

PENGARUH PERLAKUAN PANAS PADA CLAD BEND PIPE (API5L) DENGAN PENGELASAN GTAW OVERLAY MENGGUNAKAN UNS N06625 TERHADAP KEKUATAN TARIK MATERIAL

Aulia Fajrin¹, Muhammad Taufan Iskandar²

^{1,2}Teknik Mesin, Politeknik Negeri Batam

Batam Centre, Jl. Ahmad Yani, Tlk. Tering, Kec. Batam Kota, Kota Batam, Kepulauan Riau 29461

auliafajrin7393@gmail.com¹

Abstrak

Perlakuan Panas atau biasa disebut dengan *Heat Treatment*, merupakan suatu proses memanaskan sebuah material (logam) dengan temperatur tertentu dan kemudian didinginkan menggunakan media tertentu (misal: oli, air, dan air garam) dengan kecepatan pendinginan yang ditentukan. Penelitian ini menggunakan proses perlakuan panas *quenching* dan *tempering* pada pipa baja karbon API 5L dengan diameter 16 inci (406.4 mm) dan ketebalan pipa 1.437 inci (36.5 mm) yang mana sebelumnya pipa baja karbon tersebut sudah dilakukan proses *weld overlay* di bagian dalamnya menggunakan logam pengisi UNS N06625 dengan *shielding gas* berupa Argon 99.999% untuk mengurangi laju korosi, serta proses *bending* hingga menjadi *Clad Bend Pipe*. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengetahui seberapa berpengaruhnya *heat treatment* (*Quenching* dan *Tempering*) untuk menambah nilai dari hasil uji tarik pada *clad bend pipe*.

Kata kunci: perlakuan panas, *clad bend pipe*, uji tarik.

Abstract

Heat Treatment is a process of heating a material (metal) with a certain temperature and then cooling it using certain media (for example: oil, water, and salt water) with a specified cooling speed. This research used a quenching and tempering heat treatment process on API 5L carbon steel pipe with a diameter of 16 inches (406.4 mm) and a pipe thickness of 1,437 inches (36.5 mm), which previously the carbon steel pipe had an overlay welding process on the inside using UNS N06625 filler metal with protective gas of Argon 99.999% to reduce the corrosion rate along the bending process to become Clad Bend Pipe. The purpose of this study is to find out any effects of heat treatment (Quenching and Tempering) to increase the value of the tensile test results on clad bend pipes.

Key words : *heat treatment, clad bend pipe, tensile test.*

PENDAHULUAN

Perlakuan panas atau dalam bahasa Inggris disebut *Heat Treatment*, merupakan suatu metode di mana sebuah material (logam) dipanaskan dengan temperatur tertentu dan kemudian didinginkan dengan cara serta kecepatan pendinginan yang sudah ditentukan guna mengubah dan mendapatkan sifat-sifat mekanik serta struktur mikro yang diinginkan [1]. Perlakuan panas yang dilakukan di penelitian kali ini adalah *Quenching* dan *Tempering* dan dilakukan dengan mesin furnace.

Quenching bertujuan untuk mengeraskan logam atau bisa disebut *hardening*, yakni menghasilkan struktur mikro martensit pada logam. Proses *quenching* pada *clad bend pipe* akan menyebabkan

material lebih getas karena memiliki nilai kekerasan yang tinggi. Namun *quenching* masih meninggalkan tegangan sisa yang ada pada *clad bend*. *Tempering* dilakukan untuk melepas stress sisa pada *clad bend pipe* dan meningkatkan ductility serta menurunkan sedikit Ultimate Tensile Strength dan Yield strength agar diperoleh *clad bend pipe* dengan toughness yang baik [2].

Clad Bend adalah sebuah produk yang dihasilkan oleh perusahaan manufaktur pipa. *Clad Bend* ialah sebutan untuk pipa carbon steel yang (biasanya) bagian dalamnya dilapisi dengan logam pengisi menggunakan metode *weld overlay* (GTAW) dengan tujuan untuk menghambat laju korosi yang terjadi pada bagian dalam pipa carbon steel yang kemudian dibengkokkan (*bending*) dengan menggunakan mesin Hot Induction Bending.

