



## PEREKAYASAAN SISTEM PENCITRAAN MATERIAL DI DALAM REAKTOR PETROKIMIA DENGAN TEKNIK SERAPAN GAMMA

Rony Djokorayono<sup>1</sup>, Indarzah MP<sup>2</sup>, Usep S.G<sup>3</sup>, Utomo A<sup>4</sup>

<sup>1,2,3,4</sup>Pusat Rekayasa Perangkat Nuklir, Kawasan PUSPIPTEK Serpong, Gedung 71, Tangerang Selatan, 15310

### ABSTRAK

*PEREKAYASAAN SISTEM PENCITRAAN MATERIAL DI DALAM REAKTOR PETROKIMIA DENGAN TEKNIK SERAPAN GAMMA. Telah dikonstruksi sistem deteksi pencitraan material di reaktor proses untuk pembuatan material biji plastik jenis LLDPE (low linier density polyethylene) menggunakan metoda absorpsi radiasi gamma. Dengan menempatkan sumber radiasi gamma tepat di tengah bejana (reaktor) proses, sedangkan pancaran radiasi gamma yang keluar dari sumber gamma jenis <sup>137</sup>Cs, dideteksi oleh detektor yang berada di sekeliling luar bejana proses, yang berjumlah 12 unit detector. Hasil dari pengolahan signal dari duabelas detektor tersebut diolah oleh komputer sehingga memberikan informasi dinamis keadaan material proses di dalam bejana (reaktor) proses. Sedangkan profil tampilan monitor hasil pengukuran berbentuk topografi dua dimensi. Keunggulan sistem ini bila dibandingkan sistem yang lain yaitu dapat digunakan secara on line untuk memonitor fluktuasi meterial di dalam bejana proses tanpa kontak langsung dengan material proses dan sekaligus dapat digunakan untuk memprediksi kemungkinan terjadinya penggumpalan (clogging) pada saat proses berlangsung.*

*Kata Kunci : LLDPE, penggumpalan, reaktor, pencitraan.*

### ABSTRACT

*ENGINEERING DEVELOPMENT OF MATERIAL IMAGING SYSTEM IN PETROCHEMICAL REACTOR BY GAMMA ABSORPTION TECHNIQUE. The imaging detection system of LLDPE (Low linier density polyethylene) has been constructed using an absorption gamma radiation method. The gamma source <sup>137</sup>Cs puts in the centre of the process LLDPE reactor and the detectors system (12 detectors) are installed surrounding outside of the LLDPE process reactor. The detectors systems are connected to data acquisition and a computer system is used to produce two dimensional topography profile. The advantage of this system is both non contact and on line clogging measurement of process reactor. So it can predict clogging materials in advance*

*Keywords : LLDPE, clogging, reactor, imaging.*

### 1. PENDAHULUAN

Pada awalnya Industri Petrokimia yang mengolah bahan baku nafta dari minyak mentah menjadi Polyethylene dan kemudian menjadi biji plastik, menggunakan metoda pengukuran temperatur yang dikombinasi dengan tekanan untuk mendeteksi adanya material *clogging*, yang hasilnya kurang akurat, sehingga sering terjadi kegagalan proses. Akibat dari sering gagalnya proses yang disebabkan oleh material *clogging*, yang selanjutnya mengganggu kesinambungan proses, serta mengakibatkan kerugian yang besar karena proses pabrik harus diberhentikan. Maka Teknik serapan radiasi gamma telah diterapkan untuk memonitor clogging pada reaktor proses dan hasilnya akurat serta dalam pemasangannya tidak mengganggu proses.



## 2. TEORI

Metoda deteksi pencitraan material di reaktor proses pada pembuatan material biji plastik jenis LLDPE menggunakan metoda pengukuran densitas material di dalam reaktor proses LLDPE dengan teknik absorpsi radiasi gamma, dapat dilihat pada Gambar 1.

