

KEBIJAKAN HUKUM DAN INOVASI TEKNOLOGI DALAM PENAMBANGAN BAWAH TANAH UNTUK MENINGKATKAN KESELAMATAN DAN EFISIENSI PARA PEKERJA

Ahmad¹, Indri Wulandari Mayang², Abdul Wahab T. Hada³
ahmad_wijaya@ung.ac.id¹, indrimayang03@gmail.com², wahabhada8@gmail.com³
Universitas Negeri Gorontalo

ABSTRAK

Penambangan bawah tanah adalah kegiatan yang kompleks dan berisiko tinggi yang memerlukan kebijakan hukum yang sesuai serta penerapan inovasi teknologi untuk meningkatkan keselamatan dan efisiensi para pekerja. Artikel ini menganalisis peran kebijakan hukum dan inovasi teknologi dalam konteks penambangan bawah tanah, dengan fokus pada upaya untuk meningkatkan keselamatan dan efisiensi. Melalui tinjauan literatur dan studi kasus, jurnal ini menyajikan berbagai strategi kebijakan hukum yang dapat diterapkan, seperti regulasi perlindungan pekerja, pengawasan ketat terhadap praktik penambangan, dan insentif untuk adopsi teknologi keselamatan. Selain itu, jurnal ini juga mengeksplorasi berbagai inovasi teknologi yang dapat meningkatkan keselamatan dan efisiensi di tempat kerja, termasuk penggunaan sensor cerdas, sistem monitoring otomatis, dan teknologi penggalian yang ramah lingkungan. Dengan menerapkan kombinasi yang tepat dari kebijakan hukum dan inovasi teknologi, diharapkan bahwa penambangan bawah tanah dapat menjadi lebih aman dan efisien bagi para pekerja.

Kata Kunci: Penambangan Bawah Tanah, Kebijakan Hukum, Inovasi Teknologi, Keselamatan Pekerja, Efisiensi, Regulasi.

ABSTRACT

Underground mining is a complex and high-risk activity that requires appropriate legal policies and the application of technological innovations to improve worker safety and efficiency. This journal analyzes the role of legal policy and technological innovation in the context of underground mining, with a focus on efforts to improve safety and efficiency. Through a literature review and case studies, this article presents various legal policy strategies that can be implemented, such as worker protection regulations, strict supervision of mining practices, and incentives for the adoption of safety technologies. In addition, this journal also explores various technological innovations that can improve safety and efficiency in the workplace, including the use of smart sensors, automatic monitoring systems, and environmentally friendly excavation technology. By implementing the right combination of legal policies and technological innovation, it is hoped that underground mining can become safer and more efficient for workers.

Keywords: *Underground Mining, Legal Policy, Technological Innovation, Worker Safety, Efficiency, Regulation.*

PENDAHULUAN

Pertambangan di Indonesia yang menggunakan metode pertambangan bawah tanah (underground mining) saat ini masih sedikit dibandingkan dengan pertambangan terbuka (surface mining), akan tetapi kebutuhan akan tenaga kerja profesional di bidang pertambangan bawah tanah kedepannya akan meningkat, seiring semakin menipisnya cadangan mineral maupun batubara yang bisa di tambang dengan menggunakan metode penambangan terbuka.

Pertambangan dalam atau pertambangan bawah tanah (underground mining) adalah metode penambangan yang segala kegiatan atau aktifitas penambangannya dilakukan dibawah permukaan bumi, dan tempat kerjanya tidak langsung berhubungan dengan udara luar. Pertambangan bawah tanah mengacu pada metode pengambilan bahan mineral yang dilakukan dengan membuat terowongan menuju lokasi mineral tersebut. Dilihat dari

prospek pertambangan bawah tanah, kecenderungan umum di masa yang akan datang, system pertambangan bawah tanah akan menjadi pilihan utama eksploitasi mineral dan energi (Hatman, 1987). Hal ini karena beberapa hal:

- a. Semakin berkurangnya deposit (cebakan) berkadar tinggi pada atau dekat permukaan untuk ditambang.
- b. Berkurangnya mobilitas peralatan mekanik pada tambang terbuka apabila penambangan semakin dalam.
- c. Pengetatan dan pembatasan mengenai masalah-masalah lingkungan, Dimana tambang terbuka akan memberikan dampak lingkungan yang lebih besar dibandingkan tambang bawah tanah.
- d. Pengembangan teknologi baru dalam peralatan tambang bawah tanah, khususnya dalam hal Teknik penggalian dan peralatan penambangan yang kontinyu, serta system konstruksi penyangga dan perkuatan semakin baik.

