kekerasan



Gambar 10 nilai rata-rata uji kekerasan rockwell

Dari gambar diatas rata-rata hasil uji kekerasan rockwell dari pengelasan dengan menggunakan elektroda Ø 2,6 , Ø 3,2 , dan Ø 4 didapatkan bahwa nilai kekerasan pada baja ST 42 pada daerah *Weld Metal* didapat nilai kekerasan paling tinggi pada pengelasan dengan elektroda Ø2,6 media pendingin oli sebesar 79,66 HRB dan nilai kekerasan terendah terdapat pada pengelasan dengan elektroda Ø4 media pendingin oli, untuk daerah *HAZ* nilai kekerasan tertinggi pada pengelasan dengan elektroda Ø3,2 media pendingin oli sebesar 76,54 HRB dan nilai terendah terdapat pada pengelasan dengan elektroda Ø4 media pendingin udara sebesar 70,94 HRB. Untuk daerah *base metal* nilai kekerasan tertinggi terdapat pada pengelasan dengan elektroda Ø4 media pendingin air sebesar 72,33 HRB, nilai kekerasan terendah terdapat pada pengelasan dengan elektroda Ø2,6 media pendingin udara sebesar 65,44 HRB.

C. PENGUJIAN TARIK

Pada pengujian tarik ini menggunakan 30 spesimen dengan variasi media pendingin, diameter elektroda dan raw material , yaitu 9 spesimen untuk media pendingin air, oli, dan udara menggunakan elektroda Ø2,6 mm dan 9 spesimen untuk media pendingin air, oli, dan udara dengan menggunakan diameter elektroda 3,2 mm dan 9 spesimen untuk media pendingin air, oli, dan udara menggunakan diameter elektroda 4 mm. dan 3 spesimen RAW materialdidapatkan hasil uji tarik sebagai berikut :

Tabell data uji tarik Raw Material

No	Keterangan	Spesimen 1	Spesimen 2	Spesimen 3
1	Panjang Awal L_0 (mm)	85	85	85
2	Panjang Akhir L_f (mm)	135	139	134
3	Pertambahan Panjang ΔL (mm)	50	54	49
4	Panjang Spesimen Awal (mm)	200	200	200
5	Beban Luluh (Yield Point) (kg)	5037	5135	4800
6	Beban Maksimum (Ultimate Strength) (kg)	5500	5775	5775
7	Beban Putus (Fracture) (kg)	4650	4977	4960
8	ΔL (yield) (mm)	22,35	17	11
9	ΔL (max) (mm)	51,76	41	33
10	ΔL (putus) (mm)	58,82	54	49

Hasil perhitungan tegangan dan regangan

Luas Penampang (A_0)

$$A_0 = t \times i = 10 \text{ mm} \times 12,5 \text{ mm} = 125 \text{ mm}^2$$

Tegangan dan Regangan Teknik

$$L_{yield} = L_0 + \Delta L_y = 85 + 11 = 96 \text{ mm}$$

$$L_{max} = L_0 + \Delta L_u = 85 + 33 = 118 \text{ mm}$$

$$L_{putus} = L_0 + \Delta L_{putus} = 85 + 49 = 134 \text{ mm}$$

Tegangan

$$\sigma_{(y)} = \frac{P_y}{A_0} = \frac{4800 \text{ kg}}{125 \text{ mm}^2} = 38,4 \text{ kg/mm}^2$$

$$\sigma_{(u)} = \frac{P_{(max)}}{A_0} = \frac{5775 \text{ kg}}{125 \text{ mm}^2} = 46,2 \text{ kg/mm}^2$$

$$\sigma_{(pts)} = \frac{P_{(pts)}}{A_0} = \frac{4960 \text{ kg}}{125 \text{ mm}^2} = 39,68 \text{ kg/mm}^2$$

