

SKRIPSI
EVALUASI TEKNIS DAN PERBANDINGAN BIAYA
OPERASI NILAI *POWDER FACTOR* PADA
PELEDAKAN BIJIH EMAS DAN BATUAN PENUTUP
DI PIT *MAIN RIDGE* PT J RESOURCES BOLAANG
MONGONDOW



Oleh:
RANTY NATASYA ELIZABETH TOBING
030212812924118

PROGRAM STUDI TEKNIK PERTAMBANGAN
JURUSAN TEKNIK PERTAMBANGAN DAN GEOLOGI
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS SRIWIJAYA
2023

SKRIPSI
EVALUASI TEKNIS DAN PERBANDINGAN BIAYA
OPERASI NILAI *POWDER FACTOR* PADA
PELEDAKAN BIJIH EMAS DAN BATUAN PENUTUP
DI PIT *MAIN RIDGE* PT J RESOURCES BOLAANG
MONGONDOW

Diajukan Untuk Memenuhi Syarat Syarat Memperoleh Gelar Sarjana
Teknik pada Program Studi Teknik Pertambangan Fakultas Teknik
Universitas Sriwijaya



Oleh:

RANTY NATASYA ELIZABETH TOBING

030212812924118

PROGRAM STUDI TEKNIK PERTAMBANGAN
JURUSAN TEKNIK PERTAMBANGAN DAN GEOLOGI
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS SRIWIJAYA
2023

HALAMAN PENGESAHAN

EVALUASI TEKNIS DAN PERBANDINGAN BIAYA OPERASI NILAI *POWDER FACTOR* PADA PELEDAKAN BIJIH EMAS DAN BATUAN PENUTUP DI PIT *MAIN RIDGE* PT J RESOURCES BOLAANG MONGONDOW

SKRIPSI

Dibuat untuk Memenuhi Syarat Menyelesaikan Mata Kuliah Tugas Akhir pada
Program Studi Teknik Pertambangan Fakultas Teknik Pertambangan Fakultas
Teknik Universitas Sriwijaya

Oleh:

RANTY NATASYA ELIZABETH TOBING
03021281924118

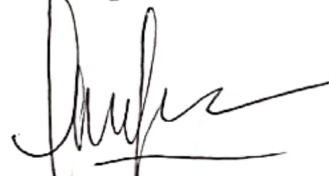
Indralaya, Mei 2022

Pembimbing I



Bochori, S.T., M.T.
NIP.197410252002121003

Pembimbing II



Alek Al Hadi, S.T., M.T.
NIP. 199006012019031016

Mengetahui,

Ketua Jurusan Teknik Pertambangan



Prof. Dr. Ir. Eddy Ibrahim, M.S., CP., IPU
NIP. 196211221991021001

HALAMAN PERNYATAAN INTEGRITAS

Yang bertandatangan di bawah ini:

Nama : Ranty Natasya Elizabeth Tobing

NIM : 03021281924118

Judul : Evaluasi Teknis dan Perbandingan Biaya Operasi Nilai *Powder Factor* pada Peledakan Bijih Emas dan Batuan Penutup di Pit *Main Ridge* PT J Resources Bolaang Mongondow.

Menyatakan bahwa Skripsi saya merupakan hasil karya sendiri didampingi tim pembimbing dan bukan hasil penjiplakan/plagiat. Apabila ditemukan unsur penjiplakan/plagiat dalam laporan Skripsi ini, maka saya bersedia menerima sanksi akademik dari Universitas Sriwijaya sesuai dengan aturan yang berlaku. Demikian pernyataan ini saya buat dalam keadaan sadar dan tanpa ada paksaan dari siapapun.



Indralaya, Mei 2023



Ranty Natasya E. Tobing
03021281924118

HALAMAN PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI

Yang bertandatangan di bawah ini:

Nama : Ranty Natasya Elizabeth Tobing

NIM : 03021281924118

Judul : Evaluasi Teknis dan Perbandingan Biaya Operasi Nilai *Powder Factor* pada Peledakan Bijih Emas dan Batuan Penutup di Pit *Main Ridge* PT J Resources Bolaang Mongondow.

