



**PENGARUH BESAR KECEPATAN ALIRAN GAS PELINDUNG DAN
TEMPERATUR AIR PADA PENGELASAN MIG TERHADAP CACAT
PENGELASAN DAN KEKUATAN TARIK BAJA KEYLOS 50 UNTUK APLIKASI
SHELL FEED WATER TANK**

**Moh. Nor Ali Aziz¹, Harjo Seputro², Edi Santoso³, Ismail⁴, Vincent Kristian⁵,
Putra Pratama⁶, Daffa Abiyyu Shidqi⁷**

Program Studi Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas 17 Agustus 1945 Surabaya
email: aliaziz@untag-sby.ac.id

ABSTRAK

Pengaruh pengelasan Metal Inert Gas (MIG) pada baja Keylos 50 terhadap cacat pengelasan dan kekuatan tarik material. Kebocoran sering kali terjadi akibat struktur martensit yang terbentuk selama quenching, yang meskipun keras, bersifat getas dan mudah retak. Selain itu, pemilihan media pendingin yang tidak tepat dan minimnya perlakuan pasca-pengelasan, seperti stress relieving, semakin memperparah risiko kegagalan sambungan las. Baja Keylos 50 merupakan baja karbon sedang yang sering digunakan dalam aplikasi struktural berkat sifat mekaniknya yang unggul. Tujuan penelitian ini adalah variasi kecepatan aliran gas pelindung (10 L/min, 15 L/min dan 20 L/min) dan temperatur media pendingin (5°C - 8°C, 25°C - 28°C dan 50°C - 53°C) pada proses quenching. Teknik uji tarik (ASTM E8) dan uji radiografi (NDT RT) digunakan untuk mengevaluasi sifat mekanik dan cacat pengelasan, seperti incomplete penetration, porosity, cluster porosity dan slag inclusion. Hasil penelitian menunjukkan bahwa variasi parameter pengelasan signifikan memengaruhi jumlah dan jenis cacat, serta kekuatan tarik material. Temperatur pendingin yang rendah menghasilkan struktur martensit yang keras namun getas, meningkatkan risiko cacat. Sementara itu, aliran gas pelindung yang optimal mencegah kontaminasi atmosfer, meminimalkan cacat seperti porosity. Pengujian tarik menunjukkan tegangan maksimum tertinggi pada variasi 10L/min terdapat pada spesimen A1 senilai 63,98 Kg/mm² dengan regangan maksimum 6,61%, pada variasi 15L/min terdapat pada spesimen B3 senilai 64,31Kg/mm² dengan regangan maksimum 6,4% dan pada variasi 20L.min terdapat pada spesimen C1 senilai 64,69Kg/mm² dengan regangan maksimum 7,1%. Penelitian ini memberikan wawasan penting bagi optimasi pengaruh pengelasan untuk meningkatkan kualitas sambungan baja Keylos 50, serta berkontribusi pada pengembangan standar pengelasan yang lebih efektif dan aman.

Kata Kunci: Baja Keylos 50, Metal Gas Inert, Cacat Pengelasan, Quenching, Uji Tarik, Feed Water Tank.

ABSTRACT

Effect of Metal Inert Gas (MIG) welding of Keylos 50 steel on welding defects and tensile strength of the material. Leakage often occurs due to the martensite structure formed during quenching, which although hard, is brittle and easily cracked. In addition, improper selection of cooling media and lack of post-weld treatment, such as stress relieving, further exacerbate the risk of weld joint failure. Keylos 50 steel is a medium carbon steel that is often used in structural applications due to its superior mechanical properties. The objective of this study was to vary the shielding gas flow velocity (10 L/min, 15 L/min and 20 L/min) and cooling

media temperature (5°C - 8°C, 25°C - 28°C and 50°C - 53°C) in the quenching process. Tensile testing techniques (ASTM E8) and radiographic testing (NDT RT) were used to evaluate mechanical properties and welding defects, such as incomplete penetration, porosity, cluster porosity and slag inclusion. The results showed that variations in welding parameters significantly affected the number and type of defects, as well as the tensile strength of the material. Low cooling temperatures produce a hard but brittle martensite structure, increasing the risk of defects. Meanwhile, optimal shielding gas flow prevents atmospheric contamination, minimizing defects such as porosity. Tensile testing showed the highest maximum stress at 10L/min variation was found in specimen A1 worth 63.98 Kg/mm² with a maximum strain of 6.61%, at 15L/min variation was found in specimen B3 worth 64.31Kg/mm² with a maximum strain of 6.4% and at 20L.min variation was found in specimen C1 worth 64.69Kg/mm² with a maximum strain of 7.1%. This research provides important insights for optimizing welding effects to improve the joint quality of Keylos 50 steel, as well as contributing to the development of more effective and safe welding standards.

