

## RANCANG BANGUN SPESIMEN UNTUK KEBUTUHAN *ULTRASONIC TEST* BERUPA SAMBUNGAN LAS BENTUK *T JOINT* PIPA BAJA

Riswanda<sup>1\*</sup>, Lenny Iryani<sup>2</sup>

<sup>1,2</sup>Jurusan Teknik Mesin, Politeknik Negeri Bandung, Bandung 40012

\*E-mail : riswanda@polban.ac.id

### Abstrak

*Pengelasan adalah salah satu cara menyambungkan dua buah logam dengan cara mencairkan kedua logam menggunakan energi panas. Metode pengelasan yang digunakan pada penelitian ini yaitu dengan proses Shielded Metal Arc Welding (SMAW). Spesimen uji pada proses SMAW terdiri dari dua buah pipa yang disambung membentuk sambungan T. Proses pengelasan pipa sengaja di buat cacat, setelah proses pengelasan selesai berikutnya sambungan pipa diuji dengan menggunakan metode Non-Destructive Testing (NDT) jenis Radiografi test untuk mengidentifikasi cacat yang terbentuk pada sambungan las tersebut. Hasil penelitian ini berupa spesimen cacat dengan posisi sesuai rancangan awal. Spesimen tersebut akan digunakan untuk keperluan bahan praktik pada mata kuliah teknik pengujian cacat material tanpa merusak (NDT) Ultrasonic Test di Program Studi Teknik Aeronautika, Jurusan Teknik Mesin, Politeknik Negeri Bandung.*

**Kata Kunci;** SMAW, Crack, Radiografi test, Posisi cacat.

### 1. PENDAHULUAN

Pengelasan adalah salah satu proses penyambungan dua buah logam dengan melakukan pencairan material dengan cara pemanasan logam. Proses pengelasan terdapat beberapa hal yang harus diperhatikan, diantaranya tebal pipa yang akan dilas, diameter pipa, arus listrik, polaritas, posisi dan sudut elektroda serta diameter elektroda yang digunakan. Beberapa hal tersebut di atas mempengaruhi hasil dan mutu dari proses pengelasan. Pada saat proses pengelasan dapat terjadi kesalahan-kesalahan yang di timbulkan oleh pekerja las atau penggunaan prosedur yang salah. Akibat dari kesalahan dalam prosedur kerja akan terjadi cacat pada benda kerja dan hasil dari pengelasan akan mendapatkan kegagalan fungsi. Untuk mengetahui dan memeriksa kualitas sambungan las pada benda kerja, diperlukan suatu pengujian sehingga dapat memenuhi kriteria-kriteria yang bersesuaian.

Cacat pada material merupakan hal yang harus dihindari dari proses pengelasan karena dapat menurunkan kualitas dari material uji dan kegagalan fungsi, oleh karena itu dibutuhkan pengujian untuk mengetahui apakah terdapat cacat pada spesimen uji atau tidak, untuk mengetahui adanya cacat dapat dilakukan pengujian dengan metode antara lain : Uji Radiografi, Uji Ultrasonik, Uji Magnetik, dan Uji Penetrasi.

Spesimen uji yang akan dibuat yaitu pengelasan sambungan bentuk *T joint* pada pipa baja dengan dimensi Ø 160 mm dan tebal 20 mm. Pembuatan spesimen uji ini sengaja dibuat cacat yang di timbulkan dari proses pengelasan. Proses pengelasan yang digunakan untuk pembuatan spesimen *T joint* pipa baja yaitu pengelasan menggunakan proses SMAW (*Shield Metal Arc Welding*). Spesimen *T joint* yang telah terbentuk cacat akan dilakukan inspeksi antara lain : uji visual dan uji radiografi, uji tersebut untuk memastikan spesimen yang dibuat sesuai rancangan. Uji berikutnya menggunakan *ultrasonic test* untuk mengetahui cacat secara detail yang terbentuk serta kedalaman cacat yang terdapat pada spesimen uji.

