

Cladding pada Flange dengan Menggunakan Inconel 625 Dan Inconel 825

Hernano Raharjo^{*1}, Hanifah Widiastuti^{*} dan Tian Hawwini^{*}

^{*} Politeknik Negeri Batam

Program Studi Teknik Mesin

Jl. Ahmad Yani, Batam Centre, Batam29461, Indonesia

¹E-mail: hernanoraharjo425@gmail.com

Abstrak

Cladding merupakan proses pelapisan logam dengan logam lainnya dengan cara pengerolan panas atau pengelasan. Proses *cladding* memiliki keuntungan yaitu dapat meningkatkan ketahanan korosi, ketahanan aus, atau ketahanan panas. Proses *Weld Overlay Cladding* dapat digunakan untuk menghambat laju korosi dengan menambahkan lapisan logam yang bersifat tahan karat pada permukaan baja karbon dan menambah kekuatan pada baja. Minyak dan gas adalah salah satu sumber daya alam penghasil energi yang paling dibutuhkan dalam kehidupan manusia pada saat ini. Minyak dan gas berperan penting sebagai sumber energi utama di seluruh dunia. PT. Cladtek Bi-Metal Manufacturing ialah perusahaan yang bergerak di bidang jasa industri untuk beberapa pekerjaan mengenai material logam, khususnya proses *Weld Overlay* dan *Lining* pada pipa baja karbon untuk keperluan industri. Tujuan pengujian ini adalah untuk mendapatkan perbandingan dari Inconel 625 dengan Inconel 825 pada saat proses *cladding* pada *flange*. Material uji 1 dilakukan proses *cladding* dengan menggunakan Inconel 625 dengan durasi waktu pengelasan selama 360 menit dengan 3 lapisan pengelasan, material uji 2 dilakukan proses *cladding* dengan menggunakan Inconel 825 dengan durasi waktu pengelasan selama 240-270 menit dengan 3 lapisan pengelasan. Inconel 625 memiliki kekuatan tarik 827 MPa lebih tinggi dibandingkan dengan Inconel 825 yang memiliki kekuatan tarik 586 MPa dan Inconel 625 sangat tahan terhadap korosi.

Kata kunci: *Cladding*, baja, pipa

Abstract

Cladding is the process of coating metals with other metals by means of hot rolling or welding. The cladding process has the advantage of being able to increase corrosion resistance, wear resistance, or heat resistance. The Weld Overlay Cladding process can be used to inhibit the rate of corrosion by adding a layer of metal that is rust-resistant to the surface of carbon steel and adding strength to the steel. Oil and gas are one of the most needed energy-producing natural resources in human life today. Oil and gas play an important role as a major source of energy around the world. PT. Cladtek Bi-Metal Manufacturing is a company engaged in industrial services for several works related to metal materials, especially the Weld Overlay and Lining process on carbon steel pipes for industrial purposes. The purpose of this test is to obtain a comparison of Inconel 625 with Inconel 825 during the cladding process on the flange. Test material 1 was carried out a cladding process using Inconel 625 with a welding time duration of 360 minutes with 3 layers of welding, test material 2 was carried out a cladding process using Inconel 825 with a welding time duration of 240-270 minutes with 3 layers of welding. Inconel 625 has a higher tensile strength of 827 MPa compared to Inconel 825 which has a tensile strength of 586 MPa and Inconel 625 is highly resistant to corrosion.

