



INSPEKSI SAMBUNGAN LAS PADA PIPA *STEAM GENERATOR* MENGUNAKAN METODE *RADIOGRAPHY* TEKNIK PANORAMIC (STUDI KASUS DI PT. TACHI JINO)

Muhammad Zaky¹, Syukran², Azwar³

^{1,2,3} Jurusan Teknik Mesin, Politeknik Negeri Lhokseumawe

Jl. Banda Aceh-Medan Km. 280 PO Box 90 Buketrata, Lhokseumawe 24301

Email: muhammadzaky05@gmail.com

Abstrak

Inspeksi Sambungan Las Pada Pipa Steam Generator Menggunakan Metode Radiography Teknik Panoramic (Studi Kasus Di PT. Tachi Jino) dengan membuat perhitungan Exposure Time menggunakan Komputasi. Tulisan ini membahas tentang Penyinaran menggunakan teknik Panoramic pada sambungan las pada pipa steam generator yang berukuran 10 inchi (Schedule Pipe-40) yang ada pada PT. Cladteck Bi Metal, Batu Ampar, Batam, Kepulauan Riau. Tujuan dari Inspeksi ini adalah, melakukan Penyinaran dengan teknik panoramic, membuat kalkulasi menggunakan Komputasi pada perhitungan Radiography. Pengoperasian ini dilakukan dengan kamera Radiography tipe Gamma Ammersham 661 Co-60 yang berkapasitas 150 Ci. Dari hasil yang sudah diperhitungkan, waktu penyinaran (Exposure Time) yang digunakan adalah perhitungan dengan menggunakan Komputasi yaitu 81 detik dengan nilai film error 0,88 % lebih sedikit dibandingkan dengan menggunakan rumus teknik (manual) yaitu 71 detik dengan nilai film error sebesar 11,4 %. Pada proses penyinaran Radiography Operator menggunakan perhitungan Komputasi, dari hasil penyinaran yang diketahui bahwa pada posisi 0-15 terdapat Porosity yang cukup signifikan sehingga perlu adanya repair atau pengelasan kembali dan dinyatakan reject oleh Interpreter. Sedangkan pada posisi 15-30 memiliki las-lasan yang cukup memenuhi syarat, sehingga dinyatakan clear oleh Interpreter dan pada posisi 30-0 terdapat Lack Of Fusion yang cukup signifikan sehingga perlu adanya repair atau pengelasan kembali dan dinyatakan reject oleh Interpreter. Pada akhirnya hasil dari film sangat berpengaruh pada waktu Exposure Time.

Kata Kunci : Steam Generator, metode radiography teknik panoramic, kamera gamma ammersham 661 Co 60, exposure time, lack of Fusion

1. Pendahuluan

1.1 Latar Belakang

PT. Tachi Jino Technical Inspection and Certification Services, Batam. Indonesia merupakan perusahaan yang mandiri/ independen yang bergerak dibidang jasa inspeksi teknik dan sertifikasi serta pelatihan, di bawah pengawasan badan pendidikan dan Disnakertrans Batam, Kepulauan Riau. Inspeksi adalah suatu cara atau metode untuk melakukan pemeriksaan/pengecekan terhadap kondisi teknik peralatan kerja/alat kerja agar peralatan kerja/alat kerja tersebut dapat dioperasikan secara efisien dan aman (safety) sehingga tidak menimbulkan bahaya saat peralatan kerja/alat kerja tersebut digunakan/ sedang beroperasi.

Adapun dari berbagai macam ruang lingkup inspeksi yang dilakukan pada setiap perusahaan industri, salah satunya adalah inspeksi sambungan las pada pipa steam generator. Steam Generator

adalah suatu alat yang digunakan oleh berbagai macam Perusahaan Industri untuk memproduksi uap panas (steam) untuk menggerakkan turbin.

Dalam pengoperasiannya fluida panas yang mengalir di dalam pipa steam generator dapat membentuk/terjadinya steam shock yang dapat mengakibatkan kebocoran terhadap sambungan las pada pipa steam generator. Sehingga sambungan las pada pipa steam generator tersebut perlu dilakukannya inspeksi Radiography untuk melihat kebocoran yang terjadi terhadap sambungan las pada pipa steam generator tersebut. Metode Radiography merupakan salah satu dari Non-Destructive Test (NDT) sebagai suatu evaluasi fisik dari suatu objek benda padat yang diuji.

