

Edukasi pertambangan berkelanjutan sebagai upaya membangun kesadaran ekologis generasi muda

Robekca Purba

Program Studi Teknik Pertambangan dan geologi, Fakultas Teknik, Universitas Sriwijaya, Indonesia

Penulis korespondensi: robekcapurba2@ft.unsri.ac.id

E-mail: robekcapurba2@ft.unsri.ac.id

Diterima: 19 Januari 2026 | Direvisi: 19 November 2025 | Disetujui: 19 November 2025 | Online: 19 Februari 2026

© Penulis 2026

Abstrak

Bencana pertambangan yang berulang di Indonesia menimbulkan perdebatan publik tentang eksistensi industri pertambangan. Longsor tambang Gunung Kuda Cirebon pada 30 Mei 2025 dan banjir berulang di Morowali akibat pertambangan nikel pada Maret 2025 menjadi bukti lemahnya tata kelola pertambangan. Masyarakat cenderung menuntut penutupan tambang tanpa memahami ketergantungan kehidupan masyarakat modern terhadap produk mineral. Pengabdian masyarakat ini bertujuan memberikan pemahaman komprehensif tentang pertambangan berkelanjutan kepada siswa SMA SoliDeo Tangerang Selatan melalui materi "Mengetahui Dunia Pertambangan: Dari Eksplorasi hingga Reklamasi". Metode ceramah interaktif dan diskusi kasus digunakan untuk menjelaskan peran vital pertambangan dalam kehidupan sehari-hari serta pentingnya praktik pertambangan yang bertanggung jawab. Hasil menunjukkan peningkatan pemahaman siswa bahwa solusi bencana pertambangan bukan penutupan total, melainkan perbaikan tata kelola dan penegakan regulasi. Edukasi dini kepada generasi muda menjadi investasi jangka panjang untuk menciptakan masyarakat dan pemimpin masa depan yang memiliki kesadaran ekologi dan tanggung jawab sosial.

Kata kunci: pengabdian masyarakat; pertambangan berkelanjutan; edukasi; kesadaran ekologis; generasi muda

Abstract

Recurring mining disasters in Indonesia have sparked public debate regarding the existence of the mining industry. The Gunung Kuda Cirebon mine landslide on May 30, 2025, and the repeated flooding in Morowali due to nickel mining in March 2025 serve as evidence of weak mining governance. Communities tend to demand mine closures without understanding modern society's dependence on mineral products. This community service program aims to provide comprehensive understanding of sustainable mining to students at SoliDeo High School, South Tangerang, through educational material titled "Understanding the Mining World: From Exploration to Reclamation." Interactive lectures and case discussion methods were employed to explain mining's vital role in daily life and the importance of responsible mining practices. Results demonstrate improved student understanding that the solution to mining disasters is not total closure, but rather improved governance and regulatory enforcement. Early education of the younger generation serves as a long-term investment in creating a future society and leaders with ecological awareness and social responsibility.

Keywords: community service; sustainable mining; education; ecological awareness; youth generation

PENDAHULUAN

Industri pertambangan global maupun nasional dihadapkan pada tantangan besar antara menyeimbangkan kebutuhan ekonomi dengan tanggung jawab pelestarian lingkungan. Di satu sisi, hampir seluruh aspek kehidupan modern, mulai dari komponen elektronik; kendaraan; infrastruktur bangunan; hingga teknologi energi terbarukan, sangat bergantung pada produk hasil tambang. Menutup total aktivitas pertambangan sama halnya dengan memutus pasokan kebutuhan dasar peradaban manusia. Namun di sisi lain, praktik eksploitasi yang tidak berkelanjutan telah memicu degradasi lingkungan yang masif, seperti deforestasi, kontaminasi air, hingga tingginya emisi gas rumah kaca.

Dilema ini tergambar jelas dari rentetan bencana sektor pertambangan di Indonesia sepanjang tahun 2025. Kasus longsor tambang galian C di Gunung Kuda, Cirebon, yang menewaskan 21 pekerja akibat metode penambangan yang keliru dan pengabaian surat larangan operasi dari dinas ESDM (Tempo.co, 2025; Mongabay, 2025). Kasus Gunung Kuda menunjukkan pelanggaran sistematis: operasi tanpa izin RKAB, metode *under cutting* yang salah pada lereng terjal ($>45^\circ$), dan pengabaian K3 (Badan Geologi ESDM, 2025).