*Ultrasonic test* mempunyai penetrasi yang dalam, sehingga dapat mendeteksi cacat yang sangat kecil, selain itu memiliki keakuratan lebih tinggi di bandingkan dengan metoda NDT lainnya dalam menentukan orientasi dan posisi cacat yang terbentuk didalam spesimen uji.

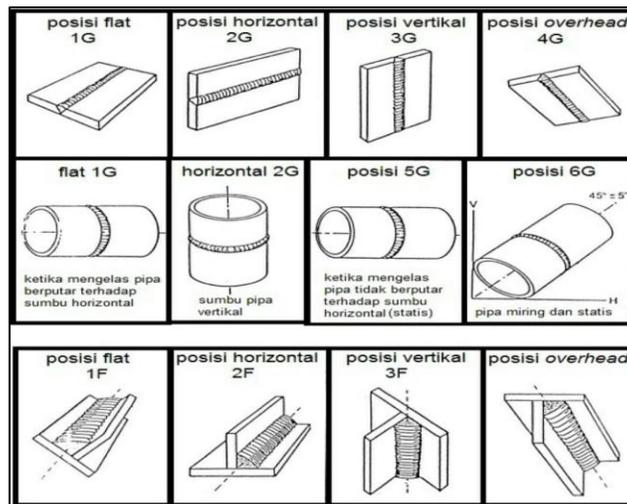
Prinsip kerja dari *ultrasonic test* yaitu memanfaatkan hasil pantulan dari gelombang ultrasonic apabila ditransmisikan pada sampel uji. Gelombang ultrasonik yang digunakan memiliki frekuensi 0.5 – 20 MHz. Gelombang ultrasonik tersebut akan terpengaruh jika ada *void*, delaminasi, atau retak pada material.

## 2. LANDASAN TEORI

Proses pengelasan dibutuhkan panas yang sesuai *melting point* bahan yang diproses sehingga menghasilkan ikatan yang diinginkan dan sisi yang sesuai tersambung dengan baik. Proses pengelasan tersebut merupakan proses penyambungan benda atau logam yang komposisi kimianya dapat memiliki karakteristik yang sama maupun yang berbeda. Berdasarkan klasifikasinya, pengelasan dibagi menjadi tiga kelas utama yaitu :

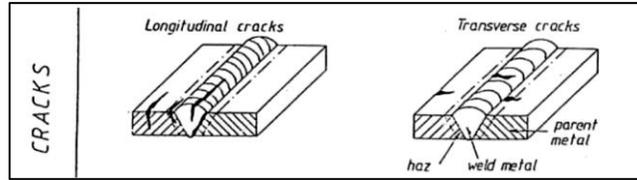
1. Pengelasan cair adalah proses pengelasan dimana sambungan dipanaskan sampai pada titik cair dengan sumber panas yang terbentuk dari busur listrik atau api gas yang terbakar, contoh dari pengelasan cair yaitu Las Busur Listrik, Las Gas, Las Listrik Terak, Las Listrik Gas, Las Termit.
2. Pengelasan tekan adalah cara pengelasan dimana sambungan dipanaskan dan kemudian di tekan hingga menyatu, contoh dari pengelasan tekan yaitu Las tekan gas, Las tempa, Las gesek.
3. Brazing adalah proses penyambungan bahan atau logam dengan energy panas, tetapi yang mencair hanya bahan tambahannya. Ikatan yang terjadi pada proses brazing antara lain cairan bahan tambah masuk pada pori-pori bahan yang akan disambung (*capillary action system*). Brazing terdiri dari dua antara lain : *hard brazing* dan *soft brazing* (*soft brazing* disebut juga *soldering*).

Proses pengelasan dipengaruhi oleh posisi pada saat proses mengelas. Posisi pengelasan pada pelat diklasifikasikan menjadi empat jenis yaitu : *flat*, *horizontal*, *vertical*, dan *over head*, posisi pengelasan dapat dilihat pada Gambar 1.



