

# ANALISIS KARAKTERISASI BETON BERAT MENGGUNAKAN PASIR BESI SEBAGAI PERISAI RADIASI NUKLIR

Endang Haryati<sup>1</sup>, Khaeriah Dahlan<sup>2\*</sup>)

<sup>1,2</sup> Jurusan Fisika FMIPA Universitas Cenderawasih, Jayapura

\*) Email: khaeriahd@gmail.com

## Abstrak

Telah dilakukan penelitian untuk menentukan dan menganalisis sifat fisik beton berat serta menentukan nilai koefisien serapan linier bahan perisai radiasi nuklir (beton berat). Metode yang digunakan dalam penelitian ini merupakan metode eksperimen di laboratorium dengan membuat model beton berat menggunakan campuran pasir besi dalam berbagai macam ketebalan yang kemudian diuji kemampuannya sebagai perisai radiasi. Hasil penelitian menunjukkan bahwa beton berat yang menggunakan campuran pasir besi menghasilkan nilai kuat tekan 40,67 MPa, lebih besar dari beton berat tanpa menggunakan pasir besi yaitu 20,38 MPa. Nilai koefisien serapan bahan beton berat dengan campuran pasir besi adalah 0,026/cm sedangkan beton berat tanpa campuran pasir besi hanya memiliki nilai koefisien 0,013/cm. Nilai HVT (*Half Value Thickness*) untuk beton berat dengan campuran pasir besi adalah 26,65 cm, lebih kecil dibanding beton berat tanpa campuran pasir besi yang bernilai hingga 53,3 cm. Jadi kemampuan beton berat yang menggunakan campuran pasir besi lebih baik sebagai perisai radiasi nuklir dibanding dengan beton berat tanpa campuran pasir besi.

## Abstract

*A study was conducted to determine and analyze the physical properties of heavy concrete and determine the coefficient of linear absorption of nuclear radiation shielding materials. Methods used in this study is experimental method in the laboratory by making heavy concrete model using a mixture of iron sand in various thicknesses, and then tested for its ability as a radiation shield. The results showed that the weight of concrete using mixture of iron sands produced a compressive strength value of 40.67 MPa, or greater than the weight of concrete without using iron sand which is 20.38 MPa. Coefficient of absorption of heavy concrete materials with iron sand mixture is 0.026 cm, while the heavy concrete without iron sand mixture only has a coefficient of 0.013 cm. HVT values for heavy concrete with iron sand mixture is 26.65 cm, smaller than the concrete without iron sand mixture that is worth up to 53.3 cm. In conclusion, the ability of heavy concrete that uses a mixture of iron sand is better if compared with the nuclear radiation shield from concrete without iron sand.*

**Keywords:** *Heavy concrete, iron sand, nuclear radiation shield.*

## 1. Pendahuluan

Teknologi nuklir merupakan salah satu bentuk teknologi maju saat ini. Pemanfaatan teknologi nuklir meluas diberbagai bidang antara lain bidang kedokteran, industri, pertanian, dan lain sebagainya, tetapi pemanfaatan teknologi ini harus memperhatikan keselamatan manusia dan lingkungan dari bahaya radiasi nuklir.

Radiasi nuklir mempunyai daya tembus yang cukup kuat, sehingga untuk terhindar dari radiasi nuklir, membutuhkan material-material yang mampu menahan radiasi agar individu maupun masyarakat bisa terhindar dari bahaya. Ada beberapa material yang dapat digunakan sebagai perisai radiasi agar tidak menyebar ke tempat yang tidak diinginkan. Material yang digunakan untuk perisai radiasi nuklir dapat digunakan beton, timbal, baja dan material berat lainnya. Apabila radiasi masuk kedalam bahan perisai, maka sebagian dari radiasi tersebut akan terserap oleh bahan. Sebagai akibatnya intensitas radiasi setelah memasuki bahan

penyerap lebih kecil dibanding semula. Nilai serapan yang dihasilkan dari interaksi sinar gamma dan atom-atom serta nuklida dinyatakan secara kuantitatif sebagai koefisien secara linier atau koefisien atenuasi ( $\mu$ ). Koefisien ini menyatakan probabilitas satu interaksi per unit jarak.

