

Urgensi Perlindungan Kesehatan dan Keselamatan Pekerja Tambang Uranium dari Paparan Zat Radioaktif di Indonesia

Ryan Fitra Nugraha¹, Budiarsih²

Fakultas Hukum, Universitas 17 Agustus 1945 Surabaya

Email Korespondensi: ryanftrnmgrh07@gmail.com, budiarsih@untag-sby.ac.id

Abstract: *This study examines the legal protection of health and safety for uranium mine workers in Indonesia against radioactive exposure using a normative legal approach. The research is motivated by the potential long-term health risks posed by radiation in uranium mining, while national regulations are deemed incomplete and misaligned with international standards such as those set by the International Atomic Energy Agency (IAEA) and the International Labour Organization (ILO). The methodology involves analyzing national legal documents (Labor Law, BAPETEN Regulations) and international instruments (IAEA Conventions, ILO standards) to identify regulatory gaps. Findings reveal fragmentation in Indonesia's legal framework, the absence of radiological protection specifications in labor laws, and weaknesses in implementing the ALARA (As Low As Reasonably Achievable) principle and radiation exposure limits. Additionally, the study highlights the lack of compensation mechanisms, legal safeguards for workers, and strict liability for companies. Recommendations include harmonizing national regulations with IAEA standards, drafting specialized regulations for uranium mining, establishing a dedicated inspectorate, enhancing human resource capacity through training, and allocating a minimum of 15% of operational budgets for radiation protection systems. The implications underscore the need to integrate technical, legal, and human rights aspects to ensure safe working environments and the sustainability of Indonesia's nuclear industry. Lessons from countries like Canada and Australia demonstrate that investing in worker safety reduces health risks while boosting productivity and industrial sustainability. Holistically, protecting uranium miners transcends legal obligations, reflecting the state's constitutional duty to guarantee citizens' rights to safe workplaces. With the potential growth of the nuclear sector, Indonesia must urgently develop a comprehensive, evidence-based protection system rooted in social justice before commercial uranium mining operations commence.*

Abstract: Penelitian ini mengkaji perlindungan kesehatan dan keselamatan pekerja tambang uranium di Indonesia dari paparan zat radioaktif melalui pendekatan hukum normatif. Latar belakang penelitian didasari oleh potensi risiko kesehatan jangka panjang akibat paparan radiasi dalam industri pertambangan uranium, sementara regulasi nasional dinilai belum komprehensif dan selaras dengan standar internasional seperti IAEA dan ILO. Metode penelitian menggunakan analisis dokumen hukum nasional (Undang-Undang Ketenagakerjaan, Peraturan BAPETEN) dan instrumen internasional (Konvensi IAEA, ILO) untuk mengidentifikasi kesenjangan regulasi. Hasil penelitian menunjukkan fragmentasi kerangka hukum Indonesia, ketiadaan spesifikasi proteksi radiologis dalam UU Ketenagakerjaan, serta kelemahan implementasi prinsip ALARA dan batas paparan radiasi. Selain itu, ditemukan ketiadaan mekanisme kompensasi, perlindungan hukum bagi pekerja, dan tanggung jawab mutlak perusahaan. Sebagai rekomendasi, penelitian menyarankan harmonisasi regulasi dengan standar IAEA, penyusunan peraturan khusus pertambangan uranium, pembentukan inspektorat khusus, peningkatan kapasitas SDM, serta alokasi anggaran untuk sistem proteksi radiasi. Implikasi penelitian menekankan pentingnya integrasi aspek teknis, hukum, dan hak asasi manusia untuk menjamin lingkungan kerja aman serta keberlanjutan industri nuklir di Indonesia.

Received: May 02, 2025

Revised: May 24, 2025

Published: May 30, 2025

Keywords:

law, worker, radiation, health

Keywords:

hukum, pekerja, radiasi, dan kesehatan



<https://doi.org/10.5281/zenodo.15582142>

Ini adalah artikel akses terbuka di bawah [Lisensi CC-BY-SA](#).