Dampak dari aktivitas pertambangan yang tidak berwawasan lingkungan juga terjadi di Morowali, Sulawesi Tengah. Pada Maret 2025, banjir berulang melanda Kecamatan Bahodopi, khususnya Desa Lalampu dan Labota, yang diduga kuat dipicu oleh operasional 65 Izin Usaha Pertambangan (IUP) nikel dengan luas konsesi mencapai 155.051 hektare (Walhi Sulteng, 2025). Ekspansi pertambangan masif yang tidak terkendali ini telah memicu konversi kawasan lindung menjadi area tambang serta deforestasi hutan hujan di bagian hulu, yang bermuara pada terganggunya keseimbangan ekologis dan rusaknya fungsi penyangga hidrologi kawasan (Yayasan Tanah Merdeka, 2025).

Degradasi lingkungan tersebut semakin diperparah oleh insiden banjir bandang yang menerjang kawasan PT Indonesia Morowali Industrial Park (IMIP) pada pertengahan Maret 2025, yang memunculkan indikasi ketidaklayakan sistem pengelolaan tailing (Kompas, 2025). Praktik pengelolaan tailing yang tidak memenuhi standar baku mutu tersebut menjadi semakin problematis karena disertai dengan minimnya kompensasi dan pelaksanaan program Corporate Social Responsibility (CSR) bagi masyarakat terdampak di sekitarnya (Yayasan Tanah Merdeka, 2025).

Rangkaian kasus ini menjadi indikator empiris atas rendahnya kualitas tata kelola operasional pertambangan. Tragedi tersebut merupakan akumulasi dari pelanggaran yang bersifat sistematis, mulai dari penerapan metode penambangan yang keliru, pengabaian standar Keselamatan dan Kesehatan Kerja (K3), hingga perusakan fungsi penyangga hidrologi (Badan Geologi ESDM, 2025; Walhi Sulteng, 2025). Implikasi dari rentetan insiden ini sering kali memunculkan desakan publik yang menuntut penghentian operasional tambang secara permanen. Padahal, akar permasalahan sesungguhnya tidak terletak pada eksistensi industri pertambangan itu sendiri, melainkan pada kelemahan tata kelola dan pengabaian prinsip keberlanjutan.

Permasalahan fundamental dari krisis tata kelola ini berakar pada rendahnya kesadaran ekologis, yang membiarkan praktik eksploitatif terus berlanjut. Oleh karena itu, intervensi edukatif yang bersifat preventif sangat mendesak untuk dilakukan, terutama bagi generasi muda. Siswa Sekolah Menengah Atas (SMA) merupakan target yang sangat strategis. Mereka adalah calon pengusaha, teknokrat, dan pembuat kebijakan di masa depan yang kelak akan menentukan arah tata kelola sumber daya alam Indonesia. Membangun kesadaran ekologis sejak tingkat pendidikan menengah terbukti jauh lebih efektif dibandingkan dengan remediasi perilaku di usia dewasa.

Menjawab urgensi tersebut, kegiatan pengabdian kepada masyarakat ini menggandeng SMA SoliDeo Tangsel sebagai mitra sasaran. Sebagai institusi pendidikan umum, kurikulum sekolah tentu tidak secara spesifik membahas ilmu pertambangan. Kondisi ini melahirkan permasalahan mitra, yakni: (1) terbatasnya akses informasi komprehensif yang dimiliki siswa mengenai industri pertambangan Indonesia beserta praktik keberlanjutannya; dan (2) minimnya bekal pengetahuan ekologis sejak dini bagi siswa sebagai calon pemimpin masa depan. Di sinilah dosen, sebagai intelektual kampus, memiliki tanggung jawab moral dan akademis untuk hadir memberikan pencerahan.