Keywords: Cladding, steel, pipes

1 Pendahuluan

Minyak dan gas adalah salah satu sumber daya alam penghasil energi yang paling dibutuhkan dalam kehidupan manusia pada saat ini. Minyak dan gas berperan penting sebagai sumber energi utama di seluruh dunia. Salah satu produk dan jasa yang dihasilkan di PT. Cladtek Bi-Metal Manufacturing ini adalah *cladding*. *Cladding* merupakan suatu proses penambahan lapisan material dengan maksud tertentu. Proses *cladding* terdiri dari bermacam-macam jenis, tergantung dari proses pengerjaannya. Proses-proses tersebut antara lain *Roll Cladding* (pelapisan permukaan dengan cara *rolling*), *Cladding by Explosion Welding (EXW)*, *Furnace Braze-cladding in Vacum*, *Press-braze Cladding*, *Furnace Braze Cladding with Flux or Atmospheres*, dan *Weld Overlay Cladding*. Dari sekian banyak proses *cladding*, yang paling banyak digunakan adalah proses *Weld Overlay Cladding*. *Weld overlay cladding* adalah suatu proses pengelasan dengan cara penambahan lapisan logam. Proses *Weld Overlay Cladding* dapat digunakan untuk menghambat laju korosi dengan menambahkan lapisan logam yang bersifat tahan karat pada permukaan baja karbon dan menambah kekuatan pada baja. Proses *Weld Overlay Cladding* dilakukan dengan cara pengelasan menggunakan lajur lajur las secara rapat pada permukaan yang dilapisi. Biasanya proses pengelasan yang digunakan adalah secara manual dengan las listrik busur terlindung (SMAW) atau jenis lainnya seperti GMAW. Namun proses *Weld Overlay Cladding* pada PT Cladtek Bi-Metal Manufacturing menggunakan mesin *mechanized welding* dan menggunakan mesin las GTAW untuk proses *manual repair: Stainless cladding* pada baja karbon biasanya dilakukan dengan *gas tungsten arc welding (GTAW)*. Pengelasan laser atau *mechanized welding* lebih unggul daripada metode pengelasan ini dalam hal berikut, zona yang terkena panas (HAZ) lebih sempit dan distorsi lebih sedikit. Pengukuran distorsi pengelasan dan zona yang terkena panas pada baja karbon. Kondisi pengelasan untuk menghasilkan endapan tanpa retak dengan pengenceran rendah dalam baja karbon diklarifikasi dan pengelasan di mana *cladding* pada bagian yang terpojok dimungkinkan tercapai[1].

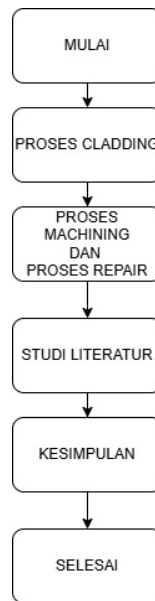
Penggunaan mesin las mekanis *welding* memiliki beberapa kelebihan diantaranya yaitu kualitas las yang konsisten, pengurangan biaya pengelasan variabel, tingkat produksi pengelasan yang dapat diprediksi, dan biaya saku cadang yang cukup murah. Untuk kekurangan mesin las mekanis *welding* ini sendiri yaitu keterbatasannya mencakup investasi modal yang lebih tinggi dibandingkan peralatan las manual[2]. Dari segi ukuran mesin las mekanis *welding* ini memiliki tinggi yang cukup tinggi dibandingkan dengan mesin las manual pada umumnya. Dan membutuhkan *space* yang lebih luas daripada mesin las manual dikarenakan mesin las mekanis ini memiliki ukuran yang lebih besar.