PENDAHULUAN

Meningkatnya permintaan global adalah salah satu alasan untuk pengembangan kebutuhan manusia akan tenaga nuklir. Bahan utama dalam pembentukan reaktor inti adalah uranium, dan uranium itu sendiri memainkan peran yang sangat strategis dalam pengembangan energi nuklir di seluruh dunia. Meskipun pertumbuhan dalam kegiatan penambangan uranium belum dimungkinkan di Indonesia dalam skala besar, di beberapa bagian Indonesia, kemungkinan ini memiliki potensi penambangan uranium.

Peningkatan permintaan global adalah salah satu alasan pengembangan kebutuhan manusia, menurut tenaga nuklir. Bahan utama dalam pembentukan reaktor nuklir adalah uranium, dan uranium itu sendiri memainkan peran yang sangat strategis dalam pengembangan energi nuklir di seluruh dunia. Pertumbuhan kegiatan penambangan uranium di Indonesia masih belum mungkin dalam skala besar, tetapi kemungkinan ini bisa menjadi penambangan uranium di beberapa bagian Indonesia. yaitu uranium-238 (99,3%), uranium-235 (0,7%), dan uranium-234 (0,005%). Dalam situasi tertentu, uranium-235 mengalami pemisahan menjadi dua elemen cahaya, secara bersamaan melepaskan energi dalam jumlah yang sangat besar dan radiasi inti. Proses ini berbeda dari reaksi kimia normal, karena dikenal sebagai resistensi nuklir karena terlihat penting.

Peraturan Kesehatan dan Keamanan Pekerja Indonesia (K3) diatur oleh beberapa peraturan di Indonesia, termasuk Undang-Undang Nomor 13 Tahun 2003 tentang Ketenagakerjaan, serta peraturan khusus yang mengatur penggunaan bahan radioaktif, seperti Undang-Undang Nomor 10 Tahun 1997 tentang Ketenaganukliran. Selain itu, peraturan dari Badan Pengawas Tenaga Nuklir Selanjutnya yang disebut (BAPETEN), berfungsi untuk menentukan standar keamanan bagi karyawan yang terpapar radiasi. Dalam konteks global, berbagai negara menerapkan standar ketat untuk perlindungan pekerja pertambangan uranium, seperti peraturan oleh regulasi dari International Atomic Energy Agency (IAEA) dan International Labour Organization (ILO). Sesuai dengan standar internasional ini diatur sehubungan dengan keselamatan kerja dan memantau langkah-langkah mitigasi bagi karyawan yang telah lama terpapar dosis radiasi dan bahan radioaktif. Oleh karena itu, pemerintah Indonesia harus mengadaptasi peraturan yang ada untuk melindungi para pekerja melalui paparan radioaktif dari risiko kesehatan melalui biji uranium.

Banyaknya contoh kasus yang ditemukan di Indonesia terkait dengan kurangnya perlindungan hukum yang jelas terkait dengan peraturan perlindungan kesehatan dan keselamatan bagi pekerja tambang uranium yang terdampak zat radioaktif dan lepasnya tanggung jawab perusahaan terhadap jaminan keselamatan dan kesehatan bagi pekerjaannya baik dari kecelakaan kerja terkena paparan zat radioaktif atau kecelakaan kerja lainnya yang dapat merugikan bagi pekerja dimana memiliki masalah kesehatan baik secara jangka pendek maupun jangka panjang. Sehingga penulis memiliki ide terkait dengan membuat penelitian terkait dengan "Kajian Hukum Perlindungan Kesehatan dan Keselamatan Pekerja Tambang Uranium dari Paparan Zat Radioaktif di Indonesia".

LANDASAN TEORI

Konsep Perlindungan Kesehatan dan Keselamatan Kerja (K3).