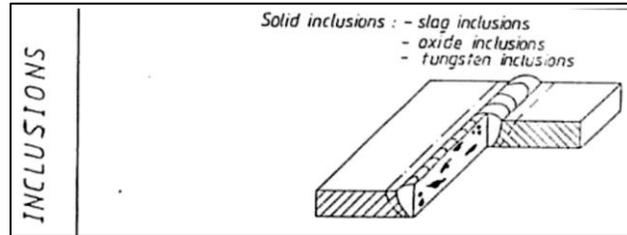
Gambar 1. Posisi pada Proses Pengelasan

Proses pengelasan biasanya terdapat cacat yang terbentuk dari proses pengelasan yang tidak sesuai dengan prosedur dan teknik pengelasan yang kurang baik. Cacat dengan jenis *cracks* biasanya terdapat pada permukaan luar dari hasil pengelasan, cacat ini terbentuk karena terjadinya deformasi pada benda las. Bagian cacat berupa *crack* pada permukaan las terdapat dua bentuk yaitu retakan memanjang atau *longitudinal crack* dan retakan melintang atau *transverse crack*. Cacat ini dapat dilihat pada Gambar 2.



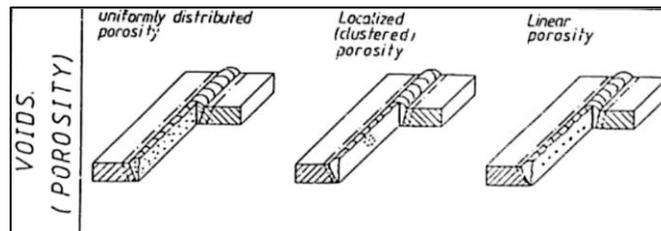
**Gambar 2. Cacat Cracks pada Pengelasan**

*Slag inclusion* cacat ini disebabkan oleh kotoran dari luar atau terak yang terperangkap didalam logam lasan. Cacat ini biasanya terbentuk pada daerah dalam las. Cacat ini dapat dilihat pada Gambar 3.



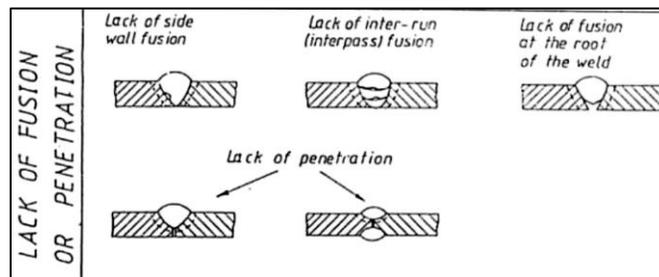
**Gambar 3. Cacat Slag Inclusion pada Pengelasan**

Porositas merupakan cacat las yang berbentuk kubangan atau lubang lubang kecil seperti pori-pori yang biasanya terbentuk di dalam hasil pengelasan karena terperangkapnya gas yang terjadi pada saat proses pengelasan. Porositas dapat terbentuk juga karena kurangnya logam cair karena penyusutan ketika logam sudah membeku dapat terjadi juga karena proses pengelasan antara elektroda dan benda terlalu jauh jaraknya. Jenis porositas pada hasil pengelasan dapat dilihat pada Gambar 4.



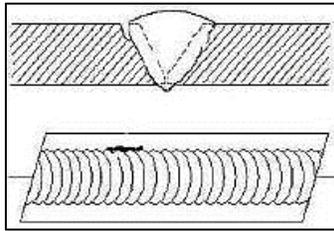
**Gambar 4. Cacat Porosity pada Pengelasan**

*Incomplete penetration* cacat ini merupakan cacat akibat terjadinya *discontinuity* yaitu adanya bagian yang tidak menyatu antara logam induk dan logam pengisi. Cacat ini juga dapat terbentuk karena *travel speed* yang tidak sama. Contoh cacat ini dapat dilihat pada Gambar 2.5.