Regangan

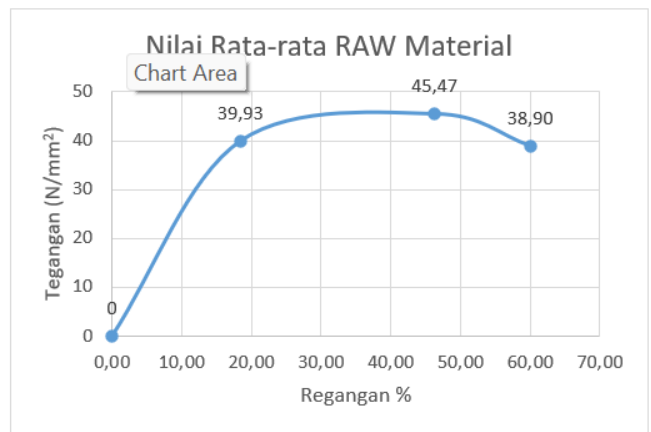
$$\epsilon_{yield} = \frac{L_y - L_0}{L_0} \times 100 \% = \frac{11 \text{ mm}}{85 \text{ mm}} \times 100 \% = 12,94 \%$$

$$\epsilon_{max} = \frac{L_{max} - L_0}{L_0} \times 100 \% = \frac{33 \text{ mm}}{85 \text{ mm}} \times 100 \% = 38,82 \%$$

$$\epsilon_{putus} = \frac{L_{pts} - L_0}{L_0} \times 100 \% = \frac{49 \text{ mm}}{85 \text{ mm}} \times 100 \% = 57,65 \%$$

Tabel2 data tegangan regangan spesimen Raw material

Spesimen	Tegangan kg/mm^2			Regangan %		
	Yield	Maksimum	Putus	Yield	Maksimum	Putus
1	40,30	44,00	37,20	22,35	51,76	58,82
2	41,08	46,20	38,82	20,00	48,24	63,53
3	38,40	46,20	39,68	12,94	38,82	57,65
Rata-rata	39,93	45,47	38,90	18,43	46,27	60,00



Gambar 11 nilai rata-rata RAW Material

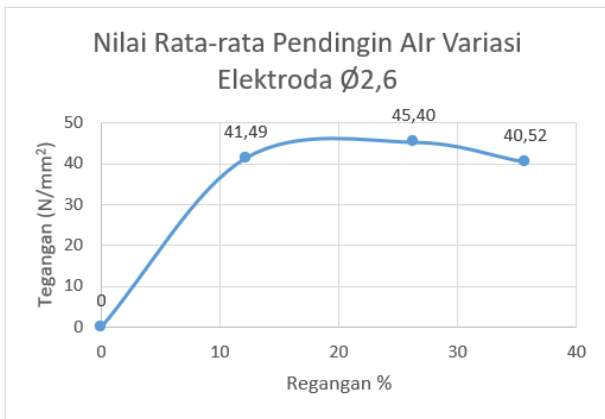
Dari grafik diatas didapatkan bahwa nilai tegangan maksimum rata-rata spesimen raw material yaitu 45,47 kg/mm^2 dan regangan teknik maksimum sebesar 46,27 %.

Berikut adalah tabel nilai rata-rata keseluruhan dari uji tarik dengan variasi media pendingin dan variasi diameter elektroda:

No	Perlakuan	Keterangan	Nilai rata-rata	
			Tegangan kg/mm^2	Regangan %
1	Raw Material	Luluh	39,93	18,43
		Maksimum	45,47	46,27
		Putus	38,90	60,00
2	Elektroda $\varnothing 2,6$ Media Pendingin Air	Luluh	41,49	12,16
		Maksimum	45,40	26,27
		Putus	40,52	35,69
3	Elektroda $\varnothing 2,6$ Media Pendingin Oli	Luluh	39,56	21,96
		Maksimum	43,40	39,22
		Putus	38,42	48,63
4	Elektroda $\varnothing 2,6$ Media Pendingin Udara	Luluh	36,51	20,00
		Maksimum	40,27	42,75
		Putus	35,93	58,82
5	Elektroda $\varnothing 3,2$ Media Pendingin Air	Luluh	39,62	20,78
		Maksimum	44,67	31,76
		Putus	37,52	42,35
6	Elektroda $\varnothing 3,2$ Media Pendingin Oli	Luluh	39,00	13,33
		Maksimum	43,87	32,94
		Putus	39,38	43,14
7	Elektroda $\varnothing 3,2$ Media Pendingin Udara	Luluh	35,64	21,18
		Maksimum	38,73	44,31
		Putus	35,02	54,12
8	Elektroda $\varnothing 4$ Media Pendingin Air	Luluh	44,36	17,65
		Maksimum	46,40	30,20
		Putus	42,76	36,86
9	Elektroda $\varnothing 4$ Media Pendingin Udara	Luluh	37,70	19,61
		Maksimum	41,20	42,35
		Putus	36,91	54,12
10	Elektroda $\varnothing 4$ Media Pendingin Oli	Luluh	39,46	15,69
		Maksimum	44,87	38,82
		Putus	39,62	51,37

Gambar 12 tabel nilai rata-rata keseluruhan dari uji tarik dengan variasi media pendingin dan variasi diameter elektroda

Spesimen	Tegangan kg/mm^2			Regangan %		
	Yield	Maksimum	Putus	Yield	Maksimum	Putus
1	39,33	43,40	38,75	8,24	24,71	31,76
2	43,22	47,40	42,05	14,12	29,41	38,82
3	41,93	45,40	40,77	14,12	24,71	36,47
Rata-rata	41,49	45,40	40,52	12,16	26,27	35,69

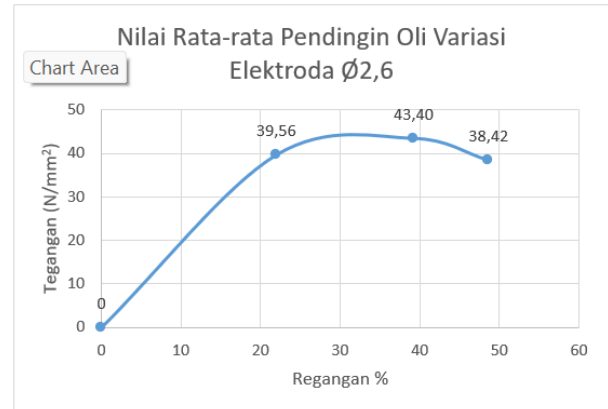


Gambar 13 Nilai Rata-rata Pendingin Air Variasi Elektroda $\varnothing 2,6$

Dari tabel hasil uji tarik diatas pada spesimen baja karbon ST-42 variasi pendingin air dengan pengelasan elektrdo $\varnothing 2,6$ didapatkan bahwa nilai

rata-rata kekuatan tarik pada spesimen baja ST-42 variasi pendingin air dengan pengelasan elektroda $\varnothing 2,6$ memiliki kekuatan tarik sebesar 45,4 (N/mm^2) dan regangan sebesar 26,27 %.

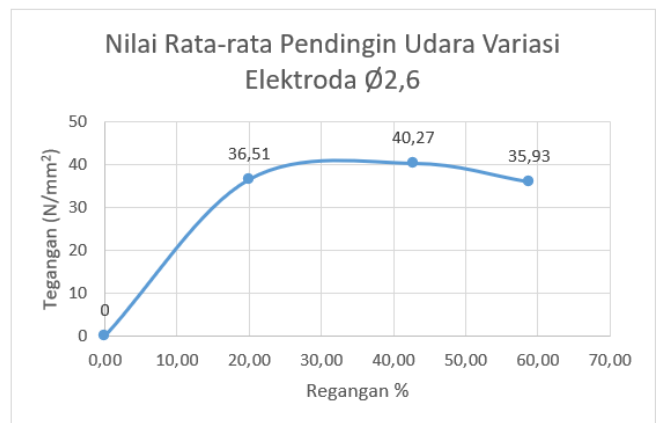
Spesimen	Tegangan kg/mm^2			Regangan %		
	Yield	Maksimum	Putus	Yield	Maksimum	Putus
1	39,41	44,00	38,84	30,59	45,88	54,12
2	40,54	44,60	39,38	17,65	41,18	50,59
3	38,73	41,60	37,02	17,65	30,59	41,18
Rata-rata	39,56	43,40	38,42	21,96	39,22	48,63