Dalam penelitian ini akan dilakukan analisis sifat fisik beton berat serta menentukan nilai koefisien serapan linier bahan perisai radiasi. Bahan perisai radiasi yang digunakan adalah beton berat dengan menggunakan campuran pasir besi dan tanpa menggunakan campuran pasir besi.

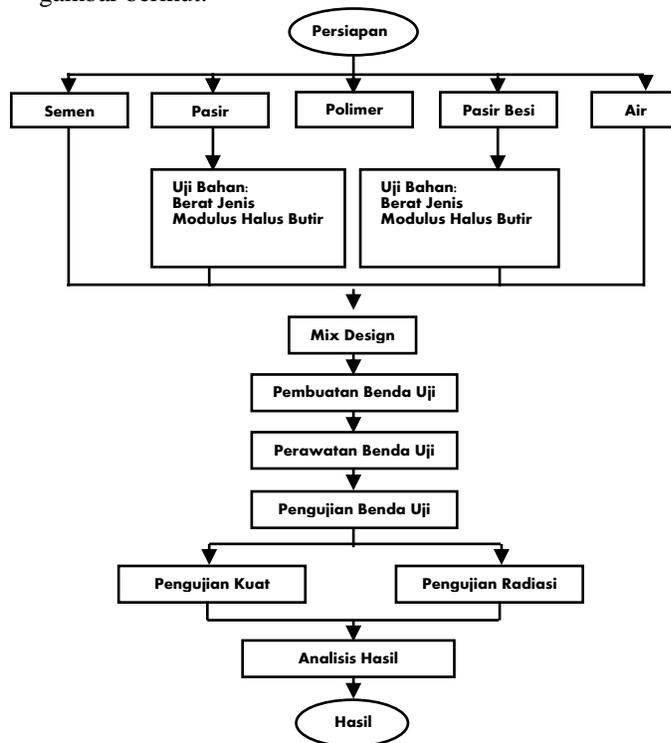
Secara umum pasir besi terdiri dari mineral opak yang bercampur dengan butiran-butiran dari mineral nonlogam seperti kuarsa, kalsit, feldspar, amfibol, piroksen, biotit dan tourmaline. Mineral tersebut terdiri dari magnetit, titaniferous magnetit, ilmenit, limonit, dan hematite. Pasir besi yang mengandung mineral-mineral magnetit banyak terdapat di daerah pantai, sungai dan pegunungan vulkanik. Berdasarkan lokasi endapannya,

dimungkinkan terjadinya perbedaan karakter fisis kandungan pasir mineral seperti Fe, Ti, Mg, Si, dsb. Kegunaan pasir besi ini selain untuk industry logam besi, juga telah banyak dimanfaatkan pada industry semen[4].

Analisis sifat fisik dari beton berat ini berupa pengujian kuat tekan, sedangkan untuk menentukan nilai koefisien serapan linier dari beton berat tersebut berupa pengujian radiasi menggunakan rangkaian *Geiger Counting/Geiger Muller* dengan sumber radiasi cesium-137.

## 2. Metode Penelitian

Penelitian ini menggunakan metode eksperimen di Laboratorium dengan membuat model beton berat menggunakan pasir besi dalam berbagai macam ketebalan yang kemudian di uji kemampuannya sebagai perisai radiasi. Sebagai perbandingan dibuat juga model beton berat tanpa menggunakan campuran pasir besi. Secara skematis tahapan penelitian ditunjukkan pada gambar berikut:



Gambar 2.1 Bagan Alir Tahap dan Prosedur Penelitian Teknik pengumpulan dan analisis data antara lain:

1. Pengujian sifat sifat beton berat secara mekanik yaitu dengan menghitung nilai kuat tekan menggunakan persamaan:

$$P = \frac{F}{A} \quad (1)$$

Dengan  $F$  adalah gaya tekan (N),  $A$  adalah bidang tekan ( $m^2$ ) dan  $P$  adalah tekanan (Pa).