Pelaksanaan kegiatan pengabdian kepada masyarakat ini didasarkan pada tiga alasan utama, yaitu: (1) perlunya meluruskan miskonsepsi di kalangan generasi muda terkait eksistensi pertambangan, sehingga terbangun kesadaran akan peran vital sektor tersebut sekaligus pemahaman kritis bahwa krisis ekologis harus diselesaikan melalui perbaikan tata kelola operasional, bukan penutupan tambang secara total; (2) adanya kebutuhan mendesak untuk mengisi kesenjangan kurikulum di SMA SoliDeo Tangsel, guna menjembatani keterbatasan akses informasi siswa mengenai penerapan prinsip pertambangan berkelanjutan secara komprehensif, mulai dari tahap eksplorasi hingga reklamasi; dan (3) pentingnya mengedepankan pendekatan preventif pada target yang strategis, yakni menanamkan nilai tanggung jawab sosial dan ekologis sejak dini kepada siswa SMA sebagai calon pemimpin masa depan, yang diyakini jauh lebih efektif dibandingkan remediasi perilaku pada usia dewasa.

Kegiatan edukasi ini bukan sekadar pemenuhan beban kinerja dosen, melainkan sebuah investasi jangka panjang. Secara spesifik, pengabdian masyarakat ini bertujuan untuk: (1) memberikan pemahaman komprehensif tentang peran vital pertambangan dalam kehidupan modern; (2) menjelaskan penerapan prinsip-prinsip pertambangan berkelanjutan dari tahap eksplorasi hingga reklamasi; (3) membangun pola pikir kritis bahwa solusi bencana tambang adalah perbaikan tata kelola, bukan penutupan operasional; dan (4) menanamkan nilai tanggung jawab sosial dan ekologis kepada generasi muda.

METODE

Kegiatan pengabdian masyarakat dilaksanakan di SMA SoliDeo, Tangerang Selatan, dengan peserta siswa kelas XII yang berjumlah 17 orang. Pemilihan sekolah ini didasarkan pada visi pendidikan karakter yang sejalan dengan tujuan membentuk generasi muda yang kritis dan bertanggung jawab melalui pendidikan yang holistik.

Kegiatan pengabdian dibuka dengan ceramah interaktif berdurasi 60 menit yang menyajikan materi “Mengenal Dunia Pertambangan: Dari Eksplorasi hingga Reklamasi”. Pada sesi ini, siswa diperkenalkan kepada berbagai tahapan kegiatan pertambangan yang dimulai dari fase eksplorasi untuk menemukan deposit mineral, dilanjutkan dengan eksploitasi sebagai proses penambangan, kemudian pengolahan mineral menjadi produk bernilai ekonomi, hingga reklamasi untuk memulihkan lahan pascatambang dan kegiatan pascatambang yang memastikan keberlanjutan lingkungan. Presentasi ini tidak hanya menjelaskan aspek teknis, namun juga menekankan bagaimana setiap tahapan tersebut harus dilakukan dengan penuh tanggung jawab agar tidak menimbulkan kerusakan permanen.

Bagian penting dari ceramah interaktif ini adalah membuka wawasan siswa tentang ketergantungan kehidupan modern terhadap produk mineral. Siswa diajak untuk mengidentifikasi benda-benda di sekitar mereka, mulai dari smartphone yang mereka pegang, kendaraan yang mereka tumpangi, gedung sekolah tempat mereka belajar, hingga peralatan medis di rumah sakit, yang semuanya tidak akan ada tanpa aktivitas pertambangan. Penjelasan ini disertai dengan data visual yang menunjukkan komposisi mineral dalam berbagai produk teknologi dan infrastruktur, sehingga siswa dapat memahami bahwa menutup sektor pertambangan secara total akan menghentikan roda peradaban manusia.

Konteks nyata diberikan melalui pembahasan studi kasus bencana pertambangan yang baru saja terjadi di Indonesia, khususnya longsor Gunung Kuda Cirebon dan banjir berulang di Morowali. Kasus-kasus ini disajikan dengan detail faktual mengenai korban jiwa, kerusakan lingkungan, dan analisis penyebabnya. Siswa diberi pemahaman bahwa bencana-bencana ini bukan mutlak disebabkan oleh aktivitas pertambangan itu sendiri, melainkan akibat dari pelanggaran prosedur, pengabaian regulasi, dan lemahnya tata kelola. Melalui penjelasan ini, siswa mulai memahami perbedaan mendasar antara pertambangan yang bertanggung jawab dengan praktik pertambangan yang buruk.