Inovasi teknologi memainkan peran krusial dalam meningkatkan efisiensi, keselamatan, dan keberlanjutan pertambangan bawah tanah. Lingkungan kerja yang keras dan berisiko tinggi di bawah tanah menuntut solusi canggih untuk mengoptimalkan operasi pertambangan. Solusi seperti sistem pemantauan keamanan yang canggih, penggunaan kendaraan otonom, dan alat pelindung diri yang lebih baik dapat membantu mengurangi risiko kecelakaan dan cedera pekerja. Selain itu, inovasi teknologi juga meningkatkan efisiensi operasional dengan memperkenalkan robot, sensor, dan sistem kontrol otomatis untuk mempercepat proses pemotongan batuan, penggalian, dan transportasi. Di samping itu, teknologi juga berperan dalam pemantauan dan pengelolaan lingkungan dengan memperkenalkan sensor-sensor pintar untuk memantau kualitas air dan udara serta solusi-solusi lainnya untuk mengurangi dampak lingkungan. Kemajuan dalam teknologi juga memungkinkan akses ke deposit yang lebih sulit dijangkau serta memperbaiki teknik pengeboran dan penggalian, sehingga meningkatkan fektivitas ekstraksi sumber daya alam. Serta inovasi dalam teknologi kesehatan dan kesejahteraan pekerja membantu mengurangi tekanan fisik dan mental pada pekerja, meningkatkan kesejahteraan mereka di lingkungan kerja yang keras. Dengan demikian, inovasi teknologi membawa perubahan positif yang signifikan dalam industri pertambangan bawah tanah, menjadikannya lebih aman, efisien, dan berkelanjutan.

Berdasarkan uraian tersebut muncul dua permasalahan yang akan diuraikan, yaitu:

1. Bagaimana kebijakan hukum saat ini mengatur perlindungan keselamatan dan kesejahteraan para pekerja dalam industri penambangan bawah tanah, dan sejauh mana kebijakan ini mencakup aspek penggunaan inovasi teknologi untuk meningkatkan keselamatan?
2. Apa saja teknologi di industri penambangan bawah tanah yang berfungsi untuk meningkatkan efisiensi operasional dan keselamatan pekerja?

HASIL DAN PEMBAHASAN

Kebijakan Hukum Yang Mengatur Keselamatan Para Pekerta Tambang Bawah Tanah

Sistem manajemen keselamatan tambang suatu perusahaan pertambangan merupakan aspek yang penting untuk diketahui karena keberhasilan perusahaan dalam mencapai produksi ditentukan oleh keselamatan pekerja pada kondisi pertambangan yang berisiko. Sistem Manajemen Keselamatan dan Kesehatan Kerja Indonesia (SMK3) dilaksanakan sesuai dengan kebutuhan masing-masing industri, sesuai Pasal 1 Pasal 6 Undang-Undang Nomor 1 Tahun 1970, Menteri Tenaga Kerja, Migrasi dan Koperasi dapat melimpahkan pengawasan dan pengaturannya. keselamatan kerja. pelaksanaan

pekerjaan tersebut, khususnya di bidang pertambangan, kepada Menteri Pertambangan yang sekarang disebut Menteri Energi dan Sumber Daya Mineral (ESDM), masih Peraturan Menteri Energi dan Sumber Daya Mineral Nomor 38 Tahun 2014 untuk Menteri. pertambangan. Penerapan Sistem Manajemen Keselamatan Pertambangan Mineral dan Batubara (SMKP) Sesuai Pasal 14, perusahaan wajib melakukan audit internal terhadap SMKP minimal setahun sekali.

