

RANCANG BANGUN SISTEM MONITOR ALIRAN MASSA LUMPUR MENGGUNAKAN ABSORPSI RADIASI GAMMA DI KAPAL KERUK BALI II

Rony Djokorayono, Arjoni Amir
Pusat Rekayasa Perangkat Nuklir-BATAN

Abstrak

Telah dikonstruksi sistem gamma mass flow untuk memonitor aliran massa lumpur pada pipa proses pengerukan menggunakan metoda absorpsi radiasi gamma. Sistem ini terdiri dari sumber radiasi gamma jenis Cs137 dengan aktivitas 500 mCi, detektor scintilasi end window dengan luas permukaan kristal NaI 320 cm², sistem data akuisisi, sensor kecepatan aliran lumpur didalam pipa, serta dilengkapi sebuah komputer proses yang dapat digunakan untuk melaporkan volume dan berat lumpur hasil kegiatan pengerukan.

Abstract

A monitoring of gamma mass flow system has been constructed using gamma absorption technique for mass flow of sludge on pipe processing Kapal Keruk Bali II. The system consists of gamma source Cs137 500 mCi, scintillation detector, data acquisition system, flow sensor and a computer processing for reporting product result.

PENDAHULUAN

Pada pemakaian radiasi gamma secara umum dalam industri, terutama yang berenergi menengah dapat digunakan untuk penetrasi ketebalan material.

Untuk radiasi gamma yang telah ditentukan energinya seperti jenis Cs 137 mempunyai energi 662 Kev dan koefisien atenuasi μ_{eff} konstant, maka persamaan interaksi radiasi gamma dengan material $I=I_0 \exp^{-\mu_{\text{eff}}d}$ dapat digunakan untuk menentukan ketebalan atau densitas material tersebut. Persamaan ini menunjukkan bahwa intensitas I yang diterima detektor merupakan fungsi dari ketebalan atau densitas material yang terlewat oleh sinar gamma. Metoda atenuasi radiasi gamma melibatkan sumber radiasi gamma dan detektor radiasi gamma yang diletakkan berseberangan, dan material uji diletakkan diantara kedua peralatan tersebut. Sedangkan intensitas radiasi gamma yang diterima detektor berubah sesuai jenis (densitas) dan tebal material uji.

Secara ringkas ada tiga jenis pemakaian diantaranya :

- Bahan uji dengan ketebalan tetap, atenuasi sinar gamma yang diterima detektor memberikan informasi densitas bahan uji.
- Bahan uji dengan densitas tetap, atenuasi sinar gamma yang diterima detektor memberikan informasi ketebalan bahan uji.
- Penggunaan lain yang tertuju pada pengukuran massa persatuan luas aplikasinya digunakan untuk memonitor perubahan dan perbedaan

Parameter proses, jenis ini banyak digunakan terhadap kegiatan aplikasi radiasi gamma di bidang industri.

SISTEM GAMMA DENSITY GAUGE DAN GAMMA MASS FLOW

Sistem gamma density gauge digunakan untuk mengukur densitas larutan, suspensi, sludge dan serbuk yang mengalir didalam pipa atau bejana

proses tanpa memerlukan kontak secara langsung dengan media yang diukur. Prinsip sistem ini tidak bergantung kepada sifat korosive material dan jika digabung dengan pengukuran kecepatan aliran, dapat digunakan untuk menentukan massa aliran (mass flow).

Prinsip dasar pengukuran gamma density gauge.