Pembengkokkan pipa lahir dari terbatasnya ukuran radius serta bend degree dari fitting yang sudah ada: 90° dan 45°. Dikarenakan kondisi lapangan yang tidak memungkinkan untuk memakai fitting sebagai sambungan pipa, maka pipe bend digunakan karena ukuran radius serta bend degree yang dapat disesuaikan dengan kebutuhan lapangan. Pada dasarnya proses pembengkokkan dengan mesin Hot induction bend ini sudah otomatis, hanya pada saat marking, penandaan batas juga ditandai dengan penandaan spidol (manual) guna memastikan ketepatan perhitungan. Pembengkokkan pipa ini dilakukan dengan memanaskan pipa menggunakan induction ring yang ukurannya tidak terlalu besar dengan ukuran pipa yang akan di bengkokkan (± 1 inci lebih besar dari ukuran pipa) [3].

Sebelum dilakukan heat treatment, pipa clad bend sudah mengalami pemanasan, yakni ketika proses pengelasan overlay dan ketika proses bending, yang mana panas yang diterima secara tidak langsung dapat mengubah sifat-sifat mekanik dan struktur mikro yang ada pada pipa clad bend. Maka untuk mengembalikan atau mengubah sifat-sifat mekanik tersebut, pipa clad bend harus diberikan perlakuan panas.

Uji tarik atau Tensile test merupakan salah satu metode atau cara dasar untuk mengetahui sifat-sifat mekanik suatu benda dan melihat sejauh mana reaksi spesimen terhadap kekuatan tarik. Sama seperti namanya, uji tarik dilakukan dengan menarik sebuah spesimen yang dibentuk dengan sedemikian rupa, kemudian diletakkan di grip alat dengan cengkraman yang kuat, setelah itu ditarik dengan alat uji hingga putus [4].

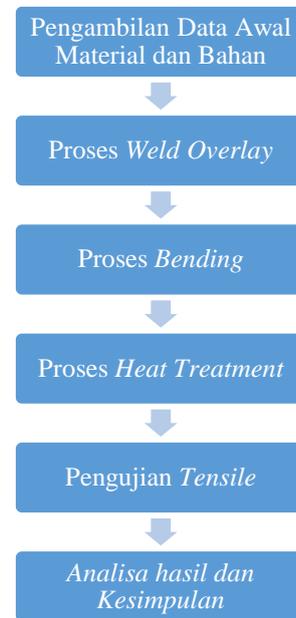
Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui seberapa berpengaruhnya heat treatment (Quenching dan Tempering) guna nilai kekuatan tarik yang ada sebelumnya pada pipa baja karbon yang telah melalui banyaknya pemanasan mulai dari proses weld overlay sampai proses bending hingga menjadi clad bend pipe. Penelitian ini dilakukan dengan memakai pipa baja karbon API 5L X65 Q PSL 2 serta logam pengisi UNS N06625 dan mengikuti prosedur serta standar yang ada di API 5LD (2018) serta ASME B16.49 (2017).

METODE PENELITIAN

Setiap pipa baja karbon memiliki sertifikat yang dikeluarkan oleh pabrik pembuat pipa baja karbon (mill) yang disebut MTC (Mill Test Certificate) yang berisi tentang komposisi kimia pada pipa baja karbon, heat number pipa, dan hasil uji mekanik yang telah dilakukan pada pipa baja karbon.

Pipa yang digunakan pada penelitian ini merupakan pipa baja karbon API 5L GR. X65 Q PSL

2 dengan heat number 994133, diameter luar 16 inci (406.4 mm), dan ketebalan pipa 1.437 inci (36.5 mm). Tabel 1 adalah tabel nilai komposisi kimia dan tabel 2 adalah nilai hasil uji mekanik pipa baja karbon yang dilakukan oleh pabrik (mill).