Gambar 14 Nilai Rata-rata Pendingin Oli Variasi Elektroda $\varnothing 2,6$

Dari grafik diatas didapatkan bahwa nilai rata-rata pada material baja karbon ST 42 dengan perlakuan hardening pendingin oli pengelasan elektroda $\varnothing 2,6$ memiliki tegangan max rata-rata sebesar 39,22 (N/mm^2) dan regangan sebesar 43,40%.

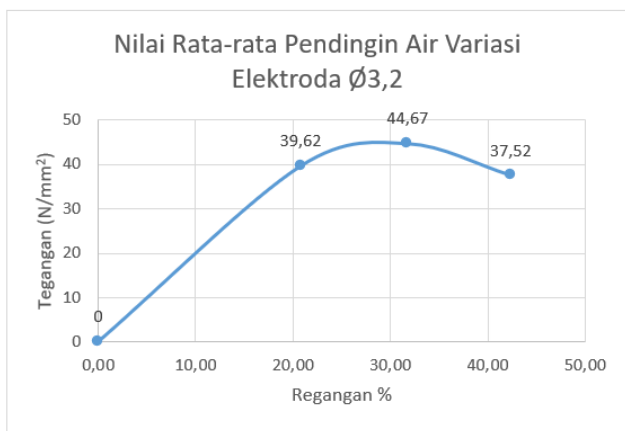
Spesimen	Tegangan kg/mm^2			Regangan %		
	Yield	Maksimum	Putus	Yield	Maksimum	Putus
1	36,49	40,00	35,90	20,00	40,00	57,65
2	36,60	40,80	37,20	18,82	44,71	57,65
3	36,46	40,00	34,69	21,18	43,53	61,18
Rata-rata	36,51	40,27	35,93	20,00	42,72	58,82



Gambar 15 Nilai Rata-rata Pendingin Udara Variasi Elektroda Ø2,6

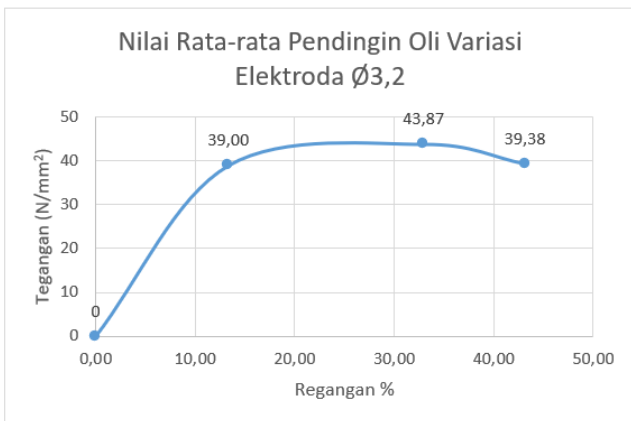
Dari grafik diatas, didapatkan bahwa nilai rata-rata pada baja ST 42 dengan perlakuan pendingin udara pengelasan elektroda Ø 2,6 memiliki tegangan max rata-rata sebesar 40,27 (N/mm²) dan regangan sebesar 42,75 %.

Spesimen	Tegangan kg/mm ²			Regangan %		
	Yield	Maksimum	Putus	Yield	Maksimum	Putus
1	40,92	46,60	36,51	25,88	41,18	54,12
2	36,48	41,00	32,64	23,53	29,41	40,00
3	41,47	46,40	43,42	12,94	24,71	32,94
Rata-rata	39,62	44,67	37,52	20,78	31,76	42,35



Gambar 16 Nilai Rata-rata Pendingin Air Variasi Elektroda Ø3,2

Dari grafik diatas, didapatkan bahwa nilai rata-rata pada material baja ST 42 dengan perlakuan pendingin air pengelasan elektroda Ø 3,2 memiliki tegangan maksimum rata-rata 44,67 (N/mm²) dan regangan sebesar 31,76%.