Seluruh perusahaan pertambangan wajib melakukan evaluasi terhadap penerapan SMKP sesuai Peraturan Direktorat Jenderal Mineral dan Batubara Nomor 185.K/37.04/DJB/2019 tentang Pedoman Keselamatan dan Teknis Pertambangan. pelaksanaan, evaluasi, dan pelaporan sistem manajemen keselamatan tambang yang merupakan penerapan Peraturan Menteri Energi dan Sumber Daya Mineral Nomor 1827 K/30/MEM/2018 tentang Pedoman Penerapan Prinsip Keteknikan Pertambangan yang Baik, melaksanakan peraturan sebelumnya yaitu Peraturan Menteri Energi dan Sumber Daya Mineral Nomor 26 Tahun 2018 tentang Prinsip-prinsip Pertambangan yang Baik dan Pengawasan Pertambangan Mineral dan Batubara serta Pembinaan dan Pengawasan Pengelolaan dan Penyelenggaraan Perusahaan Pertambangan Mineral dan Batubara 2018 2010. Pasal 35 Peraturan Pemerintah No. 55. Amanat Pasal 95(a) dan Pasal 96 Undang-undang Pertambangan Sumber Daya Mineral dan Batubara No. 4 Tahun 2009 memberikan pedoman pelaksanaan teknik pertambangan yang baik.¹

Berdasarkan UU Republik Indonesia Nomor 1 Tahun 1970 Tentang Keselamatan Kerja Pasal 2.2

- (1) Yang diatur oleh Undang-undang ini ialah keselamatan kerja dalam segala tempat kerja, baik di darat, di dalam tanah, di permukaan air, di dalam air maupun di udara, yang berada di dalam wilayah kekuasaan hukum Republik Indonesia.
- (2) Ketentuan-ketentuan dalam ayat (1) tersebut berlaku dalam tempat kerja dimana:
 - c. dikerjakan pembangunan, perbaikan, perawatan, pembersihan atau pembongkaran rumah, gedung atau bangunan lainnya, termasuk bangunan pengairan, saluran atau terowongan di bawah tanah dan sebagainya atau dimana dilakukan pekerjaan persiapan.

Serta berdasarkan Peraturan Menteri Energi dan Sumber Daya Mineral (ESDM) Nomor 26 Tahun 2018 tentang Keselamatan dan Kesehatan Kerja Pertambangan Mineral dan Batubara³ Pasal 14 ayat 5: Keselamatan operasi pertambangan sebagaimana dimaksud pada ayat (3) huruf b paling sedikit terdiri atas: poin j. keselamatan tambang bawah tanah.

Teknologi Yang Berfungsi Untuk Meningkatkan Efisiensi Operasional Dan Keselamatan Pekerja

Beberapa teknologi yang dapat digunakan untuk meningkatkan keselamatan para pekerja di pertambangan bawah tanah sehingga dapat membantu menciptakan lingkungan kerja yang lebih aman dan mengurangi risiko cedera atau kecelakaan di dalam tambang bawah tanah, antara lain:

1. Alat Teknologi Sistem Pemantauan Keselamatan seperti penggunaan sensor dan sistem pemantauan pintar yang terhubung ke jaringan yang dapat membantu mendeteksi Dedi Saputra, Yunus Ashari, Aviasti. "Penerapan Sistem Manajemen Keselamatan Pertambangan di Tambang Andesit PT. Gunung Kulalet Bandung". Dalam Jurnal Riset Teknik Pertambangan, Vol. 3. No.1 (2023): hlm.36 2 UU Republik Indonesia Nomor 1 Tahun 1970 Tentang Keselamatan Kerja 3 Peraturan Menteri Energi dan Sumber Daya Mineral (ESDM) Nomor 26 Tahun 2018 tentang Keselamatan dan Kesehatan Kerja Pertambangan Mineral dan Batubara bahaya seperti gas beracun, kebakaran, atau kondisi tanah yang tidak stabil secara real-time sehingga dapat melindungi para pekerja.
2. Alat Pelindung Diri (APD) canggih yang dirancang khusus untuk kondisi

