

BAB 1

PENDAHULUAN

Dalam dunia industri, proses pengelasan memiliki peranan krusial dalam menghubungkan material demi menciptakan struktur yang kokoh dan tahan lama, salah satunya melalui metode pengelasan pipa yang memanfaatkan panas dari plat pemanas. Proses ini melibatkan pelelehan permukaan pipa yang akan disambungkan, sehingga terbentuk ikatan yang kuat setelah proses pendinginan. Kualitas sambungan yang dihasilkan sangat bergantung pada parameter pengelasan, termasuk suhu, tekanan, dan durasi pemanasan. Penelitian ini bertujuan untuk mengeksplorasi pengaruh variasi suhu plat pemanas terhadap kekuatan sambungan pengelasan. Bab ini dimulai dengan latar belakang pentingnya penggunaan pipa *High-Density Polyethylene* (HDPE) dalam pengelasan pipa menggunakan metode *butt fusion*, dilanjutkan dengan rumusan masalah yang akan dijawab dalam penelitian ini. Selanjutnya, tujuan penelitian akan dijabarkan secara detail, beserta batasan-batasan yang ditetapkan guna memudahkan pembaca dalam memahami ruang lingkup serta fokus penelitian.

1.1 Latar Belakang

Polyethylene (PE) pertama kali disintesis secara praktis pada skala industri pada tahun 1933 oleh *Imperial Chemical Company* (ICI) dengan menggunakan reaktor autoklaf bertekanan tinggi (96-305 MPa) dan suhu tinggi (93-316 °C). Proses awal ini berbahaya dan mahal, yang mendorong pengembangan proses yang lebih aman dan ekonomis. Monomer etilena (C_2H_4) untuk produksi industri

awalnya diperoleh dari molase, namun kini sebagian besar diperoleh dari sumber minyak bumi (Brydson, 1999).

Polyethylene (PE) memiliki struktur molekul yang padat akibat proses kristalisasi, memberikan kekuatan pada material ini. Kombinasi biaya rendah dengan ketahanan korosi yang baik, ringan, fleksibilitas, ketangguhan, dan kemudahan pemrosesan membuat *Polyethylene* (PE) dengan cepat menggantikan material pipa tradisional seperti timah dan tembaga dalam industri gas dan air. Untuk aplikasi pipa HDPE, ketangguhan, kekuatan, dan ketahanan terhadap retak dapat ditingkatkan dengan menggunakan PE dengan berat molekul tinggi, meskipun ini mengorbankan prosesabilitas (Stevens, 1995).

Polyethylene (PE) merupakan salah satu polimer yang paling banyak diproduksi dan digunakan secara global, dengan aplikasi utama dalam industri pipa, kemasan, dan isolasi kabel. Pipa *High-Density Polyethylene* (HDPE) khususnya, telah menjadi pilihan utama dalam sistem distribusi air, gas, dan limbah karena sifatnya yang ringan, tahan korosi, dan memiliki ketahanan kimia yang baik. Salah satu metode penyambungan pipa HDPE yang paling umum adalah *Butt Fusion Welding*, yang memadukan dua ujung pipa dengan pemanasan dan tekanan. Proses ini dianggap efektif karena menghasilkan sambungan yang homogen dan kuat, menyerupai sifat material pipa itu sendiri. Namun, kualitas sambungan yang dihasilkan sangat bergantung pada parameter pengelasan yang diterapkan, seperti suhu pemanasan, tekanan aplikasi, dan waktu pemanasan serta pendinginan. (Stevens, 1995)

Konsep dasar dari *Butt fusion Welding* melibatkan proses termoplastik di mana permukaan pipa dipanaskan hingga mencapai titik leleh, kemudian ditekan bersama untuk membentuk sambungan yang kuat setelah pendinginan. Menurut (Stevens, 1995), kekuatan dan ketahanan sambungan pipa HDPE sangat dipengaruhi oleh berat molekul material dan distribusi berat molekulnya. Pipa HDPE dengan berat molekul tinggi cenderung memiliki ketahanan yang lebih baik terhadap retak dan tekanan, meskipun prosesabilitasnya lebih rendah. Selain itu, (Beech S. H., 2008) menyatakan bahwa penggunaan resin bimodal dalam produksi pipa HDPE dapat meningkatkan ketahanan terhadap pertumbuhan retak lambat (SCG) dan pertumbuhan retak cepat (RCG), yang menjadi faktor kritis dalam aplikasi pipa bertekanan tinggi.