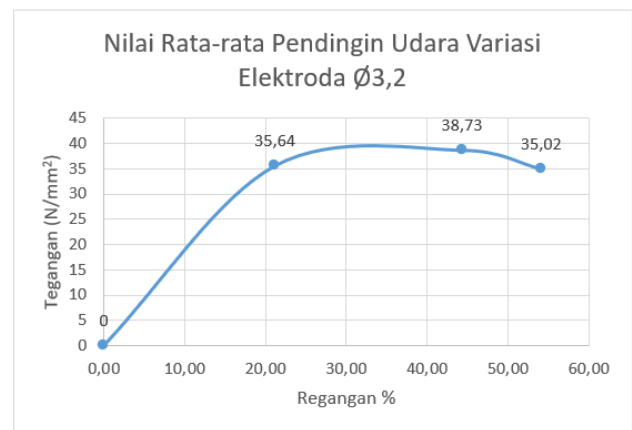


Spesimen	Tegangan kg/mm ²			Regangan %		
	Yield	Maksimum	Putus	Yield	Maksimum	Putus
1	40,13	45,40	41,29	14,12	35,29	42,35
2	38,75	44,00	38,17	12,94	35,29	49,41
3	38,12	42,20	38,70	12,94	28,24	37,65
Rata-rata	39,00	43,87	39,38	13,33	32,94	43,14

Gambar 17 Nilai Rata-rata Pendingin Oli Variasi Elektroda Ø3,2

Dari grafik diatas, didapatkan bahwa nilai rata-rata pada material baja ST 42 dengan perlakuan pendingin oli pengelasan elektroda Ø 3,2 memiliki tegangan maksimum rata-rata 43,87 (N/mm²) dan regangan maksimum rata-rata sebesar 32,94 %.

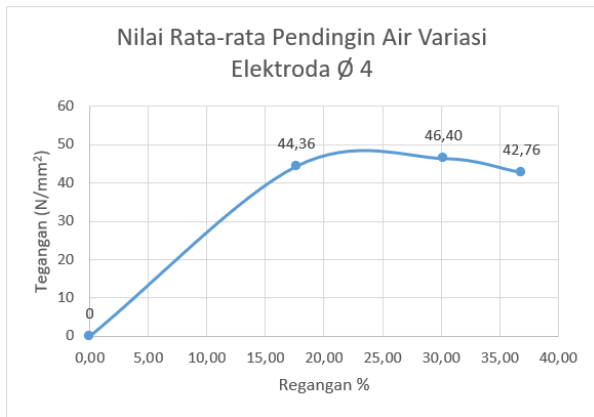
Spesimen	Tegangan kg/mm ²			Regangan %		
	Yield	Maksimum	Putus	Yield	Maksimum	Putus
1	33,09	38,00	34,31	17,65	47,06	55,29
2	38,30	40,20	36,42	22,35	47,06	55,29
3	35,54	38,00	34,31	23,53	38,82	51,76
Rata-rata	35,64	38,73	35,02	21,18	44,31	54,12



Gambar 18 Nilai Rata-rata Pendingin Udara Variasi Elektroda Ø3,2

Dari grafik diatas, didapatkan bahwa nilai rata-rata pada material baja ST 42 dengan perlakuan pendingin udara pengelasan elektroda Ø 3,2 memiliki tegangan maksimum rata-rata 38,73 (N/mm²) dan regangan maksimum rata-rata 44,31 %.