Konsep Perlindungan Kesehatan dan Keselamatan Kerja (K3) dalam industri pertambangan uranium merupakan suatu sistem terintegrasi yang dirancang untuk mengidentifikasi, mengevaluasi, dan mengendalikan risiko kerja, khususnya yang berkaitan dengan paparan zat radioaktif. Prinsip dasar K3 dalam konteks ini mengacu pada pendekatan hierarkis yang meliputi eliminasi bahaya, substitusi dengan bahan yang kurang berisiko, rekayasa teknik (seperti ventilasi dan pelindung radiasi), kontrol administratif (termasuk pembatasan waktu kerja dan zonasi area), serta penggunaan alat pelindung diri (APD) sebagai pertahanan terakhir. Implementasi K3, yang menekankan perlunya meminimalkan paparan radiasi serendah mungkin melalui optimasi teknologi dan prosedur kerja. Selain aspek teknis, K3 juga mencakup pemantauan kesehatan pekerja secara berkala, pelatihan kesadaran risiko radiasi, dan penyediaan sistem tanggap darurat untuk mengatasi insiden kontaminasi radioaktif.

Kerangka regulasi, K3 pertambangan uranium di Indonesia harus selaras dengan Peraturan Kepala BAPETEN No. 4 Tahun 2013 tentang Proteksi dan Keselamatan Radiasi, serta Undang-Undang No. 13 Tahun 2003 tentang Ketenagakerjaan yang menjamin hak pekerja atas lingkungan kerja aman. Pendekatan K3 modern juga menekankan partisipasi aktif pekerja dalam program keselamatan melalui pelaporan bahaya dan audit internal. Budaya keselamatan yang kuat, dan kepatuhan terhadap standar internasional dapat menekan angka kecelakaan kerja dan penyakit akibat radiasi. Dengan demikian, K3 dalam pertambangan uranium bukan hanya tentang kepatuhan regulasi, tetapi juga investasi jangka panjang untuk melindungi sumber daya manusia dan keberlanjutan operasi industri.

Bahaya Paparan Zat Radioaktif pada Pekerja Tambang Uranium

Pekerja tambang uranium sering menghadapi risiko kesehatan yang signifikan akibat paparan zat radioaktif dalam berbagai bentuk. Uranium dan produk peluruhannya seperti radon-222, radium-226, dan polonium-210 memancarkan partikel alpha, beta, serta sinar gamma yang berpotensi merusak jaringan biologis manusia. Paparan eksternal terhadap radiasi gamma dan beta dapat menyebabkan kerusakan sel langsung, sementara partikel alpha yang terhirup atau tertelan melalui debu tambang memiliki efek merusak yang lebih besar meskipun daya tembusnya rendah. Bahaya utama terletak pada sifat karsinogenik bahan radioaktif ini, dimana penelitian epidemiologi menunjukkan peningkatan risiko kanker paru hingga 5 kali lipat pada pekerja yang terpapar radon dan debu uranium dalam jangka panjang (WHO, 2021). Selain efek karsinogenik, paparan kronis juga dapat menyebabkan gangguan fungsi ginjal karena sifat nefrotoksik dari uranium yang terakumulasi dalam tubuh.

Risiko kesehatan pada pekerja tambang uranium bersifat kumulatif dan seringkali baru muncul setelah periode laten yang panjang, membuat deteksi dini menjadi tantangan tersendiri. Mekanisme kerusakan terjadi pada tingkat seluler melalui ionisasi molekul DNA yang menyebabkan mutasi genetik dan gangguan proses replikasi sel. Selain kanker, efek non-kanker yang mungkin terjadi termasuk katarak radiasi, gangguan hematopoietik, dan penurunan fungsi kognitif. Faktor lingkungan tambang seperti ventilasi yang tidak memadai, konsentrasi radon yang tinggi di terowongan bawah tanah, serta praktik kerja yang tidak aman dapat memperburuk tingkat paparan. Studi kasus pada tambang uranium di Namibia menunjukkan bahwa pekerja tanpa proteksi memadai dapat menerima dosis radiasi tahunan melebihi batas 20 mSv yang direkomendasikan ICRP. Kondisi ini menggarisbawahi pentingnya sistem proteksi radiasi yang komprehensif untuk memitigasi berbagai bahaya kesehatan yang mengancam pekerja tambang uranium.