Radiasi gamma yang keluar dari sumber  $^{137}\text{Cs}$  mempunyai intensitas  $N_0$  akan diabsorpsi oleh material proses setebal  $X_2$  antara sumber  $^{137}\text{Cs}$  dan dinding reaktor proses. Kemudian radiasi tersebut diabsorpsi lagi oleh tebal dinding proses  $X_1$ . Akhirnya intensitas radiasi yang tersisa diterima oleh detektor.

Intensitas radiasi yang diterima detektor akan memenuhi persamaan 1 [1] :

$$N = N_0 e^{-\mu \rho x} \quad (1)$$

dimana

$N_0$  = Intensitas radiasi Sumber  $^{137}\text{Cs}$  sebelum diabsorpsi material LLDPE

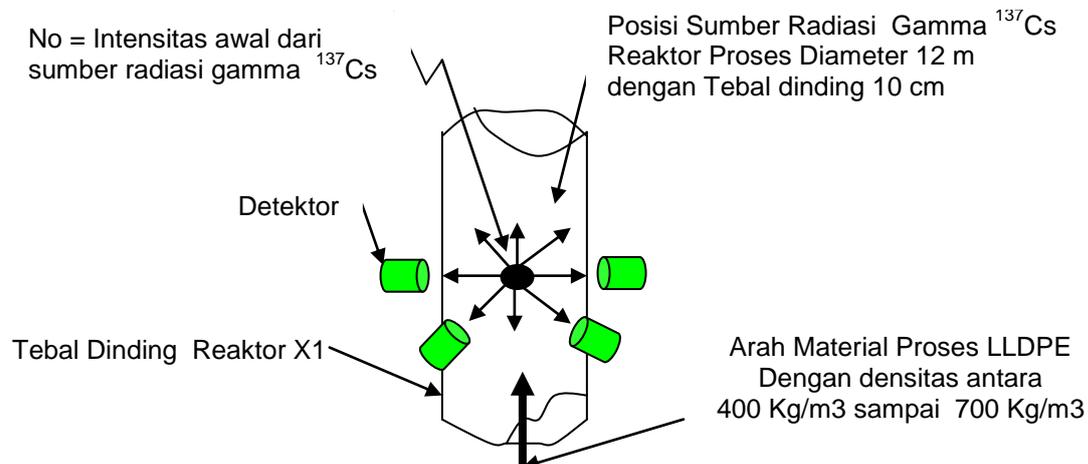
$\mu$  = koefisien absorpsi massa

$\rho$  = densitas material yang dilalui berkas radiasi gamma

$x$  = tebal lapisan yang dilalui berkas radiasi gamma

Visualisasi pengukuran pencitraan densitas material di dalam reaktor LLDPE dapat dijelaskan sebagai berikut:

Sumber radiasi ditempatkan pada posisi tengah reaktor, sedangkan detektor yang berjumlah dua belas buah ditempatkan pada dinding luar reaktor, intensitas radiasi yang diterima detektor berubah ubah sesuai dengan tebalnya serapan material LLDPE.



Gambar 1. Metoda deteksi pencitraan densitas material di dalam reaktor proses LLDPE menggunakan absorpsi radiasi gamma.

Untuk kasus deteksi pencitraan densitas material proses yang berada di dalam reaktor proses LLDPE akan memenuhi persamaan 2 sebagai berikut :

$$N = N_0 e^{-(\mu_1 \rho_1 x_1 + \mu_2 \rho_2 x_2)} \quad (2)$$

dimana

$\mu_1$  = koefisien absorpsi massa dinding reaktor proses setebal  $X_1$

$\mu_2$  = koefisien absorpsi massa material proses setebal  $X_2$  dari posisi sumber gamma.

