

Penentuan Tinggi "Excessive Penetration" pada Pipa dengan Metode Variasi Densitas Film

Supamo, Sutrasno, Endra Susila, Makmur Rangkuti, Edi'

Abstrak

Telah dirumuskan hubungan antara perubahan tebal material dengan densitas film yang disebut metode variasi densitas. Metode variasi densitas dapat digunakan untuk menentukan tinggi "Excessive Penetration" pada sambungan las pipa. Penelitian dilakukan terhadap pipa carbon steel dengan diameter 8 inci yang memiliki excessive penetration, menggunakan sumber radiasi Ir-192 dan media perekamfilm AGFA D-7. Hasil dari penelitian dibandingkan dengan pengukuran menggunakan caliper terdapat penyimpangan lebih rendah rata-rata 9%.

Pendahuluan

Excessive penetration merupakan jenis cacat las berupa tonjolan yang berlebihan pada penguat akar las (root reinforcement). Pada pipa penyalur, adanya excessive penetration dapat menjadi pemusatan tegangan yang mengarah pada terjadinya retak, dan juga secara langsung memiliki akibat terganggunya kinerja pipa tersebut.

Saat ini, pemeriksaan radiografi pada pipa penyalur hanya dapat menggambarkan lokasi excessive penetration tanpa mengetahui ketinggian diskontinuitas tersebut. Dengan menggunakan metode variasi densitas, yang telah dirumuskan dalam penelitian sebelumnya, tinggi excessive penetration dapat ditentukan.

Prinsip Metode Variasi Densitas

Sebuah sambungan las pada pipa dengan tebal nominal (X_n) memiliki excessive penetration dengan ketinggian X_e , diradiografi dengan memasang Image Quality Indicator (IQI) lubang pada base

material pada posisi film-side menggunakan teknik contact. Jika D_o adalah densitas radiasi pada film tanpa melalui material, maka densitas film yang dihasilkan setelah menembus base material adalah [1]

$$D_n = D_o e^{-\mu_{eff} X_n} \dots\dots\dots(1)$$

sedangkan densitas film yang menembus excessive penetration adalah

$$D_e = D_o e^{-\mu_{eff} X_e} \dots\dots\dots(2)$$

Dengan membandingkan persamaan (1) dan persamaan (2), diperoleh

$$\frac{D_e}{D_n} = \frac{e^{-\mu_{eff} X_e}}{e^{-\mu_{eff} X_n}}$$

$$D_e = D_n e^{-\mu_{eff} X_e - (-\mu_{eff} X_n)}$$

$$D_e = D_n e^{-\mu_{eff} (X_e - X_n)}$$

$$D_e = D_n e^{-\mu_{eff} (\Delta W)}$$

• Staf Pusat Pendidikan dan Pelatihan - BATAN

$$\ln \frac{D}{De} = J_{1,eff} \cdot \Delta W$$

$$\Delta W = \frac{\ln \frac{O_2}{D_0}}{J_{1,eff}} \dots \dots \dots (3)$$

dengan ΔW adalah tinggi *excessive penetration* dari base material, sedangkan D_0 dan D_e masing-masing adalah densitas film pada *base-material* dan densitas film pada *excessive penetration*.

Koefisien atenuasi efektif ($J_{1,eff}$) diperoleh dengan membandingkan densitas film pada *base-material* dengan densitas film pada suatu perubahan tebal standar, dalam hal ini badan penetrometer lubang yang ditempatkan di atas *base-material*. Dirumuskan dengan persamaan berikut :

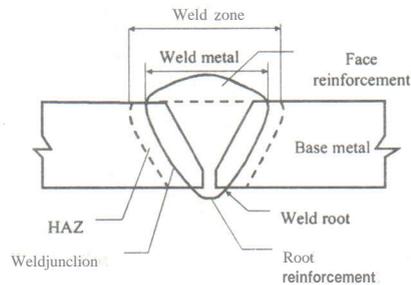
$$J_{1,eff} = \frac{\ln \frac{O_2}{D_0}}{\Delta W_{IQI}} \dots \dots \dots (4)$$

Dengan ΔW_{IQI} adalah densitas film pada badan penetrometer lubang, dan ΔW_{IQI} adalah tebal penetrometer lubang yang digunakan.

Lasan pada sambungan tumpul (*but-joint*) terdiri atas dua permukaan, permukaan luar (*face reinforcement*) dan permukaan dalam (*root reinforcement*), seperti ditunjukkan gambar 1. *Root reinforcement* yang berlebihan disebut sebagai *excessive penetration*, sedangkan *face reinforcement* yang berlebihan disebut *excessive reinforcement*.

Dalam film hasil radiografi, kehitaman pada *excessive penetration* adalah akibat

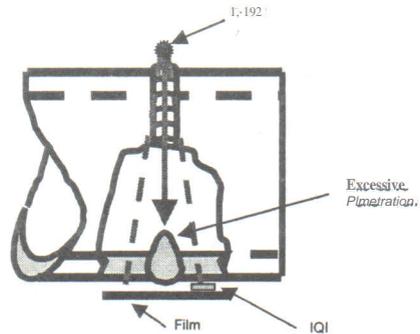
paparan radiasi yang menembus baik *face reinforcement* maupun *root reinforcement*. Kehitaman pada *excessive penetration* berhubungan dengan tebal total *face reinforcement* dan *root reinforcement*. Dengan demikian ΔW dalam persamaan 3 merupakan tebal total *face reinforcement* dan *root reinforcement*. Sedangkan, tinggi *excessive penetration* adalah ΔW dikurangi dengan tinggi *face reinforcement*.