Keywords: *Keylos 50 steel, Inert Gas Metal, Welding Defects, Quenching, Tensile Test, Feed Water Tank*

PENDAHULUAN

Material Baja Keylos 50 adalah baja berkekuatan tarik tinggi yang digunakan pada feed water tank, khususnya untuk aplikasi yang memerlukan kekuatan mekanis tinggi dan ketahanan jangka panjang. Baja ini juga memiliki ketahanan terhadap korosi, menjadikannya pilihan tepat untuk struktur yang berhadapan dengan tekanan air. Dalam pembuatan feed water tank, proses pengelasan menjadi tahap krusial. Kualitas pengelasan menentukan kemampuan tank untuk menahan tekanan, sebab kesalahan atau cacat pengelasan dapat menyebabkan kebocoran pada sambungan. Pengelasan merupakan proses penting di industri logam, di mana sambungan antara dua logam diuji kelayakannya sebelum digunakan secara luas. Salah satu teknik yang digunakan dalam pengelasan adalah quenching, yakni pendinginan cepat sambungan menggunakan media seperti air, oli, atau larutan garam. Teknik ini memengaruhi sifat sambungan, terutama dalam hal kekuatan tarik dan potensi cacat las. Menurut penelitian Maghfiroh & Yunus (2022), temperatur media quenchant berdampak signifikan pada karakteristik las. Pendinginan dengan media bertemperatur rendah dapat memicu pembentukan struktur martensit yang keras namun getas, meningkatkan risiko retakan dan tegangan sisa. Perbedaan kekuatan tarik antara material yang memiliki cacat pengelasan dan yang tidak menjadi dasar penelitian ini. Teknik uji tarik digunakan untuk memperoleh data kekuatan material secara valid. Proses quenching dan pengelasan, bila tidak dilakukan dengan benar, dapat mengurangi kekuatan sambungan, sehingga penting untuk memahami faktor-faktor yang berkontribusi terhadap cacat dan cara mengatasinya. Penelitian ini bertujuan memberikan pemahaman lebih mendalam mengenai pengaruh teknik pengelasan, media pendingin, dan cacat terhadap kekuatan sambungan las. Proses pengelasan dalam produksi sering menyebabkan kecacatan atau keretakan pada material, yang disebabkan oleh faktor seperti kurangnya keahlian sumber daya manusia dan sarana prasarana yang tidak memadai. Untuk mendeteksi cacat tersebut, digunakan metode NDT (Non- Destructive Test), yaitu pengujian material tanpa merusaknya. Salah satu teknik NDT yang praktis adalah pengujian radiografi, yang memanfaatkan radiasi elektromagnetik, seperti sinar X atau sinar Gamma, untuk mendeteksi kecacatan halus pada permukaan atau bagian dalam material, seperti slag inclusion, porosity, atau sejenisnya, tanpa merusak material tersebut.

PROSEDUR EKSPERIMEN

Persiapan Alat dan Bahan

Tahapan ini adalah tahapan pertama sebelum dilaksanakan proses pembuatan komposit. Pada penelitian ini ada berapa alat maupun bahan sebelum melakukan proses pembuatan spesimen. Berikut ini adalah peralatan dan bahan-bahan yang digunakan dalam proses pembuatan komposit sisak pada penelitian ini :

1. Mesin Las
2. Elektroda Las MIG ER70S-6 3,2mm
3. Tang jepit
4. Meteran
5. Jangka sorong
6. Sarung Tangan & Masker
7. Mesin *Radiography*
8. Baja keylos 50
9. Es batu dan Kompor

Persiapan Spesimen

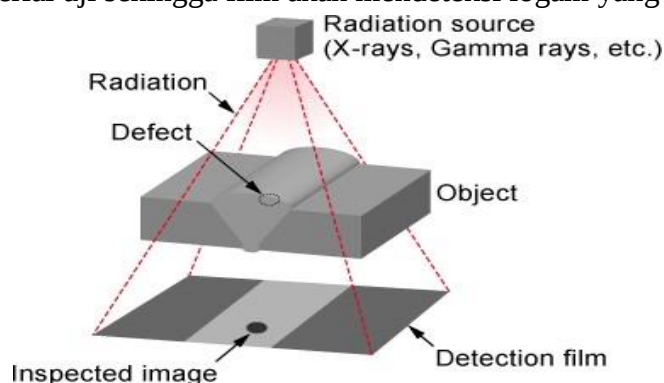
Baja keylos 50 yang sudah di potong sesuai ukuran dan di fit-up sesuai bentuk, di las menggunakan pengelasan mig dengan variasi besar keepatan gas pelindung 10L/min, 15L/min dan 20L/min. Ketika selesai pengelasan dengan jarak waktu selesai las kurang lebih 1-2 detik langsung di celupkan ke air pendingin dengan variasi temperatur 5°C - 8°C , 25°C - 28°C, dan 50°C - 53°C. hingga temperatur material mampu di pegang dengan tangan kosong.