Alat yang digunakan adalah *Compression Testing Machine* (CTM).

2. Menghitung nilai koefisien serapan bahan pada kedua jenis beton berat serta menentukan nilai *Half Value Thickness* (HVT) menggunakan persamaan:

$$HVT = \frac{0,693}{\mu} \quad (2)$$

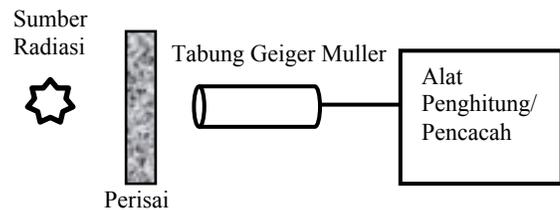
Dengan  $\mu$  adalah koefisien atenuasi linear.

Proses pelemahan radiasi dalam suatu bahan perisai bersifat eksponensial mengikuti persamaan berikut:

$$\ln \frac{I}{I_0} = \mu x \quad (3)$$

Dengan  $I$  adalah intensitas radiasi setelah melalui perisai radiasi (cacah/detik) dan  $x$  adalah tebal bahan perisai (m).

Alat yang digunakan adalah rangkaian *Geiger Counting/ Geiger Muller* dengan sinar  $^{137}\text{Cs}$ . Berikut skema pengujian radiasi menggunakan *Geiger Muller*.



Gambar 2.2 SkemaRangkaian Geiger Muller.

3. Komposisi beton berat dengan campuran pasir besi adalah semen, pasir besi, pasir biasa, air dan polimer dengan perbandingan semen : pasir besi + pasir biasa : air : polimer = 1 : 1,5 : 0,5 : 0,04. Komposisi beton berat lainnya tanpa campuran pasir besi menggunakan komposisi perbandingan semen : pasir biasa : air : polimer = 1 : 1,5 : 0,5 : 0,04. Untuk memudahkan dalam penulisan, beton berat yang menggunakan campuran pasir besi disebut mortar I, sedangkan beton berat tanpa menggunakan campuran pasir besi disebut mortar II.

## 3. Hasil dan Pembahasan

### 3.1 Pengujian Kuat Tekan

Hasil pengujian sifat fisik mortar berupa kuat tekan ditunjukkan dalam tabel berikut:

Tabel 3.1 Hasil pengujian kuat tekan

Jenis Mortar	Nilai Kuat Tekan (MPa)
I	40,67
II	20,38

Hasil pengujian menunjukkan bahwa mortar I menghasilkan nilai kuat tekan lebih besar dibanding nilai kuat tekan mortar II.

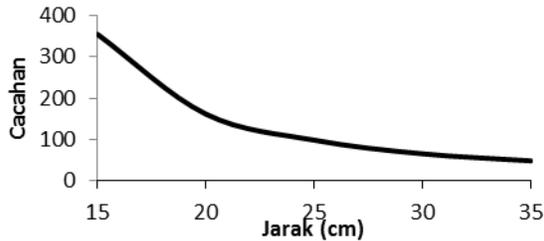
### 3.2 Pengujian Radiasi

#### 3.2.1 Radiasi tanpa Penghalang

Hasil pengujian jarak sumber radiasi terhadap nilai cacahan tanpa penghalang ditunjukkan pada gambar berikut:

Tegangan = 440 volt

Waktu = 60 detik

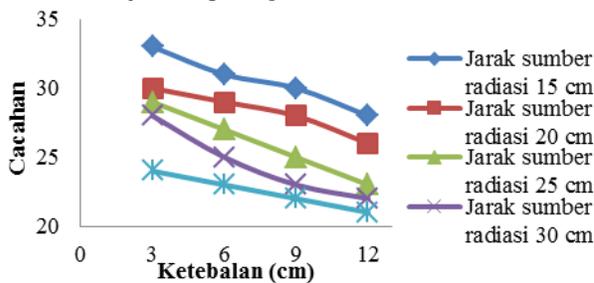


Gambar 3.1 Grafik hasil pengujian pengaruh jarak sumber radiasi terhadap cacahan tanpa penghalang.