**Gambar 5. Cacat Incomplete Penetration pada Pengelasan**

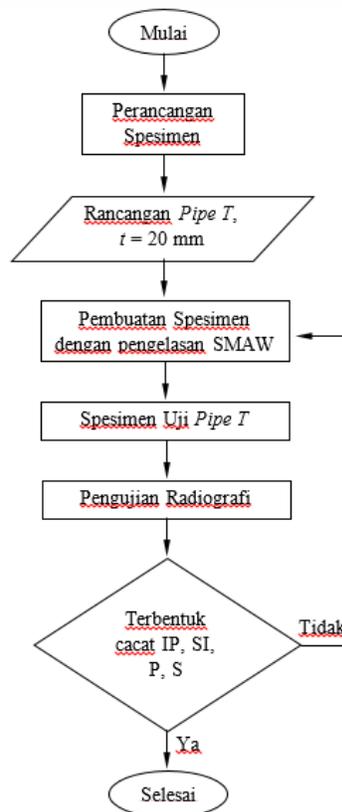
*Under cut* adalah cacat yang terbentuk karena pergeseran busur elektroda dan terjadinya erosi logam dasar sebelah lasan atau *capping*. Jenis cacat ini dapat dilihat pada Gambar 6.



**Gambar 6. Cacat *Under cut* pada Pengelasan**

### 3. METODOLOGI PENELITIAN

Metodologi Penelitian dimulai dari tahap perancangan spesimen termasuk juga di dalamnya penentuan lokasi cacat pada spesimen tersebut. Diagram alir metodologi penelitian secara lengkap ditunjukkan pada Gambar 7.



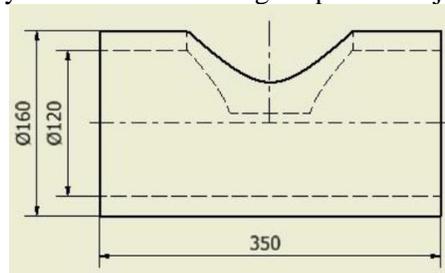
**Gambar 7. Diagram Alir Penelitian**

Pada penelitian ini spesimen yang digunakan terbuat dari pipa baja dan metode pengelasan dilakukan dengan proses SMAW. Setelah pembuatan spesimen selesai, penelitian dilanjutkan dengan pengujian untuk mengetahui lokasi cacat yang terjadi. Pengujian dilakukan dengan metode visual dan *Radiography Test*. Apabila telah terdapat cacat pada lokasi yang telah dirancang, maka proses penelitian telah selesai dan spesimen siap untuk digunakan sebagai bahan praktik NDT *Ultrasonic Test*. Jika tidak terjadi cacat pada lokasi yang sesuai maka dilakukan ulang pembuatan spesimen dengan proses pengelasan SMAW tersebut.

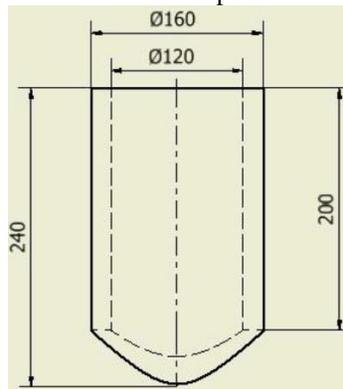
## 4. PENGUMPULAN DAN PENGOLAHAN DATA

### 4.1. Rancangan sambungan Pipa *T joint*

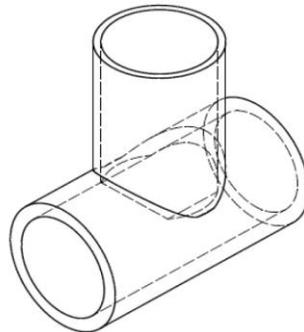
Proses perancangan sambungan pipa pada penelitian ini menggunakan *software* Autodesk Inventor, spesimen uji pipa *T joint* yang dirancang memiliki dimensi pipa 1 350 mm (panjang), pipa 2 240 mm (panjang). Dimensi diameter pipa 1 dan 2 tersebut adalah  $\text{Ø}160$  mm (luar) dan  $\text{Ø}120$  mm (dalam). Tebal spesimen *T joint* yang digunakan yaitu 20 mm. Rancangan spesimen uji dapat dilihat pada Gambar 8.