Proses Pengelasan

Material Baja Keylos 50 di las dengan menggunakan jenis pengelasan GMAW/MIG dengan menggunakan besar aliran gas yaitu : 10L/min, 15L/min, dan 20L/min dengan menggunakan kuat arus 100 A dan 15 volt dengan posisi pengelasan 1G serta menggunakan Elektroda ER70S-6 dan bentuk kampuh nya yaitu V-groove back weld.

Pengujian NDT Radiography

Material baja keylos 50 yang sudah jadi, akan di test cacat las nya dengan menggunakan NDT *Radiography*, dimana saat pelaksanaan NDT *Radiography* material uji di letakkan diantara/salah satu sumber radiasi dan film/detektor, kemudian sinar X atau gama akan memancar ke material uji sehingga film akan mendeteksi logam yang berada di dekatnya.

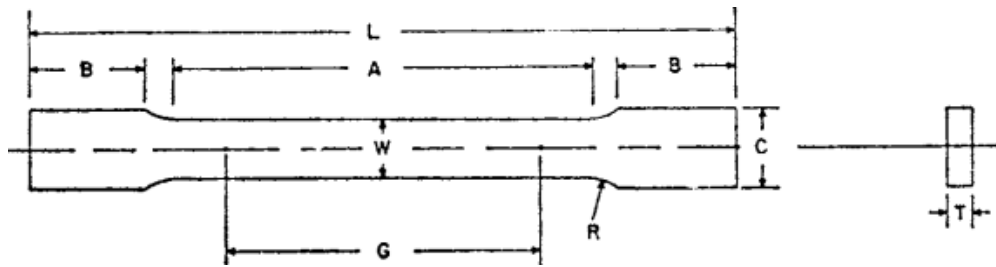


Gambar 1 Radiography Test

(Sumber : <https://www.matsusada.com/2022/03/Non-Destructive-Testing-Types-and-Applications>)

Pengujian Kekuatan Tarik

Uji tarik merupakan pengujian material dengan memberikan gaya dan tegangan tarik kepada material yang bertujuan untuk mengetahui kekuatan material. Sebelum pengujian kekuatan tarik pada material baja keylos 50, material uji dipotong menggunakan mesin frais untuk dibentuk menjadi spesimen uji tarik, dengan standard acuan ukuran dari ASTM E8. Pengujian tarik dilakukan menggunakan alat uji tarik. Satuan kuat tarik yang digunakan adalah Kg.



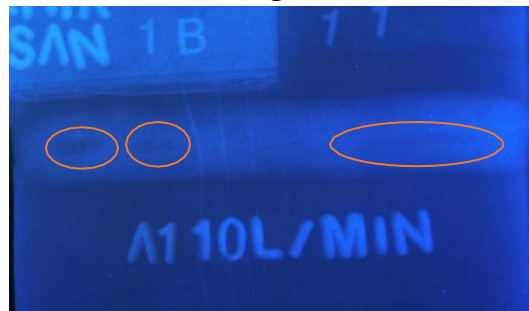
Gambar 2 Standart Ukuran Spesimen Uji Tarik
(Sumber : ASTM E8/E8M)

HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil NDT Radiografi

Pengujian NDT Radiografi jenis pengujian material untuk mengetahui kecacatan pada material tertentu tanpa merusak material yang di uji. Pengujian radiography merupakan suatu teknik uji Non Destructive Test (NDT) yang cukup sederhana dan praktis. Teknik ini sering digunakan untuk mendeteksi kecacatan halus pada permukaan material, seperti retakan, lubang, atau kebocoran. Dibawah ini adalah salah satu hasil gambar cacart yang paling banyak dan tidak ada cacatnya pada sambungan pengelasan.