Ceramah interaktif ditutup dengan pengenalan prinsip pertambangan berkelanjutan dan tanggung jawab sosial perusahaan. Siswa diperkenalkan pada konsep-konsep seperti Environmental, Social, and Governance (ESG), kepatuhan terhadap regulasi pertambangan, pentingnya studi AMDAL

yang komprehensif, implementasi sistem K3 yang ketat, dan program Corporate Social Responsibility (CSR) yang memberdayakan masyarakat lokal. Penjelasan ini memberikan gambaran bahwa pertambangan pada hakikatnya harus berjalan dengan standar internasional yang menjunjung tinggi keselamatan, kelestarian lingkungan, dan kesejahteraan masyarakat.

Selanjutnya dilakukan sesi diskusi interaktif selama 30 menit untuk mendalami pemahaman siswa dan mengeksplorasi perspektif mereka terhadap isu pertambangan. Pada sesi ini, siswa didorong untuk mengajukan pertanyaan, berbagi pandangan, dan mendiskusikan dilema antara kebutuhan ekonomi dengan tanggung jawab lingkungan. Diskusi difasilitasi dengan metode tanya jawab terbuka dan analisis kasus konkret, mendorong siswa berpikir kritis tentang kompleksitas persoalan pertambangan, serta membangun kesadaran bahwa solusi terbaik bukan menutup tambang secara permanen atau membiarkan praktik pertambangan yang buruk terus dilakukan, melainkan perbaikan sistemik dalam tata kelola dan penegakan regulasi.

Evaluasi efektivitas kegiatan pengabdian dilakukan melalui metode observasi partisipatif selama ceramah interaktif. Pemahaman awal siswa diidentifikasi melalui sesi tanya jawab di awal kegiatan untuk mengukur pengetahuan dasar tentang pertambangan, meliputi pentingnya pertambangan dalam kehidupan modern, metode penambangan, dan dampak lingkungan. Pemahaman akhir dinilai berdasarkan kualitas respons siswa dalam diskusi interaktif, kemampuan mengidentifikasi konsep pertambangan berkelanjutan, dan partisipasi aktif dalam sesi tanya jawab. Aspek yang diamati mencakup pemahaman tentang produk tambang, reklamasi lahan, hilirisasi mineral, serta peran generasi muda dalam pertambangan berkelanjutan. Penilaian dilakukan secara kualitatif oleh dosen pelaksana berdasarkan indikator keaktifan bertanya, ketepatan jawaban, dan peningkatan pemahaman konsep yang terlihat dari awal hingga akhir kegiatan.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Perubahan Pemahaman Siswa Tentang Pertambangan

Observasi pada sesi tanya jawab awal kegiatan menunjukkan bahwa pemahaman siswa tentang pertambangan masih terbatas dan cenderung negatif. Ketika diberikan pertanyaan mengenai pandangan mereka terhadap industri pertambangan, mayoritas siswa menjawab dengan perspektif yang dipengaruhi pemberitaan media massa tentang bencana lingkungan. Respons dominan mengarah pada solusi langsung berupa penutupan total tambang tanpa mempertimbangkan konsekuensi ekonomi dan sosial. Siswa belum memahami kompleksitas isu pertambangan, belum menyadari ketergantungan kehidupan modern terhadap produk mineral, dan belum familiar dengan konsep pertambangan berkelanjutan.