Memberikan izin kepada pembimbing dan Universitas Sriwijaya untuk mempublikasikan hasil penelitian saya untuk kepentingan akademik apabila dalam waktu 1 (satu) tahun tidak mempublikasikan karya penelitian saya. Dalam kasus ini saya setuju untuk menempatkan pembimbing sebagai penulis korepondensi (*corresponding author*). Demikian pernyataan ini saya buat dalam keadaan sadar dan tanpa ada paksaan dari siapapun.

Indralaya, Mei 2023



Ranty Natasya E. Tobing
03021281924118

RIWAYAT HIDUP



Ranty Natasya Elizabeth Tobing adalah seorang anak perempuan yang lahir pada tanggal 19 April 2001 di Kota Balikpapan Provinsi Kalimantan Timur. Penulis merupakan anak sulung dari empat bersaudara, putri dari Bapak Ramly Tobing dan Ibu Netty Silaban. Mengawali Pendidikan dasar di SDN 122390 Pematangsiantar pada tahun 2007 dan melanjutkan Pendidikan tingkat menengah pertama di SMPN 1 Pematangsiantar pada tahun 2013. Pada tahun 2016 ia melanjutkan jenjang Pendidikan tingkat menengah atas di SMAN 4 Pematangsiantar. Pada tahun 2019 berhasil masuk pilihan pertama dari Seleksi Bersama Masuk Perguruan Teknik Negeri (SBMPTN) di Jurusan Teknik Pertambangan Universitas Sriwijaya di Provinsi Sumatera Selatan. Selama menjadi mahasiswa Teknik Pertambangan Universitas Sriwijaya penulis aktif di organisasi Persatuan Mahasiswa Pertambangan (PERMATA FT UNSRI) sebagai Kepala Departemen Puslitbang (Pusat Pengembangan dan Penelitian) periode 2021 – 2022. Penulis berperan sebagai Asisten Laboratorium Kimia Dasar Universitas Sriwijaya, Asisten Laboratorium Pengolahan Bahan Galian, dan Asisten Perencanaan dan Optimasi Tambang. Penulis turut aktif dalam berbagai perlombaan menjadi *Player* Tim ISMC (*Indonesian Student Mining Competition*) ke-13 pada tahun 2022. Selain itu, memenangkan beasiswa Thiess Contractor Indonesia dan mendapatkan kesempatan magang di Thiess Contractor Indonesia.

HALAMAN PERSEMBAHAN

“Kemuliaan bagi Allah di tempat yang mahatinggi dan damai sejahtera di bumi, di antara orang-orang yang berkenan kepada-Nya”

Kupersembahkan untuk:

Ayahku (Ramly Tobing) Mamaku (Netty Silaban), Adik-adikku (Rahel, Torang, Rabita)

Keluarga Tobing dan Silaban

PENAMIRA, Resesif, Vata, Bituminus, Permata FT Unsri, semua orang baik yang kutemui selama magang.

KATA PENGANTAR

Puji syukur dipanjatkan ke hadirat Tuhan Yang Maha Esa karena atas karunia-Nyalah sehingga dapat diselesaikan laporan Tugas akhir ini yang berjudul “Evaluasi Teknis dan Perbandingan Biaya Operasi Nilai *Powder Factor* pada Peledakan Biji Emas dan Batuan Penutup di *Pit Main Ridge* PT J Resources Bolaang Mongondow” dari tanggal 16 Desember 2022 sampai 31 Januari 2023. Ucapan terima kasih kepada Bapak Bochori, ST., MT, selaku pembimbing pertama dan Bapak Alek Al Hadi, ST., MT, selaku pembimbing kedua yang telah membimbing dalam penyusunan laporan Tugas Akhir ini, serta tidak lupa juga diucapkan terimakasih kepada:

1. Prof. Dr. Eng. Ir. H. Joni Arliansyah, M.T., selaku Dekan Fakultas Teknik Universitas Sriwijaya.
2. Prof. Dr. Ir. Eddy Ibrahim, M.S., dan Rosihan, S.T., M.T., selaku Ketua Jurusan dan Sekretaris Jurusan Teknik Pertambangan Fakultas Teknik Universitas Sriwijaya.
3. Ir. H. Syamsul Komar, M.Sc, Ph.D, selaku Dosen Pembimbing Akademik.
4. Seluruh Dosen yang telah memberikan ilmunya serta seluruh staf dan karyawan Jurusan Teknik Pertambangan Fakultas Teknik Universitas Sriwijaya yang telah banyak membantu.
5. Nico Myan Siringoringo selaku Manager Mining Engineering PT J Resources Bolaang Mongondow.
6. M. Yamin Podomi dan Prabu Deni selaku pembimbing lapangan dan seluruh karyawan PT J Resources Bolaang Mongondow yang membimbing selama masa tugas akhir.