$X_1$  = tebal dinding reaktor proses

$X_2$  = tebal lapisan material proses

$\rho_1$  = densitas dinding pipa kiri

$\rho_2$  = densitas material proses



karena tebal dan material dinding reaktor tetap sehingga  $\mu_1$ ,  $X_1$ ,  $\rho_1$ , dianggap konstan, dengan demikian intensitas radiasi yang diterima oleh detektor dapat dinyatakan dengan persamaan 3 dan 4 berikut :

$$N = N_0 e^{-(K_1 + (\mu_2 \rho_2 X_2))} \quad (3)$$

$$N = N_0 e^{-\mu_2 \rho_2 X_2} \quad (4)$$

Intensitas yang dihasilkan oleh detektor akan memenuhi persamaan 5)

$$N = N_0 e^{-\mu_2 \rho_2 X_2} \quad (5)$$

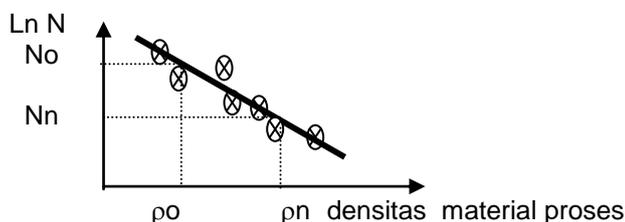
Perubahan intensitas keluaran detektor akibat perubahan densitas material proses akan memenuhi persamaan 6.

$$\ln N = \ln ( N_0 ) - (\mu_2 \rho_2 X_2 ) \quad (6)$$

Bila  $N_0$ ,  $\mu_2$ ,  $X_2$  dianggap konstan maka perubahan arus keluaran detektor akibat perubahan densitas material proses menjadi :

$$d ( \ln N ) = - d ( \rho_2 ) \quad (7)$$

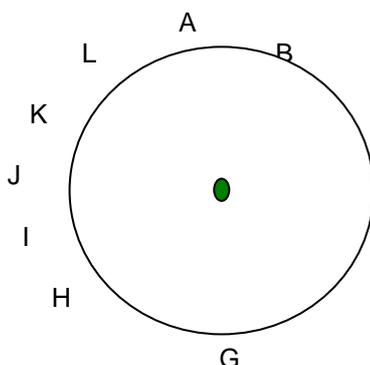
dan akan memenuhi grafik pengukuran seperti pada gambar 2 berikut:



Gambar 2. Intensitas Keluaran detektor vs densitas material proses

Dari grafik pada gambar 2 dapat dijelaskan bahwa setelah dikonversi logaritmik maka intensitas yang keluar dari detektor akan berkurang secara proporsional dengan naiknya densitas material proses di dalam reaktor.

Tampak atas posisi dua belas detektor (A,B,C,D,E,F,G,H,I,J,K,L) yang berada di sekeliling dinding reaktor proses LLDPE. Jenis detektor scintilasi yang digunakan adalah detektor sensitif terhadap radiasi gamma.



Gambar 3. Tampak atas terhadap posisi dua belas detektor pencitraan material proses