a. Pipa 1



b. Pipa 2

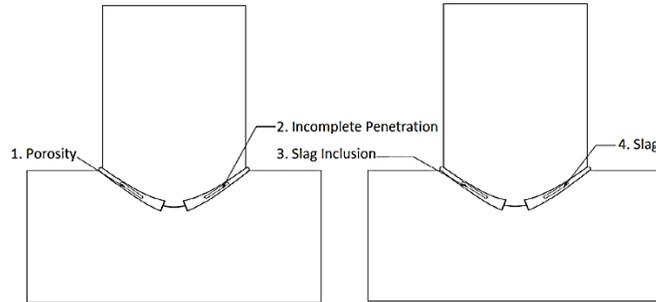


c. 3D-View Spesimen *T joint*

**Gambar 8. Rancangan Spesimen *T joint***

### 4.2. Posisi Cacat

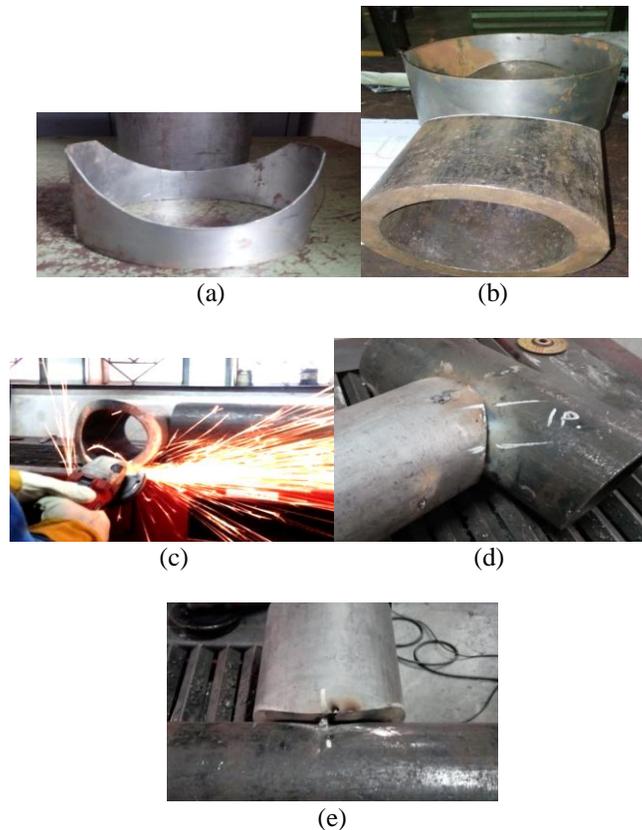
Rancangan posisi/lokasi cacat pada spesimen *T joint* ini ditunjukkan pada Gambar 9. Spesimen dirancang untuk dapat terbentuk empat jenis cacat, yaitu cacat karena *porosity*, *incomplete penetration*, *slag inclusion*, dan *slag*.



**Gambar 9. Rancangan Posisi Cacat pada Spesimen *T joint***

#### 4.3. Proses Persiapan Spesimen

Pada tahap ini dilakukan persiapan material spesimen serta alat-alat yang menunjang. Pembuatan spesimen *T joint* ini diantaranya yaitu cetakan, alat yang digunakan untuk membuat *bevel*, white marker yang digunakan untuk menandai posisi cacat, dan alat untuk proses *Tack Weld*. Proses persiapan spesimen ditunjukkan pada Gambar 10.



**Gambar 10. Proses Persiapan Spesimen dan alat pendukungnya; (a) Cetakan Spesimen; (b) *Guide* Pipa; (c) Proses membuat *Bevel*; (d) *Marker* posisi cacat; (e) pembuatan *Tack Weld***

#### 4.4. Proses Pengelasan Spesimen *T joint*

Pada tahapan ini dilakukan proses pengelasan spesimen *T joint* dimulai dari *rooting*, *capping* serta proses *brushing* (membersihkan bagian hasil pengelasan). Proses *rooting* pada penelitian ini menggunakan elektroda E7016 LB-52U dengan diameter  $\varnothing$  2,5 mm. Hasil dari proses *rooting* dapat dilihat pada Gambar 11.