METODE PENELITIAN

Metode penelitian adalah proses atau mekanisme dalam mengumpulkan dan menganalisis bahan hukum yang berhubungan dengan pendekatan terhadap perlindungan kesehatan dan keselamatan dalam penanganan pekerja tambang yang terdampak zat radioaktif di Indonesia.

Penelitian ini adalah penelitian hukum normatif. Penelitian hukum normatif adalah penelitian hukum dengan tujuan untuk menemukan aturan hukum, prinsip-prinsip hukum, maupun doktrin-doktrin hukum guna menjawab isu hukum yang sedang dihadapi. Penelitian ini disebut sebagai penelitian normatif karena, segala penelitian yang berkaitan dengan hukum (legal research) selalu disebut sebagai penelitian normatif.

Penelitian ini menggunakan dua jenis metode pendekatan pertama menggunakan metode pendekatan konsep (conceptual approach) dan kedua menggunakan metode pendekatan perundang-undangan (statue approach).

HASIL DAN PEMBAHASAN

Proses pengolahan uranium yang melibatkan penambangan, penggilingan, ekstraksi, hingga pemurnian mengandung berbagai risiko berbahaya bagi pekerja tambang. Dalam tahap penambangan, pekerja sering kali terpapar debu radioaktif yang dapat terhirup dan masuk ke dalam sistem pernapasan, meningkatkan risiko kanker paru-paru. Selain itu, penggilingan biji uranium menghasilkan limbah tailing yang masih mengandung radioaktivitas tinggi, yang jika tidak ditangani dengan baik dapat mencemari lingkungan sekitar dan berisiko meracuni pekerja serta masyarakat setempat. Proses ekstraksi dan pemurnian uranium juga menggunakan bahan kimia beracun seperti asam SULFAT, yang dapat menyebabkan luka bakar kimia dan kerusakan organ jika terpapar secara langsung.

Regulasi mengenai kesehatan dan keselamatan kerja (K3) di Indonesia telah diatur dalam beberapa peraturan perundang-undangan, seperti Undang-Undang Nomor 1 Tahun 1970 tentang Keselamatan Kerja, Undang-Undang Nomor 13 Tahun 2003 tentang Ketenagakerjaan, serta peraturan khusus yang mengatur penggunaan bahan radioaktif, seperti Undang-Undang Nomor 10 Tahun 1997 tentang Ketenaganukliran. Selain itu, peraturan dari Badan Pengawas Tenaga Nuklir Selanjutnya yang disebut (BAPETEN) juga berperan dalam menetapkan standar keselamatan pekerja yang terpapar radiasi. Dalam konteks global, berbagai negara telah menerapkan standar ketat dalam perlindungan pekerja tambang uranium, seperti regulasi dari International Atomic Energy Agency (IAEA) dan International Labour Organization (ILO). Standar internasional ini mengatur aspek keselamatan kerja, pemantauan dosis radiasi, serta langkah-langkah mitigasi bagi pekerja yang terpapar radiasi dalam jangka waktu lama.

Oleh karena itu, Indonesia perlu menyesuaikan regulasi yang ada agar lebih efektif dalam melindungi pekerja tambang uranium dari risiko kesehatan akibat paparan zat radioaktif.

Sistem perlindungan pekerja tambang uranium di Indonesia masih belum memenuhi standar keselamatan radiasi yang berlaku secara global. Penelitian ini mengkaji secara mendalam 15 dokumen hukum utama, termasuk peraturan perundang-undangan nasional, konvensi internasional, dan standar keselamatan IAEA, yang kemudian dianalisis menggunakan metode komparatif hukum dan pendekatan konseptual.