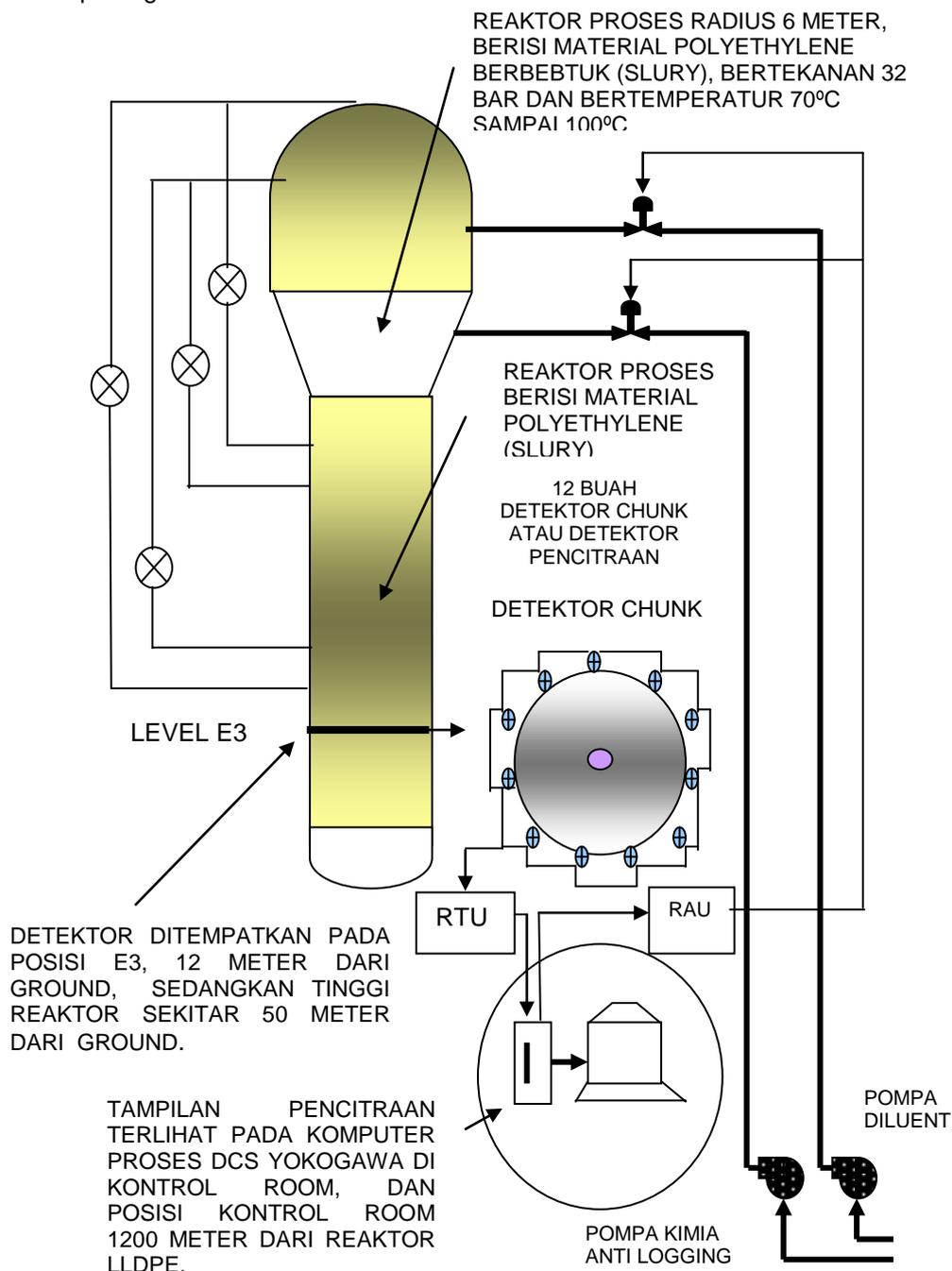


Tepat di tengah lingkaran adalah posisi sumber radiasi gamma, sedangkan di sekeliling sumber radiasi gamma sampai sebelah dalam dinding reaktor berisi material LLDPE berbentuk *slurry*, bertekanan 32 bar dan bertemperatur antara 70°C sampai 100°C.

Kondisi proses reaktor saat beroperasi selalu bergejolak dinamis sehingga hasil pantauan di monitor komputer akan berbentuk bintang yang diameternya berubah-ubah sesuai dengan kondisi dinamis material LLDPE di dalam reaktor tersebut.

### 3. TATA KERJA

Blok sistem pencitraan material proses di dalam reaktor petrokimia dengan teknik serapan gamma dapat dilihat pada gambar 4. berikut :



Gambar 4. Blok sistem monitor pencitraan pada Reaktor LLDPE



Detektor A,B,C,D,E,F,G,H,I,J,K,L ditempatkan pada posisi E3 Reaktor LLDPE secara horizontal. Detektor tersebut menggunakan jenis detektor scintilasi high sensitif gamma, dilengkapi processor pengolah signal dan keluarannya menggunakan standard pengukuran Distributed Control System (DCS) Yokogawa yaitu 4-20 mA. Signal keluaran dari detektor tersebut ditransmisikan melalui kabel signal terisolasi sepanjang 1200 meter ke Kontrol Room.