Dari gambar di atas dapat dilihat bahwa semakin besar jarak dengan sumber radiasi maka semakin kecil cacahan radiasi yang diterima.

#### 3.2.2 Pengujian Mortar I sebagai Perisai Radiasi

Hasil pengujian pengaruh ketebalan perisai terhadap radiasi pada masing-masing jarak sumber radiasi ditunjukkan pada gambar berikut.

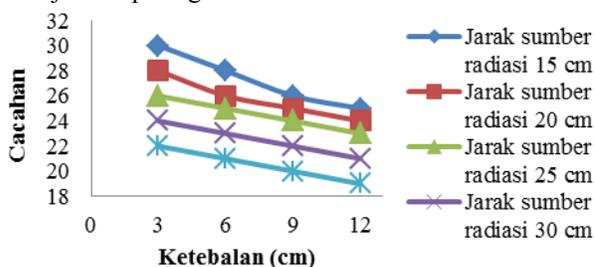


Gambar 3.2 Grafik pengaruh ketebalan mortar I terhadap cacahan radiasi pada jarak yang berbeda

Dari gambar di atas terlihat bahwa semakin tebal penghalang/ perisai radiasi maka radiasi yang diserap oleh perisai semakin banyak atau dengan kata lain semakin tebal mortar maka semakin kecil cacahan radiasi yang keluar dari mortar.

#### 3.2.3 Pengujian Mortar II sebagai Perisai Radiasi

Hasil pengujian pengaruh ketebalan perisai terhadap radiasi pada masing-masing jarak sumber radiasi ditunjukkan pada gambar berikut.

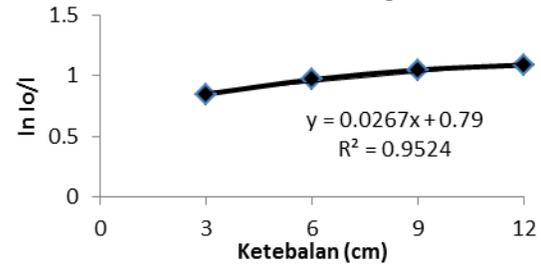


Gambar 3.3 Grafik pengaruh ketebalan mortar II terhadap cacahan radiasi pada jarak yang berbeda.

Dari gambar terlihat bahwa semakin tebal mortar, maka semakin kecil cacahan radiasi yang keluar dari mortar.

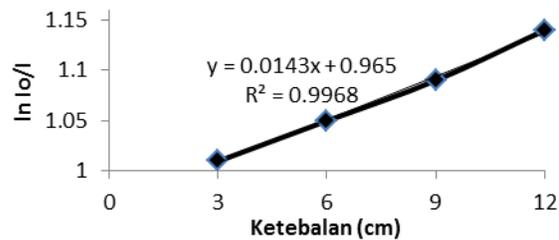
Nilai cacahan antara mortar I dan mortar II di tiap sumber radiasi dan ketebalan yang sama menunjukkan bahwa mortar I dapat menyerap radiasi lebih banyak dibanding mortar II.

### 3.3 Penentuan Nilai Koefisien Serapan Bahan



Gambar 3.4 Grafik nilai koefisien serapan bahan mortar I

Gambar di atas menunjukkan bahwa gradien garis yang merupakan nilai koefisien serapan bahan mortar I ( $\mu_1$ ) adalah 0,026/cm dengan tingkat kelinieran garis sebesar 95,2%. Hal ini menunjukkan bahwa hubungan antara ketebalan dan  $\ln \frac{I}{I_0}$  pada mortar I adalah linier 95,2%.



