

PRAKTIK ILMU KETEKNIKAN GEOLOGI PERTAMBANGAN YANG BERKAITAN DENGAN PELEDAKAN BATUAN

The Practice of Mining Geological Engineering Related to Rock Blasting

Jarwanto

Universitas AKPRIND Indonesia

Email: jarwanbjb@gmail.com

Abstract

This community service activity aimed to improve vocational high school (SMK) students' understanding of the application of mining geological engineering, particularly in the aspect of rock blasting. Blasting is one of the main methods in mining operations used to fragment hard rock so that it can be easily excavated and transported. However, this material is still rarely understood technically by vocational secondary-level students. The activity was conducted in the form of theoretical outreach, simulation practice, and demonstrations of basic blasting design calculations. The materials delivered included basic blasting principles, types of explosives, blast hole geometry, safety factors, and environmental impacts. The results of the activity showed an increase in students' conceptual understanding of rock blasting mechanisms, occupational safety, and the relationship between geological science and mining practices. This program contributes to strengthening the link and match between vocational education and the needs of the mining industry.

Keywords: *engineering geology, mining, rock blasting, vocational education, community service*

Abstrak

Kegiatan pengabdian kepada masyarakat ini bertujuan untuk meningkatkan pemahaman siswa Sekolah Menengah Kejuruan (SMK) Negeri 1 Karanggayam Kecamatan Kebumen terhadap penerapan ilmu keteknikan geologi pertambangan, khususnya pada aspek peledakan batuan (rock blasting). Peledakan merupakan salah satu metode utama dalam kegiatan penambangan untuk proses pemberaian batuan keras agar mudah digali dan diangkut. Namun, materi ini masih jarang dipahami secara teknis oleh siswa tingkat menengah kejuruan. Kegiatan dilaksanakan dalam bentuk penyuluhan, praktik simulasi, serta demonstrasi perhitungan dasar desain peledakan. Materi yang diberikan mencakup prinsip dasar peledakan, jenis bahan peledak, geometri lubang ledak, faktor keselamatan, serta dampak lingkungan. Hasil kegiatan menunjukkan peningkatan pemahaman konseptual siswa terhadap mekanisme peledakan batuan, keselamatan kerja, serta keterkaitan ilmu geologi dengan praktik pertambangan. Program ini berkontribusi dalam memperkuat link and match antara dunia pendidikan vokasi dan kebutuhan industri pertambangan.

Kata kunci: *geologi teknik, pertambangan, peledakan batuan, pendidikan vokasi, pengabdian masyarakat*

PENDAHULUAN

Bidang keteknikan geologi pertambangan memegang peranan penting dalam kegiatan eksplorasi dan eksploitasi sumber daya mineral dan batubara. Salah

satu tahapan krusial dalam kegiatan penambangan adalah proses peledakan batuan, terutama pada batuan keras yang tidak dapat digali secara mekanis. Peledakan bertujuan untuk memecah massa batuan menjadi ukuran yang sesuai untuk proses pemuatan dan pengangkutan.

Di sisi lain, pendidikan kejuruan tingkat SMK dituntut untuk menghasilkan lulusan yang siap kerja dan memiliki pemahaman praktis terhadap teknologi industri. Namun, materi peledakan batuan umumnya masih terbatas pada teori umum tanpa pemahaman teknis mengenai desain peledakan, aspek keselamatan, dan dampak lingkungannya.

Berdasarkan kondisi tersebut, dilakukan kegiatan pengabdian kepada masyarakat berupa praktik ilmu keteknikan geologi pertambangan yang difokuskan pada pemahaman dasar peledakan batuan bagi siswa SMK. Kegiatan ini menjadi jembatan antara ilmu geologi teknik dengan aplikasi nyata di dunia pertambangan.

Kompetensi praktik peledakan batuan bagi siswa SMK merupakan bagian dari penguatan keterampilan vokasi yang mengintegrasikan pengetahuan geologi, teknik pertambangan, serta keselamatan kerja. Pada tingkat pendidikan kejuruan, pemahaman tentang peledakan tidak diarahkan pada pelaksanaan operasional lapangan secara langsung, melainkan pada penguasaan konsep, perencanaan dasar, simulasi desain, serta kesadaran terhadap aspek risiko dan lingkungan.