Penulisan laporan ini masih jauh dari sempurna, oleh karena itu kritik dan saran yang membangun diharapkan guna perbaikan nantinya. Semoga laporan ini dapat bermanfaat, khususnya bagi Mahasiswa Program Studi Teknik Pertambangan Universitas Sriwijaya.

Indralaya, Juni 2023

Penulis

RINGKASAN

EVALUASI TEKNIS DAN PERBANDINGAN BIAYA OPERASI NILAI POWDER FACTOR PADA PELEDAKAN BIJIH EMAS DAN BATUAN PENUTUP DI PIT MAIN RIDGE PT J RESOURCES BOLAANG MONGONDOW

Karya tulis ilmiah berupa Skripsi, Juni 2023

Ranty Natasya Elizabeth Tobing, Dibimbing oleh Bochori, S.T.,M.T. dan Alek Al Hadi, S.T.,M.T.

Technical Evaluation and Comparison of *Operating Cost of Powder Factor Value Ore Gold and Waste in Pit Main Ridge At PT J Resources Bolaang Mongondow*

xii+52 halaman, 6 gambar, 11 tabel, 6 lampiran

RINGKASAN

PT J Resources Bolaang Mongondow merupakan perusahaan pertambangan emas yang aktif melakukan kegiatan peledakan. Periode September 2022, nilai *Powder Factor* untuk peledakan *ore* meningkat yang semula 0,37 menjadi 0,48 dan nilai *Powder Factor* untuk peledakan *waste* menurun dari 0,26 ke 0,21. Ukuran fragmentasi agar layak masuk heap leach pad tanpa *crushing* adalah $P80 \leq 10$ cm. Tujuan penelitian ini adalah menganalisis pengaruh perubahan nilai *Powder Factor* untuk peledakan *ore* terhadap fragmentasi peledakan dan biaya yang dihasilkan, pengaruh perubahan nilai *Powder Factor* untuk peledakan *waste* terhadap *digging time* dan biaya yang dihasilkan, nilai *Powder Factor* yang optimal untuk menghasilkan fragmentasi $P80 \leq 10$ cm serta kelayakannya untuk diterapkan dari aspek ekonomi. Penelitian ini menggunakan metode kuantitatif dengan data fragmentasi, *digging time*, rincian biaya dikombinasikan untuk menganalisis pengaruh perubahan nilai *Powder Factor*. Pendekatan geometri menurut R.L Ash, C.J. Konya dan ICI Explosives dikombinasikan dengan Teori Kuz-Ram untuk mendapat prediksi ukuran fragmentasi. Berdasarkan hasil penelitian, kenaikan nilai *Powder Factor* untuk peledakan *ore* menurunkan ukuran fragmentasi semula 16,28 cm menjadi 11,52 cm dengan biaya yang dihasilkan lebih kecil sebesar \$ 0,08 per bcm namun belum sesuai standar ukuran fragmentasi yang diinginkan. Penurunan nilai *Powder Factor* untuk peledakan *waste* menghasilkan range *digging time* 8-9 detik yang masuk standar *digging time* untuk mencapai produktivitas alat gali muat dengan biaya yang lebih murah sebesar \$ 0,07 per BCM. Geometri peledakan menurut ICI Explosives menghasilkan nilai *Powder Factor* optimal sebesar 0,65 untuk mendapatkan $P80 \leq 10$ cm namun tidak layak diterapkan dari segi ekonomi karena menambah biaya sebesar \$ 0,08 per BCM.

Kata kunci : *Powder Factor*, fragmentasi, *Digging time*, Biaya, geometri

Kepustakaan : 12 (1963 – 2018)

SUMMARY

TECHNICAL EVALUATION AND COMPARISON OF OPERATING COST OF POWDER FACTOR VALUE ORE GOLD AND WASTE IN PIT MAIN RIDGE AT PT J RESOURCES BOLAANG MONGONDOW

Scientific paper in the form of Final Project, June 2023

Ranty Natasya Elizabeth Tobing, Supervised by Bochori, S.T.,M.T. and Alek Al Hadi, S.T.,M.T.