Gambar 1. Kegiatan edukasi pertambangan berkelanjutan kepada siswa kelas XII SMA SoliDeo

Setelah mengikuti ceramah interaktif selama 60 menit yang memaparkan materi “Mengenal Dunia Pertambangan: Dari Eksplorasi hingga Reklamasi”, terjadi pergeseran paradigma yang signifikan. Siswa mulai memahami bahwa pertambangan merupakan bagian dari kehidupan modern yang tidak dapat dipisahkan. Smartphone yang digunakan mengandung lebih dari 15 jenis mineral, dari mulai emas, tembaga, dan perak. Kendaraan membutuhkan besi dan aluminium, gedung sekolah dibangun dengan semen dan besi beton, bahkan teknologi energi terbarukan seperti baterai lithium dan panel surya sangat bergantung pada mineral hasil tambang. Pemahaman ini mengubah perspektif mereka dari yang awalnya berpendapat bahwa manusia tidak membutuhkan pertambangan menjadi “bagaimana melakukan pertambangan dengan bertanggung jawab?”.

Presentasi dilengkapi dengan data visual dan infografis yang menunjukkan tahapan lengkap kegiatan pertambangan dari eksplorasi, eksploitasi, pengolahan, hingga reklamasi. Siswa melihat bahwa setiap tahapan memiliki regulasi ketat yang harus dipatuhi, standar keselamatan kerja yang wajib diterapkan, dan kewajiban pemulihan lingkungan pascatambang. Penjelasan tentang proses reklamasi, yang dimulai dari land reshaping, revegetasi, hingga monitoring jangka panjang telah membuka wawasan bahwa tanggung jawab perusahaan tambang tidak berakhir saat operasi berhenti. Siswa juga diperlihatkan contoh sukses reklamasi lahan bekas tambang yang diubah menjadi hutan produktif, lahan pertanian, atau danau perikanan.



Gambar 2. Bahan presentasi ceramah interaktif yang menunjukkan keberhasilan reklamasi

Diskusi Interaktif dan Pembentukan Kesadaran Kritis

Sesi diskusi selama 30 menit menjadi momen penting dalam membangun kesadaran kritis siswa. Pada sesi ini, siswa didorong untuk mengajukan pertanyaan, mengungkapkan pandangan mereka, dan mendiskusikan pilihan antara kebutuhan ekonomi dengan tanggung jawab lingkungan. Pertanyaan-pertanyaan yang muncul menunjukkan tingkat pemahaman yang semakin mendalam, seperti: “Bagaimana memastikan perusahaan tambang benar-benar melakukan reklamasi?”, “Mengapa pemerintah tidak lebih ketat dalam memberikan sanksi?”, “Apakah ada teknologi yang bisa membuat pertambangan lebih aman?”, dan “Apakah sektor pertambangan akan tetap ada 100 tahun kedepan? Jika iya, maka sejauh mana kerusakan yang akan ditimbulkan?”

Pembahasan kasus nyata bencana Gunung Kuda dan Morowali menjadi pembelajaran kontekstual yang sangat efektif. Siswa diajak menganalisis akar permasalahan bukan dari sudut pandang pertambangan yang bertolak belakang dengan menjaga lingkungan, melainkan bagaimana mencegah tata kelola buruk dan mengupayakan tata kelola baik. Mereka memahami bahwa longsor Gunung Kuda terjadi karena operasi tanpa izin RKAB, penggunaan metode under-cutting yang salah pada lereng terjal, dan pengabaian surat peringatan dari pemerintah. Di Morowali, banjir berulang disebabkan ekspansi masif 65 IUP tanpa mempertimbangkan fungsi hidrologi kawasan, deforestasi

hutan resapan air, dan dugaan pengelolaan tailing yang tidak memadai. Pemahaman ini mengubah perspektif siswa dari “tutup semua tambang” menjadi “perbaiki tata kelola dan tegakkan regulasi”.

Prinsip Pertambangan Berkelanjutan Dan Tanggung Jawab Sosial

Siswa diperkenalkan pada konsep Environmental, Social, and Governance (ESG) sebagai kerangka kerja untuk menjalankan pertambangan yang bertanggung jawab. Aspek Environmental (Lingkungan) mencakup kewajiban melakukan studi Analisis Mengenai Dampak Lingkungan (AMDAL) yang komprehensif sebelum memulai operasi, implementasi sistem pengelolaan lingkungan yang ketat selama operasi, program reklamasi bertahap untuk memulihkan lahan pascatambang, dan monitoring kualitas udara, air, dan tanah secara berkala. Siswa memahami bahwa AMDAL bukan sekadar formalitas administratif, tetapi kajian ilmiah mendalam tentang dampak potensial terhadap ekosistem, hidrologi, kualitas udara, flora fauna, dan masyarakat sekitar.