Gambar 1 Diagram Alir Penelitian

Tabel 1 Nilai-nilai Unsur Kimia yang Terdapat Pada Pipa Baja Karbon

Unsur kimia	(%)
Carbon (C)	0.08
Silica (Si)	0.26
Mangan (Mn)	1.28
Fosfor (P)	0.01
Sulfur (S)	0.001
Cuprum (Cu)	0.1
Crom (Cr)	0.19
Nikel (Ni)	0.14
Molibdenum (Mo)	0.15
Titanium (Ti)	0.001
Vanadium (V)	0.03
Niobium (Nb)	0.02
Boron (B)	0.0002

Tabel 2 Nilai Hasil Uji Tarik Pipa Baja Karbon dengan Orientasi Longitudinal (Size 12.72 mm)

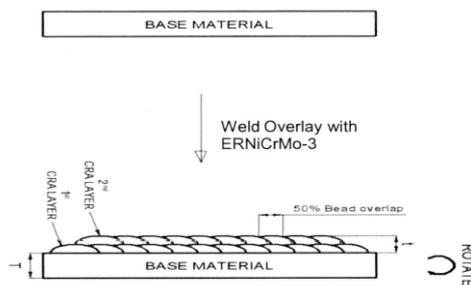
Hasil Uji Tarik	Nilai
<i>Yield Strength</i>	501 MPa
<i>Ultimate Tensile Strength</i>	591 MPa
<i>Elongation</i>	28%

Bagian dalam pipa baja karbon dilas menggunakan metode weld overlay memakai mesin las GTAW otomatis dengan posisi pengelasan 1G dan posisi pipa secara horizontal yang kemudian diputar menggunakan mesin dengan arah berlawanan arah jarum jam. Pengelasan overlay dilakukan hingga ketebalan 3.9 mm. Pada saat pengelasan dilakukan step-back (mundurnya mata tungsten) yang bergerak

sejauh 3.2 mm seperti yang terlihat pada gambar 1. Pengelasan ini menggunakan arus Direct Current Electrode Negative (DCEN), tungsten berukuran 4 mm tipe EWCe-2, dan mesin las dengan tipe FRONIUS TRANSTIG 5000A. Berikut ini adalah parameter berdasarkan Procedure Qualification Record (PQR) yang dipakai.

Tabel 3 Parameter Pengelasan Berdasarkan PQR

Weld Pass/ Layer	Process, Current Type, Polarity	Filler Metal			Amps Range (A)	Volts Range (V)	Travel Speed (mm/min)	Preheat and Interpass (°C)	Heat Input (KJ/mm)	
		Classification	Size (mm)	Speed Range					Min	Max
Layer1	GTAW/DC EN	ERNiCrMo-3	1.2	1600	165 - 220	14.9 - 16.2	350	32 & 195	0.42	0.61
Layer 2	GTAW/DC EN	ERNiCrMo-3	1.2	2200	170 - 230	15.6 - 16.2	350	58 & 182	0.45	0.64



Gambar 2 Daerah Pengelasan

Untuk logam pengisi pengelesan, menggunakan UNS N06625 dengan merek Raajratna wire 625 (AWS Classification ERNiCrMo-3) dengan ukuran diameter 1.2 mm dan shielding gas Argon 99.999%.

Setelah dilakukan pengelasan pada pipa baja karbon menggunakan parameter PQR di atas, pipa tidak lagi dilakukan pengujian untuk menghemat waktu dan biaya. Jadi hasil pengujian yang akan digunakan untuk perbandingan adalah hasil pengujian MPQT (Manufacturing Procedure Qualification Test) yang sudah dilakukan di awal untuk memenuhi kualifikasi API 5LD. Pipa MPQT yang digunakan pada saat pengetesan memiliki Heat Number dan diameter yang sama, tetapi memiliki wall thickness yang berbeda. Hal tersebut dikarenakan berdasarkan ASME BPVC sec IX, wall thickness tidak menjadi essential variable untuk melakukan pengelasan pipa.