Evaluasi Teknis dan Perbandingan Biaya Operasi Nilai *Powder Factor* pada Peledakan Biji Emas dan Batuan Penutup di *Pit Main Ridge* PT J Resources Bolaang Mongondow

xii+52 pages, 6 images, 11 tables, 6 attachments

SUMMARY

PT J Resources Bolaang Mongondow is a gold mining company that is active in blasting activities. During September 2022, the Powder Factor value for ore blasting increased from 0.37 to 0.48 and the Powder Factor value for waste blasting decreased from 0.26 to 0.21. The fragmentation size to fit into the heap leach pad without crushing is $P80 \leq 10$ cm. The purpose of this study was to analyze the effect of changing the Powder Factor value for ore blasting on blasting fragmentation and the resulting costs, the effect of changing the Powder Factor value for waste blasting on digging time and the resulting costs, the optimal Powder Factor value for producing $P80 \leq 10$ cm fragmentation and feasible from an economic perspective. This study uses a quantitative method with data fragmentation, digging time, and combined cost details to analyze the effect of changes in the Powder Factor value. The geometric approach according to R.L Ash, C.J. Konya, and ICI Explosives combined with Kuz-Ram Theory to obtain fragmentation size predictions. Based on the results of the study, an increase in the Powder Factor value for ore blasting reduced the size of the original fragmentation from 16.28 cm to 11.52 cm with a lower cost of \$ 0.08 per bcm but not according to the standard size of the desired fragmentation. Decreasing the Powder Factor value for waste blasting results in a digging time range of 8-9 seconds which is the standard digging time to achieve the productivity of the digging equipment at a lower cost of \$0.07 per BCM. Blasting geometry according to ICI Explosives produces an optimal Powder Factor value of 0.65 to get $P80 \leq 10$ cm but is not feasible from an economic point of view because it adds \$ 0.08 per BCM to the cost.

Keywords : Powder Factor, fragmentation, Digging Time, cost, geometry

Citation :12 (1963 – 2018)

DAFTAR ISI

	Halaman
HALAMAN PENGESAHAN.....	iii
HALAMAN PERNYATAAN INTEGRITAS.....	iv
HALAMAN PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI.....	v
RIWAYAT HIDUP.....	vi
HALAMAN PERSEMBAHAN	vii
KATA PENGANTAR	viii
RINGKASAN	ix
SUMMARY	x
DAFTAR ISI.....	xi
DAFTAR GAMBAR	xiii
DAFTAR TABEL.....	xiv
BAB 1	1
PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang Masalah.....	1
1.2 Rumusan Masalah	2
1.3 Batasan Masalah.....	2
1.4 Tujuan Penelitian	3
1.5 Manfaat Penelitian	3
BAB 2	4
TINJAUAN PUSTAKA	4
2.1 Prinsip Pemecahan Batuan Akibat Peledakan.....	4
2.2 Geometri Peledakan	6
2.3 <i>Loading Density</i>	13
2.4 <i>Powder Factor</i>	14
2.5 Fragmentasi Batuan.....	15
2.6 Evaluasi Ukuran Fragmen.....	19
2.7 Pengenalan Software <i>Split-Desktop</i> 4.0	20
2.8 Biaya Operasi	21
BAB 3	23
METODE PENELITIAN.....	23
3.1 Lokasi dan Kesampaian Daerah.....	23
3.2 Jadwal Penelitian.....	24
3.3 Sejarah Perusahaan.....	24
3.4 Tahapan Penelitian	27
BAB 4	33
HASIL DAN PEMBAHASAN.....	33
4.1 Pengaruh Perubahan Nilai <i>Powder Factor</i> Peledakan Biji terhadap Fragmentasi dan Biaya yang Dihasilkan.....	33