Gamma ray density gauge menggunakan prinsip pancaran radiasi gamma yang diserap oleh material sample, sisa intensitas radiasinya diukur oleh detektor jenis scintilasi atau ion chamber. Intensitas yang diterima detektor sebanding secara exponential dengan nilai densitas material uji yang diukur. Besarnya intensitas diterima detektor memenuhi persamaan

$$I = I_0 e^{-\mu \rho d} \dots\dots\dots(1)$$

dimana :

- I = Intensitas radiasi gamma yang diterima detektor
- I_0 = Intensitas radiasi awal yang keluar dari sumber radiasi gamma.
- μ = Koefisien absorpsi (cm^2/g)
- ρ = Densitas material uji (sample) (g/cm^3)
- d = Tebal material yang dilewati pancaran radiasi gamma (cm)

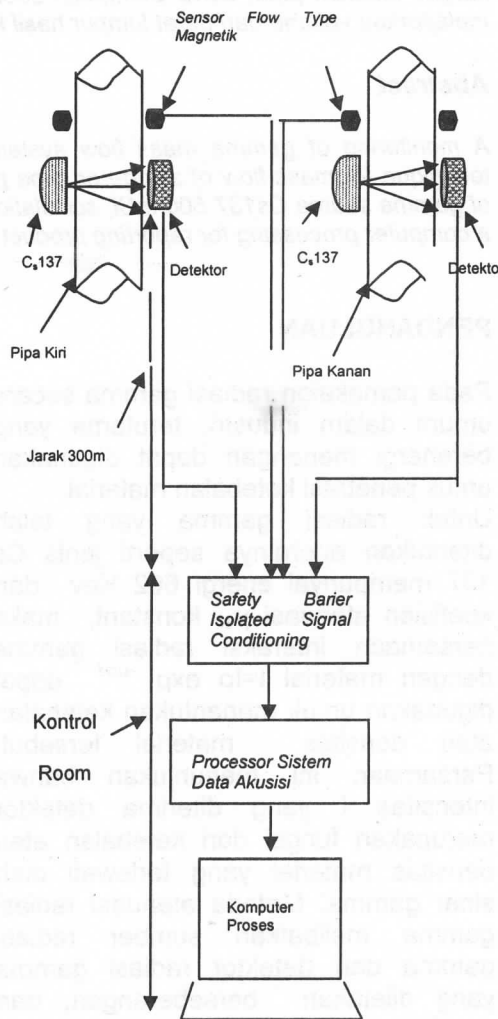
Intensitas radiasi yang diterima detektor tergantung jarak antara detektor dan sumber radiasi gamma dan besarnya intensitas radiasi yang diterima berbanding dengan kwadrat jarak sebagai contoh bila jarak detektor dengan sumber radiasi bertambah dua kali lipat maka intensitas radiasi yang diterima oleh detektor menjadi seperempat kali lebih kecil dengan anggapan bahwa material yang dilalui pancaran radiasi gamma homogen serta jaraknya konstan.

Kontaminasi yang dihasilkan dari interaksi gamma terhadap material yang

berada antara detektor dan sumber radiasi gamma, tidak akan terjadi, karena radiasi gamma tidak mengaktifkan unsur material yang dilalui radiasi gamma.

Gamma Masa Flow Aliran Fluida

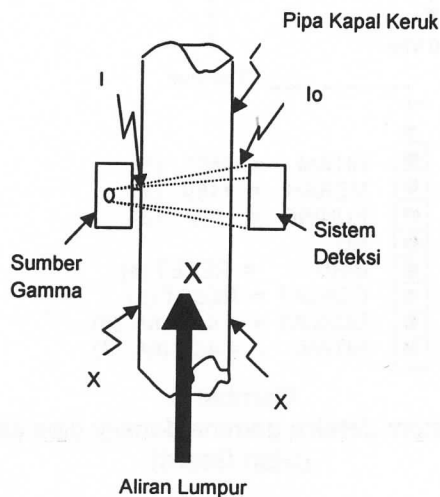
Gamma mass flow adalah gabungan antara pengukuran gamma density gauge dengan kecepatan aliran fluida yang mengalir didalam pipa. Perangkat sistem gamma mass flow kapal keruk digambarkan sebagai berikut:



Gambar 1. Sistem monitor mass flow kapal keruk

Integrasi density kg/m^3 (g/cm^3) dengan kecepatan aliran fluida m/det (cm/det) dan luas penampang pipa m^2 (cm^2) akan menghasilkan mass flow kg/det atau g/det dan jika dikalikan waktu akan menghasilkan TON.