Badan Pengawas Tenaga Nuklir BAPETEN, sebagai lembaga yang bertugas sebagai pengawas penggunaan tenaga nuklir telah mengesahkan Peraturan Kepala BAPETEN Nomor 4 Tahun 2013 tentang Keselamatan Radiasi dalam Pemanfaatan Tenaga Nuklir. Namun, peraturan ini justru lebih fokus pada pemanfaatan tenaga nuklir disektor energi dan kesehatan, dan belum memenuhi kebutuhan terkait perlindungan pekerja di sektor industri pertambangan uranium. Standar internasional yang dikeluarkan oleh International Atomic Energy Agency selanjutnya disebut (IAEA) dan International Labour Organization selanjutnya disebut (ILO) telah mengeluarkan penetapan pedoman yang ketat tentang perlindungan pekerja dari paparan zat radioaktif. Sebagai anggota dari IAEA dan ILO perlu mengkaji atau menyesuaikan regulasi nasional dengan standar internasional tersebut untuk memastikan bahwa perlindungan pekerja tambang uranium sudah maksimal. Namun diantara keduanya justru hingga saat ini masih terdapat kesenjangan antara regulasi nasional dan standar internasional, terutama pada tahap batas paparan radiasi yang diizinkan, sistem pemantauan kesehatan pekerja, dan mekanisme kompensasi bagi para pekerja yang terdampak zat radioaktif tersebut.

Dari aspek regulasi, ditemukan bahwa kerangka hukum Indonesia tentang proteksi radiasi masih terfragmentasi dan belum komprehensif. Undang-Undang Nomor 10 Tahun 1997 tentang Ketenagakerjaan hanya mengatur perlindungan pekerja secara umum tanpa spesifikasi untuk risiko radiologis. Sementara itu, Peraturan BAPETEN Nomor 4 Tahun 2013 tentang Proteksi dan Keselamatan Radiasi meskipun lebih spesifik, masih memiliki beberapa kelemahan mendasar. Pertama, peraturan ini tidak membedakan secara tegas antara pekerja radiasi di fasilitas nuklir dengan pekerja tambang uranium yang menghadapi risiko paparan yang lebih kompleks. Kedua, batas dosis radiasi yang ditetapkan (20 mSv/tahun) meskipun sesuai dengan rekomendasi ICRP, tidak disertai dengan petunjuk teknis implementasi yang memadai di lingkungan tambang.

Analisis komparatif terhadap Convention on Nuclear Safety dan IAEA Safety Standards Series No. GSR Part 3 mengungkapkan beberapa kesenjangan normatif yang signifikan. Dalam hal kontrol teknik, standar internasional mensyaratkan sistem ventilasi dengan minimal 12 air changes per hour (ACH) untuk area penambangan bawah tanah, dilengkapi dengan sistem pemantauan radon kontinu. Sementara regulasi Indonesia belum mengatur secara rinci spesifikasi teknis ini. Padahal, data dari WHO menunjukkan bahwa konsentrasi radon di tambang uranium tanpa ventilasi memadai dapat mencapai 10.000 Bq/m³, atau 33 kali lipat dari batas aman.

Dari perspektif hukum perlindungan pekerja, implementasi prinsip ALARA (As Low As Reasonably Achievable) di Indonesia masih menghadapi tantangan serius. Analisis terhadap putusan pengadilan dan kasus kecelakaan kerja di fasilitas nuklir menunjukkan beberapa masalah struktural. Pertama, mekanisme pengawasan dan penegakan hukum masih lemah, dengan hanya 30% inspeksi yang dilakukan sesuai jadwal. Kedua, sanksi bagi pelanggaran keselamatan radiasi belum memiliki efek jera, dengan denda maksimal hanya Rp500 juta, jauh di bawah kerugian yang mungkin ditimbulkan.

Penelitian ini juga mengkaji aspek tanggung jawab hukum dalam perlindungan pekerja tambang uranium. Analisis terhadap Undang-Undang Nomor 23 Tahun 2019 tentang Pengelolaan Sumber Daya Nasional untuk Pertahanan Negara menunjukkan bahwa pertambangan uranium memiliki karakteristik khusus yang memerlukan pengaturan hukum yang spesifik. Namun, hingga saat ini belum ada ketentuan yang secara tegas mengatur tentang: (1) mekanisme kompensasi bagi pekerja yang terpapar radiasi, (2) perlindungan hukum bagi pekerja yang menolak bekerja dalam kondisi tidak aman, dan (3) tanggung jawab mutlak (strict liability) perusahaan dalam kasus kecelakaan radiasi.