Berdasarkan hasil penelitian sebelumnya terdapat beberapa penelitian yang berkaitan dengan “Pengaruh Variasi Parameter Pengelasan Terhadap Kekuatan dan Ketahanan Sambungan Pipa HDPE Pada Proses *Butt Fusion Welding*”. Metode *manual butt fusion* dipilih dalam pengelasan pipa HDPE karena menghasilkan sambungan yang homogen dengan kekuatan mendekati material induk. Dibanding metode pengelasan lain seperti *socket fusion* atau *extrusion welding*, *butt fusion* lebih efisien dari sisi ekonomi untuk penggunaan dengan skala dan dimensi yang besar untuk aplikasi skala industri karena tidak memerlukan *fitting* maupun material tambahan. Keunggulan ini menjadikan *butt fusion* sebagai metode yang relevan dan penting untuk menjamin keandalan sistem perpipaan.

(Shaheer, 2017) telah melakukan penelitian terhadap pengelasan *Butt Fusion* menggunakan pipa HDPE dengan varian *Eltex Tub 124* dan *Rigidex 002-50*. Dengan memperhatikan sejumlah parameter-parameter penting dalam pengelasan

pipa seperti tekanan, suhu, dan pergeseran posisi pipa. Pipa yang telah di sambung akan dilakukan serangkaian pengujian mekanis seperti pengujian tarik, pengujian impak, dan pengujian tekanan hidrostatik untuk membuktikan apakah pipa HDPE yang telah di sambung menggunakan metode *butt fusion* memenuhi standar kekuatan dan ketahanan yang diperlukan dalam aplikasi industri. Hasil penelitian menunjukkan bahwa kondisi pengelasan (tekanan, suhu, dan waktu) memengaruhi geometri dan kekuatan sambungan, namun terdapat kekurangan dalam hal ketahanan oksidasi termal material yang menurun, serta adanya variasi hasil uji tarik yang dipengaruhi oleh kehadiran bead dan asimetri pada sampel las.

Mesin pengelasan *Butt Fusion* yang sudah digunakan dapat menyebabkan kegagalan. Penelitian ini mengungkap pengaruh variasi parameter pengelasan terhadap kekuatan tarik dan ketahanan tekanan hidrostatik pada sambungan pipa HDPE, yang belum banyak dibahas secara mendalam. Kebaruan terletak pada pendekatan sistematis untuk menguji dan menganalisis efek variasi plat pemanas terhadap sifat mekanis sambungan menggunakan metode pengujian terintegrasi, seperti pengujian tarik dan pengujian hidrostatik.

Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis pengaruh variasi parameter pada plat pemanasan terhadap kekuatan tarik dan ketahanan tekanan hidrostatik sambungan pipa HDPE dalam proses *butt fusion welding*. Urgensi penelitian ini terletak pada kebutuhan industri akan sambungan pipa yang andal dan tahan lama, terutama dalam aplikasi bertekanan tinggi dan lingkungan yang korosif. Dengan memahami hubungan antara parameter pengelasan dan kualitas sambungan, diharapkan dapat dihasilkan rekomendasi praktis untuk mengoptimalkan proses

pengelasan, sehingga meningkatkan keandalan sistem perpipaan HDPE dalam berbagai aplikasi industri.

1.2 Rumusan Masalah

Dengan uraian diatas maka dapat dirumuskan beberapa permasalahan yang akan di bahas sebagai berikut :

1. Bagaimana pengaruh variasi suhu plat pemanasan pengelasan *manual butt fusion* terhadap kekuatan tarik pada sambungan pipa HDPE?
2. Bagaimana pengaruh variasi suhu plat pemanasan pengelasan *manual butt fusion* terhadap ketahanan tekanan hidrostatik pada sambungan pipa HDPE?

1.3 Batasan Masalah

1. Penelitian ini membahas pengaruh variasi suhu dan waktu pemanasan pada proses pengelasan *manual butt fusion* terhadap kualitas sambungan pipa HDPE.
2. Pengujian pada pipa HDPE akan difokuskan pada kekuatan tarik dan ketahanan terhadap tekanan hidrostatik.

1.4 Tujuan

1. Mengetahui pengaruh variasi suhu plat pemanas dalam pengelasan *manual butt fusion* terhadap kekuatan tarik pada sambungan pipa HDPE.
2. Mengetahui pengaruh variasi suhu plat pemanas dalam pengelasan *manual butt fusion* terhadap ketahanan tekanan hidrostatik pada sambungan pipa HDPE.

1.5 Luaran

1. Laporan proyek akhir.
2. Mesin las *manual butt fusion*.
3. *Test pump manual*
4. Modul pengelasan *manual butt fusion*
5. HKI (karya rekaman video).