Dorongan utamanya bahwa aktivitas pengujian Radiography atau inspeksi terhadap suatu benda/material menggunakan sumber radiasi untuk mengetahui adanya cacat, retak, porosity, dan discontinuity lain tanpa merusak benda yang kita uji.

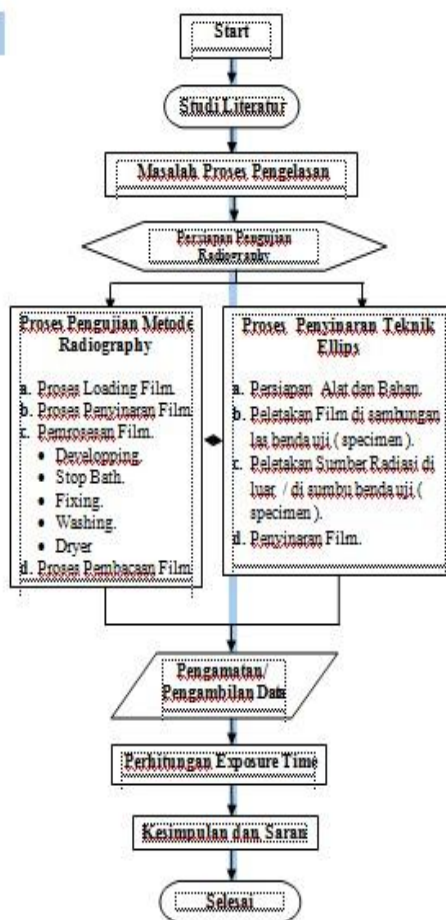
Dengan memanfaatkan sinar radiasi yang bersumber dari pancaran radiasi isotop nuklir dari Co-60 yang ditempatkan didalam kamera Radiography. Energy radiasi tersebut selanjutnya dipindahkan ke dalam bentuk gambar (image) film melalui proses penyinaran (exposure) dengan waktu tertentu.

Film hasil penyinaran tersebut selanjutnya dilakukan proses pembentukan image (processing film) agar keseluruhan indikasi yang ada didalam material dapat dihasilkan dengan baik. Sesuai dengan ASME Code Section. V, untuk melihat kerusakan/cacat las yang terdapat pada sambungan las pada pipa steam generator Penulis menggunakan teknik Penyinaran SWSI atau Teknik Panoramic.

Untuk teknik panoramic, beberapa parameter utama yang berpengaruh dalam menghasilkan kualitas image Radiography yang baik, yaitu : cahaya viewer harus terbur (terdifusi), tidak ada cahaya yang menyilaukan (interpreter), cahaya ruangan harus terang, dan waktu penyinaran (*exposure time*) yang akurat.

2. Metoda Penelitian

2.1 Diagram Alir



3. Hasil Penelitian

3.1. Material



Gambar 3.1 Pipa Posisi 0-15



Gambar 3.2 Pipa Posisi 30-0



Gambar 3.3 Pipa Posisi 15-30



Gambar 3.4 Instalasi Pipa Steam Generator

3.2 Perhitungan Kapasitas Camera

Jenis sumber radiasi yang dipakai *Radiography Test* di PT. Tachi Jino adalah Co-60, dengan waktu paroh 5,2 tahun yang memancarkan gamma X ray yang terbungkus oleh kamera gamma dengan type *ammersham* dengan berat 22 kg yang menggunakan pelindung Uranium susut kadar ini adalah 2,71 mm untuk sumber Co-60. Material ini juga memiliki kemampuan untuk menyerap pancaran radiasi yang sangat tinggi jika dibandingkan dengan material lainnya seperti timah hitam (Pb).