Aspek sosial menekankan tanggung jawab perusahaan terhadap kesejahteraan masyarakat sekitar tambang. Program Corporate Social Responsibility (CSR) tidak boleh hanya bersifat charity atau pemberian bantuan sesaat, tetapi harus berorientasi pada pemberdayaan jangka panjang. Siswa memahami bahwa CSR yang berkualitas harus mencakup penyediaan infrastruktur dasar seperti fasilitas kesehatan, pendidikan, air bersih, dan jalan akses yang layak. Perusahaan tambang juga berkewajiban memberikan pelatihan keterampilan kerja kepada masyarakat lokal agar mereka dapat dipekerjakan di lokasi tambang atau memiliki keterampilan untuk berwirausaha mandiri. Pemberdayaan ekonomi masyarakat melalui pengembangan UMKM lokal menjadi kunci agar ekonomi masyarakat tidak sepenuhnya bergantung pada keberadaan tambang.

Aspek Governance (Tata Kelola) menekankan pentingnya kepatuhan terhadap regulasi, transparansi operasi, dan akuntabilitas perusahaan. Siswa memahami bahwa perusahaan tambang wajib memiliki seluruh izin yang dipersyaratkan seperti Izin Usaha Pertambangan (IUP), RKAB yang disetujui pemerintah, izin lingkungan, dan izin operasi produksi. Operasi tambang harus dilakukan sesuai dengan rencana yang telah disetujui dalam RKAB, tidak boleh menyimpang dari metode penambangan yang telah ditetapkan, dan harus patuh pada standar K3 yang ketat. Transparansi operasi juga penting, termasuk keterbukaan informasi tentang dampak lingkungan, program CSR, dan mekanisme penanganan keluhan masyarakat.

Evaluasi Kegiatan

Program pengabdian masyarakat berupa edukasi pertambangan berkelanjutan telah dilaksanakan kepada 17 siswa kelas XII SMA SoliDeo Tangerang Selatan. Evaluasi efektivitas program dilakukan melalui metode observasi partisipatif selama ceramah interaktif. Pemahaman awal siswa diidentifikasi melalui sesi tanya jawab di awal kegiatan untuk mengukur pengetahuan dasar tentang pertambangan, meliputi pentingnya pertambangan dalam kehidupan modern, metode penambangan, dan dampak lingkungan. Pemahaman akhir dinilai berdasarkan kualitas respons siswa dalam diskusi interaktif, kemampuan mengidentifikasi konsep pertambangan berkelanjutan, dan partisipasi aktif dalam sesi tanya jawab.

Hasil observasi pada sesi tanya jawab awal menunjukkan pemahaman siswa yang masih terbatas dan cenderung negatif terhadap industri pertambangan. Sebagian besar siswa hanya mengenal pertambangan dari pemberitaan bencana lingkungan seperti longsor dan banjir, tanpa memahami peran vital mineral dalam kehidupan sehari-hari. Ketika ditanya tentang produk yang bergantung pada hasil tambang, hanya sedikit siswa yang mampu mengidentifikasi bahwa smartphone, kendaraan, dan bangunan sekolah mereka bergantung pada mineral. Pemahaman tentang tahapan pertambangan, metode eksploitasi yang benar, dan prinsip pertambangan berkelanjutan juga sangat minim, dengan mayoritas siswa tidak mengetahui istilah seperti eksplorasi, reklamasi, atau hilirisasi mineral.