Metoda pengukuran densitas fluida yang mengalir didalam pipa menggunakan absorpsi radiasi gamma dapat dijelaskan sebagai berikut:



Gambar 2.
Metoda system pengukuran densitas lumpur

Untuk kasus pengukuran densitas fluida lumpur yang mengalir didalam pipa akan memenuhi persamaan berikut :

$$I = I_0 e^{-(\mu_1 \rho_1 X_1 + \mu_2 \rho_2 X_2 + \mu_3 \rho_3 X_3)} \quad ..(2)$$

dimana :

- μ_1 = koefisien absorpsi massa pipa tebal X_1
- μ_2 = koefisien absorpsi massa fluida

- lumpur tebal X_2
- μ_3 = koefisien absorpsi massa pipa tebal X_3
- X_1 = tebal dinding pipa kiri (5 mm)
- X_2 = tebal lapisan fluida lumpur (91 cm)
- X_3 = tebal lapisan pipa kanan (5 mm)
- ρ_1 = densitas pipa kiri
- ρ_2 = densitas fluida lumpur didalam pipa
- ρ_3 = densitas pipa kanan

karena tebal dan material pipa tetap sehingga $\mu_1, \mu_3, X_1, X_3, \rho_1, \rho_3$ dianggap konstan, dengan demikian intensitas radiasi yang diterima oleh detektor dapat dinyatakan dengan persamaan.

$$I = I_0 e^{-(K_1 + (\mu_2 \rho_2 X_2) + K_3)} \quad ..(3)$$

$$I = I_0 A e^{-\mu_2 \rho_2 X_2} \quad ..(4)$$

Sehingga intensitas yang diterima detektor merupakan fungsi dari densitas lumpur $I = f(\rho_2)$

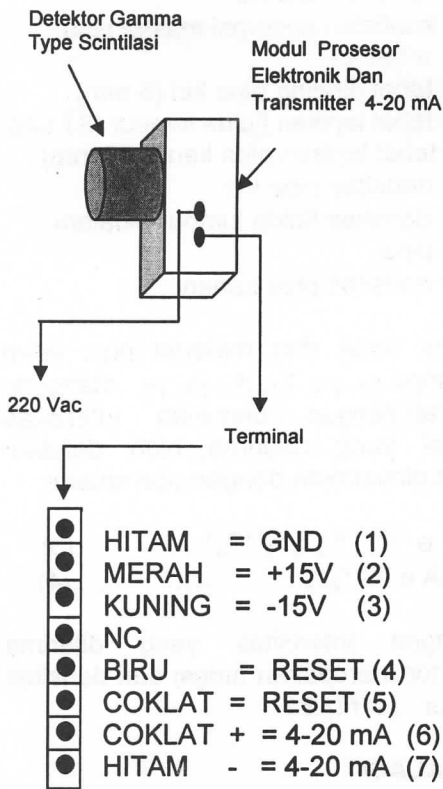
INSTALASI

Instalasi Sistem deteksi gamma density.