Di kontrol Room signal pengukuran tersebut dimasukan ke modul modul signal conditioning isolasi dan kemudian di akusisi oleh Sistem data akusisi komputer proses Yokogawa. Hasil pengukuran detektor clogging ditampilkan secara serempak oleh komputer proses, sehingga tampilannya berbentuk bintang yang diameternya berubah ubah secara dinamis menyesuaikan keadaan material LLDPE yang berada didalam reaktor proses. Pada posisi volume bintang mencapai 70% maka sistem kendali akan bekerja untuk membuka katup cairan kimia yang digunakan untuk menjaga agar volume bintang tidak lebih dari 70%.

Volume bintang menandakan jumlah material LLDPE di reaktor pada posisi E3. Jika batas volume dilampaui maka material LLDPE akan menggumpal membentuk Clogging, yang mengakibatkan Reaktor tersumbat, sehingga proses kegiatan harus dihentikan, hal tersebut tidak dikehendaki oleh pihak manajemen, karena merupakan suatu kegagalan proses dan kerugian pabrik.

#### 4. DATA PENGUKURAN & PEMBAHASAN

Pengukuran Latar belakang paparan radiasi saat Source Cs-137 pada posisi tertutup, terlihat di tabel 1 berikut :

No	Posisi Detektor	Background ( $\mu\text{Sv/h}$ )	Keluaran Signal Detektor (mA)
1	A	0,12	4,14
2	B	0,11	4,12
3	C	0,11	4,13
4	D	0,13	4,15
5	E	0,14	4,16
6	F	0,19	4,20
7	G	0,16	4,18
8	H	0,16	4,17
9	I	0,14	4,16
10	J	0,15	4,17
11	K	0,12	4,15
12	L	0,13	4,15

Pengukuran paparan radiasi saat Source Cs137 pada posisi terbuka dan Reaktor LLDPE kondisi kosong tanpa material, terlihat di tabel 2 berikut :

No	Posisi Detektor	Paparan pada Detektor ( $\mu\text{Sv/h}$ )	Keluaran Signal Detektor (mA)
1	A	11,2 - 12,0	20,2
2	B	12,5 - 12,8	20,8
3	C	12,4 - 13,0	20,9
4	D	12,0 - 13,0	20,7
5	E	11,5 - 11,9	20,2
6	F	11,8 - 12,1	20,3
7	G	12,7 - 13,0	20,7



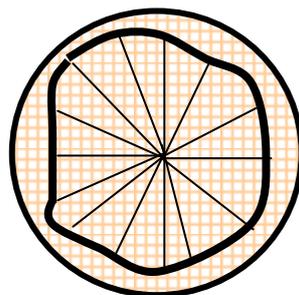
8	H	12,3 - 13,0	20,6
9	I	11,4 - 11,8	20,2
10	J	11,0 - 11,6	20,0
11	K	11,1 - 11,6	20,0
12	L	11,3 - 11,5	20,0

Dari data tabel 1 dan tabel 2 didapat persamaan linier  $Y=1,34X + 4,12$   
 $Y = \text{mA}$  dan  $X = \mu\text{Sv/h}$

Pengukuran paparan radiasi saat *Source Cs137* pada posisi terbuka dan Reaktor LLDPE sedang beroperasi (bermaterial LLDPE *density* 550 Kg/m<sup>3</sup>), terlihat di tabel 3 berikut