Setelah ceramah dan diskusi interaktif, terjadi peningkatan pemahaman yang signifikan berdasarkan kualitas respons siswa. Pada sesi diskusi akhir, seluruh siswa mampu mengidentifikasi minimal lima produk kehidupan sehari-hari yang bergantung pada hasil tambang, dengan beberapa siswa bahkan menjelaskan komposisi mineral dalam smartphone dan baterai kendaraan listrik. Siswa

menunjukkan pemahaman yang baik tentang tahapan pertambangan dari eksplorasi hingga reklamasi, dengan mampu menjelaskan perbedaan antara metode surface mining dan underground mining. Yang paling penting, terjadi pergeseran paradigma dari sikap harus menutup semua tambang di Indonesia menjadi pemahaman bahwa solusi bencana pertambangan adalah perbaikan tata kelola dan penegakan regulasi. Partisipasi aktif siswa dalam sesi tanya jawab juga meningkat drastis, dari hanya 3 hingga 4 siswa di awal menjadi hampir seluruh siswa yang terlibat aktif di akhir kegiatan, menunjukkan keberhasilan program dalam membangun kesadaran kritis dan tanggung jawab ekologis generasi muda.

SIMPULAN DAN SARAN

Pengabdian masyarakat ini berhasil memberikan pemahaman komprehensif kepada siswa SMA SoliDeo tentang kompleksitas industri pertambangan. Kesimpulan yang dapat diambil adalah: (1) kehidupan modern bergantung sepenuhnya pada produk pertambangan, dari teknologi hingga infrastruktur, sehingga penutupan total pertambangan akan menghentikan pembangunan dan kemajuan peradaban; (2) bencana pertambangan seperti di Gunung Kuda dan Morowali disebabkan oleh tata kelola yang buruk, bukan oleh aktivitas pertambangan itu sendiri, dengan pelanggaran prosedur, pengabaian regulasi, dan lemahnya enforcement sebagai akar masalah; (3) solusi efektif adalah perbaikan sistemik melalui penegakan regulasi ketat, implementasi praktik berkelanjutan, tanggung jawab sosial-ekologi perusahaan, dan pembangunan kapasitas SDM; dan (4) generasi muda memiliki peran krusial sebagai agen perubahan untuk menciptakan industri pertambangan yang produktif, aman, dan bertanggung jawab.

Saran untuk keberlanjutan program adalah: (1) kegiatan serupa perlu diperluas ke lebih banyak sekolah untuk membangun kesadaran massal; (2) perlu kerjasama dengan industri pertambangan untuk field trip agar siswa melihat langsung praktik good mining dan bad mining; (3) dikembangkan modul pembelajaran terintegrasi tentang pertambangan berkelanjutan untuk kurikulum sekolah menengah; dan (4) universitas perlu berperan aktif menjembatani gap antara akademisi, industri, masyarakat, dan pemerintah melalui riset aplikatif dan advokasi kebijakan.

Pengabdian masyarakat dosen bukan hanya pemenuhan kewajiban, tetapi investasi jangka panjang untuk masa depan Indonesia yang berkelanjutan. Dengan membekali generasi muda dengan pengetahuan, kesadaran kritis, dan tanggung jawab ekologi, kita mempersiapkan pemimpin masa depan yang mampu menyeimbangkan pembangunan ekonomi dengan pelestarian lingkungan dan kesejahteraan sosial.

UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis mengucapkan terima kasih kepada SMA SoliDeo Tangerang Selatan dan Bapak Yulius Unsong selaku Kepala Sekolah yang telah memberikan kesempatan untuk melaksanakan kegiatan pengabdian masyarakat berupa ceramah interaktif kepada 17 siswa kelas XII. Dukungan dan fasilitas yang diberikan sangat membantu terlaksananya program edukasi pertambangan berkelanjutan ini dengan baik.

DAFTAR RUJUKAN

- Abzalov, M. Z. (2016). *Applied mining geology*. Switzerland: Springer International Publishing.
- Ali, S. H., Giurco, D., Arndt, N., Nickless, E., Brown, G., Demetriades, A., ... & Yakovleva, N. (2017). Mineral supply for sustainable development requires resource governance. *Nature*. <https://doi.org/10.1038/nature21359>
- Edraki, M., Baumgartl, T., Manlapig, E., Bradshaw, D., Franks, D. M., & Moran, C. J. (2014). Designing mine tailings for better environmental, social and economic outcomes: A review of alternative approaches. *Journal of Cleaner Production*. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2014.04.079>
- Badan Geologi Kementerian ESDM. (2025). *Tanggapan Bencana Gerakan Tanah di Gunung Kuda, Desa Cipanas, Kabupaten Cirebon, Jawa Barat – 30 Mei 2025*. Jakarta: Kementerian ESDM.

