

## PENGUKURAN TEBAL KERAK PADA PIPA EFFLUENT DI PABRIK KERTAS PT. KRAFF ACEH

Hariyono, Puguh Martiyasa, Indroyono, Kushartono  
Pusat Aplikasi Isotop dan Radiasi

### ABSTRAK

**PENGUKURAN TEBAL KERAK PADA PIPA EFFLUENT DI PABRIK KERTAS PT. KRAFF ACEH.** Terjadinya kerak diakibatkan oleh interaksi antara effluent yang mengalir di dalam pipa dan dinding pipa. Sumber gamma Cs-137 dengan aktifitas 100 uCi telah digunakan untuk mengukur tebal kerak pada pipa effluent dengan metode penyerapan sinar gamma. Berdasarkan kurva kalibrasi hubungan antara intensitas dan penambahan ketebalan kerak di dalam pipa dapat ditentukan tebal kerak yang diakibatkan oleh interaksi antara limbah yang mengalir dengan dinding pipa. Hasil menunjukkan penambahan kerak relatif kecil dan pada daerah tertentu terdapat pengurangan tebal pipa yang diakibatkan oleh rontoknya : "cement lining" pada pipa tersebut.

### ABSTRACT.

**MEASUREMENT OF THE SCALLING THICKNESS ON THE EFFLUENT PIPE IN PT. KRAFF ACEH PAPER PLANT.** The scaling appeared as the results of the interaction between effluent which was flowing in the pipe and the wall of pipe. Gamma-source of cs-137, 100  $\mu$ Ci activity was used for measurement of scaling thickness on the effluent pipe by using gamma-ray absorption method. The scaling thickness could be determined based on the calibration curve between intensity and the thickness of scaling. The results showed that the addition of the scaling thickness was not significant, instead the reduction of the pipe thickness was absolved on some area due to destroying of the cement lining on the pipe.

### PENDAHULUAN

Banyak industri yang menggunakan aliran tertutup baik sebagai proses produksi maupun hanya sebagai sarana pendukung proses produksi, pemakaian pipa/tabung sebagai sarana aliran fluida telah banyak dikenal. Di dalam fluida umumnya terdapat zat-zat atau mineral yang terlarut sehingga apabila terjadi interaksi antara fluida yang mengalir dengan dinding pipa dapat menimbulkan kerak atau ausnya dinding pipa yang disebut korosi. Kerak atau korosi yang terdapat dalam pipa kalau dibiarkan akan sangat mengganggu kelangsungan hasil produksi. Dengan cara yang biasa (konvensional) tingkat pengerakan dapat diketahui dengan membuka instalasi jaringan pipa untuk melihat dan mengukur berapa ketebalan kerak tersebut atau korosinya. Cara ini jelas tidak praktis dan memakan waktu yang relatif lama, sehingga dapat mengganggu jalannya produksi. Masalah tersebut telah terjadi di Pabrik Kertas PT Kraff Aceh. Pipa effluent yang menghubungkan antara "plant site" sampai tempat pembuangan mengalami pengurangan debit cukup drastis hingga 30%. Hal tersebut dimungkinkan karena terjadi pengerakan ataupun lepasnya dinding dalam pipa yang terbuat dari semen. Sehingga semen yang lepas tersebut menumpuk di tempat tertentu yang mengakibatkan turunnya debit alir dari pipa tersebut. Untuk mengetahui perubahan debit pipa tersebut secara dini perlu dikembangkan suatu teknik yang dapat mengatasi masalah tersebut. Untuk dapat mengetahui ketebalan kerak yang terdapat dalam pipa secara dini perlu dikembangkan suatu teknik lain selain secara konvensional. Teknik nuklir dalam hal ini adalah salah satu teknik yang dapat mengatasi masalah tersebut. Hal tersebut dimungkinkan karena radiasi gamma yang dipancarkan oleh radioisotop dapat menembus dan berinteraksi dengan materi, sehingga terjadi perubahan intensitas radiasi. Perubahan intensitas radiasi dapat diketahui dengan suatu detektor dan dapat memberikan informasi mengenai keadaan materi tersebut.