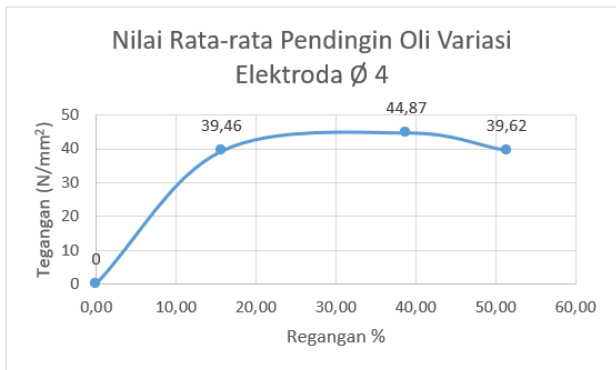
Spesimen	Tegangan kg/mm ²			Regangan %		
	Yield	Maksimum	Putus	Yield	Maksimum	Putus
1	45,95	47,20	44,76	17,65	28,24	34,12
2	43,80	46,80	41,40	18,82	37,65	48,24
3	43,34	45,20	42,11	16,47	24,71	28,24
Rata-rata	44,36	46,40	42,76	17,65	30,20	36,86



Gambar 19 Nilai Rata-rata Pendingin Air Variasi Elektroda Ø 4

Dari grafik diatas, didapatkan bahwa nilai rata-rata pada material baja ST 42 dengan perlakuan hardening pendingin air pengelasan elektroda Ø 4 memiliki tegangan maksimum rata-rata 46,40 (N/mm²) dan regangan maksimum rata-rata 30,20 %.

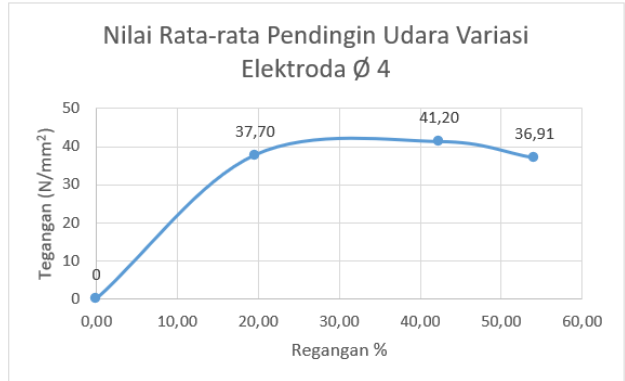
Spesimen	Tegangan kg/mm ²			Regangan %		
	Yield	Maksimum	Putus	Yield	Maksimum	Putus
1	40,81	47,00	42,05	12,94	40,00	54,12
2	37,58	44,00	38,23	12,94	38,82	49,41
3	40,00	43,60	38,58	21,18	37,65	50,59
Rata-rata	39,46	44,87	39,62	15,69	38,82	51,37



Gambar 20 Nilai Rata-rata Pendingin Oli Variasi Elektroda Ø 4

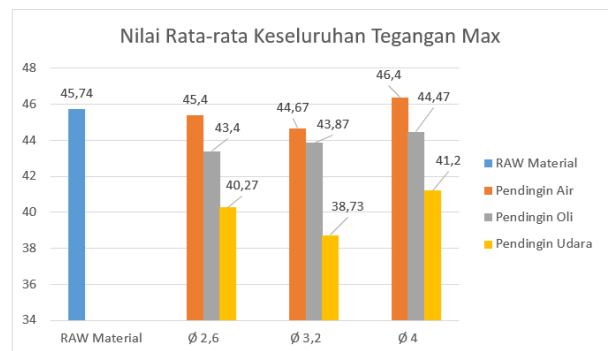
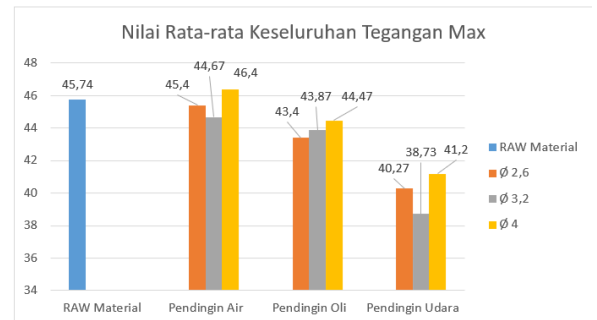
Dari grafik diatas, didapatkan bahwa nilai rata-rata pada material baja ST 42 dengan perlakuan pendingin oli pengelasan elektroda Ø 3,2 mm memiliki tegangan maksimum rata-rata 44,87 (N/mm²) dan regangan maksimum rata-rata 38,42 %.