Siswa dibekali kemampuan mengenali karakteristik batuan berdasarkan sifat fisik dan mekaniknya, seperti kekerasan, struktur rekahan, serta tingkat pelapukan. Pemahaman ini penting karena sifat batuan sangat memengaruhi desain peledakan. Melalui kegiatan pembelajaran, siswa dilatih membaca hubungan antara kondisi geologi dengan kebutuhan energi peledakan, sehingga mereka memahami bahwa peledakan bukan sekadar proses menghancurkan batuan, tetapi merupakan rekayasa teknik yang terukur.

Dalam aspek perencanaan, kompetensi yang ditanamkan meliputi pemahaman geometri peledakan seperti *burden*, *spacing*, kedalaman lubang ledak, dan pola pengeboran. Siswa mempelajari bagaimana parameter tersebut saling berkaitan untuk menghasilkan fragmentasi batuan yang optimal. Kegiatan praktik dilakukan dalam bentuk simulasi desain pola peledakan di atas kertas kerja atau perangkat lunak sederhana, sehingga siswa mampu memvisualisasikan distribusi lubang ledak serta aliran energi ledakan.

Selain aspek teknis, kompetensi keselamatan kerja menjadi bagian utama. Siswa diperkenalkan pada prinsip dasar K3 pertambangan, zona aman peledakan, sistem peringatan sebelum peledakan, serta potensi bahaya seperti *flyrock*, getaran tanah, dan kebisingan. Penekanan diberikan pada budaya keselamatan (*safety culture*) bahwa setiap kegiatan peledakan harus dikendalikan melalui prosedur yang ketat.

Kompetensi lain yang dikembangkan adalah kesadaran lingkungan. Siswa memahami bahwa peledakan dapat menimbulkan dampak berupa getaran, debu, dan gangguan terhadap lingkungan sekitar. Oleh karena itu, mereka diajarkan konsep pengendalian dampak seperti pengaturan *delay time*, pengurangan muatan bahan peledak, serta monitoring getaran.

Secara keseluruhan, kompetensi praktik peledakan yang ditanamkan pada siswa SMK bertujuan membentuk lulusan yang memiliki:

- pemahaman dasar rekayasa peledakan batuan,
- kemampuan membaca hubungan geologi dan teknik peledakan,
- keterampilan simulasi desain sederhana,
- kesadaran tinggi terhadap keselamatan kerja,
- serta pemahaman dampak lingkungan pertambangan.

Dengan kompetensi tersebut, siswa memiliki bekal awal yang relevan dengan kebutuhan industri pertambangan serta mampu melanjutkan pembelajaran ke tingkat yang lebih lanjut secara profesional dan bertanggung jawab.

Tujuan Kegiatan Pengabdian

Kegiatan Pengabdian Kepada Masyarakat (PKM) bagi siswa SMKN 1 Karanggayam memiliki sejumlah maksud dan tujuan penting yang bertujuan untuk memberikan manfaat nyata baik bagi siswa itu sendiri maupun bagi masyarakat di sekitarnya. Berikut adalah penjelasan mengenai maksud dan tujuan yang ingin dicapai melalui kegiatan tersebut:

Maksud Kegiatan Pengabdian Kepada Masyarakat

1. Mempererat Hubungan antara Sekolah dan Masyarakat
 - Menjalin hubungan yang lebih erat antara SMKN 1 Karanggayam dengan masyarakat sekitar melalui berbagai kegiatan yang bermanfaat dan kolaboratif.
 - Membangun rasa saling percaya dan kerjasama yang dapat memberikan dampak positif bagi kedua belah pihak.
2. Penerapan Ilmu dan Keterampilan Siswa
 - Memberikan kesempatan kepada siswa untuk menerapkan pengetahuan dan keterampilan yang mereka pelajari di sekolah dalam konteks dunia nyata.
 - Membantu siswa memahami bagaimana teori yang mereka pelajari dapat diterapkan dalam situasi dan permasalahan masyarakat.
 - Praktik yang dilakukan terfokus pada bidang mekanika tentang batuan yang akan dilakukan peledakan, sehingga siswa dapat memahami karakteristik sifat batuan.
3. Pengembangan *Soft Skills*
 - Meningkatkan kemampuan komunikasi, kerjasama tim, dan kepemimpinan siswa melalui interaksi langsung dengan masyarakat.
 - Mengembangkan rasa empati, tanggung jawab sosial, dan kesadaran akan pentingnya kontribusi kepada komunitas.
4. Meningkatkan Kesadaran Sosial dan Lingkungan
 - Membangun kesadaran siswa akan isu-isu sosial dan lingkungan yang dihadapi oleh masyarakat setempat.
 - Mendorong siswa untuk berpikir kritis dan kreatif dalam mencari solusi bagi permasalahan yang ada.
5. Memperkenalkan Dunia Pertambangan Secara Positif
 - Mengedukasi masyarakat mengenai dunia pertambangan dan praktik-praktik berkelanjutan yang dilakukan oleh industri ini.
 - Menunjukkan bagaimana pertambangan yang bertanggung jawab dapat memberikan manfaat ekonomi dan sosial bagi masyarakat.

Manfaat Kegiatan Pengabdian

Manfaat dari kegiatan Pengabdian kepada Masyarakat ini antara lain:

- a. Peserta diharapkan memiliki kemampuan pengetahuan dan pemahaman tentang Ilmu Geologi dan Pertambangan.
- b. Peserta diharapkan memiliki kemauan yang mantap bekerja dan belajar di industri geologi dan tambang.

Sasaran Kegiatan Pengabdian

Sasaran dari kegiatan pengabdian kepada masyarakat ini adalah Siswa SMKAN Karanggayam, Kabupaten Kebumen

METODE PELAKSANAAN

Metode pelaksanaan kegiatan pengabdian dilakukan melalui beberapa tahapan berikut:

Penyuluhan Teoretis

Penyampaian materi menggunakan presentasi interaktif mengenai:

- Peran geologi dalam pertambangan
- Konsep dasar peledakan batuan
- Faktor yang memengaruhi keberhasilan peledakan

Demonstrasi Perhitungan Dasar Peledakan

Peserta dikenalkan pada parameter desain peledakan, seperti:

- **Burden (B)** – jarak antar lubang ledak ke bidang bebas
- **Spacing (S)** – jarak antar lubang ledak sejajar
- **Depth (H)** – kedalaman lubang bor
- **Powder Factor (PF)** – rasio bahan peledak terhadap volume batuan

Contoh pendekatan empiris:

$$B=k \times D$$

dimana:

B	=	burden (m)
k	=	konstanta batuan (20–30)
D	=	diameter lubang bor (m)

Simulasi Desain Peledakan

Peserta melakukan simulasi desain pola peledakan sederhana menggunakan skema grid lubang ledak untuk memahami distribusi energi ledak.

Diskusi Keselamatan dan Lingkungan

Pembahasan meliputi:

- Getaran tanah (ground vibration)
- Flyrock
- Kebisingan
- Pengendalian dampak terhadap lingkungan sekitar

HASIL DAN PEMBAHASAN

Pelaksanaan Kegiatan PkM

Pelaksanaan kegiatan PkM dilaksanakan dengan memberikan penguasaan pemahaman dan ketrampilan siswa dalam menghadapi cara belajar dan menguasai materi. Pemahaman secara langsung dilakukan dengan metode praktik di lapangan tentang proses peledakan yang sebelumnya telah didahului dengan kegiatan pembukaan dan dan pendahuluan tentang proses meledakkan batuan. Secara umum

siswa tertarik dengan materi yang dibawakan dan berantusias untuk menanyakan segala sesuai berkaitan dengan materi yang disampaikan.

Berikut rincian pelaksanaan kegiatan Pengabdian kepada Masyarakat yang telah dilaksanakan:

a. Nama Kegiatan

“Praktik Ilmu Keteknikan Geologi Pertambangan yang Berkaitan dengan Peledakan Batuan”

b. Pelaksanaan

Kegiatan ini dilaksanakan pada:

Tanggal : 11 Desember 2025

Tempat praktik : Halaman utama SMKN 1 Karanggayam, Kabupaten Kebumen, Provinsi Jawa Tengah

Teori diskusi : Aula SMKN 1 Karanggayam, Kabupaten Kebumen, Provinsi Jawa Tengah

Pemateri : Jarwanto, ST, MT.

