

## SISTEM MONITORING MATERIAL CLOGGING PADA REAKTOR LOW LINIER DENSITY POLYETHYLENE DENGAN RADIASI GAMMA

Rony Djokorayono, Indarzah MP, Usep SG  
Pusat Rekayasa Perangkat Nuklir – BATAN, Kawasan Puspiptek Serpong, Gedung  
71, Tangerang -15310

### ABSTRAK

*SISTEM MONITORING MATERIAL CLOGGING PADA REAKTOR LOW LINIER DENSITY POLYETHYLENE DENGAN RADIASI GAMMA. Telah dikonstruksi sistem monitor clogging reaktor proses pada pembuatan biji plastik jenis LLDPE (low linier density polyethylene) menggunakan metoda absorpsi radiasi gamma. Dengan menempatkan sumber radiasi gamma tepat ditengah bejana (reaktor) proses, sedangkan pancaran radiasi gamma yang keluar dari sumber gamma jenis  $^{137}\text{Cs}$  itu, dideteksi oleh detektor yang berada disekeliling luar bejana proses, yang berjumlah 12 unit detektor, hasil dari pengolahan signal dari ke duabelas detektor oleh komputer memberikan informasi dinamis keadaan material proses didalam 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 didalam bejana proses tanpa kontak langsung dengan material proses dan sekaligus dapat digunakan untuk memprediksi kemungkinan terjadinya clogging pada saat proses berlangsung*

### ABSTRACT

*MATERIAL CLOGGING MONITORING SYSTEM IN LOW LINIER DENSITY POLYETHYLENE REACTOR USING GAMMA RADIATION. The clogging monitor system of LLDPE (Low linier density polyehilene) has been constructed using absorption gamma radiation methode. The gamma source  $^{137}\text{Cs}$  puts in the centre of the proces LLDPE Reactor and the detectors system (12 detectors) install serounding outside of the LLDPE Reactor process.*

*The detectors system are connected to data acqusition and a computer system, is used to produce two dimentional topography profile. The advantage of this system is both non contact and on line clogging mesurement of reactor process. So it can predict clogging material in advance*

### 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. Sering gagalnya proses yang disebabkan oleh material *clogging*, mengganggu kesinambungan proses, serta mengakibatkan kerugian yang besar karena proses pabrik harus dihentikan.

Teknik serapan radiasi gamma telah diterapkan untuk memonitor *clogging* pada reaktor proses dan hasilnya akurat

serta dalam pemasangannya tidak mengganggu proses.

## 2. METODA PENGUKURAN

Metoda pengukuran densitas material *clogging* didalam reaktor proses lldpe dengan absorpsi radiasi gamma dapat dijelaskan pada Gambar 1. Berikut :

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 diabsorpsi lagi oleh tebal dinding proses  $X_1$  yang akhirnya intensitas tersisa diterima oleh detektor .

Intensitas radiasi yang diterima detektor akan memenuhi persamaan 1).

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

dengan :

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

$\mu$  = koefisien absorpsi massa

$p$  = densitas material yang dilalui berkas radiasi gamma

$X$  = tebal lapisan yang dilalui berkas radiasi gamma

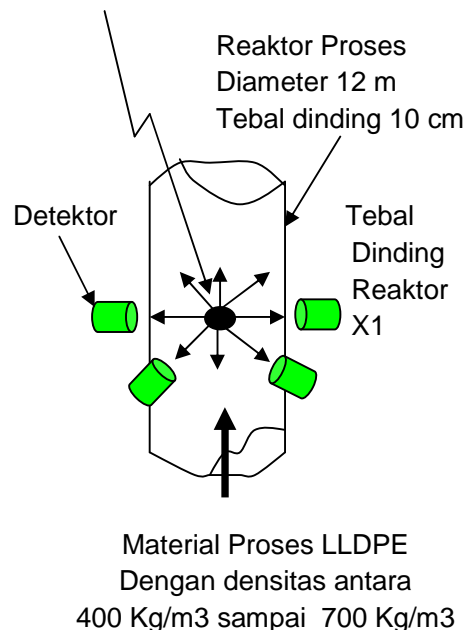
Visualisasi pengukuran densitas material *clogging* reaktor *low linier density polyethylene*

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 *low linier density polyethylene* (LLDPE).

$N_0$  = Intensitas awal dari sumber radiasi gamma  $^{137}\text{Cs}$

Posisi Sumber Radiasi Gamma  $^{137}\text{Cs}$



Gambar 1. Metoda pengukuran densitas material *clogging*, didalam Reaktor Proses LLDPE menggunakan absorpsi radiasi gamma.