### TEORI

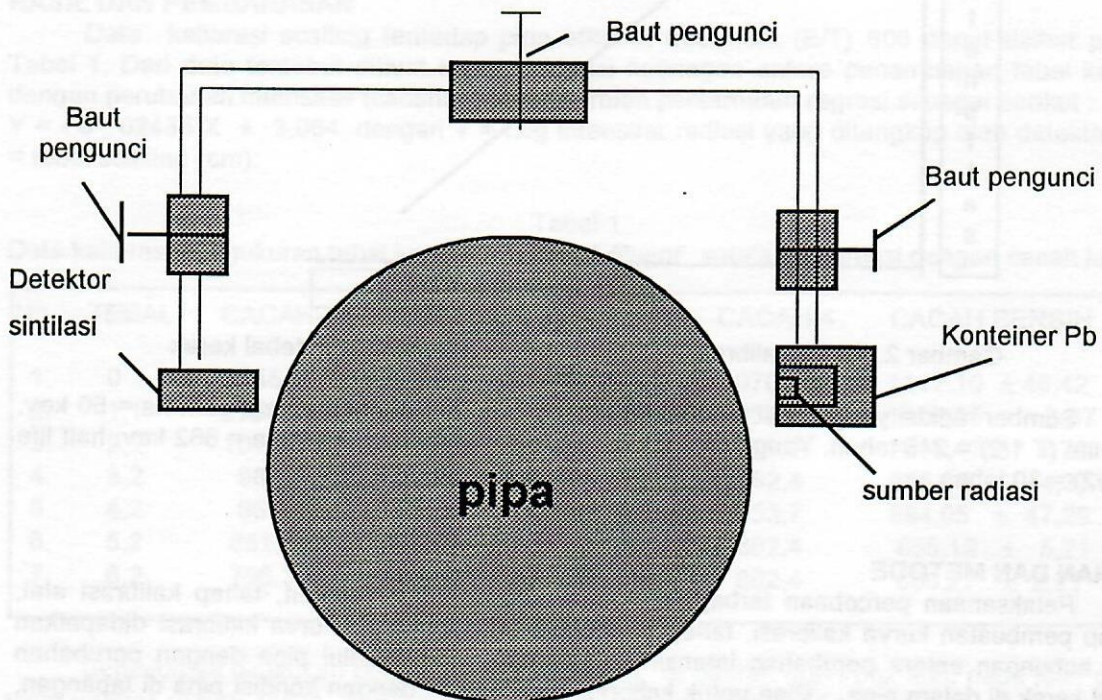
Seperti diketahui radiasi gamma yang dipancarkan dari suatu isotop mempunyai kekuatan menembus (daya tembus) terhadap suatu materi dan juga mengalami interaksi dengan materi sehingga sebagian radiasi diserap oleh materi dan sebagian radiasi lainnya diteruskan melalui materi. Akibat adanya penyerapan oleh materi maka intensitas radiasi akan

berkurang, berkurangnya intensitas radiasi dipengaruhi oleh tebal materi, kerapatan materi (densitas materi) dan besarnya energi radiasi gamma mengikuti rumus eksponensial sebagai berikut :

$$I = I_0 \exp.-(ux) \dots\dots\dots (1)$$

dengan  $I_0$  = intensitas radiasi mula-mula (cacahan/detik),  $I$  = intensitas radiasi setelah melalui materi (cacahan /detik),  $u$  = koefisien penyerapan materi,  $x$  = tebal materi (mm).

Jadi selandainya materi itu adalah pipa besi dan kerak yang menempel di dinding pipa besi maka apabila didepan pipa besi diletakkan sumber radiasi gamma maka sinar radiasi gamma akan menembus/melalui dinding pipa besi-kerak-aliran-kerak-pipa besi dan akan diterima oleh detektor untuk diukur penurunan intensitas radiasinya akibat penyerapan oleh materi tersebut.