Tabel 4 Nilai Hasil Uji Tarik Pipa Baja Karbon MPQT dengan Orientasi Longitudinal (Size 12.51 mm)

Hasil Uji Tarik	Nilai
Yield Strength	521 MPa
Ultimate Tensile Strength	597 MPa
Elongation	36%

Bending dilakukan dengan ukuran radius 3D (1219.2mm) dan bend degree sebesar 90°. Heat treatment dilakukan sebelum proses bending dengan metode normalizing dan temperatur 1040°C, kemudian di-bending dengan temperatur awal bending 950°C dan heating rate sebesar 920-1000°C. Selama bending, diberikan coolant berupa udara (angin) dengan temperatur 30°C (±15°C) dengan flow pressure 0.25 LPM. Proses bending menggunakan mesin Hot Induction Bending. Cara membengkokkan pipa dengan mesin tersebut adalah bagian tangent (bagian yang tidak terkena proses bending) dari pipa dijepit dengan clamp yang terhubung pada lengan pivot seperti yang terlihat pada gambar 2. Kemudian pipa didorong di bagian belakangnya hingga pipa yang terkena induction akan bengkok mengikuti bentuk lengan pivot yang sudah diatur.



Gambar 3 Contoh Pipa yang Terpasang pada Clamp

Setelah bending, clad bend pipe langsung diberlakukan heat treatment. Pada proses quenching pertama digunakan parameter pemanasan sebesar 985°C dan ditahan selama 60-70 menit dan yang kedua quenching menggunakan parameter pemanasan sebesar 980°C dan ditahan selama 65 menit. Kemudian selepas proses pemanasan di dalam furnace, dilakukan pendinginan menggunakan media air dengan temperatur 15°C. Setelah proses

quenching, pipa akan dilanjutkan dengan proses tempering, yang pertama dengan pemanasan sebesar 620°C dan holding time selama 80-85 menit dan yang tempering yang kedua dengan pemanasan sebesar 625°C dan holding time selama 82 menit.

Clad bend pipe yang sudah jadi kemudian diambil sebagai sampel untuk dilakukan uji tarik. Uji tarik ini untuk mendapatkan nilai kekuatan tarik dari pipa yang sudah dilakukan weld overlay, bending, dan heat treatment.

Tabel 5 Nilai Hasil Uji Tarik Clad Bend Pipe Pertama dengan Orientasi Transverse (size 12.54 mm dan 12.63 mm)

Hasil Uji Tarik	Lokasi	
	Tangent-B	FTZ Intrados
<i>Yield Strength</i>	523 MPa	525 Mpa
<i>Ultimate Tensile Strength</i>	623 MPa	623 Mpa
<i>Elongation</i>	30%	27%

Tabel 6 Nilai Hasil Uji Tarik Clad Bend Pipe Kedua dengan Orientasi Transverse (size 12.51 mm – 12.64 mm)

Jenis Pengujian	Lokasi						
	Tangent-A	STZ Extradados	STZ Intrados	FTZ Extradados	FTZ Intrados	Extradados	Intrados
<i>Yield Strength</i>	552 MPa	576 Mpa	580 MPa	558 Mpa	558MPa	578 Mpa	538 MPa
<i>Ultimate Tensile Strength</i>	651 MPa	657 Mpa	658 MPa	639 Mpa	652 MPa	670 Mpa	662 MPa
<i>Elongation</i>	33%	30%	33%	32%	32%	31%	33%

HASIL DAN PEMBAHASAN

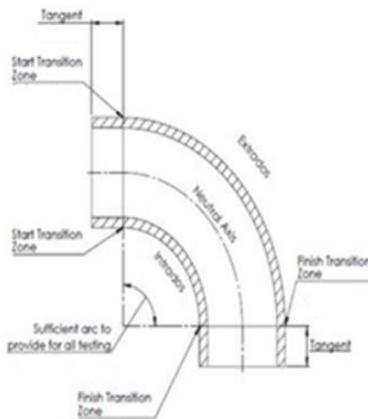
Penelitian ini mengumpulkan data hasil uji tarik dari berbagai pengujian mekanik yang sudah dilakukan, diantaranya adalah: pada saat setelah pipa dibuat (data diambil dari MTC), pada saat pipa setelah cladding (diambil dari MPQT report), dan pada saat clad pipe sudah di-bending dan heat treatment.