No	Posisi Detektor	Paparan pada Detektor ( $\mu\text{Sv/h}$ )	Keluaran Signal Detektor mA
1	A	5,1 - 5,5	11,2
2	B	5,2 - 5,5	11,3
3	C	5,0 - 5,2	10,9
4	D	5,1 - 5,2	11,0
5	E	5,1 - 5,2	11,0
6	F	5,2 - 5,3	11,2
7	G	5,2 - 5,3	11,2
8	H	5,1 - 5,2	11,0
9	I	5,0 - 5,1	10,9
10	J	5,1 - 5,2	11,0
11	K	5,1 - 5,2	11,0
12	L	5,2 - 5,4	11,2

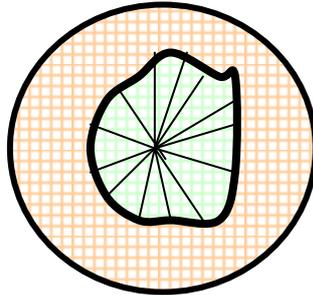
Jika keluaran detektor mendekati 4,0 mA, maka pencitraan material proses yang terbentuk menjadi maksimum mendekati penggumpalan (*clogging*), sehingga diprediksi terjadinya *Chunk*, dan material proses di dalam reaktor akan menggumpal dan berhenti beroperasi. Bentuk tampilan pencitraan pada komputer jika material LLDPE di dalam reaktor mendekati penggumpalan (*clogging*) dapat dilihat pada gambar 5 berikut :



Gambar 5. Bentuk tampilan pencitraan di komputer proses reaktor LLDPE, saat operasi dalam keadaan kritis mendekati clogging ( output detektor 5.0 mA dengan densitas mendekati 700 kg/m<sup>3</sup>)

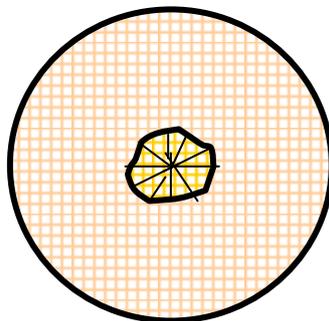


Bentuk tampilan pencitraan pada komputer jika material LLDPE di dalam reaktor kondisi Normal dapat dilihat pada gambar 6 berikut:



Gambar 6. Bentuk tampilan pencitraan di komputer proses reaktor petrokimia LLDPE, saat operasi dalam keadaan normal (11.2 mA densitas LLDPE 550 kg/m<sup>3</sup>)

Bentuk tampilan pada komputer jika reaktor LLDPE saat mulai bekerja, dimana saat mulai bekerja material proses masih berbentuk gas bercampur sedikit *slurry polyethylene* (densitas 400 kg/m<sup>3</sup>), dan tampilannya dapat dilihat pada gambar 7 berikut:



Gambar 7. Bentuk tampilan pencitraan di komputer proses reaktor petrokimia LLDPE, saat operasi dimulai ( 18,5 mA)

## 5. KESIMPULAN

Dari hasil pengukuran didapatkan persamaan linier Intensitas radiasi gamma yang diterima detektor dengan keluaran sistem deteksi dalam mA yaitu  $Y=1,34X + 4,12$  dimana  $Y = \text{mA}$  dan  $X = \mu\text{Sv/h}$  dengan koefisien korelasi 99,7%. Sistem ini telah diaplikasikan di reaktor petrokimia LLDPE PT. Chandra Asri.

## 6. DAFTAR PUSTAKA

1. Rony Djokorayono, Indarzah MP, Usep SG, Sistem Monitoring Material Clogging Pada Reaktor Low Linear Density Polyethylene Dengan Radiasi Gamma (Jurnal Perangkat Nuklir Vol.05 no.51 Mei 2011 ISSN : 1978 – 3515), Pusat Rekayasa Perangkat Nuklir, Serpong (2011) 20-27.
2. IAEA (International Atomic Energy Agency) 1965, Radioisotope Instruments in Industry and Geophysics, Viena.
3. Berthold, "Berthold Radiation Measuring Instruments For Industry", GmbH & Co KG, D-7547 Bad Wilbad (2008)