Di Indonesia penggunaan sumber gamma di atas seratus currie tidak dianjurkan. Namun, di negara berteknologi tinggi seperti Jepang, aktifitas sumber bisa mencapai lebih dari seratus currie karena dari segi teknologi keamanan mereka lebih unggul. Ketika digunakan untuk inspeksi sambungan las pipa steam di PT. Cladteck Bi Metal, Batu Ampar, Batam, pada tanggal 5 September s/d 31 Desember 2016 dan 1 Januari s/d 28 Februari 2017. Sumber Co-60 tentu saja sudah mengalami peluruhan sehingga besarnya lebih kecil dari aktifitas semula. Pada tanggal tersebut, aktifitas sumber menjadi sekitar 5,9 Ci. Secara teoritis, perhitungan peluruhan aktifitas tersebut adalah sebagai berikut : Waktu peluruhan dimulai dari tanggal 5 September 2016 sampai 28 Februari 2017, yaitu 177 hari.

3.3 Perhitungan Aktifitas Sumber Radiasi

Adapun perhitungan aktifitas sumber radiasi adalah sebagai berikut :

$$A = A_0 \cdot e^{(\ln 2/t \text{ paroh}) \cdot t}$$

$$A = 91 \cdot 2^{(-0,693/5,2 \text{ tahun}) \cdot 177}$$

$$A = 91 \cdot 0,06463 \text{ Ci.}$$

$$A = 5,881 \text{ Ci.}$$

3.4 Hasil Perhitungan Exposure Time Menggunakan Rumus Teknik (Manual)

$$t = \frac{\text{Thickness} \times \text{jml tebal} \times 1,2 \text{ shift} \ln \times \text{SFD}^2}{60 \times \text{Ci}}$$

$$t = \frac{9,27 \times 22,54 \times 1,2 \times 10^2}{60 \text{ detik} \times 5,881} \text{ detik}$$

$$t = \frac{25,073,50}{352,86} \text{ detik}$$

$$t = 71 \text{ detik}$$

3.5 Hasil Perhitungan Exposure Time Menggunakan Rumus Komputasi

$$\text{SFD kurva} = 610 \text{ mm}$$

$$A \text{ (Aktifitas Curie)} = 5,881 \text{ Ci}$$

$$\text{SFD Panoramic} = 127 \text{ mm}$$

$$E \text{ (Paparan Radiasi)} = 183,06 \text{ Ci menit}$$

$$t = \left(\frac{\text{SFD panoramic}}{\text{SFD kurva}} \right)^2 \cdot \frac{E}{A}$$

$$t = \left(\frac{127 \text{ mm}}{610 \text{ mm}} \right)^2 \cdot \frac{183,06 \text{ Ci menit}}{5,881 \text{ Ci}}$$

$$t = 0,04335 \cdot 31,13 \text{ menit}$$

$$t = 1,349 \text{ menit}$$

$$t = 81 \text{ detik}$$

4. Tabel Perbandingan Hasil Perhitungan Waktu Penyinaran (*Exposure Time*) Menggunakan Rumus Teknik (Manual) Dengan Komputasi

Adapun perbandingan hasil perhitungan waktu penyinaran (*Exposure Time*) menggunakan rumus teknik (manual) dengan komputasi dapat dilihat pada tabel 4.1

Tabel 4.1 Perbandingan Hasil Perhitungan Waktu Penyinaran (*Exposure Time*) Menggunakan Rumus Teknik (Manual) Dengan Komputasi

No	Job Line Pipa	Rumus Teknik (Manual)	Komputasi
1	10 inchi, 40 Pipe Schedule	71 detik	81 detik
Film Error		11,4 %	0,88 %

Jadi, waktu perhitungan yang dipakai pada proses penyinaran *Radiography* adalah dengan menggunakan komputasi yaitu 81 detik dengan nilai film error hanya 0,88% lebih kecil dibandingkan dengan menggunakan rumus teknik (manual) yaitu 71 detik dengan nilai film error sebesar 11,4%.

4.1 Sensitifitas

Pada semua posisi film, kawat peni muncul 4 buah dengan diameter terkecil 0,032 inchi. Sehingga sensitifitasnya adalah sebagai berikut :

$$S = \frac{\Phi(\text{diameter kawat terkecil}) \text{ inchi}}{x(\text{tebal material}) \text{ inchi}} \cdot 100\%$$

$$S = \frac{0,032}{0,365} \cdot 100 \%$$

S = 8,7 %

Nilai tersebut tidak sesuai karena sensitifitas di atas 2 %. Hal tersebut disebabkan oleh pemakaian penetrometer yang kurang sesuai.