Untuk kasus pengukuran densitas material proses yang berada didalam reaktor proses LLDPE akan memenuhi persamaan 2) sebagai berikut :

$$N = N_0 e^{-(\mu_1 p_1 x_1 + \mu_2 p_2 x_2)}$$

dengan :

$\mu_1$  = 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 didalam reaktor LLDPE

$\rho_1$  = densitas pipa kiri  
 $\rho_2$  = densitas material proses  
didalam reaktor

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), (4) berikut

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

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

Intensitas yang dihasilkan oleh detektor akan memenuhi persamaan 5 )

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

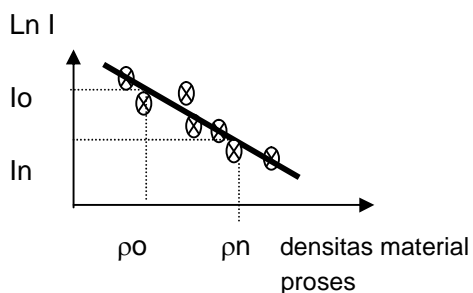
Perubahan intensitas keluaran detektor akibat perubahan densitas material proses akan memenuhi persamaan 6 )

$$\ln I = \ln ( N_0 A ) - (\mu_2 \rho_2 X_2)$$

Bila  $N_0 A$ ,  $\mu_2$ ,  $x_2$  dianggap konstan maka perubahan arus keluaran detektor akibat perubahan densitas material proses menjadi :

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

dan akan memenuhi grafik pengukuran seperti pada gambar 2. berikut:

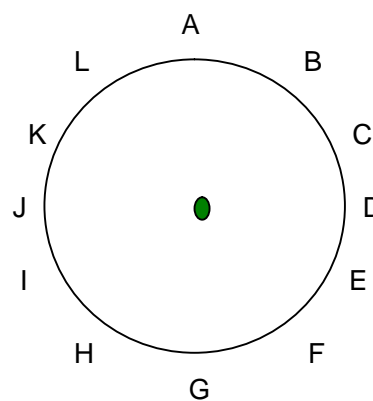


Gambar 2. Intensitas Keluaran detektor vs densitas material proses

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 didalam reaktor.

Tampak atas posisi dua belas detektor (A,B,C,D,E,F,G,H,I,J,K,L) yang berada disekeliling dinding Reaktor proses LLDPE.

Jenis detektor scintilasi dan sensitif terhadap radiasi gamma.