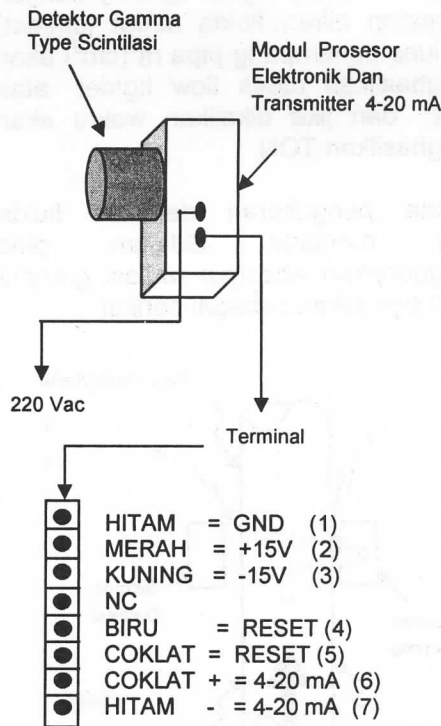
Source radiasi gamma Cs137



Gambar 3.
Buka Tutup Shutter Source Cs137 open atau close



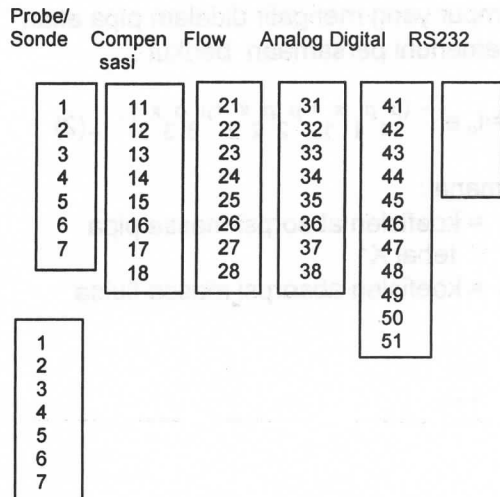
Gambar 4.
Sistem deteksi gamma density pipa kiri (Port Site)



Gambar 5.
Sistem deteksi gamma density pipa kiri (Star Board)

Sistem Data Akusisi untuk Pipa Kanan (Starboard)

Terminal belakang panel sistem data akusisi (gelang kuning), Gambar 6.



Gambar 6.
Terminal belakang panel sistem data akusisi

(gelang kuning)

Keterangan :

1 = COKLAT RESET
2 = BIRU RESET
3 = NC
4 = NC
5 = MERAH +15V
6 = KUNING -15V
7 = HITAM GND

31 = + KUNING 4-20mA Input Gamma Kiri
32 = - HITAM 4-20 mA Input Gamma kiri
33 = + COKLAT 4-20 mA Input Gamma kanan
34 = - HITAM 4-20 mA Input Gamma Kanan
35 = + FLOW Pipa kiri
36 = - FLOW Pipa kiri
37 = + FOW Pipa kanan
38 = - FLOW Pipa kanan

Kabling :
Merah orange = pin 2 RS232
Kuning putih = pin 3 RS232
Hitam coklat = pin 5 RS232
Biru Hitam = (-) 7 Signal 4-20 mA
Kuning hitam = (+) 6 Signal 4-20 mA
Merah hitam = pin 4 spare
Coklat hitam = pin 1 spare
Hijau hitam = pin 8 spare
Putih hitam = NC
Tombol Hijau Reset Sensor pipa kanan
Tombol Clear Reset Data Acquisition

Keterangan :

1 = COKLAT RESET
2 = BIRU RESET
3 = NC
4 = NC
5 = MERAH +15V
6 = KUNING -15V
7 = HITAM GND

Kabling :
Gelang merah (1)
Merah hitam = pin 4 (Reset)
Coklat hitam = pin 1 (Gnd)
Hijau hitam = pin 8
Biru Hitam = (-) 7 (Signal 4-20 mA)
Kuning hitam = (+) 6 (Signal 4-20 mA)
Putih hitam = pin 2 (+ 15V)

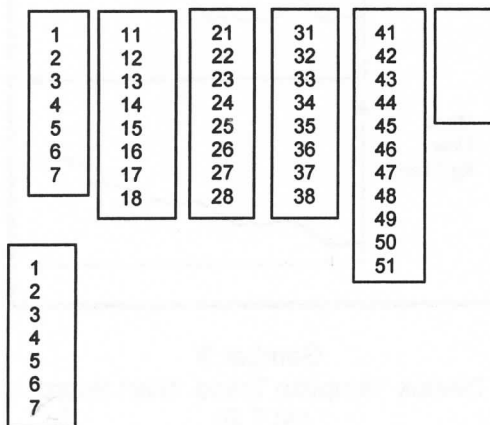
Gelang merah (2)
Putih hitam = pin 3 (-15V)
Coklat hitam = pin 5 (Reset)

Tombol Clear Reset Sensor pipa kiri
Tombol Hijau ON OFF Computer
Tombol CH1 = Reset Komputer

Toggle ON OFF = ON OFF POWER
COMPUTER

Sistem Data Akusisi untuk Pipa Kiri (PORTSIDE)

Terminal belakang panel sistem data akusisi (gelang merah), gambar 7



Gambar 7.