Terdapat banyak jenis Inconel yang dapat digunakan seperti contohnya, Inconel 600, Inconel 601, Inconel 625, Inconel 718, Inconel 725, Inconel 825, dan lain-lain. Tentu tiap-tiap Inconel memiliki komposisi dan kekuatan masing-masing yang berbeda. Jika dibandingkan Inconel 600, Inconel 601, dan Inconel 625. Inconel 625 lebih unggul dikarenakan Inconel ini menawarkan ketahanan korosi yang lebih baik diantara keduanya. Dan juga memiliki kinerja yang lebih baik dalam mempertahankan kekuatan dari suhu rendah hingga suhu layanan maksimum 980 derajat celcius. Inconel 625 salah satu material paling serbaguna yang pernah dibuat. Dengan ketahanan terhadap korosi yang luar biasa dan kekuatan yang tinggi, bahan ini cocok untuk sejumlah aplikasi di berbagai industri. Telah diketahui bahwa teknik laser *cladding* berguna untuk meningkatkan kinerja permukaan, sehingga memperpanjang umur banyak komponen di lingkungan keausan korosif yang parah[3][4]. Pengujian ini agar memiliki panduan dalam pengerjaannya, maka diberikan batasan masalah agar tujuan dari pengujian ini tercapai dengan hasil yang baik. Batasan masalah yang dibahas pada pengujian ini yaitu *cladding* pada *flange* dengan menggunakan Inconel 625 dan Inconel 825. Adapun tujuan pengujian ini adalah untuk mendapatkan perbandingan dari Inconel 625 dengan Inconel 825 pada saat proses *cladding* pada *flange*.

2 Metodologi Penelitian

Penelitian ini dilakukan di salah satu perusahaan minyak dan gas yang berada di Kota Batam yaitu PT. Cladtek Bi-

Metal Manufacturing. Berikut Gambar 1 menunjukkan diagram alir penelitian.



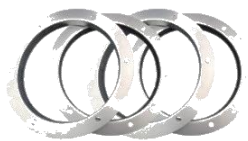
Gambar 1. Diagram alir penelitian

Material yang digunakan adalah *flange*, jenis flange yang digunakan adalah *weld neck flange* dan *ring flange*.

Pada Gambar 2 dan Gambar 3 menunjukkan material yang digunakan. *Flange* adalah istilah untuk salah satu jenis sambungan yang digunakan saat menyambung antara pipa dan elemennya dengan katup, bejana, kolom reaksi, pompa dan lainnya.



Gambar 2. Welding neck flange



Gambar 3. Ring flange

Alat Yang Digunakan

Berikut beberapa alat-alat yang digunakan, yaitu:

1. Mesin Las GTAW

Mesin las GTAW biasanya diaplikasikan untuk melakukan pengelasan pada logam yang reaktif terhadap gas oksigen, seperti magnesium, titanium, dan aluminium. Las GTAW juga sering diaplikasikan pada plat yang tipis dengan ketebalan sampai dengan 5mm. Seperti yang terlihat pada Gambar 4 di bawah.



Gambar 4. Mesin Las GTAW

2. Gerinda Tangan

Gerinda tangan digunakan untuk meratakan dan menghaluskan material yang teridentifikasi cacat las. Dan juga untuk mengasah kembali *tungsten* yang sudah tumpul. Seperti yang terlihat pada Gambar 5 di bawah.



Gambar 5. Gerinda Tangan

3. Mesin Las GTAW (*Mechanized Welding*)



Gambar 6. Mesin Las GTAW (*Mechanized Welding*)

4. *Buffing*

Buffing digunakan untuk memperbaiki permukaan benda yang telah rusak atau tergores, untuk menghilangkan noda atau goresan halus, atau untuk memperbaiki hasil finishing pada permukaan material. Seperti yang terlihat pada Gambar 7 di bawah.



Gambar 7. *Buffing*

5. *Tig Torch & Accessories*

Welding torch atau *tig torch* digunakan untuk menghantarkan panas pada permukaan kedua objek yang akan disambungkan. Seperti yang terlihat pada Gambar 8 dan Gambar 9 di bawah ini.



Gambar 8. *Tig Torch*



Gambar 9. *Tig Torch Accessories*

2.1 *Proses Cladding*

Material incoming, material yang digunakan adalah *weld neck flange* dan *ring flange*.

Dilakukan *visual test* sebelum proses *cladding* untuk memastikan material yang digunakan sudah sesuai dengan prosedur. Gambar 10 memperlihatkan material yang akan digunakan.