4.2 Tabel Hasil Perbandingan

Adapun tabel hasil perbandingan waktu penyinaran (*exposure time*) dapat dilihat pada tabel 4.2

Tabel 4.2 Hasil Perbandingan Waktu Penyinaran (Exposure Time) Menggunakan Rumus Teknik (Manual) Dengan Komputasi

Menggunakan		Ke ter an ga n
Rumus Dilapangan	Komputasi	
<ul style="list-style-type: none"> Rumus yang digunakan terlalu rumit sehingga si operator banyak terbuang waktu dalam perhitungan Hasil perhitungan kurang akurat dan presisi. Dalam perhitungan ini banyak waktu terbuang. si operator menginput data ulang dalam sebulan, Harus teliti dalam perhitungan rumus. Pengguna (user) memiliki keahlian dalam perhitungan rumus. 	<ul style="list-style-type: none"> Memudahkan si operator dalam menggunakan perhitungan melalui komputasi Hasil perhitungan akurat,tepat. Memudahkan si operator dalam kondisi tertentu di lapangan. Memudahkan si operator dalam me input data karena tersimpan secara otomatis per/bulan. Proses perhitungan terprogram secara komputasi. Pengguna (user) tidak harus memiliki keahlian khusus dalam menggunakan perhitungan ini 	Per hit ung an Wa ktu Pen yin ara n

4.3 Artifact Dan Cacat

Dengan melihat hasil penyinaran film *Radiography* untuk sambungan las pada pipa steam generator, hasil tersebut ditampilkan pada report seperti yang terlampir di laporan ini. Adapun perbesaran gambar hasil penyinaran film *Radiography* pada sambungan las pipa steam

generator seperti yang terlihat pada gambar 4.1, 4.2, dan 4.3

Dapat diketahui bahwa pada gambar 4.1 film pada posisi 0-15 menunjukkan adanya cacat las *Distributed Porosity*. Cacat Las *Distributed Porosity* ini diakibatkan oleh jarak antara busur las dengan material terlalu jauh, arus listrik terlalu tinggi, jalannya kawat las terlalu cepat, kecepatan aliran gas terlalu rendah, dan gas pelindung tidak murni.

Distributed Porosity



Gambar 4.1 Film Untuk Posisi 0-15 , Terdapat Cacat Las Yaitu *Distributed Porosity*

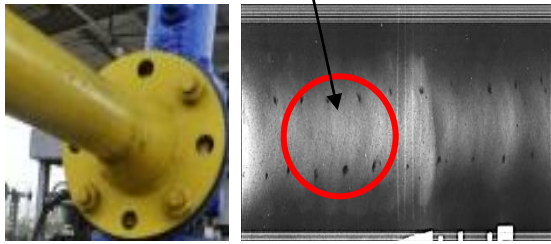
Dan pada gambar 4.2 film pada posisi 15-30 tidak adanya cacat las (*No Defect*), sehingga pada posisi 15-30 ini tidak perlu dilakukannya repair atau pengelasan kembali dan dinyatakan *clear* oleh Interpreter.



Gambar 4.2 Film Untuk Posisi 15-30 , *No Defect*

Pada gambar 4.3, film pada posisi 30-0 terdapat cacat las *Lack Of Fusion* yang cukup signifikan sehingga perlu adanya repair atau pengelasan kembali dan dinyatakan *reject* oleh Interpreter. *Lack Of Fusion* ini diakibatkan oleh kecepatan jalannya busur las tidak stabil, Arus listrik (Ampere) las terlalu rendah, semburan bunga api las tidak seragam / rata.

Distributed Porosity



Gambar 4.3 Film Untuk Posisi 30-0, Terdapat Cacat Las *Lack Of Fusion*.