Asisten : Jusman Rusman (NIM 211.10.4035)

c. Peserta

Peserta pelatihan diikuti oleh Siswa SMKN 1 Karanggayam, Kabupaten Kebumen, Provinsi Jawa Tengah.

d. Jadwal Kegiatan

Hari./ Tanggal	Jam	Acara	Keterangan
Kamis 11 Desember 2025	10.00-10.30 WIB	Pembukaan, Perkenalan dan Pendahuluan Keteknikan	Materi umum
	10.30-11.30 WIB	Pendahuluan Metode Peledakan	Materi tentang Peledakan Batuan
	11.30-12.30 WIB	Istirahat	Dilaksanakan di halaman samping SMKN 1 Karanggayam
	12.30-15.00 WIB	Praktik Peledakan di lapangan utama, dilanjutkan dengan diskusi dan tanya jawab	

d. Hambatan dan Solusi

Pelaksanaan kegiatan ini berjalan lancar dan disambut antusias oleh peserta pelatihan. Administrasi untuk surat menyurat dikoordinasikan dengan baik oleh panitia sehingga tidak memiliki kendala yang berarti. Persiapan untuk pelaksanaan acara pada penyusunan materi berjalan dengan lancar.

Materi Inti tentang Peledakan Batuan secara Umum

Kompetensi praktik peledakan batuan bagi siswa SMK merupakan bagian dari penguatan keterampilan vokasi yang mengintegrasikan pengetahuan geologi, teknik pertambangan, serta keselamatan kerja. Pada tingkat pendidikan kejuruan, pemahaman tentang peledakan tidak diarahkan pada pelaksanaan operasional

lapangan secara langsung, melainkan pada penguasaan konsep, perencanaan dasar, simulasi desain, serta kesadaran terhadap aspek risiko dan lingkungan.

Siswa dibekali kemampuan mengenali karakteristik batuan berdasarkan sifat fisik dan mekaniknya, seperti kekerasan, struktur rekahan, serta tingkat pelapukan. Pemahaman ini penting karena sifat batuan sangat memengaruhi desain peledakan. Melalui kegiatan pembelajaran, siswa dilatih membaca hubungan antara kondisi geologi dengan kebutuhan energi peledakan, sehingga mereka memahami bahwa peledakan bukan sekadar proses menghancurkan batuan, tetapi merupakan rekayasa teknik yang terukur.

Dalam aspek perencanaan, kompetensi yang ditanamkan meliputi pemahaman geometri peledakan seperti burden, spacing, kedalaman lubang ledak, dan pola pengeboran. Siswa mempelajari bagaimana parameter tersebut saling berkaitan untuk menghasilkan fragmentasi batuan yang optimal. Kegiatan praktik dilakukan dalam bentuk simulasi desain pola peledakan di atas kertas kerja atau perangkat lunak sederhana, sehingga siswa mampu memvisualisasikan distribusi lubang ledak serta aliran energi ledakan.

Selain aspek teknis, kompetensi keselamatan kerja menjadi bagian utama. Siswa diperkenalkan pada prinsip dasar K3 pertambangan, zona aman peledakan, sistem peringatan sebelum peledakan, serta potensi bahaya seperti flyrock, getaran tanah, dan kebisingan. Penekanan diberikan pada budaya keselamatan (safety culture) bahwa setiap kegiatan peledakan harus dikendalikan melalui prosedur yang ketat.

Kompetensi lain yang dikembangkan adalah kesadaran lingkungan. Siswa memahami bahwa peledakan dapat menimbulkan dampak berupa getaran, debu, dan gangguan terhadap lingkungan sekitar. Oleh karena itu, mereka diajarkan konsep pengendalian dampak seperti pengaturan delay time, pengurangan muatan bahan peledak, serta monitoring getaran.

Secara keseluruhan, kompetensi praktik peledakan yang ditanamkan pada siswa SMK bertujuan membentuk lulusan yang memiliki:

- pemahaman dasar rekayasa peledakan batuan,
- kemampuan membaca hubungan geologi dan teknik peledakan,
- keterampilan simulasi desain sederhana,
- kesadaran tinggi terhadap keselamatan kerja,
- serta pemahaman dampak lingkungan pertambangan.