**Gambar 11. Proses *Rooting***

Proses selanjutnya adalah proses *filling*. Proses *filling* adalah proses pelapisan *layer* pada spesimen uji. Hasil dari proses *filling* ditunjukkan pada Gambar 4.5. Pada proses *filling* elektroda yang digunakan yaitu jenis E7018 LB-52  $\varnothing$  3,2mm. Pada proses *filling* ini sekaligus merupakan proses dari pembuatan cacat pada lasan, hasil pembuatan cacat dapat dilihat pada Gambar 12.



**Gambar 12. Hasil proses *filling***



**Gambar 13. Hasil proses *rooting* serta hasil cacat buatan pada spesimen *T joint***

Proses selanjutnya adalah proses *capping*. Proses *capping* elektroda yang digunakan sama dengan elektroda pada proses *filling* menggunakan E7018 LB-52  $\varnothing$  3,2 mm. Proses *capping* yang harus dilakukan yaitu pembersihan terak lalu penyikatan pada hasil pengelasan yang bertujuan untuk melihat hasil dari pengelasan dan menghilangkan sisa-sisa terak yang masih menempel, hasil dari proses *capping* dapat dilihat pada Gambar 14.

Setelah proses *capping*, dilakukan proses *brushing*, yaitu proses pembersihan terak. Pembersihan terak ini dilakukan untuk menghilangkan sisa-sisa terak yang masih menempel pada permukaan lasan. Proses pembersihan permukaan lasan menggunakan *cup brush*. Gambar 15 menunjukkan proses *brushing* dengan menggunakan *cup brush* tersebut. Hasil permukaan spesimen sebelum dan sesudah proses *brushing* dapat dilihat pada Gambar 16 dan Gambar 17.



**Gambar 14. Hasil proses *capping***



**Gambar 15. Proses *Brushing***



**Gambar 16. Permukaan lasan sebelum proses *brushing***



**Gambar 17. Permukaan lasan setelah proses *brushing***

#### **4.5 Pengujian Radiografi Spesimen *T joint***

*Welding* spesimen yang telah dibuat lalu selanjutnya dilakukan pengujian dengan metode visual dilanjutkan dengan uji radiografi untuk mengetahui cacat yang dibuat terbentuk atau tidak. Prosedur pengujian mengacu pada ASME *Sec.V*. Pengujian radiografi dilaksanakan di Balai Besar Bahan dan Barang Teknik (B4T). *Welding* spesimen yang akan dilakukan pengujian sebelumnya diberi kode pada permukaan lasan sebagai berikut A-B, B-C, C-D, dan D-A.

#### **5. KESIMPULAN**

Berdasarkan hasil kaji numerik rancang bangun specimen sambungan las pipa baja berbentuk *T joint* diperoleh kesimpulan sebagai berikut :

1. Spesimen uji tak rusak dari pipa baja berbentuk *T joint* dengan cara penyambungan berupa lasan telah berhasil dibuat.
2. Spesimen uji tak rusak dari pipa baja berbentuk *T joint* kemudian akan dipakai untuk bahan praktik mahasiswa program studi teknik aeronautika.

#### DAFTAR PUSTAKA

- [1] ASME, Nondestructive Examination, New York: American Society of Mechanical Engineers, 2010.
- [2] ASME, Welding and Brazing, New York: American Society of Mechanical Engineers, 2010.
- [3] BlogSpot.co.id, "Las SMAW," February 2013. [Online]. Available: <http://navale-engineering.blogspot.co.id/2013/02/las-smaw.html>. [Accessed 10 Maret 2016].
- [4] Engineeringindonesia.org, "Metode - metode NDT," May 2013. [Online]. Available: <http://www.engineeringindonesia.org/showthread.php?tid=119>. [Accessed Februari 2016].
- [5] F. Hafizha, "Justifikasi Cacat Buatan Pada Sambungan Las Pelat Dan Pipa Baja Karbon Rendah Dengan Uji Radiografi," Politeknik Negeri Bandung, 2015.