Gambar 1. Posisi alat ukur pada pengukuran kerak

Perubahan penurunan intensitas akan tergantung kepada tebal pipa dan tebal kerak. Karena tebal pipa adalah tetap maka perubahan intensitas radiasi yang diterima detektor hanya dipengaruhi oleh perubahan tebal kerak .

$$I = I_0 \exp.-(u_p x_p + u_a x_a + u_k x_k) \quad (2a)$$

$$I = I_0 \exp.-(u_p x_p) + I_0 \exp.-(u_a x_a) + I_0. (u_k x_k) \quad (2b)$$

dengan  $I_0$  = intensitas radiasi mula-mula,  $u_p$  = koefisien penyerapan pipa,  $x_p$  = tebal pipa,  $u_a$  = koefisien penyerapan aliran,  $x_a$  = tebal aliran,  $u_k$  = koefisien penyerapan kerak,  $x_k$  = tebal kerak.

Persamaan (2)dapat diubah menjadi:

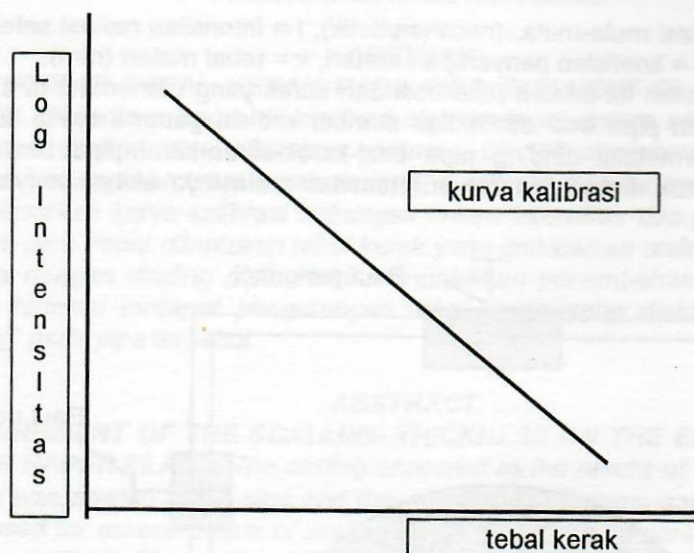
$$I = k + I_0.\exp.-(u_k x_k.) \quad (3)$$

karena  $I_0$ ,  $k$ ,  $u_k$  adalah konstan, maka perubahan intensitas hanya disebabkan oleh perubahan tebal kerak.

Jadi dengan mengukur perubahan intensitas  $I_0$  menjadi  $I$  , maka diharapkan dapat diketahui tebal kerak di dalam pipa. Sekarang timbul pertanyaan sampai setebal berapa kerak tersebut masih dapat terdeteksi, hal ini tentunya sangat tergantung kepada sumber radiasi yang digunakan, materi dari kerak, diameter dan tebal pipa serta geometrinya, sehingga

sebelum pelaksanaannya perlu dibuatkan kurva kalibrasi antara geometri pipa tertentu dengan variasi tebal kerak terhadap intensitas radiasi setelah penyerapan dengan menggunakan sumber radiasi tertentu.

Diharapkan bentuk kurva kalibrasinya adalah sebagai berikut :



Gambar 2. Kurva kalibrasi hubungan antara intensitas dan tebal kerak

Sumber radiasi yang dapat digunakan adalah Am-241 dengan energi gamma = 60 kev. half life ( $T_{1/2}$ ) = 245 tahun. Yang lain adalah  $^{137}\text{Cs}$  dengan energi gamma = 662 kev, half life ( $T_{1/2}$ ) = 30 tahun.