- pertambangan bawah tanah, seperti penerapan self-contained dan peralatan perlindungan tubuh yang tahan terhadap kelembaban, debu, dan suhu ekstrim.
3. Kendaraan Otonom dan Remote controlled untuk transportasi material dan personel di dalam tambang sehingga dapat mengurangi risiko kecelakaan yang disebabkan oleh kesalahan manusia dan juga mengurangi paparan pekerja terhadap kondisi lingkungan yang berbahaya.
 4. Sistem evakuasi darurat yang terintegrasi dengan infrastruktur tambang yang memungkinkan evakuasi cepat dan aman dalam situasi darurat seperti kebakaran atau runtuhnya tanah.
 5. Penggunaan robotika dan automasi untuk tugas-tugas berisiko tinggi seperti peledakan batuan atau inspeksi struktur dapat mengurangi risiko kecelakaan dan cedera yang disebabkan oleh interaksi langsung manusia dengan lingkungan yang berbahaya.
 6. Teknologi kesehatan seperti sensor yang dipakai di tubuh atau perangkat yang terhubung ke perangkat pintar dapat digunakan untuk memantau kondisi kesehatan pekerja saat itu juga, sehingga memungkinkan deteksi dini terhadap kondisi kesehatan yang memerlukan perhatian medis.

Kombinasi dari berbagai teknologi ini dapat membantu menciptakan lingkungan kerja yang lebih aman dan mengurangi risiko cedera atau kecelakaan di dalam tambang bawah tanah.

Adapun beberapa peralatan yang menunjang keselamatan para pekerja pertambangan bawah tanah seperti: Peralatan Pemuatan (Rocker Shovel) Rocker shovel atau mucker adalah salah satu jenis alat pemuat mekanis yang digunakan dalam penambangan bawah tanah. Bucket loker biasanya digerakkan oleh udara bertekanan, namun bisa juga digerakkan oleh listrik di tambang emas bawah tanah. Oleh karena itu, proses pemuatan dilakukan menggunakan rocker excavator berkapasitas shovel 0,26 m³ ke dalam Granby/truk berkapasitas Granby 1,2 m³.

Alat Angkut (Lokomotif + Truk/Truk Granby) menggunakan Granby yang ditarik dengan lokomotif listrik yang menggunakan baterai, dan mampu menarik 10 hingga 12 Granby⁴. Ada beberapa keuntungan dalam menggunakan lokomotif, antara lain:

4 Wiza Esti Ningrum¹, Dedi Yulhendra. Optimalisasi Produktivitas Alat Gali Muat Rocker Shovel Dan Alat Angkut Angkut Grandby Mine Car Untuk Menunjang Tercapainya Produksi Bijih Emas (Primer) Pada Kegiatan Penambangan Tambang Bawah Tanah PT. Dempo Maju Cemerlang. Jurnal Bina Tambang, Vol.8(No.3), hlm. 103

- 1) Mengurangi kebutuhan tenaga pertambangan
- 2) Fleksibel dan mudah diperluas
- 3) Pengangkutan dapat dilakukan dalam jumlah besar
- 4) Cepat
- 5) Mudah beradaptasi dengan tikungan

Analisis Keselamatan Kerja dan HIRADC, metode penelitian yang menggunakan Perlindungan keselamatan dan kesehatan kerja dilakukan melalui analisis keselamatan kerja dan pendekatan HIRADC. Melakukan analisis keselamatan kerja dengan pendekatan HIRADC pada saat pekerjaan, pengoperasian dongkrak atau galian, pengoperasian tipping bucket, pengoperasian lokomotif dan Granby, pemasangan baut batu dan pemasangan rel.