- Bainton, N., & Holcombe, S. (2018). A critical review of the social aspects of mine closure. *Resources Policy*. <https://doi.org/10.1016/j.resourpol.2018.08.020>
- Kompas. (2025). Panen bencana di lumbung nikel Sulawesi. *Kompas.id*. <https://www.kompas.id>
- Lèbre, É., Stringer, M., Svobodova, K., Owen, J. R., Kemp, D., Côte, C., ... & Valenta, R. (2020). The social and environmental complexities of extracting energy transition metals. *Nature Communications*. <https://doi.org/10.1038/s41467-020-18661-9>
- Luckeneder, S., Giljum, S., Schaffartzik, A., Maus, V., & Tost, M. (2021). Surge in global metal mining threatens vulnerable ecosystems. *Global Environmental Change*. <https://doi.org/10.1016/j.gloenvcha.2021.102303>
- Kinnunen, P. H., & Kaksonen, A. H. (2019). Towards circular economy in mining: Opportunities and bottlenecks for tailings valorization. *Journal of Cleaner Production*. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2019.04.171>
- Lima, A. T., Mitchell, K., O'Connell, D. W., Verhoeven, J., & Van Cappellen, P. (2016). The legacy of surface mining: Remediation, restoration, reclamation and rehabilitation. *Environmental Science & Policy*. <https://doi.org/10.1016/j.envsci.2016.07.011>
- Mongabay Indonesia. (2025). Longsor Tambang Gunung Kuda Cirebon tewaskan puluhan orang. *Mongabay.co.id*. <https://mongabay.co.id>
- Northey, S. A., Mudd, G. M., & Werner, T. T. (2018). Unresolved complexity in assessments of mineral resource depletion and availability. *Natural Resources Research*. <https://doi.org/10.1007/s11053-017-9352-5>
- Owen, J. R., Kemp, D., Lèbre, É., Svobodova, K., & Pérez Murillo, G. (2020). Catastrophic tailings dam failures and disaster risk disclosure. *International Journal of Disaster Risk Reduction*. <https://doi.org/10.1016/j.ijdrr.2019.101361>
- Prihatmoko, S., & Idrus, A. (2020). *Mineral exploration and resource estimation: Indonesian case studies*. *Indonesian Journal on Geoscience*.
- Seck, G. S., Hache, E., Bonnet, C., Simoën, M., & Carcanague, S. (2020). Copper at the crossroads: Assessment of the interactions between low-carbon energy transition and supply limitations. *Resources, Conservation and Recycling*. <https://doi.org/10.1016/j.resconrec.2020.105072>
- Spiegel, S. J. (2017). EIAs, power and political ecology: Situating resource struggles and the technopolitics of small-scale mining. *Geoforum*. <https://doi.org/10.1016/j.geoforum.2017.10.010>
- Sovacool, B. K., Ali, S. H., Bazilian, M., Radley, B., Nemery, B., Okatz, J., & Mulvaney, D. (2020). Sustainable minerals and metals for a low-carbon future. *Science*. <https://doi.org/10.1126/science.aaz6003>
- Tempo.co. (2025). Kronologi Longsor Gunung Kuda: Kisah korban yang terkurung 30 menit. *Tempo.co*. <https://www.tempo.co>
- Watari, T., McLellan, B. C., Giurco, D., Dominish, E., Yamasue, E., & Nansai, K. (2019). Total material requirement for the global energy transition to 2050: A focus on transport and electricity. *Resources, Conservation and Recycling*. <https://doi.org/10.1016/j.resconrec.2019.05.015>
- Xu, C., Dai, Q., Gaines, L., Hu, M., Tukker, A., & Steubing, B. (2020). Future material demand for automotive lithium-based batteries. *Communications Materials*. <https://doi.org/10.1038/s43246-020-00095-x>