Nilai kekuatan tarik yang didapat dari hasil pengujian setelah pipa dibuat adalah sebesar 591 Mpa setelah itu pipa diberi perlakuan berupa pengelasan weld overlay menggunakan parameter pengelasan yang sudah berdasarkan standar kualifikasi API 5LD. Kemudian hasil nilai kekuatan tarik dari hasil pengujian setelah pipa dibuat (591 Mpa)

dibandingkan dengan hasil pengujian pada pipa MPQT (597 Mpa). Terdapat kenaikan sebesar 6 Mpa dari hasil pada saat setelah pipa dilas dengan metode weld overlay, yang mana kenaikan ini didasari oleh kandungan kimia yang terdapat pada elektroda seperti Mo dan Cr yang mana dapat meningkatkan kekuatan tarik daripada pipa. Selain itu pengelasan yang dilakukan dengan baik dan sesuai kualifikasi API 5LD juga menjadi pengaruh terhadap kenaikan yang terjadi pada pipa setelah diproses cladding.

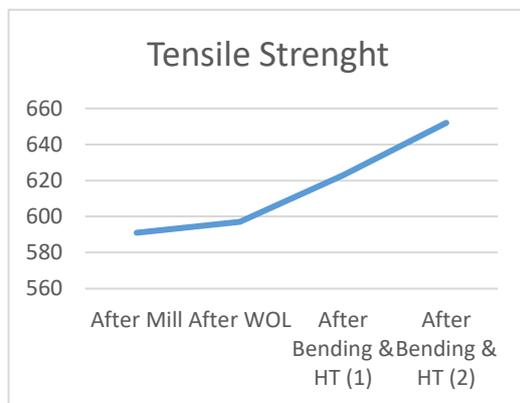
Pipa kemudian dilakukan bending sekaligus perlakuan panas berupa quenching dan tempering sebanyak dua kali. Pengujian setelah bending dan perlakuan panas ini dilakukan di beberapa titik, pengujian pertama dilakukan di dua titik, yakni; tangent dan FTZ Intrados. Sedangkan pengujian kedua dilakukan di tujuh titik, yakni; tangent, STZ

Intrados, STZ Extrados, Intrados, Extrados, FTZ Intrados, dan FTZ Extrados.



Gambar 4 Bagian *Clad Bend Pipe*

Karena lokasi pengujian lebih dari satu, baik pengujian setelah bending dan perlakuan panas pertama dan kedua, setiap hasil di masing-masing lokasi akan dijumlahkan dan diambil rata-ratanya. Pengujian setelah bending dan perlakuan panas pertama memiliki nilai kekuatan tarik sebesar 623 Mpa dan pengujian kedua memiliki nilai rata-rata sebesar 655.3 Mpa.



Gambar 5 Kurva Hasil Uji Tarik *Clad Bend Pipe*

Terdapat perbedaan yang cukup signifikan dari kedua pengujian setelah bending dan perlakuan panas. Hal ini disebabkan oleh variasi holding time dan temperatur quenching serta tempering yang digunakan.

KESIMPULAN

Pipa yang dilas menggunakan metode *weld overlay* akan tetap memiliki kekuatan tarik yang sama atau bahkan lebih baik lagi apabila pengelasan dikerjakan dengan kualifikasi yang sudah sesuai dengan API 5LD.

Pembengkokkan pipa dengan metode *hot induction* yang langsung diberi perlakuan panas berupa *quenching* dan *tempering* ini membuktikan bahwa perlakuan panas dapat menaikkan kualitas pipa terutama pada kekuatan tariknya. Pengaturan temperatur yang tepat juga menjadi variabel penentu untuk mendapatkan kekuatan tarik yang lebih optimal.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Hadi, Qomarul. 2010. Pengaruh Perlakuan Panas pada Baja Konstruksi ST37 Terhadap Distorsi, Kekerasan dan Perubahan Struktur Mikro. Universitas Sriwijaya Jl.Raya Palembang – Prabumulih Km. 32 Kec. Indralaya 30662 Ogan Ilir
- [2] ASM International. (1995) ASM Handbook Volume 4 Heat Treating. United States of America
- [3] Muthmann, E dan Grimpe, F. 2006. Fabrication of hot induction from LSAW large diameter pipes manufactured from TMCP plate. Mannesmannröhren Mülheim GmbH, Mülheim/Ruhr, Germany.
- [4] Sastranegara, Azhari. 2009. Mengenal Uji Tarik dan Sifat-sifat Mekanik Logam. President University