- Pengujian Kecacatan Las Pada aliran gas 10 L/min



Gambar 3 Spesimen Uji A1 *Radiography Test* (Aliran gas 10 L/min dan temperatur pendingin air 5°C - 8°C)



Gambar 4 Spesimen Uji A *Radiography Test* (Aliran gas 10 L/min dan tanpa pendinginan)

- Pengujian Kecacatan Las Pada aliran gas 15 L/min



Gambar 5 Spesimen Uji A2 *Radiography Test* (Aliran gas 15 L/min dan temperatur pendingin air 5°C - 8°C)

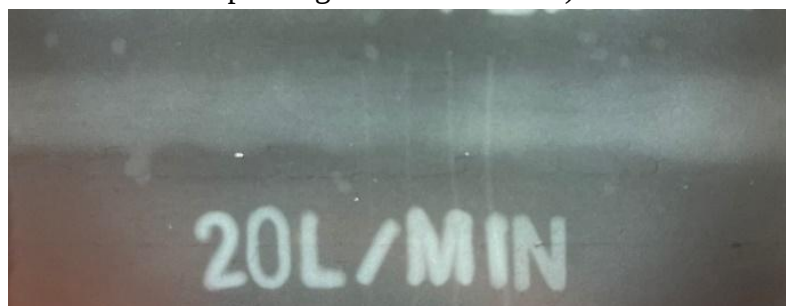


Gambar 6 Spesimen Uji B *Radiography Test* (Aliran gas 15 L/min dan tanpa pendinginan)

- Pengujian Kecacatan Las Pada aliran gas 20 L/min



Gambar 7 Spesimen Uji B3 *Radiography Test* (Aliran gas 20 L/min dan temperatur pendingin air 25°C - 28°C)



Gambar 8 Spesimen Uji C *Radiography Test* (Aliran gas 20 L/min dan tanpa pendinginan)

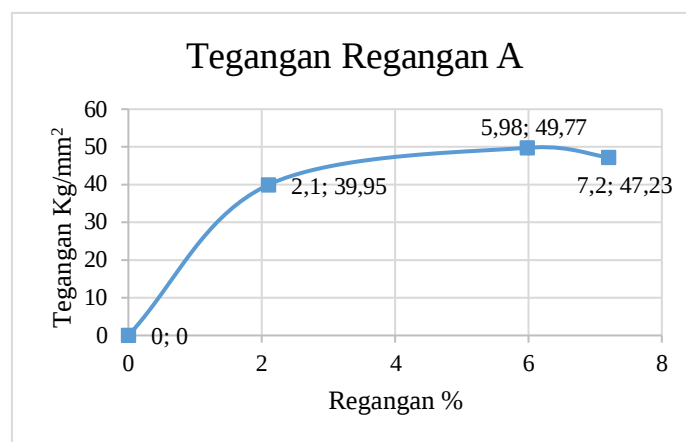
Hasil Uji Tarik

Uji tarik merupakan pengujian material dengan memberikan gaya dan tegangan tarik kepada material yang bertujuan untuk mengetahui kekuatan material. Pada pengujian tarik dengan material Baja Keylos 50 (S45C) untuk mengetahui hasil nilai dari kekuatan tarik bahan uji, sehingga didapatkan nilai rata-rata dari semua benda uji dengan menggunakan ukuran standard benda uji dari ASTM E8. Data pada penelitian ini merupakan data hasil uji tarik untuk spesimen tanpa media pendingin dan dengan media pendingin, hasil data sebagai berikut :

Data Hasil Tegangan dan Regangan Variasi Pengelasan 10L/min, 15L/min, 20L/min Tanpa Pendingin

Tabel 1 Data tegangan regangan hasil perhitungan di atas

Spesimen	Tegangan (Kg/mm ²)			Regangan (%)		
	Yield	Maximum	Putus	Yield	Maximum	Putus
A (10L/min)	39,95	49,77	47,23	2,1	5,98	7,2
B (15L/min)	37,56	61,35	59,6	2,07	5,24	6,8
C (20L/min)	40,81	63,90	60,37	2,03	8,77	9,17

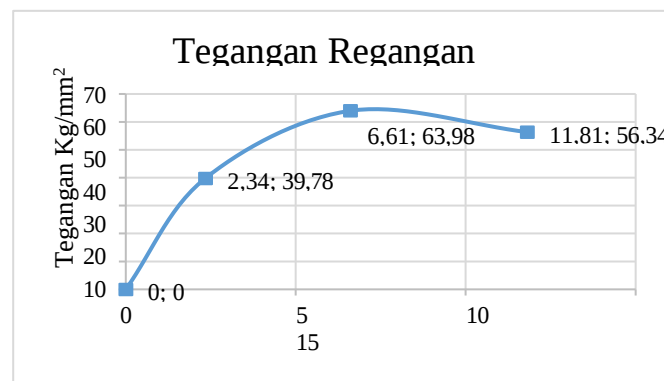


Gambar 9 Grafik Tegangan Regangan Maksimal

**Perhitungan dan Data Hasil Tegangan dan Regangan Variasi Pengelasan 10L/min
Dengan Media Pendingin 5°C - 8°C, 25°C - 28°C, 50°C - 53°C**