## BAHAN DAN METODE

Pelaksanaan percobaan terbagi atas tiga tahap sebagai berikut, tahap kalibrasi alat, tahap pembuatan kurva kalibrasi, tahap pengukuran di lapangan. Kurva kalibrasi didapatkan dari hubungan antara perubahan intensitas (cacahan) yang melalui pipa dengan perubahan tebal kerak di dalam pipa. Pipa untuk kalibrasi disesuaikan dengan kondisi pipa di lapangan. Dengan meletakkan sumber radiasi gamma pada sisi pipa dan detektor pada sisi pipa lain, sedangkan dalam pipa diletakkan variasi tebal kerak, maka akan didapatkan hubungan antara perubahan intensitas dengan perubahan tebal kerak. Pada setiap percobaan faktor yang perlu diperhitungkan adalah faktor proteksi radiasi. Isotop yang digunakan pada percobaan ini adalah  $^{137}\text{Cs}$  dengan aktivitas 100 uCi, energi 0,66 MEV, waktu paruh 30 tahun. Isotop dimasukkan dalam kontainer dari Pb yang mempunyai lobang mengarah detektor dengan diameter 6 mm. Paparan radiasi pada radius 1 meter adalah 0,25 mR/jam.

### Tahap kalibrasi alat

Dalam percobaan ini kita gunakan alat ukur IPP-4. Pada umumnya alat ukur memberikan respon dalam bentuk alat cacah. Angka cacah yang diperoleh dari alat ukur tersebut disebut data, merupakan nilai relatif terhadap suatu bahan atau nilai yang dapat diterima.

Tujuan dari kalibrasi adalah:

1. Untuk mengetahui sensitifitas alat
2. Mempermudah pelaksanaan pengukuran karena angka cacah yang didapatkan telah diarahkan fungsinya terhadap variabel yang diukur
3. Menjamin penelitian hasil pengukuran.

### Tahap Pembuatan Kurva kalibrasi.

Kurva kalibrasi didapatkan dari hubungan antara cacahan dengan penambahan tebal kerak. Dalam pembuatan kurva kalibrasi diambil dari pipa standar dengan diameter 600 mm. Selanjutnya diambil kerak dengan ketebalan tertentu diletakkan dalam pipa dan pada setiap penambahan kerak dilakukan pencacahan dengan meletakkan detektor yang ditaruh sejajar

tegak lurus ke arah sumber radiasi sehingga didapatkan hubungan antara perubahan cacahan dengan perubahan penambahan tebal kerak.

#### Tahap Pengukuran di lapangan

Pengukuran di lapangan sesuai kondisi yang ada yaitu pada daerah drain box atau pada jalur pipa yang terdapat di permukaan tanah. Untuk tes ini digunakan sumber tertutup radiasi gamma yang diletakkan pada salah satu sisi pipa yang di tes, sedangkan untuk mengamati perubahan intensitas radiasi setelah melewati materi (pipa) diletakkan detektor sintilasi pada sisi yang lain yang sejajar. Dengan membandingkan intensitas radiasi awal dengan kondisi saat pengujian akan dapat diketahui estimasi ketebalan kerak yang terdapat di dalam pipa yang diuji.

#### HASIL DAN PEMBAHASAN

Data kalibrasi scalling terhadap pipa effluent treatment (E/T) 600 dapat dilihat pada Tabel 1, Dari data tersebut dibuat kurva kalibrasi hubungan antara penambahan tebal kerak dengan perubahan intensitas (cacahan) dan diperoleh persamaan regresi sebagai berikut :  $Y = -0,02435 X + 3,064$ , dengan  $Y = \text{Log intensitas radiasi yang ditangkap oleh detektor}$ ,  $X = \text{tebal scalling (cm)}$ .

Tabel 1

Data kalibrasi pengukuran tebal kerak pada pipa 'Effluent' setelah dikoreksi dengan cacah latar.

| No. | TEBAL | CACAH-1 | CACAH-2 | CACAH-3 | CACAH-4 | CACAH BERSIH    |
|-----|-------|---------|---------|---------|---------|-----------------|
| 1.  | 0     | 1145,6  | 1170,2  | 1082,4  | 1070,2  | 1117,10 ± 48,42 |
| 2.  | 1,1   | 1056,7  | 1051,6  | 1060,3  | 1059,2  | 1056,95 ± 3,87  |
| 3.  | 2,2   | 1019,0  | 1016,3  | 1015,6  | 1019,0  | 1017,47 ± 1,78  |
| 4.  | 3,2   | 985,4   | 990,3   | 981,3   | 992,4   | 986,85 ± 4,37   |
| 5.  | 4,2   | 961,1   | 891,4   | 870,0   | 853,7   | 894,05 ± 47,29  |
| 6.  | 5,2   | 851,3   | 851,3   | 855,4   | 862,4   | 855,12 ± 5,21   |
| 7.  | 6,2   | 796,3   | 801,1   | 801,3   | 802,4   | 800,27 ± 2,71   |