Analisa Keselamatan Kerja merupakan bagian dari kewajiban pengelolaan K3. Dalam metode ini, setelah suatu tugas yang berisiko tinggi teridentifikasi, tugas tersebut dipecah menjadi fase-fase yang lebih spesifik beserta risikonya dan cara mengendalikan setiap risiko yang ada. Analisis Keselamatan Kerja Pengoperasian Locker Excavator. Untuk menjamin keselamatan pekerja, penyelia dan pekerja harus memeriksa tempat kerja setiap kali mereka mulai bekerja. Tugas ekskavator adalah kegiatan menambang bijih

peledak. Kondisi lingkungan untuk kegiatan ini sangat berbahaya dan berpotensi membahayakan. Hal ini disebabkan karena keterbatasan lahan dan kondisi lingkungan yang masih banyak terdapat kebisingan alat. Pekerjaan ini menuntut karyawannya memiliki kompetensi atau pengalaman, dan komunikasi dengan rekan kerja juga menjadi prioritas. Pekerjaan ini biasanya dilakukan oleh satu atau dua orang.

Proses ini melibatkan pengisian ember dengan cara mendorong loader atau ember ke dalam tumpukan material. Mekanisme penggerakannya melemparkan bijih emas atau gold ore ke dalam lumbung. Posisi operator untuk pengoperasian ini adalah di sebelah kiri alat. Kegiatan ini juga memerlukan identifikasi bahaya-bahaya baik yang berasal dari pekerja maupun lingkungan kerja, serta dari pekerja itu sendiri yang membahayakan tempat kerja, terutama adanya batu- batu yang bergelantungan di atap. Untuk mengontrolnya, gunakan bilah penskalaan untuk menurunkan kunci dari titik aman.

KESIMPULAN

Secara keseluruhan, keselamatan para pekerja di pertambangan bawah tanah merupakan prioritas utama yang membutuhkan pendekatan holistik yang melibatkan kebijakan hukum dan penerapan teknologi inovatif. Peraturan-peraturan hukum yang ada di Indonesia telah mengatur berbagai aspek keselamatan kerja di industri pertambangan, namun implementasinya masih memerlukan peningkatan dalam hal penegakan dan pemantauan kepatuhan. Dalam upaya meningkatkan keselamatan para pekerja, teknologi memiliki peran yang penting. Penggunaan teknologi seperti sistem pemantauan keselamatan, alat pelindung diri yang canggih, kendaraan otonom, sistem evakuasi darurat terintegrasi, robotika, dan sistem pemantauan kesehatan pekerja dapat membantu mengurangi risiko kecelakaan dan cedera di tambang bawah tanah. Dengan mengintegrasikan kebijakan hukum yang efektif dan teknologi inovatif, kita dapat menciptakan lingkungan kerja yang lebih aman dan meningkatkan kesejahteraan para pekerja di sektor pertambangan.

DAFTAR PUSTAKA

- Kumiasih, N., Fadhilah, F., & Prihatanto, A. (2021). Aplikasi Metode Job Safety Analysis Dan Pendekatan HIRADC Untuk Analisis Risiko Keselamatan Dan Kesehatan Kerja Pada Penambangan Bawah Tanah Bijih Emas Pt. Dempo Maju Cemerlang Pesisir Selatan. *Bina Tambang*, 6(2), 43-52.
- Ningrum, W. E., & Yulhendra, D. (2023). Optimalisasi Produktivitas Alat Gali Muat Rocker Shovel Dan Alat Angkut Angkut Grandby Mine Car Untuk Menunjang Tercapainya Produksi Bijih Emas (Primer) Pada Kegiatan Penambangan Tambang Bawah Tanah PT. Dempo Maju Cemerlang. *Bina Tambang*, 8(3), 101-112.
- Saputra, D., & Ashari, Y. (2023). Penerapan Sistem Manajemen Keselamatan Pertambangan di Tambang Andesit PT. Gunung Kulalet Bandung. *Jurnal Riset Teknik Pertambangan*, 35-40.
- Peraturan Menteri Energi dan Sumber Daya Mineral (ESDM) Nomor 26 Tahun 2018 tentang Keselamatan dan Kesehatan Kerja Pertambangan Mineral dan Batubara.
- Undang-Undang Republik Indonesia Nomor 1 Tahun 1970 Tentang Keselamatan Kerja.