

## PENILAIAN RADIOLOGICAL HAZARDS TAMBANG BATU BARA PT. BUKIT ASAM Tbk DENGAN RESRAD-ONSITE

oleh  
Muhammad Farhan Ramadhany  
18/431325/TK/47918

Diajukan kepada Departemen Teknik Nuklir dan Teknik Fisika  
Fakultas Teknik Universitas Gadjah Mada pada tanggal 02 Maret 2022  
untuk memenuhi sebagian persyaratan untuk memperoleh derajat  
Sarjana Program Studi Teknik Nuklir

### INTISARI

Proses ekstraksi, pengangkutan, dan pembakaran batu bara merupakan salah satu proses penghasil polusi terbesar di Indonesia. Polusi yang dihasilkan tidak hanya berupa lepasan gas karbon, sulfur, dan senyawa lainnya tetapi juga ikut melepaskan bahan radioaktif yang dikhawatirkan menjadi masalah radiologis pada pekerja tambang. Telah dilakukan analisis radioaktivitas lingkungan untuk mengetahui kadar radioaktif dan potensi bahaya radiologis yang diterima oleh pekerja tambang di PT. Bukit Asam Tbk.

Dilakukan metode spektroskopi gamma untuk mengidentifikasi radionuklida dan aktivitas jenisnya. Hasil aktivitas jenis digunakan untuk menentukan indeks bahaya radiologis dan menjadi data masukan pemodelan aplikasi *Residual Radioactivity* Onsite 7.2 untuk menentukan laju dosis dan potensi kanker jangka panjang yang diterima pekerja di pertambangan.

Hasil penelitian yang didapatkan untuk aktivitas jenis rerata radionuklida pada sampel batu bara yaitu  $^{226}\text{Ra}$  72,468 Bq/kg,  $^{232}\text{Th}$  86,905 Bq/kg, dan  $^{40}\text{K}$  1802,049 Bq/kg. Sedangkan pada sampel tanah yaitu  $^{226}\text{Ra}$  79,205 Bq/kg,  $^{232}\text{Th}$  100,209 Bq/kg, dan  $^{40}\text{K}$  1443,275 Bq/kg. Aktivitas jenis kedua jenis sampel melebihi rerata untuk batu bara dan tanah di dunia yang dilaporkan Badan Proteksi Radiasi Atom Dunia, yaitu UNSCEAR, dan penelitian di tempat lain. Indeks bahaya radiologis rerata untuk sampel batu bara yaitu  $R_{\text{eq}}$ ,  $H_{\text{in}}$ , dan  $H_{\text{ex}}$  berturut-turut 335,500 Bq/kg, 1,102, 0,906. Sedangkan pada sampel tanah berturut-turut 333,636 Bq/kg, 1,115, dan 0,901. Parameter indeks tersebut lebih kecil dari rekomendasi UNSCEAR kecuali  $H_{\text{in}}$  sehingga adanya potensi bahaya radiologis pada jalur internal. Total laju dosis efektif tahunan berdasarkan 5 jalur yaitu *external gamma*, *inhalation*, *radon*, *soil ingestion*, dan *drinking water* adalah 1,676 mSv/tahun di mana nilai tersebut melebihi nilai batas dosis yang ditetapkan oleh badan proteksi radiasi, 1 mSv/tahun. Risiko kanker adalah  $3,531 \times 10^{-3}$  di mana melebihi rekomendasi UNSCEAR,  $2,4 \times 10^{-4}$ . Berdasarkan hal tersebut diperlukan tindakan intervensi pada lingkungan tambang Air Laya PT. Bukit Asam Tbk.

**Kata kunci:** Bahaya-radiologis, Radioaktivitas, Spektrometri-gamma, Tambang-batu-bara

Pembimbing Utama : Ir. Gede Sutresna Wijaya, M. Eng.  
Pembimbing Pendamping : Ir. Anung Muharini, M. T.



## ASSESSMENT OF RADIOLOGICAL HAZARDS PT. BUKIT ASAM Tbk'S COAL MINE WITH RESRAD-ONSITE

by  
Muhammad Farhan Ramadhany  
18/431325/TK/47918

Submitted to the Department of Nuclear Engineering and Engineering Physics  
Faculty of Engineering Universitas Gadjah Mada on March 2nd, 2022  
in partial fulfilment of the requirement for the Degree of Bachelor of Engineering  
in Nuclear Engineering

### ABSTRACT

The process of extracting, transporting, and burning coal is one of the largest polluting processes in Indonesia. The pollution releases carbon, sulphur, and other compounds and releases radioactive materials that are feared to be a radiological problem for mining workers. Environmental radioactivity analysis has been carried out to determine the level of environmental radioactivity and the potential radiological hazards at PT. Bukit Asam Tbk.

Gamma spectroscopy method has been carried out to identify radionuclides and their types of activity. The results of radionuclide concentration are used to determine the radiological hazard index and become input data for the Residual Radioactivity Onsite 7.2 application modelling to determine the dose rate and long-term cancer potential received by workers in coal mines.

The results obtained for the average concentration of radionuclide activity in coal samples are  $^{226}\text{Ra}$  72.468 Bq/kg,  $^{232}\text{Th}$  86.905 Bq/kg, and  $^{40}\text{K}$  1802.049 Bq/kg. While the soil samples were  $^{226}\text{Ra}$  79.205 Bq/kg,  $^{232}\text{Th}$  100.209 Bq/kg, and  $^{40}\text{K}$  1443.275 Bq/kg. The radionuclide concentrations of both samples exceeded the World Atomic Radiation Protection Agency, namely UNSCEAR, and worldwide reported averages for coal and soil. The average radiological hazard index for coal samples, namely  $R_{\text{eq}}$ ,  $H_{\text{in}}$ , and  $H_{\text{ex}}$ , was 335.500 Bq/kg, 1.102, 0.906, respectively. While the soil samples were 333.636 Bq/kg, 1.115, and 0.901, respectively. The index parameter is already lower than the UNSCEAR recommendation except for  $H_{\text{in}}$ , so there is a potential radiological hazard in internal pathways such as respiratory and digestive organs for mining workers. The total annual effective dose rate based on five pathways, namely external gamma, inhalation, radon, soil ingestion, and drinking water, is 1.676 mSv/year, which exceeds the dose limits determined by BAPETEN, 1 mSv/year. The excess lifetime cancer risk is  $3.351 \times 10^{-3}$  which exceeds the UNSCEAR recommendation,  $2.4 \times 10^{-4}$ . Based on the results, it is necessary to intervene in the mining environment of Air Laya PT. Bukit Asam Tbk.

**Keywords:** Radiological-hazard, Radioactivity, Gamma-spectrometry, Coal-mine

Supervisor : Ir. Gede Sutresna Wijaya, M. Eng.  
Co-Supervisor : Ir. Anung Muharini, M. T.