Tabel 2 Data tegangan regangan hasil perhitungan di atas

Spesimen	Tegangan (Kg/mm ²)			Regangan (%)		
	Yield	Maximum	Putus	Yield	Maximum	Putus
A1 (5°C - 8°C)	39,78	63,98	56,34	2,34	6,61	11,81
B1 (25°C - 28°C)	36,8	63,8	58,3	2,05	7,3	12,02
C1 (50°C - 53°C)	35,71	63,05	61,02	1,91	7,1	9,75

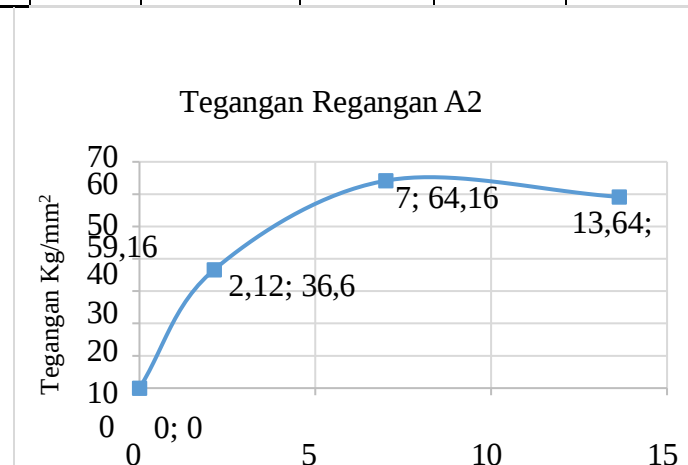


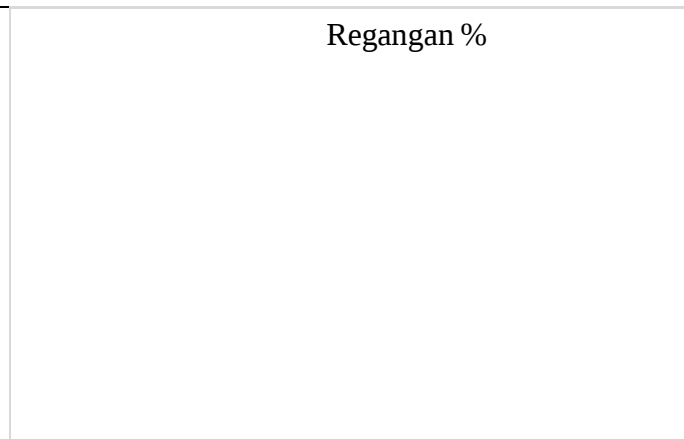
Gambar 10 Grafik Tegangan Regangan Maksimal

**Perhitungan dan Data Hasil Tegangan dan Regangan Variasi Pengelasan 15L/min
Dengan Media Pendingin 5°C - 8°C, 25°C - 28°C, 50°C - 53°C**

Tabel 3 Data tegangan regangan hasil perhitungan di atas

Spesimen	Tegangan (Kg/mm ²)			Regangan (%)		
	Yield	Maximum	Putus	Yield	Maximum	Putus
A2 (5°C - 8°C)	36,6	64,16	59,16	2,12	7	13,64
B2 (25°C - 28°C)	36,04	63,85	58,21	1,96	6,71	15,22
C2 (50°C - 53°C)	37,74	64,31	57,54	2,13	6,82	16,85