Selanjutnya dilakukan pengukuran di lapangan, di daerah drain box atau pada jalur pipa yang terletak di atas tanah. Pengukuran hanya dapat dilakukan di 14 tempat yaitu 9 buah pada daerah drain box, 1 buah di daerah vent box dan 4 buah di daerah pipa yang kebetulan terletak di atas tanah. Seperti telah diketahui bahwa rata-rata jalur pipa terletak di bawah tanah dengan kedalaman berkisar dari 0,5 meter sampai dengan 2,5 meter. Data hasil pengukuran scalling pipa jalur E/T pada setiap pos dapat dilihat pada Tabel 2.

Tabel 2. Data pengukuran kerak pada pipa effluent di drain box / vent box diameter pipa 600 setelah dikoreksi cacah latar

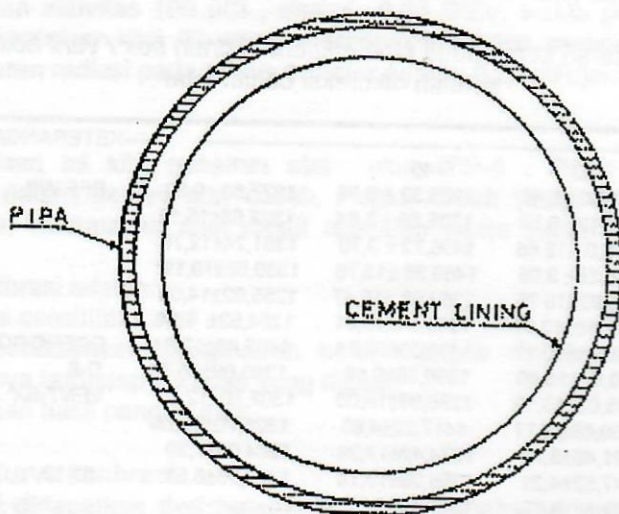
| NO. TTK AMAT |       | -----         |                |                | ----KETERANGAN |
|--------------|-------|---------------|----------------|----------------|----------------|
|              |       | 0             | 45             | 90             |                |
| 1.           | EF    | 1178,92± 8,46 | 1158,32 ± 9,18 | 1277,86 ± 9,52 | EFF.W/I        |
| 2.           | EF-3  | 1378,12± 8,89 | 1335,38 ± 8,84 | 1322,68±15,16  |                |
| 3.           | EF-3A | 1376,0 ±12,66 | 1496,72 ± 9,70 | 1381,24±12,70  |                |
| 4.           | EF-4  | 1468,88± 9,66 | 1469,36 ±13,76 | 1330,58±19,19  |                |
| 5.           | EF-4A | 1343,92±18,75 | 1260,98 ±16,47 | 1255,92±14,00  |                |
| 6.           | EF-5  | 1368,58±13,92 | 1350,84±10,81  | 1284,52± 5,58  |                |
| 7.           | EF-5A | 1446,98±10,12 | 1406,00±16,34  | 1405,48±12,84  | ECENGGONDOK    |
| 8.           | EF-6  | 1270,92±16,60 | 1356,36±9,19   | 1395,06±15,50  | D-8            |
| 9.           | EF-6A | 1348,02±16,12 | 1286,86±16,00  | 1307,70±12,10  | VENT-BX        |
| 10.          | EF-6B | 1439,88± 3,71 | 1417,22±4,80   | 1326,70±10,85  |                |
| 11.          | EF-7  | 1221,48±8,79  | 1274,42±13,28  | 1284,06±7,20   |                |
| 12.          | EF-8  | 1347,52±4,21  | 1356,26±13,14  | 1326,98±8,51   | D-10           |
| 13.          | EF-9  | 1300,44±9,87  | 1360,50±9,97   | -              |                |
| 14.          | EF-10 | 815,86±12,52  | 891,54±11,37   | 914,76±12,04   | PANTAI         |

Berdasarkan data pengukuran di lapangan dapat ditentukan perubahan tebal pipa yang diakibatkan oleh aliran dengan menggunakan rumus regresi kalibrasi. Hasil perhitungan penipisan (-) dan penebalan (+) scalling yang terjadi pada pipa jalur effluent ditampilkan pada Tabel 3.