Terminal belakang panel sistem data akusisi (gelang merah)

KOMPUTER PROSES

Komputer proses berfungsi untuk menampilkan hasil pengukuran density aliran fluida pipa Starboard (pipa kanan), density aliran fluida pipa PortSide(pipa kiri), kecepatan aliran pipa starboard dan kecepatan aliran pipa portside. Keempat parameter tersebut diolah secara matematik sehingga akan tampil dalam bentuk soil volume dan solid mass.

Aliran lumpur terdiri dari fluida air laut dengan density sekitar 1030 kg/m³ dan sludge lumpur dengan density sekitar 1300 kg/m³, untuk menentukan soil volume hanya diperlukan parameter density air laut sedangkan solid mass ditentukan parameter baru yang merupakan selisih antara density sludge lumpur dengan density air laut. Proses perhitungan dilakukan oleh komputer proses dengan menggunakan bahasa C.

Tampilan Komputer dapat dipilih melalui tampilan menu diantaranya Tampilan

Mimic density, soil volume, solid mass untuk kedua pipa Tampilan trend density dan flow untuk pipa starboard, tampilan trend density dan flow untuk pipa portside dan tampilan trend density kedua pipa.

Untuk memilih menu tampilan lakukan menggunakan tombol :

ALT M = tampilan mimic

ALT T = tampilan trend density pipa portside

ALT B = tampilan trend density pipa starboard

ALT X = Keluar dari tampilan dan kembali ke prompt tampilan

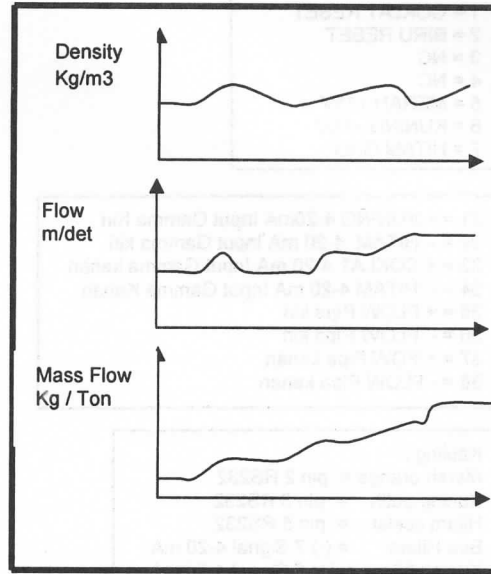
F1 = tampilan trend density pipa starboard dan pipa portside

Untuk pilih tombol F1 sebelumnya harus pilih tombol ALT T atau ALT B

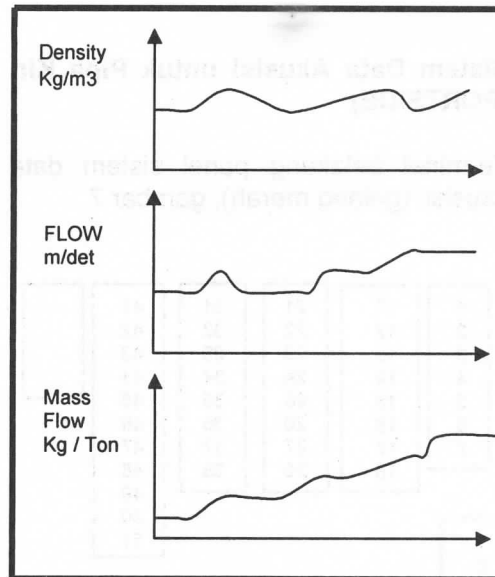
Bentuk Tampilan Mimic seperti Gambar 6,

PORTSIDE	STARBOARD
Density: xxxx	Density: xxxx
Flow :xxxx	Flow :xxxx
Soil Volume :xxxx	Soil Volume :xxxx
Solid Mass xxxx	Solid Mass xxxx