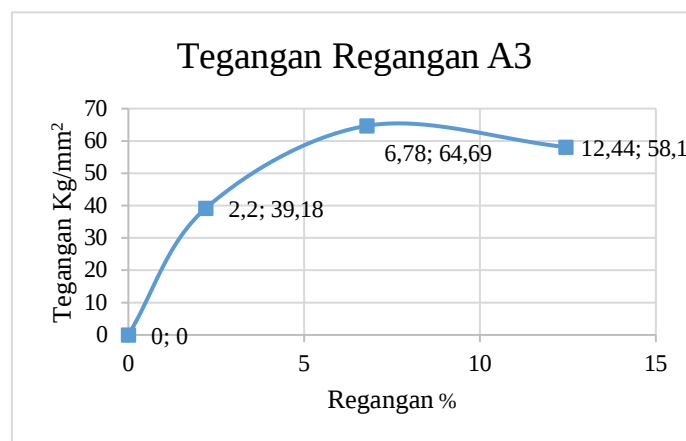


Gambar 11 Grafik Tegangan Regangan Maksimal

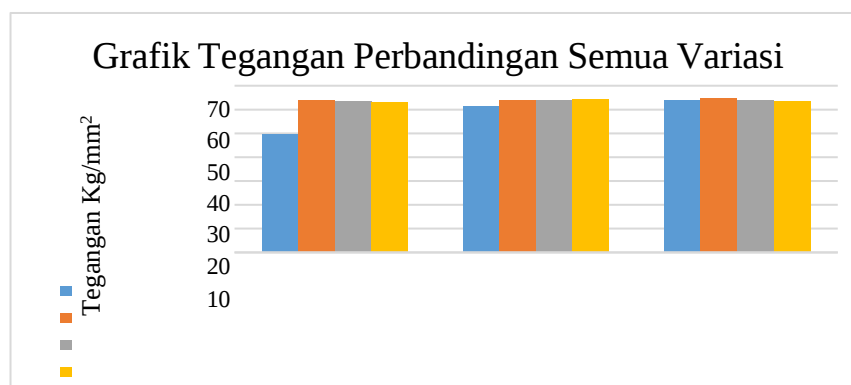
**Perhitungan dan Data Hasil Tegangan dan Regangan Variasi Pengelasan 20L/min
Dengan Media Pendingin 5°C - 8°C, 25°C - 28°C, 50°C - 53°C**

Tabel 4 Data tegangan regangan hasil perhitungan di atas

Spesimen	Tegangan (Kg/mm ²)			Regangan (%)		
	Yield	Maximum	Putus	Yield	Maximum	Putus
A3 (5°C)	39,18	64,69	58,1	2,2	6,78	12,44
B3 (25°C)	38,55	64,11	59,68	2,13	6,4	13,85
C3 (50°C)	35,44	63,73	58,68	2,05	6,96	12,1



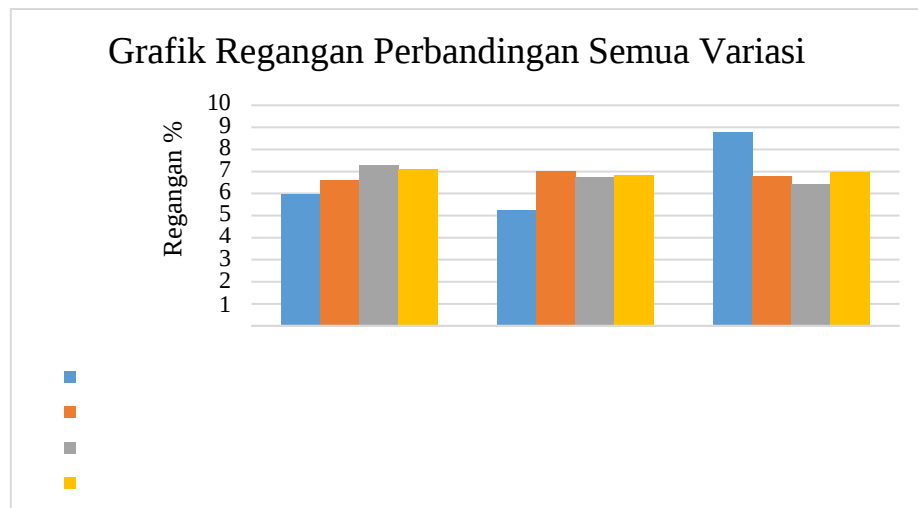
Gambar 12 Grafik Tegangan Regangan Maksimal



U	10L/min	15L/min	20L/min
Tanpa Pendingin	49,77	61,35	63,9
5°C - 8°C	63,98	64,16	64,69
25°C - 8°C	63,8	63,85	64,11
50°C - 53°C	63,05	64,31	63,73