Gambar 1. Skema sambungan las tumpul (*but-joint*)

a) **Prosedur Percobaan**

Benda uji berupa sebuah pipa lasan dengan diameter nominal 8 inci dan tinggi *excessive penetration*, berdasarkan pengukuran caliper, 5 mm.

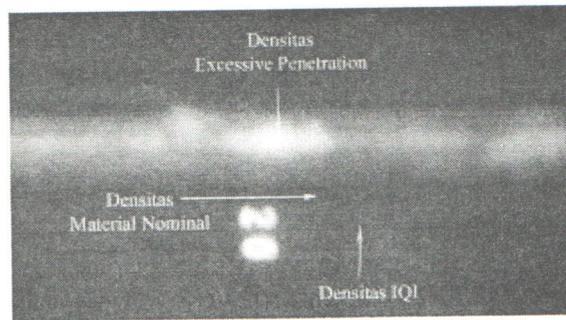


Gambar 2 : Sketsa Percobaan

Uji radiografi dilakukan dengan teknik *Doble Wall Single Image (DWSI) contact* menggunakan sumber radiasi Ir-192 dan film AGFA D-7, seperti ditunjukkan dalam gambar 2. Penetrameter lubang yang digunakan adalah nomor 20, ditempatkan pada base-metal pada jarak ± 1 cm dari tepi las. Penggunaan penetrameter dalam percobaan ini bukan sebagai indikator

pengukuran densitas material nominal, densitas *excessive penetration*, densitas IQI, hasil perhitungan koefisien atenuasi efektif (I_{eff}), nilai perbedaan tebal (L_{lh}), dan tinggi *excessive penetration* disajikan dalam Tabel 1.

Keterangan :



Gambar 3 Film hasil percobaan dan lokasi pengukuran densitas

Tabell : Data pengukuran dan perhitungan

Film	No. IQI	(De)	(Dn)	(D _{IQI})	I_{eff}	L_{lh} mm	r (mm)	he (mm)	hcp (mm)	L_{lh} o/o
1	20	2,58	3,43	3,35	0,05	6,15	2	4,15	5	17
2	20	2,62	3,43	3,36	0,04	6,63	2	4,63	5	7,4
3	20	2,53	3,25	3,19	0,04	6,75	2	4,75	5	5
4	20	2,59	3,38	3,31	0,04	6,49	2	4,49	5	10,2
5	20	2,57	3,28	3,22	0,04	6,74	2	4,74	5	5,2

kuualitas gambar, namun sebagai tebal pembanding standard, sehingga pemilihannya tidak terikat oleh aturan *code*. Untuk mengurangi pengaruh hamburan, dibalik film diberi *shielding* dari bahan timbal setebal 4 mm.

b) Hasil dan Analisa

Gambar 3 menunjukkan film radiografi hasil percobaan. Pengukuran densitas dilakukan pada material nominal, bagian gambar yang terdapat *excessive penetration*, dan badan IQI lubang. Hasil

De : Densitas *excessive penetration*
 Dn : Densitas nominal (base metal)
 D_{IQI} : Densitas IQI
 AW : Tebal total *face reinforcement* dan *root reinforcement* hasil perhitungan
 r : Tinggi *face reinforcement*
 h. : Tinggi *excessive penetration* hasil perhitungan
 hcp : Tinggi *excessive penetration* berdasarkan caliper
 L_{lh} : Perbedaan tebal *excessive penetration*.

Dari data terlihat bahwa tinggi excessive penetration hasil percobaan lebih rendah dari hasil pengukuran menggunakan caliper. Perbedaan ini diperkirakan akibat geometri dari root reinforcement yang tidak rata sehingga pengukuran densitas tidak tepat pada puncak excessive penetration.

c) Kesimpulan dan Saran

Hasil penelitian dengan menggunakan sumber radiasi Ir-192 dan film AGFA D7 menunjukkan adanya penyimpangan lebih rendah rata-rata 9%. Penelitian lebih lanjut perlu dilakukan terhadap berbagai tinggi excessive penetration dan berbagai tipe film untuk mengetahui keterbatasan metode variasi densitas dalam penerapannya untuk pengukuran tinggi excessive penetration.

Daftar Pustaka

- [1] Sung Sik Lee, Young H. Kim, *Thickness evaluation using a new relationship between film density and penetrated thickness in radiography*, Proceeding of the International Symposium on Research Reactor and Neutron Science-In Commemoration of the 10th Anniversary of HANARO, Daejon, Korea, April 2005.
- [2] Suparno dkk, *Penentuan Perubahan Tebal dengan Metode Variasi Densitas Film*, Widyanuklida, Volume 7 Nomor 1 Juli 2006.
- [3] Louis Cartz, *Nondestructive Testing*, ASM International, 1995