Gambar 10. Flange

Selanjutnya proses *set up* untuk dilakukan proses *cladding* pada material yang akan digunakan. Material diletakkan pada mesin *mechanized welding* untuk dilakukan proses *cladding* dengan 3 lapisan dengan menggunakan *wire* Inconel 625 dan Inconel 825. Gambar 11 memperlihatkan *flange* yang sedang dikerjakan.



Gambar 11. Flange yang sedang diproses *cladding*

2.2 Proses Pembubutan (*machining*) dan Proses *Repair*

Setelah *flange* selesai proses *cladding* dengan menggunakan mesin *mechanized welding* maka *flange* dilakukan pada proses selanjutnya, yaitu untuk dilakukan proses pembubutan di area *machining* sesuai dengan *drawing* pada material. Setelah itu dilakukan perbaikan manual saat material telah selesai proses pembubutan, perbaikan manual dilakukan dengan menggunakan mesin las GTAW. Dilakukan perbaikan manual guna untuk mengelas kembali hasil *cladding* yang dibubut pada area *machining* atau indikasi cacat las pada material.

2 Analisis Data dan Pembahasan

Inconel 625 memiliki kekuatan yang sangat baik dan ketahanan suhu yang tinggi, yang membuatnya ideal untuk lingkungan yang keras. Inconel 625 memiliki kekuatan tarik 827 MPa dan sangat tahan terhadap korosi. Sebaliknya, Inconel 825 memiliki kekuatan luluh hingga 241 MPa dan sangat ideal untuk aplikasi yang membutuhkan kekuatan dan ketahanan terhadap serangan kimia.

Tabel 1. Sifat Mekanik Inconel 625 dan Inconel 825

Sifat Mekanik	Inconel 625	Inconel 825
Titik lebur	1290-1350 °C	1370-1400 °C
Kekuatan tarik dalam MPa	827	586
Kekuatan luluh dalam MPa	414	241

Inconel 625 adalah paduan nikel-kromium-molibdenum dengan sejumlah kecil niobium dan besi. Sedangkan Inconel 825 adalah paduan nikel-besi-kromium dengan sejumlah kecil titanium, tembaga, dan molibdenum. Inconel 625 banyak digunakan di industri kedirgantaraan, kimia, dan nuklir berkat ketahanan korosi dan panasnya yang sangat baik. Sedangkan Inconel 825 banyak digunakan dalam industri minyak dan gas, pemrosesan kimia, dan pengendalian polusi karena kekuatannya yang tinggi dan ketahanannya terhadap asam sulfat.

Inconel 625 dan Inconel 825 memiliki harga yang berbeda. Inconel 625 umumnya lebih mahal karena kinerjanya yang tinggi, kekuatan yang sangat baik, dan ketahanan korosi. Sebaliknya, Inconel 825 lebih terjangkau dan banyak digunakan dalam berbagai aplikasi industri. Meskipun kinerja Inconel 825 tidak sekuat Inconel 625, harganya lebih murah. Jika kinerja Inconel 825 memadai untuk aplikasi tertentu, disarankan untuk menggunakan Inconel 825 untuk mengurangi biaya.

Material uji 1 dengan kondisi setelah dilakukan proses *cladding* menggunakan Inconel 625 dengan 3 lapisan pengelasan. Dengan durasi lama waktu pengelasan kurang lebih selama 360 menit diletakkan di mesin *mechanized welding* dengan jarak antar material *flange* dan tungsten 3mm. Untuk hasil setelah dilakukan proses *cladding* dapat dilihat pada Gambar 12.



Gambar 12. Cladding menggunakan Inconel 625

Material uji 2 dengan kondisi setelah dilakukan proses *cladding* menggunakan Inconel 825 dengan 3 lapisan pengelasan. Dengan durasi lama waktu pengelasan kurang lebih selama 240 – 270 menit diletakkan di mesin *mechanized welding* dengan jarak antar material *flange* dan tungsten 3mm. Untuk hasil setelah dilakukan proses *cladding* dapat dilihat pada Gambar 13.