Dengan kompetensi tersebut, siswa memiliki bekal awal yang relevan dengan kebutuhan industri pertambangan serta mampu melanjutkan pembelajaran ke tingkat yang lebih lanjut secara profesional dan bertanggung jawab.

Prinsip Dasar Peledakan

Peledakan batuan memanfaatkan energi kimia bahan peledak yang berubah menjadi energi gelombang kejut dan gas bertekanan tinggi untuk memecah batuan.

Jenis Bahan Peledak

- ANFO (Ammonium Nitrate Fuel Oil)
- Emulsion explosives
- Detonator dan sistem inisiasi

Geometri Peledakan

Faktor desain utama:

- Pola lubang ledak

- Diameter dan kedalaman lubang
- Waktu tunda (delay timing)

Aspek Keselamatan

- Zona aman peledakan
- Sistem peringatan
- Prosedur standar operasional (SOP)

Dampak Lingkungan

- Getaran tanah
- Debu
- Kebisingan
- Potensi kerusakan struktur di sekitar area tambang

KESIMPULAN

Praktik dan latihan simulasi peledakan batuan bagi siswa SMKN 1 Karanggayam menunjukkan pemahaman terhadap keterkaitan ilmu geologi, teknik pertambangan, dan prinsip keselamatan kerja. Peserta mampu menjelaskan fungsi setiap komponen dalam penampang lubang ledak, memahami parameter geometri dasar seperti burden, spacing, kedalaman lubang, serta peran stemming dalam mengarahkan energi ledakan secara efektif.

Melalui kegiatan simulasi desain, siswa juga memahami bahwa peledakan merupakan proses rekayasa terkontrol yang bertujuan menghasilkan fragmentasi batuan optimal, bukan sekadar menghancurkan batuan. Pemahaman ini diperkuat dengan kemampuan membaca pengaruh kondisi geologi terhadap desain peledakan, sehingga siswa menyadari pentingnya analisis sebelum perencanaan teknis dilakukan.

Dari sisi keselamatan, praktik ini menumbuhkan kesadaran bahwa setiap kegiatan peledakan memiliki potensi bahaya seperti getaran tanah, *flyrock*, dan kebisingan. Siswa dapat mengidentifikasi prosedur keselamatan dasar, zona aman, serta pentingnya sistem peringatan. Kesadaran terhadap dampak lingkungan juga meningkat, terutama dalam memahami cara pengendalian getaran dan debu melalui desain peledakan yang tepat.

Secara keseluruhan, kegiatan praktik ini berhasil membentuk kompetensi dasar vokasi yang meliputi pemahaman konsep, kemampuan simulasi desain sederhana, serta sikap kerja yang mengutamakan keselamatan dan tanggung jawab lingkungan. Kompetensi tersebut menjadi fondasi penting bagi siswa untuk memasuki dunia kerja pertambangan maupun melanjutkan pendidikan ke jenjang yang lebih tinggi secara profesional dan beretika.

DAFTAR PUSTAKA

- Ash, R.L. (1990). *Design of Blasting Rounds, Surface Mining*. Society for Mining, Metallurgy, and Exploration (SME).
- Jimeno, C. L., Jimeno, E. L., & Carcedo, F. J.. (1995). *Drilling and Blasting of Rocks*. Rotterdam: A.A. Balkema.
- Hustrulid, W. A.. (1999). *Blasting Principles for Open Pit Mining* (Vol. 1 & 2). Rotterdam: A.A. Balkema.



- International Society of Explosives Engineers (ISEE). (2019). *Blasters' Handbook*. ISEE Publications.
- Konya, C. J. & Walter, E. J.. (1990). *Surface Blast Design*. Prentice Hall.
- Langefors, U. & Kihlström, B.. (1978). *The Modern Technique of Rock Blasting*. John Wiley & Sons.
- Singh, P. K., Roy, M. P., Paswan, R. K., & Sarim, M. D.. (2015). Rock blasting and its impact on the environment. *Journal of Rock Mechanics and Geotechnical Engineering*.
- Society for Mining, Metallurgy, and Exploration (SME). (2011). *SME Mining Engineering Handbook*.