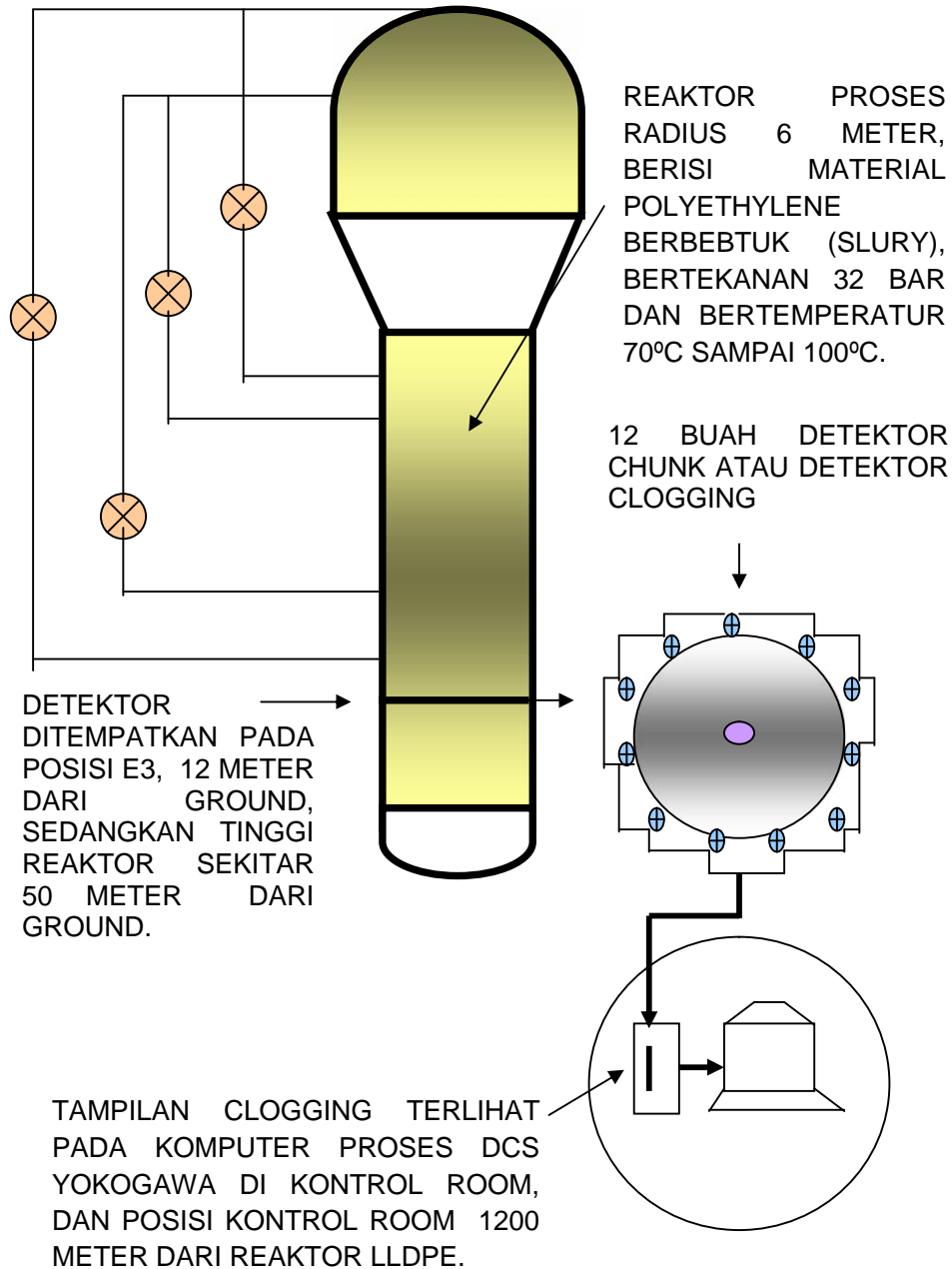


Gambar 3. Tampak atas terhadap posisi dua belas detektor clogging

Tepat ditengah lingkaran adalah posisi sumber radiasi gamma, sedangkan disekeliling 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 bejolah dinamis sehingga hasil pantauan di monitor komputer akan berbentuk bintang yang diameternya berubah ubah sesuai dengan kondisi dinamis material LLDPE didalam reaktor tersebut.

**BLOK SISTEM GAMMA MONITOR CLOGGING PADA REAKTOR PROSES LLDPE**



Gambar 4. Blok sistem monitor clogging 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 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 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.

## DATA PENGUKURAN DAN PEMBAHASAN

Pengukuran Latar belakang paparan radiasi saat Source  $^{137}\text{Cs}$  pada posisi tertutup, terlihat di tabel 1 berikut :

Tabel 1. *Background* Radiasi Gamma

Posisi Detektor	Background $\mu\text{Sv/h}$
A	0,12
B	0,11
C	0,11
D	0,13
E	0,14
F	0,19
G	0,16
H	0,16
I	0,14
J	0,15
K	0,12
L	0,13

Posisi Detektor	Keluaran Signal Detektor mA
A	4,14
B	4,12
C	4,13
D	4,15
E	4,16
F	4,20
G	4,18
H	4,17
I	4,16
J	4,17
K	4,15
L	4,15

Pengukuran paparan radiasi saat Source  $^{137}\text{Cs}$  pada posisi terbuka dan Reaktor LLDPE kondisi kosong tanpa material, terlihat di tabel 2 berikut :

Tabel 2. Paparan radiasi saat Source terbuka, reactor kosong

Posisi Detektor	Paparan pada Detektor $\mu\text{Sv/h}$
A	11,2 - 12,0
B	12,5 - 12,8
C	12,4 - 13,0
D	12,0 - 13,0
E	11,5 - 11,9
F	11,8 - 12,1
G	12,7 - 13,0
H	12,3 - 13,0
I	11,4 - 11,8
J	11,0 - 11,6
K	11,1 - 11,6
L	11,3 - 11,5

Posisi Detektor	Keluaran Signal Detektor mA
A	20,2
B	20,8
C	20,9
D	20,7
E	20,2
F	20,3
G	20,7
H	20,6
I	20,2
J	20,0
K	20,0
L	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  $^{137}\text{Cs}$  pada posisi terbuka dan Reaktor LLDPE sedang beroperasi (bermaterial LLDPE density 550 Kg/m<sup>3</sup>), terlihat di tabel 3 berikut :