Gambar 13. Cladding menggunakan Inconel 825

Tabel 2. Komposisi kimia baja Inconel

Inconoly 625 Chemical Composition (%)

C	Cr	Ni	Al	Ti	Nb	Fe	Co	Mn	Si	P	S	Mo
≤	20		≤	≤	3.15	≤	≤	≤	≤	≤	≤	8
0.1	-	remain	0.4	0.4	-	5	2.5	0.5	0.5	0.015	0.015	-
	30				4.15							10

Inconoly 825 Chemical Composition (%)

C	Cr	Ni	Mo	Fe	Al	Cu	Mn	Si	P	S	Ti
≤	19.5	38	2.5		≤	1.5	≤	≤	≤	≤	0.6
0.05	-	-	-	remain	0.2	-	1	0.5	0.03	0.03	-
	23.5	46	3.5			3					1.2

Sumber : <https://www.epowermetals.com>

Berikut merupakan penjelasan mengenai pengaruh-pengaruh unsur paduan di atas

1. Krom (Cr)
Meningkatkan ketahanan korosi pada baja.
2. Nikel (Ni)
Meningkatkan keuletan dan ketangguhan baja.
3. Molibdenum (Mo)
Meningkatkan ketahanan terhadap korosi lokal dan korosi seragam.
4. Karbon (C)
Meningkatkan kekuatan mekanik.
5. Silikon (Si)
Meningkatkan ketahanan oksidasi, baik pada temperatur tinggi maupun temperatur rendah.
6. Sulfur (S)
Meningkatkan kemampuan *machinability*.
7. Mangan (Mn)
Meningkatkan keuletan.

3 Kesimpulan

Diawali dengan proses *visual test* material oleh *quality control*, setelah itu dilakukan proses *cladding* pada *flange* dengan menggunakan Inconel 625 dan Inconel 825. Dilanjutkan dengan proses pembubutan di area *machining*. Selanjutnya dilakukan perbaikan manual saat material telah selesai proses pembubutan, perbaikan manual dilakukan dengan menggunakan mesin las GTAW. Dengan Inconel yang digunakan pada proses *cladding*, Inconel 625 memiliki harga yang lebih mahal dibandingkan dengan Inconel 825 karena kinerjanya yang tinggi, kekuatan yang sangat baik, dan ketahanan korosi yang lebih baik.

5 Daftar Pustaka

- [1] Nakanishi, K., Ninomiya, K., & Nezaki, K. (1999). Application of YAG laser cladding to the flange seating surface.
- [2] Referensi penulis berdasarkan website dengan judul artikel Tentang Mechanized Welding https://www-twi-global-com.translate.goog/technical-knowledge/faqs/faq-what-are-the-differences-between-mechanised-automated-and-robotic-welding?_x_tr_sl=en&_x_tr_tl=id&_x_tr_hl=id&_x_tr_pto=tc Diakses tanggal 18 Maret 2024
- [3] Referensi penulis berdasarkan website dengan judul artikel Paduan INCONEL 625 & paduan INCONEL 725 – perbandingan https://www-corrotherm-co-uk.translate.goog/blog/inconel-alloy-625-inconel-alloy-725-a-comparison?_x_tr_sl=en&_x_tr_tl=id&_x_tr_hl=id&_x_tr_pto=tc Diakses tanggal 18 Maret 2024
- [4] Abioye, T. E., Farayibi, P. K., & Clare, A. T. (2017). A comparative study of Inconel 625 laser cladding by wire and powder feedstock. *Materials and Manufacturing Processes*, 32(14), 1653-1659.
- [5] AULIA, U. R. A. (2017). ANALISA PENGARUH VARIASI TEGANGAN TERHADAP KUALITAS SAMBUNGAN HASIL PENGELOMAN GTAW PADA MATERIAL SA 266 GR2N WITH CLAD INCONEL 625 (TUBE SHEET) DENGAN SA 213 TP304 (TUBE).