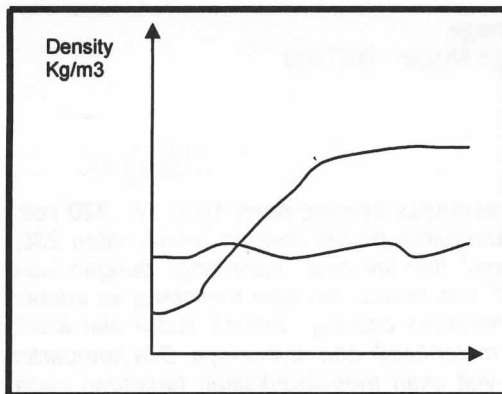
Gambar 7.
Bentuk tampilan mimic



Gambar 8.
Bentuk Tampilan Trend PortSide (ALT T)



Gambar 9
Bentuk Tampilan Trend Start Board (ALT B)



Gambar 10
Bentuk Tampilan Density Start Board
dan PortSide

PROSEDUR PENGOPRASIAN

Untuk memfungsikan Sistem Gamma Mass Flow lakukan sebagai berikut :

1. ON Power pada Sistem deteksi Gamma Mass Flow ON Power StarBoard dan ON Power PortSide dan tunggu 10 menit sehingga output signal stabil ON, Posisi Shutter kedua Sumber Radioaktif menurut Posisi yang sudah ditentukan.
2. ON Rack Sistem Data Akusisi dan tekan Tombol Hijau untuk mereset Sistem processor Detektor StarBoard kemudian Tekan Tombol Clear untuk mereset Sistem processor Data Akusisi
3. ON Rack Modul DAQ Sistem Power PortSide dan tekan tombol Clear untuk mereset Sistem processor Detektor PortSide
4. ON Power Sistem Komputer Proses dan ON Sistem Monitor Komputer Proses dan Tekan tombol Hijau untuk 3 detik sampai Komputer proses menampilkan Mimic kemudian Pilih Menu Tampilan Proses sesuai keperluan dengan menekan Tombol ALT T, ALT B, ALT M,

F1 atau Keluar Sistem tampilan ALT X. Bila Menekan Tombol ALT X, Komputer akan menuju C:\Kplkeruk, dan untuk Run ulang ketikkan Kplkeruk.exe dan tekan tombol Enter.

Untuk mematikan Sistem Gamma Mass Flow lakukan sebagai berikut :

1. OFF Power pada Sistem deteksi Gamma Mass Flow OFF Power StarBoard dan OFF Power PortSide dan tunggu 10 menit OFF, Posisi Shutter kedua Sumber Radioaktif menurut posisi yang sudah ditentukan.
2. Tekan tombol ALT X pada Komputer Proses kemudian OFF Power Sistem Komputer Proses dan OFF Sistem Monitor Komputer Proses atau Tekan tombol Hijau untuk beberapa detik sampai Komputer proses OFF
3. OFF Rack Modul Sistem Data Akusisi StarBoard OFF Rack Modul Berthold

Sistem Power DAQ PortSide, pada saat kedua Shutter Sumber Radioaktif ON dan kedua pipa pada saat berisi air laut maka nilai pengukuran harus menunjukkan nilai density sekitar 1030 kg/m³, dan pada saat sistem detektor OFF maka penunjukan nilai density mendekati NOL, adapun nilai yang muncul pada saat sistem detektor OFF adalah noise dari interferensi Cabling disekitar kabel signal dan nilainya maksimum 100 kg/m³.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] No Name. 1965. *Radioisotope Instruments in Industry and Geophysics*. IAEA (International Atomic Energy Agency), Viena.