Gambar 13 Nilai Tegangan Maksimal Keseluruhan

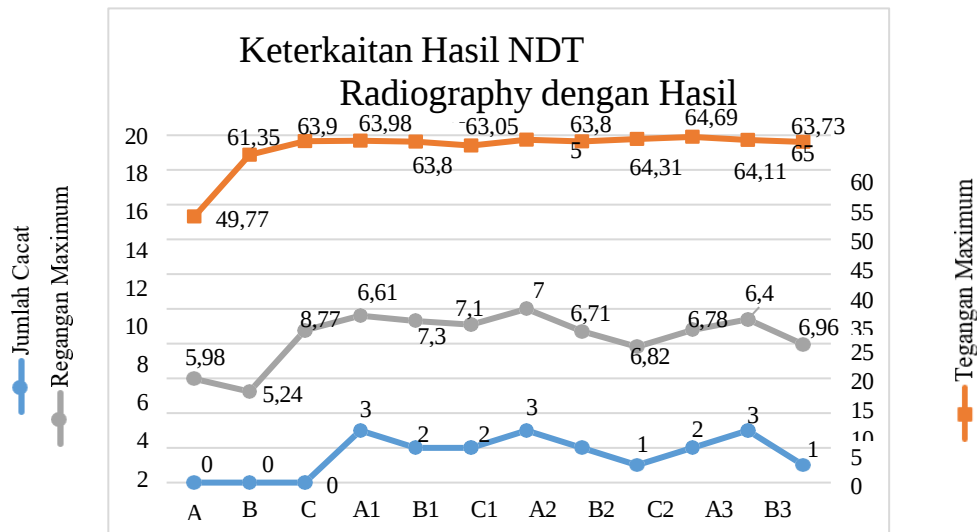
Dari grafik diatas menunjukkan bahwa proses pengelasan dengan variasi kecepatan besar aliran gas pelindung las mig dapat mempengaruhi hasil uji tarik terhadap material, dari data tersebut nilai tegangan paling tinggi di pegang oleh spesimen A3 dengan nilai tegangan 64,69 Kg/mm². Dan untuk nilai tegangan paling rendah diperoleh dari spesimen A dengan nilai tegangan 49,77 Kg/mm².



0	10L/min	15L/min	20L/min
Tanpa Pendingin	5,98	5,24	8,77
5°C - 8°C	6,61	7	6,78
25°C - 28°C	7,3	6,71	6,4
50°C - 53°C	7,1	6,82	6,96

Gambar 14 Nilai Regangan Maksimum Keseluruhan

Dari grafik diatas menunjukkan bahwa proses pengelasan dengan variasi kecepatan besar aliran gas pelindung las mig dapat mempengaruhi hasil uji tarik terhadap material, dari data tersebut nilai regangan paling tinggi di pegang oleh spesimen C dengan nilai regangan 8,77% Dan untuk nilai regangan paling rendah diperoleh dari spesimen A dengan nilai regangan 5,98%

Data Keterkaitan Hasil NDT *Radiography* dengan Hasil Tegangan Regangan Uji Tarik.Gambar 15. Grafik Keterkaitan hasil NDT *Radiography* dengan hasil Uji Tarik

Dengan cacat yang terdapat pada material uji dan pengaruh variabel yang diberikan. Didapatkan grafik diatas, dimana semakin tinggi temperatur pendinginan maka regangan akan semakin tinggi nilainya dibandingkan dengan temperatur pendingin yang lebih rendah. Begitupun terhadap hasil tegangan, dimana temperatur pendinginan semakin rendah maka nilai tegangannya meningkat dibandingkan dengan temperatur pendingina yang tinggi. Dikarenakan terjadinya pendinginan cepat dan temperatur yang rendah pada material uji setelah pengelasan, sehingga terbentuknya struktur martensit yang memiliki sifat getas dan keras namun mudah patah, berbeda dengan pendinginan cepat dengan temperatur tinggi.

KESIMPULAN DAN SARAN

Dari hasil analisa dari data yang di dapat pengaruh besar kecepatan aliran gas pelindung dan temperatur quenching air pada pengelasan MIG baja keylos 50, dapat disimpulkan sebagai berikut :

1. Dari hasil pengujian NDT (*Radiography*), jumlah cacat yang paling banyak terdapat pada spesimen C3 dengan variasi pengelasan 10L/min & 50°C - 53°C sebanyak 3 titik dengan jenis cacat las *Slag Inclusion* dan *Incomplete Penetration*, dan spesimen B3 dengan variasi pengelasan 15L/min & 50° - 53°C) sebanyak 3 titik dengan jenis cacat las *Incomplete Penetration* dan *Porosity*. disebabkan besar kecepatan aliran gas pelindung yang terlalu rendah sehingga mengakibatkan filler tidak terlindungi dengan sempurna saat proses pengelasan. Sedangkan untuk jumlah cacat las yang paling sedikit terdapat pada spesimen A, B & C dengan variasi aliran gas pelindung pengelasan tanpa pendinginan dengan tidak adanya cacat pengelasan yang terjadi.
2. Dari hasil pengujian tarik, nilai kekuatan tarik tertinggi terdapat pada spesimen A3 dengan variasi pengelasan 20L/min & 5°C - 8°C dengan nilai tegangan maksimum sebesar

64,69Kg/mm² dan nilai regangan sebesar 6,78%. Dan untuk nilai kekuatan tarik terendah terdapat pada spesimen A dengan variasi pengelasan 10L/min & 5° - 8°C dengan nilai tegangan maksimum sebesar 49,77Kg/mm² dan nilai regangan sebesar 5,98%.