4.2	Pengaruh Nilai <i>Powder Factor</i> Peledakan Batuan Penutup terhadap <i>Digging Time</i> dan Biaya yang Dihasilkan.....	45
4.3	Kajian Nilai <i>Powder Factor</i> untuk mendapatkan $P80 \leq 10$ cm.....	48
4.4	Kelayakan Ekonomi Penerapan <i>Powder Factor</i> Optimal.....	50
BAB 5		53
KESIMPULAN DAN SARAN.....		53
5.1	Kesimpulan	53
5.2	Saran	53
DAFTAR PUSTAKA		54

DAFTAR GAMBAR

	Halaman
Gambar 2.1 Prinsip pemecahan batuan akibat peledakan (C.J. Konya, 1990)	5
Gambar 2.2 Geometri peledakan.....	6
Gambar 3.1 Kesampaian daerah Bakan	23
Gambar 3.2 Lokasi Bakan dan Lanut.....	25
Gambar 3.3 Stratigrafi Bakan	27
Gambar 3.4 Bagan alir penelitian.....	32
Gambar 4.1 Kegiatan Pengeboran.....	34
Gambar 4.2 Pemasangan primer	35
Gambar 4.3 (a) Mobile Manufacturing Truck, (b) Kegiatan Charging.....	36
Gambar 4.4 Kegiatan <i>stemming</i>	36
Gambar 4.5 Perangkaian <i>surface delay</i> dengan <i>in hole delay</i>	37
Gambar 4.6 Bagan alir pembahasan.....	38
Gambar 4.7 Grafik pengolahan data menggunakan Split-Desktop 4.0.....	41

DAFTAR TABEL

	Halaman
Tabel 3.1 Jadwal Penelitian.....	23
Tabel 3.2 Tabel Tahap Pemecahan Masalah.....	29
Tabel 4.1 Fragmentasi <i>Powder Factor</i> 0.37.....	39
Tabel 4.2 Fragmentasi <i>Powder Factor</i> 0.48.....	42
Tabel 4.3 Daftar harga jasa penambangan PT J Resources Bolaang Mongondow	42
Tabel 4.4 Perbandingan Biaya Peledakan Bijih.....	44
Tabel 4.5 <i>Digging time Powder Factor</i> 0.21	47
Tabel 4.6 Standar <i>Digging time</i>	47
Tabel 4.7 Perbandingan Biaya Peledakan Batuan Penutup	48
Tabel 4.8 Rekomendasi Geometri Peledakan	49
Tabel 4.9 Prediksi Fragmentasi menurut Teori Kuzram	50
Tabel 4.10 Perbandingan Biaya Peledakan Bijih <i>Powder Factor</i> 0.61.....	51

BAB 1

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang Masalah

PT J Resources Bolaang Mongondow salah satu perusahaan pertambangan komoditas emas menggunakan metode tambang terbuka yaitu open *pit*. Lokasi PT J Resources Bolaang Mongondow berada di Desa Bakan, Kabupaten Bolaang Mongondow, Provinsi Sulawesi Utara. Aktivitas penambangan secara umum dimulai dari *land clearing*, pengupasan batuan penutup, dan penambangan bijih (*ore*). Aktivitas pengupasan batuan penutup (*waste*) dan penambangan bijih (*ore*) dilakukan melalui dua cara, seperti dengan menggunakan alat gali muat (*direct digging*) dan peledakan. PT J Resources memiliki batuan penyusun yang cukup keras sehingga proses pengeboran dan peledakan berlangsung intensif serta menjadi hal penting pada kegiatan penambangan.

Peledakan adalah suatu proses di mana batuan atau bijih diledakkan dalam volume yang besar menggunakan sejumlah bahan peledak. Tujuan peledakan adalah untuk memecah massa batuan atau bijih sehingga memudahkan proses penggalian dan pengolahan selanjutnya. Proses pengolahan bijih sejak periode 2022 di PT J Resources Bolaang Mongondow pada *pit Main ridge* ingin menyederhanakan proses pengolahan emas dengan meniadakan proses *crushing* dan bijih langsung diangkut menuju *heap leach pad* untuk mengalami proses sianidasi. Target fragmentasi bijih lolos *heap leach pad* memiliki rata-rata *Passing* 80% atau P80 kurang dari 10 cm.