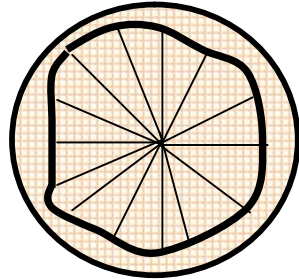
Tabel 3. Paparan radiasi saat reactor beroperasi

Posisi Detektor	Paparan pada Detektor $\mu\text{Sv/h}$
A	5,1 - 5,5
B	5,2 - 5,5
C	5,0 - 5,2
D	5,1 - 5,2
E	5,1 - 5,2
F	5,2 - 5,3
G	5,2 - 5,3
H	5,1 - 5,2
I	5,0 - 5,1
J	5,1 - 5,2
K	5,1 - 5,2
L	5,2 - 5,4

Posisi Detektor	Keluaran Signal Detektor mA
A	11,2
B	11,3
C	10,9
D	11,0
E	11,0
F	11,2
G	11,2
H	11,0
I	10,9
J	11,0
K	11,0
L	11,2

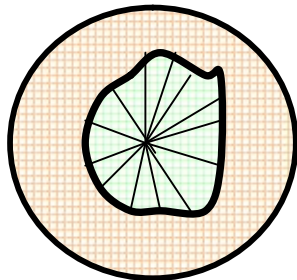
Jika keluaran detektor mendekati 4,0 mA, maka material clogging yang terbentuk maksimum sehingga terjadi *Chunk*, dan material LLDPE didalam reaktor menggumpal.

Bentuk tampilan pada komputer jika material LLDPE didalam reaktor mendekati Clogging dapat dilihat pada gambar 5 berikut :



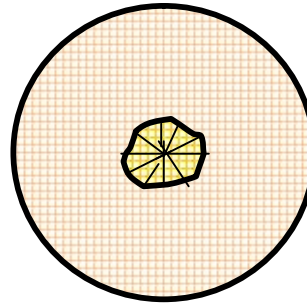
Gambar 5. Bentuk tampilan Komputer proses Reaktor LLDPE,saat operasi dalam keadaan kritis mendekati Clogging ( Output detektor 5.0 mA dengan densitas mendekati 700 kg/m3)

Bentuk tampilan pada komputer jika material LLDPE didalam reaktor bekerja Normal dapat dilihat pada gambar 6 berikut:



Gambar 6. Bentuk tampilan Komputer proses Reaktor LLDPE,saat operasi dalam keadaan Normal ( 11.2 mA densitas LLDPE 550 kg/m3)

Bentuk tampilan pada komputer jika Reaktor LLDPE saat mulai bekerja, dimana saat mulai bekerja material proses masih berbentuk gas bercampur sedikit slurry polyethilene (densitas 400 kg/m3), dan tampilannya dapat dilihat pada gambar 7 berikut:



Gambar 7. Bentuk tampilan Komputer proses Reaktor LLDPE,saat operasi dimulai ( 18,5 mA)

## KESIMPULAN

Dari hasil pengukuran didapatkan persamaan linier Intensitas radiasi gamma yang diterima detektor dengan keluaran sistem deteksi dalam mA yaitu

$$Y=1,34X + 4,12 \text{ dimana}$$

$Y = \text{mA}$  dan  $X = \mu\text{Sv/h}$  dengan koefisien korelasi 99,7%.

Sistem ini telah digunakan oleh Reaktor LLDPE PT.Chandra Asri.

## DAFTAR PUSTAKA

[1] IAEA (International Atomic Energy Agency) 1965, Radioisotope Instruments in Industry and Geophysics, Viena.

[2] J.Charbucinski, Nuclear Borehole Logging in Coal Exploration, CSIRO Div.of Exploration and mining.Glen Waverley 3150 Australia, UNDP /IAEA/RCA Regional Workshop, 28 November – 19 December 1994.

[3] M.Nezamzadeh, Sh.Alwi, M.Lamchirachti, N. Rahimian, M. Ghiassi-Nejad, Comparison between (neutron gamma), (gamma gamma) and natural gamma ray activity techniques of coal samples, Nuclear Research Centre, Atomic Energy Organization of Iran, 22 January 1998.

[4] B.D.Sowery, On-line Nuclear Techniques in the Coal industry, Division of Mineral and Process Engineering, Commonwealth Scientific and Industrial research organization, NSW 2234, Australia, 27 February 1991