- Semakin tinggi temperatur air maka semakin tinggi nilai regangan yang di hasilkan dan semakin rendah temperatur air, maka semakin tinggi nilai tegangan yang di hasilkan.
- Dengan tingginya besar kecepatan aliran gas pelindung maka semakin terlindungi filler yang digunakan sehingga memungkinkan untuk menghasilkan pengelasan yang matang dan rendah cacat las lebih tinggi. Berbeda dengan besar kecepatan aliran gas pelindung rendah, dimana filler tidak terlindungi dengan baik sehingga memungkinkan menghasilkan cacat las yang lebih banyak di bandingkan dengan besar kecepatan aliran gas yang tinggi.

REFERENSI

ASME (*American Society of Mechanical Engineering*) IX

Structural Welding Code – Steel, AWS D1.1/D1.1M:2004, 15 Oktober 2003

Aljufri dan Reza Putra 2018. "PENGARUH POROSITAS LAS TERHADAP KEKUATAN TARIK PADA MATERIAL AISI 1050 YANG MENGGUNAKAN KAMPUH LAS V 90°": 3-4

W, Harsono. T. Okumura, (2000) *Teknik Pengelasan Logam*. PT. Pradnya Paramitha, Jakarta

ASTM E8/E8M – 13a, standard test methods for tension testing of metallic materials.

Ubah Pandapotan, Mulyadi Mulyadi 2024. "Pengaruh media Pendingin Terhadap porositas dan kekuatan tarik menggunakan pengelasan SMAW DCSP pada material pipa baja karbon sch40." : Vol 3, No 3, Page 1-8.

Endro Rianto, Suharno, Budi Harjanto. "Pengaruh temperatur quenching terhadap kekerasan dan ketangguhan hasil pengelasan material baja keylos 50"

Arya Aji Priamata, Suharno, Ranto. "Pengaruh Temperatur Quench Terhadap Laju Korosi dan Struktur Mikro Hasil Pengelasan Baja Keylos 50"

Alfian Amin Tohari, Yunus. "Pengaruh Kecepatan Aliran Gas Pelindung Pada Proses Las Mig Material Baja SS-540 Terhadap Kekuatan Tarik dan Struktur Mikro." Vol : 09 No.01, 2021, Hal 117-122.

Aris Januar, Djoko Suwito 2016. " Kajian Hasil Proses Pengelasan Mig dan Smaw Pada Material ST41 Dengan Variasi Media Pendingin (air, collent, dan es) Terhadap Kekuatan Tarik.

Hendri Nurdin, Purwantono, Khairul Umurani 2021. "Tensile strength of welded joint in low carbon steel using metal inert gas (MIG) welding." Vol. 21, No. 3

Maghfiroh Rughsi Rohman Nanda, Yunus 2022. "Pengaruh Proses Quenching Media Air Dengan Variasi Temperatur Terhadap Struktur Mikro Dan Kekerasan Hasil Las Mig (Metal Inert Gas) Baja Keylos 50." Vol : 10, No. 03, Hal 15-24.

Red.D.Arc, (2023, 02 October) welding position and joint types:1G, 2G, 3G, 4G, 5G, and 6G. Diakses pada 19-11-2024, dari <https://blog.red-d-arc.com/welding/welding-positions-joint-types>

Indraloka Ghustia, S.T.,M.T. (2023, 27 September) Memahami Tentang on Destructive Test (Pengujian Tak Merusak). Diakses pada 19-11-2024, dari <https://www.garudasystain.co.id/memahami-tentang-non-destructive-test-pengujian-tidak-merusak/>

Siim Sild (2022, 10 Oktober) [https://fractory.com/2022/10/welding Defect Types Causes Prevetion](https://fractory.com/2022/10/welding-Defect-Types-Causes-Prevetion). Diakses pada 23-11-2024, dari <https://fractory.com/welding-defects-types-causes-prevention/>

Tier, Sebastian. 2003. *Steam Turbine Technology 2nd Edition*. Helsinki: Helsinki University of Technology Department of Mechanical Engineering.