Tabel 3 Hasil perhitungan tebal scalling pipa jalur E / T

| NO  | POS AMAT | KETERANGAN     |                 |                 |              |
|-----|----------|----------------|-----------------|-----------------|--------------|
|     |          | 0 <sup>0</sup> | 45 <sup>0</sup> | 90 <sup>0</sup> |              |
| 1.  | EF       | -0,17          | -0,14           | -1,61           | EFF.W/I      |
| 2.  | EF-3     | -2,97          | -2,41           | -2,15           |              |
| 3.  | EF-3A    | -2,89          | -4,44           | -2,95           |              |
| 4.  | EF-4     | -4,11          | -4,06           | -2,20           |              |
| 5.  | EF-4A    | -2,39          | -1,27           | -1,23           |              |
| 6.  | EF-5     | -2,78          | -2,59           | -1,75           | ECENG GONDOK |
| 7.  | EF-5A    | -3,83          | -3,24           | -3,27           |              |
| 8.  | EF-6     | -1,41          | -2,68           | -3,11           |              |
| 9.  | EF-6A    | -2,48          | -1,64           | -1,99           |              |
| 10. | EF-6B    | -3,82          | -3,53           | -2,26           |              |
| 11. | EF-7     | -0,81          | -1,50           | -1,73           | D-8          |
| 12. | EF-8     | -2,635         | -2,63           | -2,30           |              |
| 13. | EF-9     | -1,92          | -2,73           | -               | D-10         |
| 14. | EF-10    | +6,57          | +4,90           | 4,45            |              |
|     |          |                |                 |                 | PANTAI       |

Berdasarkan data perhitungan, ternyata di dalam pipa tersebut penambahan scalling relatif sangat kecil, yang terjadi justru terjadi pengurangan ketebalan dinding pipa yang diakibatkan oleh aliran, dan telah berumur nya pipa tersebut. Pengurangan ketebalan tersebut diakibatkan oleh rontoknya "cement lining" yang terletak di dalam pipa tersebut. Gambar 3



Gambar 3. Pipa standar untuk kalibrasi

Semen yang rontok akibat aliran tersebut terakumulasi di daerah tertentu yaitu di titik EF-10 yang terletak di pinggir pantai. Sehingga terjadi penumpukan semen yang mengakibatkan pengurangan dari sebit alir pipa tersebut.

#### KESIMPULAN

1. Tidak terjadi penambahan ketebalan pipa yang diakibatkan oleh kerak.
2. Terjadi penyempitan diameter pipa pada pos amat EF-10 yang mengakibatkan perubahan diameter pipa dari 600 mm menjadi 546 mm.
3. Penyempitan pipa diakibatkan menumpuknya "cement lining" yang rontok
4. Tebal penumpukan pada pos amat EF-10 rata-rata 54 mm.

#### UCAPAN TERIMA KASIH.

Penulis mengucapkan terima kasih kepada staff PT. KKA aceh yang telah membantu serta menyediakan segala fasilitas yang dibutuhkan sehingga terlaksana pekerjaan ini.

#### DAFTAR PUSTAKA.

1. ROBLE DE EVANS, Ph.D, The atomic Nuclear. Mc. Graw Hill Book Company (1955)
2. J.S. CHARLTON, Radioisotope Techniques for problem Solving in Industrial Process Plants.
3. JAGGER, Engineering Compendium on Radiation Shielding Vol. III Sprier-Verlag, Berlin Hie.delberg, Germany, 1970.