

# Kajian Radiologis dalam Penggunaan Kembali Limbah Peleburan Timah (Tin Slag) yang Mengandung Technologically Enhanced Naturally Occurring Radioactive Materials (TENORM) Sebagai Bahan Mortar = Radiological Study on the Re-used of Tin Slag Containing Technologically Enhanced Naturally Occurring Radioactive Materials (TENORM) as Mortar Material

Hermawan Puji Yuwana, author

Deskripsi Lengkap: <https://lib.ui.ac.id/detail?id=20526578&lokasi=lokal>

---

## Abstrak

Terak timah 2 merupakan hasil samping industri pengolahan timah. Terak timah 2 berpotensi untuk meningkatkan konsentrasi radioaktif yang kemudian dikenal dengan TENORM (Technologically Enhanced Naturally Occurring Radioactive Materials). Terak timah 2 memiliki potensi untuk digunakan sebagai substitusi agregat halus pada pembuatan mortar. Penelitian ini bertujuan untuk mengidentifikasi aspek teknis dan radiologis dari potensi penggunaan kembali terak timah 2 yang mengandung tenorm sebagai bahan mortar. Kandungan kimia utama dari terak timah 2 berdasarkan analisis XRF adalah  $\text{SiO}_2$ ,  $\text{Al}_2\text{O}_3$ ,  $\text{CaO}$ ,  $\text{Fe}_2\text{O}_3$ , dan  $\text{TiO}_2$ . Terak timah 2 masih mengandung Sn sebanyak 3,36% dan berkesesuaian dengan tipikal terak timah 2 pada umumnya. Hasil spektrometri gamma terhadap terak timah 2, dihasilkan konsentrasi aktivitas radionuklida  $^{226}\text{Ra}$ ,  $^{228}\text{Ra}$ ,  $^{228}\text{Th}$ ,  $^{238}\text{U}$ , dan  $^{40}\text{K}$  berturut-turut adalah 5,724 Bq/gram, 16,590 Bq/gram, 14,29 Bq/gram, 0,895 Bq/gram, dan 1,161 Bq/gram. Terak timah 2 memiliki kandungan organik yang rendah, kadar lumpur kurang dari 5%, berat jenis sebesar 3,695 gram/cm<sup>3</sup>, gradasi terak timah 2 masuk dalam zona I yaitu ukuran butir kasar, dan nilai modulus halus butir sebesar 3,37. Terak timah 2 akan divariasikan pada 0%, 5%, 10%, 15%, dan 20% terhadap agregat halus. Mortar dibuat dengan proporsi semen dan pasir sebesar 1:3 dan faktor air semen (w/c) sebesar 0.7. Sampel mortar berbentuk silinder dengan ukuran diameter  $\pm 3,5$  cm dan tinggi  $\pm 4$  cm. Setelah mortar dicetak, sampel mortar direndam dalam air kemudian diuji pada umur 7, 14, dan 28 hari. Penambahan terak timah 2 memberikan kuat tekan optimum pada umur 7, 14, dan 28 hari berturut-turut adalah 8,044, 8,836, and 11,172 MPa. Penambahan terak timah 2 memberikan kenaikan paparan radiasi permukaan pada benda uji mortar – terak timah 2. Rerata paparan radiasi permukaan pada variasi 5%, 10%, 15%, dan 20% berturut-turut adalah 0,112, 0,125, 0,136, 0,142  $\mu\text{Sv/jam}$ . Hasil analisis dari indeks Raeq, Hex, Hin, Dosis Serap, dan Dosis Efektif (E) didapatkan hasil berturut-turut 27.149 Bq/Kg, 88,79, 73,32, 12.371, 11 nGyh-1, dan 15,17 mSv/tahun. Hasil simulasi RESRAD-ONSITE terhadap 2 skenario permukiman dan industri dan 2 skenario lokasi, menghasilkan nilai dosis di atas 1 mSv/tahun. Simulasi dengan RESRAD-BUILD dengan skenario seperti variasi ukuran ruangan, variasi ketebalan lapisan acian dinding, variasi konsentrasi aktivitas, dan faktor hunian/okupansi juga menghasilkan nilai dosis di atas 1 mSv/tahun. Berdasarkan indeks dan simulasi, terak timah 2 memberikan potensi bahaya radiologi kepada pekerja dan masyarakat/publik.

.....Tin slag 2 is a by-products of tin processing industry. Tin slag 2 has potential to increase the radioactive concentration, then known as TENORM (Technologically Enhanced Naturally Occurring Radioactive Materials). Tin slag 2 has the potential to be used as a substitute for fine aggregate in the mortar. The aims of this study was to determine the technical and radiological aspects of the potential reuse of tin slag 2 containing TENORM as fine aggregate substituent on mortar. Tin slag 2 has major constituent such as  $\text{SiO}_2$ ,

Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>, CaO, Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub>, and TiO<sub>2</sub> based on XRF analysis. Tin slag 2 still contains Sn in the range of 3,36% still in accordance with the typical tin slag 2 in general. The results of gamma spectrometry on tin slag 2 showed that the concentration activity of <sup>226</sup>Ra, <sup>228</sup>Ra, <sup>228</sup>Th, <sup>238</sup>U, and <sup>40</sup>K are respectively 5,724 Bq/gram, 16,590 Bq/gram, 14,29 Bq/gram, 0,895 Bq/gram, and 1, 161 Bq/gram. Tin slag 2 has low organic content, silt/clay content is less than 5%, specific gravity is 3,695 gram/cm<sup>3</sup>, gradation area (zone) I which is coarse grain size, and the fine modulus (FM) value is 3.37 outside the range of fineness modulus in ASTM C33. The tin slag 2 substitution was varied at 0%, 5%, 10%, 15%, and 20% of the fine aggregate. Proportion of 1:3 cement to sand with water/cement ratio (W/C) of 0.7. The mortar sample is cylindrical in shape with with a size of ± 3,5 cm in diameter and ± 4 cm in height based on the existing practice at IPLN - BRIN. After the mortar was molded, the mortar samples were immersed in water and then tested at the ages of 7,14, and 28 days. The addition of 5% tin slag 2 give the most optimum compressive strength value at the age of 7, 14, and 28 days are 8.044, 8.836, and 11.172 MPa. The addition of tin slag 2 gives an increase in surface radiation exposure on the mortar– tin slag 2. The average of radiation surface exposure at variations of 5%, 10%, 15%, and 20% respectively is 0.112, 0.125, 0.136, 0.142 μSv /hour. Based on the indexes of Raeq, Hex, Hin, Absorbed Dose, dan Effective Dose (E) the results were 27.149 Bq/Kg, 88,79, 73,32, 12.371,11 nGyh<sup>-1</sup>, dan 15,17 mSv/year. The results of the RESRAD-ONSITE simulation for residential and industrial scenarios and 2 location scenarios, resulted in a dose value above 1 mSv/year. Simulation with RESRAD-BUILD with scenarios such as variations in room size, variations in wall plaster layer thickness, variations in activity concentration, and occupancy factors also produces dose values above 1 mSv/year. Based on the index and simulation, tin slag 2 provides a potential radiological hazard to the workers and the public