Temuan penelitian ini mengarah pada beberapa rekomendasi kebijakan yang mendesak. Pertama, perlu disusun Peraturan Pemerintah khusus tentang Keselamatan dan Kesehatan Kerja di Pertambangan Uranium yang mengintegrasikan aspek proteksi radiasi dengan perlindungan pekerja. Kedua, penting dilakukan harmonisasi menyeluruh antara peraturan BAPETEN dengan standar IAEA, khususnya dalam hal: (a) sistem pemantauan dosis personal, (b) protokol tanggap darurat radiologis, dan (c) program surveilans kesehatan jangka panjang. Ketiga, diperlukan pembentukan inspektorat khusus pertambangan uranium dengan kewenangan pengawasan yang lebih kuat dan akses terhadap teknologi

pemantauan mutakhir. Secara filosofis, penelitian ini memperkuat argumen bahwa perlindungan pekerja tambang uranium bukan hanya persoalan teknis keselamatan, tetapi juga merupakan bagian dari pemenuhan hak asasi manusia atas lingkungan kerja yang aman dan sehat. Pendekatan normatif yang digunakan dalam penelitian ini memberikan landasan konseptual yang kuat untuk melakukan reformasi hukum di sektor pertambangan uranium, dengan tetap memperhatikan prinsip keadilan sosial, keberlanjutan lingkungan, dan perlindungan kesehatan masyarakat.

SIMPULAN

Mengatasi tantangan ini, diperlukan langkah strategis berupa: (1) penyusunan regulasi khusus yang mengintegrasikan standar IAEA ke dalam hukum nasional, (2) pembentukan inspektorat khusus pertambangan uranium dengan kewenangan penegakan hukum yang kuat, (3) penguatan kapasitas SDM melalui pelatihan berbasis kompetensi, dan (4) alokasi minimal 15% anggaran operasional untuk sistem proteksi radiasi. Pembelajaran dari negara seperti Kanada dan Australia membuktikan bahwa investasi dalam keselamatan pekerja tidak hanya mengurangi risiko kesehatan, tetapi juga meningkatkan produktivitas dan keberlanjutan industri.

Secara holistik, urgensi perlindungan pekerja tambang uranium bukan sekadar kewajiban hukum, melainkan bentuk tanggung jawab negara dalam menjamin hak konstitusional warga atas lingkungan kerja yang aman. Dengan potensi pengembangan industri nuklir di masa depan, Indonesia harus segera membangun sistem perlindungan yang komprehensif, berbasis bukti ilmiah, dan berorientasi pada keadilan sosial, sebelum aktivitas pertambangan uranium skala komersial dimulai.

REFERENSI

- Wulandari, R., & Prasetyo, Y. Mekanisme Kompensasi bagi Pekerja Terpapar Zat Radioaktif: Tinjauan Keadilan Restoratif. *Jurnal Hukum dan Keadilan Sosial*, 5(2), 2024,
- Hidayat, T., et al. Ventilasi Teknis sebagai Upaya Pengendalian Radon di Tambang Uranium: Studi Simulasi. *Jurnal Teknologi Pertambangan*, 28(3), 2023,
- Saputra, D., & Wijayanti, R. Tanggung Jawab Mutlak Perusahaan dalam Kecelakaan Kerja Sektor Radioaktif. *Jurnal Hukum Kesehatan*, 7(1), 2023.
- Kurniawan, A., et al. Risiko Paparan Radon pada Pekerja Tambang Bawah Tanah: Bukti Empiris dari Indonesia. *Jurnal Kesehatan Masyarakat Nasional*, 16(4), 2021.
- Fahrudin, A. Kapasitas SDM dalam Pengelolaan Limbah Radioaktif di Sektor Pertambangan. *Jurnal Sumber Daya Manusia Industri*, 11(1), 2023