5. Kesimpulan

Dari Inspeksi *Radiography* yang telah dilakukan di PT. Cladteck Bi Metal, maka dapat diperoleh beberapa kesimpulan terkait dengan bidang Uji *Radiography* adalah sebagai berikut :

1. Secara umum, tehnik radiografi dikelompokkan menjadi 3 tehnik yaitu tehnik DWSI (Double Wall Single Image), DWDI (Double Wall Double Image), dan SWSI (Single Wall Single Image).
2. Berdasarkan standar ASME section V artikel 2.T-271, untuk inspeksi pipa, OD nominal lebih besar dari 3,5 inchi maka digunakan tehnik DWSI, OD nominal lebih kecil dari 3,5 inchi digunakan tehnik DWDI, Sedangkan untuk OD 10 inchi digunakan tehnik SWSI.
3. Waktu peluruhan dari 5 September 2016 sampai 28 Februari 2017 adalah 177 hari, dengan nilai A (Aktivitas Curie) adalah 5,881 Ci.
4. Adapun hasil perhitungan waktu penyinaran yang digunakan pada proses penyinaran *Radiography* tehnik panoramic adalah selama $t = 81$ detik dengan nilai film error hanya 0,88 %.
5. Adapun hasil penyinaran yang tampak pada film hasil inspeksi *Radiography* adalah sebagai berikut :
 - Film pada posisi 0-15 terdapat cacat las *Distributed Porosity*. Cacat Las *Distributed Porosity* ini diakibatkan oleh jarak antara busur las dengan material terlalu jauh, arus listrik terlalu tinggi, jalannya kawat las terlalu cepat, kecepatan aliran gas terlalu rendah, dan gas pelindung tidak murni.
 - Film Untuk Posisi 15-30, tidak adanya cacat las (*No Defect*) sehingga pada posisi 15-30 ini tidak perlu dilakukannya repair atau pengelasan kembali dan dinyatakan clear oleh Intepreter.
 - Film Untuk Posisi 30-0, Terdapat Cacat Las *Lack Of Fusion*, yang cukup signifikan sehingga perlu adanya repair atau pengelasan kembali dan dinyatakan reject oleh Interpreter. *Lack Of Fusion* ini diakibatkan oleh kecepatan jalannya busur las tidak stabil, Arus listrik

(Ampere) las terlalu rendah, semburan bunga api las tidak seragam / rata.

6. Dalam ilmu *Radiografi* kenyataan di lapangan terkadang berbeda dengan teori yang ada. Standar Operasional yang berbeda-beda, keadaan material di lapangan yang tidak menunjang dan cost (biaya) menjadi faktor utama yang mempengaruhi perbedaan tersebut. Dalam dunia industri semua factor tersebut sangat diperhitungkan karena berpengaruh terhadap produktifitas.

Daftar Pustaka

- [1] ASME V Code Sect. 5. 2005. *Rumus Perhitungan Waktu Penyinaran Teknik Panoramic*.
- [2] ASME V Code Sect. 5. 2005. *Teknik Penyinaran Radiography*.
- [3] Bagiyono. 2000. *Inspeksi Sambungan Las Pada Pipa Steam Generator*. Jakarta.
- [4] BATAN. 2009. *Keselamatan Radiasi Dalam Penggunaan Peralatan Radiography Industri*. Perka BAPETEN No. 7 Tahun 2009. Jakarta.
- [5] BSN. 2008. *Proteksi Radiasi – Peralatan Untuk Radiography Gamma Industri*. SNI ISO 3999;2008. Jakarta.
- [6] Gilang. 2002. *Hal Yang Harus Diperhatikan Dalam Inspeksi Pipa*. Jakarta.
- [7] Gilang. 2002. *Teknik Penyinaran Radiography*. Jakarta.
- [8] Gilang. 2002. *Rumus Perhitungan Penyinaran Teknik Panoramic*. Jakarta.
- [9] Irfandi Zulfi. 2014. *Teknik Inspeksi Material Fe Pada Pengujian Radiographic Testing*. Radiography Testing. Batam.
- [10] Jumpreno. 2012. *Safety Testing Evaluation Of Industrial Radiography Gamma Camera Of Type Portable At PTKMR-BATAN*. Jakarta.
- [11] Welding Inspector Course. 2007. *Karakteristik Pengelasan GTAW (Gas Tungsten Arc Welding)*.
- [12] Welding Inspector Course. 2007. *Jenis- Jenis Cacat Las*.