Spesimen	Tegangan kg/mm ²			Regangan %		
	Yield	Maksimum	Putus	Yield	Maksimum	Putus
1	36,98	40,80	36,43	15,29	41,18	54,12
2	37,20	40,80	36,60	17,65	43,53	54,12
3	38,91	42,00	37,70	25,88	42,35	54,12
Rata-rata	37,70	41,20	36,91	19,61	42,35	54,12



Gambar 21 Nilai Rata-rata Pendingin Udara Variasi Elektroda Ø 4

Dari grafik diatas, didapatkan bahwa nilai rata-rata pada material baja ST 42 dengan perlakuan pendingin udara pengelasan elektroda Ø 4 mm memiliki tegangan maksimum rata-rata 41,20 (N/mm²) dan regangan maksimum rata-rata 42,35 %.



Gambar 22 Nilai Rata-rata Keseluruhan Tegangan Max

Pada grafik di atas yaitu hasil semua perhitungan tegangan pengujian tarik pada spesimen baja ST42 perlakuan hardening suhu 950°C dengan pengelasan elektroda Ø2,6, Ø 3,2 dan Ø4 mm setelah itu hasil perhitungannya dirata-rata dari variasi suhu perlakuan hardening dan variasi diameter elektroda maka dapat diketahui nilai kekuatan tarik terbesar pada spesimen baja ST42 perlakuan hardening media pendingin air dengan pengelasan elektroda Ø 4 mm (balok kuning) memiliki kekuatan tarik yaitu 46,40 (N/mm²) dan Nilai tegangan terendah ada pada perlakuan hardening media pendingin udara pengelasan elektroda Ø 3,2 sebesar 38,73 (N/mm²).

IV. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil dari analisa diatas data dari penelitian ini, maka didapatkan kesimpulan :

1. Dari pengaruh *Hardening* dengan suhu 950°C pada baja ST42 dengan variasi media pendingin air ,oli,udara didapatkan adanya penurunan nilai kekerasan pada variasi media pendingin udara di bandingkan material menggunakan media pendingin air dan raw material. Hasil pengujian kekerasan *rockwell* dari variasi media pendingin dan variasi diameter elektroda dapat diketahui bahwa material dengan menggunakan media pendingin air pada pengelasan elektroda Ø4 mempunyai nilai kekerasan tertinggi pada daerah *base metal* sebesar 72,33 HRB. Pada pengujian tarik nilai tegangan dan regangan paling tingi di dapat pada perlakuan *hardening* menggunakan media pendingin air dengan pengelasan diameter 4 sebesar 46,40 N/mm² dan nilai regangan yaitu 30,20%. Dan nilai tegangan regangan paling kecil didapat pada media pendingin udara pada pengelasan menggunakan diameter 3,2 dengan nilai tegangan sebesar 38,73 N/mm² dan nilai regangan yaitu 44,31 %. Dapat disimpulkan bahwa material baja ST42 dengan perlakuan *Hardening* suhu 950C media pendingin air

tidak mengubah nilai kekerasanya di banding menggunakan media pendingin

2. berpengaruh pada uji tarik yang dimana pada rata-rata media pendingin air pada pengelasan elektroda 2,6, 3,2 dan 4 mendapatkan nilai tegangan dan regangan paling tinggi di banding media pending oli dan udara.
3. Dari pengaruh proses pengelasan menggunakan elektroda diameter 2,6, 3,2 dan 4 didapatkan beberapa titik nilai cacat las pada material baja ST 42 dengan perlakuan *hardening* suhu 950c didapatkan nilai cacat las paling banyak pada variasi pengelasan Ø2,6 media pendingin oli, udara Ø3,2 Air dan Ø 4 media pendingin air, oli, udara sedangkan cacat las paling sedikit di dapat pada pengelasan Ø2,6 air , Ø3,2 oli dan udara.