Gambar 3.5 Grafik nilai koefisien serapan bahan mortar II

Gambar di atas menunjukkan bahwa gradien garis yang merupakan nilai koefisien serapan bahan mortar II adalah 0,014/cm dengan tingkat kelinieran garis sebesar 99,68%.

### 3.4 Perbandingan Nilai HVT Mortar I dan Mortar II

Hasil perhitungan nilai HVT pada kedua jenis mortar ditunjukkan pada tabel berikut.

Tabel 3.2 Nilai *Half Value Thickness* (HVT) Mortar I dan Mortar II

Mortar	HVT (cm)
I	26,65
II	53,31

Tabel di atas menunjukkan bahwa dibutuhkan ketebalan mortar I yang lebih kecil dari mortar II untuk dapat menyerap setengah dari radiasi yang masuk ke mortar.

#### 4. Kesimpulan

Dari hasil penelitian dapat disimpulkan bahwa mortar I atau beton berat dengan campuran pasir besi memiliki kemampuan yang lebih baik sebagai bahan perisai radiasi dibanding mortar II atau beton berat tanpa menggunakan campuran pasir besi. Hal ini dibuktikan oleh beberapa pengujian yang diperoleh antara lain kuat tekan pada mortar I atau beton berat dengan campuran pasir besi adalah 40,67 MPa, lebih besar dibandingkan mortar II atau beton berat tanpa campuran pasir besi yaitu hanya 20,38 MPa. Nilai koefisien serapan bahan mortar I adalah 0,026/cm, lebih besar dibanding mortar II yaitu 0,013/cm. Nilai HVT untuk mortar I adalah 26,65 cm, lebih kecil dibanding nilai HVT pada mortar II yaitu 53,31 cm.

#### Ucapan Terimakasih

Ucapan terimakasih kami sampaikan kepada Direktorat Jenderal Pendidikan Tinggi yang telah memberikandana penelitian pada skema program penelitian dosen pemula, kepada pihak Lembaga Penelitian dan Pengabdian pada Masyarakat (LPPM) Universitas Cenderawasih yang telah membantu dan memfasilitasi kami dalam melaksanakan penelitian ini, serta kepada para mahasiswa yang membantu terlaksananya penelitian dengan baik.

#### Daftar Acuan

- [1] Akhadi M., Dasar-Dasar Proteksi Radiasi, Rinika Cipta. Jakarta (2000).
- [2] Badan Standarisasi Nasional, Metode Pengujian Kuat Tekan Beton, SNI 03-1974-1990, Jakarta (1990).
- [3] Departemen Pekerjaan Umum, Balitbang, Spesifikasi Agregat untuk Beton Penahan Radiasi, SNI 03-2494-2002, SK SNI S-17-1990-03 (2002).
- [4] Kushartomo W., Supartono F.X., dan Pratama J., Perisai Radiasi Sinar Gamma dari *Reactive Powder Concrete* dengan Paduan Serbuk Timah Hitam (Pb) dan Pasir Besi Cilacap, *Jurnal Kajian Teknologi* Vol.1 No.1, (2014), p.1-6.
- [5] Kushartomo W., Perisai Radiasi Sinar Gamma dari Serbuk Timah Hitam (Pb) dan *Steel Grit*, *Jurnal Kajian Teknologi* Vol.9 No.1, (2013).

- [6] Putra H., Penggunaan Pasir Besi Dari Kulon Progo dengan Berat Jenis 4.311 Untuk Mortar Perisai Radiasi Sinar Gamma, *Forum Teknik Sipil*, Yogyakarta (2008).
- [7] Sumarni S., Penggunaan Pasir Besi dan Barit sebagai Agregat Beton untuk Perisai Radiasi Sinar Gamma, *Media Teknik Sipil* (2007), p.93-99.
- [8] Sukandarrumidi, *Bahan Galian Industri*, Gadjah Mada University Press, Yogyakarta (2009).