Adapun saran yang bisa dilakukan pada penelitian selanjutnya yaitu:

1. Pada penelitian ini, perlakuan panas hanya dilakukan pada suhu tertentu. Maka dari itu, perlu dilakukan penelitian serupa dengan fluktuasi temperatur pada perlakuan *quenching* dengan media pendingin dan temperatur yang berbeda untuk menentukan nilai mekanik yang sesuai untuk ST. Bahan 42 baja.
2. Pada penelitian ini masih ada kesalahan dalam proses pengelasan menggunakan variasi elektroda dengan adanya perbedaan layer dan ampere yang di gunakan maka nilai mekanik yang di dapat juga akan berbeda

REFERENSI

- Arifin, J., Purwanto, H., & Syafa'at, I. (2017). Pengaruh Jenis Elektroda Terhadap Sifat Mekanik Hasil Pengelasan. *Momentum*, 13(1), 27–31.
- Azwinur, A., Jalil, S. A., & Husna, A. (2017). Pengaruh variasi arus pengelasan terhadap sifat mekanik pada proses pengelasan SMAW. *Jurnal POLIMESIN*, 15(2), 36. <https://doi.org/10.30811/jpl.v15i2.372>
- Hamid, A. (2016). Analisa Pengaruh Arus Pengelasan Smaw Pada Material Baja

- Karbon Rendah Terhadap Kekuatan Material Hasil Sambungan. *Jurnal Teknologi Elektro*, 7(1), 26–36.
<https://doi.org/10.22441/jte.v7i1.813>
- Karmin. (2009). Pengendalian Proses Pengerasan Baja Dengan Metode Quenching. *Jurnal Austenit*, 1(2), 17–25.
- Mahendra, R. A., Anggara, M. R. A., Kapel, K. E., Mifthahudin, A. M., Pratama, K. I., & Rahmadianto, F. (2021). Analisa Efektifitas Uji Kekasaran Permukaan Baja ST 42 Dengan Variabel Mekanik Mesin Dengan Metode Taguchi. *Maret 2021 Jurnal JMMME*, 1(1), 5.
- Rohman, M., Saepuddin, A., & Fardana, M. A. (2020). ST41 Tensile Strength Analysis of Spiral Groove Welding with Three Current Variations. *Jurnal Pendidikan Teknik Mesin Undiksha*, 8(2), 62–68.
<https://doi.org/10.23887/jptm.v8i2.27590>
- Setiawan, D. (2019). Analisa Cacat Las pada Pengelasan Smaw Butt Joint dengan Variasi Arus. *Jurnal Teknik Mesin*, 2(2), 53–62.
- Syarief, A. (2006). Uji Kekerasan Baja Konstruksi St-42 Pada Proses Heat Treatment. *Jurnal Teknik Mesin*, 7(1), 48–55.
- Vernoval, G., Jokosisworo, S., & Adietya, berlian arswendo. (2019). Jurnal teknik perkapalan. *Teknik Perkapalan*, 7(2), 152–160.
- Wahyudi, E. (2019). Penurunan Kekuatan Impact Baja St 37 Akibat Pengelasan Smaw. *Otopro*, 14(2), 64.
<https://doi.org/10.26740/otopro.v14n2.p64-70>
- Zulfadly, Z., & Ghony, M. A. (2022). Variasi Ampere Terhadap Kekuatan Tarik Pada Hasil Pengelasan Dengan Posisi Down Hand. *Hexatech: Jurnal Ilmiah Teknik*, 1(01), 39–50.
<https://doi.org/10.55904/hexatech.v1i01.75>