Sejak bulan September 2022 – Januari 2023 sudah dilakukan inovasi pada geometri peledakan bijih (*ore*) dengan nilai *Powder Factor* semula 0,37 menjadi 0,48. Namun masih ditemukan *boulder* yang menyebabkan masih adanya biaya *rehandling*, *staking* dan *crushing* sehingga diperlukan evaluasi untuk mengetahui fragmentasi yang dihasilkan dan biaya yang dikeluarkan dengan nilai *Powder Factor* 0,48. Selain itu perlu analisis nilai *Powder Factor* yang menghasilkan fragmentasi $P80 \leq 10$ cm.

Selain *ore*, perubahan nilai *Powder Factor waste* juga menurun dengan *Powder Factor* yang semula 0,26 menjadi 0,21. Evaluasi juga diperlukan untuk

mengetahui apakah perubahan nilai *Powder Factor* mempengaruhi ketercapaian produktivitas alat gali muat. Sehingga diperlukan kajian secara teknis dan ekonomis dengan membandingkan *digging time* dan biaya yang dihabiskan pada *Powder Factor* yang baru. Hal-hal tersebut melatarbelakangi untuk melakukan penelitian lebih lanjut mengenai fragmentasi hasil peledakan dan waktu alat gali muat, dengan judul “Evaluasi Teknis dan Perbandingan Biaya Operasi Nilai *Powder Factor* pada Peledakan Biji Emas dan Batuan Penutup di *Pit Main Ridge* PT J Resources Bolaang Mongondow”.

1.2 Rumusan Masalah

Rumusan masalah penelitian ini dirumuskan dalam bentuk pertanyaan sebagai berikut:

1. Bagaimana pengaruh perubahan nilai *Powder Factor* bijih terhadap hasil fragmentasi dan biaya yang dihasilkan?
2. Bagaimana pengaruh perubahan *Powder Factor* batuan penutup pada *digging time* dan biaya peledakan?
3. Berapa nilai *Powder Factor* bijih yang optimal untuk menghasilkan $P80 \leq 10$ cm menurut teori Kuzram?
4. Apakah nilai *Powder Factor* bijih untuk mendapatkan $P80 \leq 10$ cm layak diterapkan dari sisi ekonomi?

1.3 Batasan Masalah

Batasan masalah penelitian ini dapat dibatasi dalam beberapa hal sebagai berikut:

1. Penelitian ini hanya mencakup *pit main ridge*.
2. Penelitian ini tidak mencakup kegiatan pengeboran.
3. Evaluasi teknis mencakup geometri peledakan, fragmentasi bijih dan *digging time* batuan penutup.
4. Evaluasi ekonomi hanya mencakup biaya peledakan, biaya pengangkutan, biaya *crushing*, biaya *staking* dan biaya *rehandling boulder*.
5. Evaluasi *Powder Factor* tidak membahas mengenai lingkungan.

1.4 Tujuan Penelitian

Tujuan penelitian ini adalah sebagai berikut.

1. Menganalisis pengaruh perubahan nilai *Powder Factor* bijih pada hasil fragmentasi dan biaya yang dihasilkan.
2. Menganalisis pengaruh perubahan nilai *Powder Factor* batuan penutup pada *digging time* dan biaya peledakan.
3. Mengetahui nilai *Powder Factor* bijih yang optimal untuk menghasilkan P80 < 10 cm menurut teori Kuzram.
4. Mengetahui kelayakan penerapan *Powder Factor* bijih untuk mendapatkan P80 < 10 cm secara ekonomi.

1.5 Manfaat Penelitian

Manfaat penelitian ini bagi beberapa pihak adalah sebagai berikut.

1. Sebagai bahan evaluasi untuk PT J Resources Bolaang Mongondow untuk mengetahui hasil fragmentasi aktual, *digging time*, dan keuntungan yang didapat dari perubahan nilai *Powder Factor ore* dan *waste*.
2. Pembelajaran dalam ilmu bidang pertambangan untuk merencanakan geometri peledakan dan menentukan nilai *Powder Factor* secara teknis dan ekonomis serta memberikan wawasan mengenai peledakan yang dilakukan.
3. Mahasiswa dapat belajar mempersiapkan diri pada lingkungan kerja sehingga ketika memasuki dunia kerja akan menjadi lebih mudah beradaptasi di industri pertambangan.

DAFTAR PUSTAKA

- Ash, R.L. (1963). “*The Mechanics of Rock Breakage (part 2) – standard for blasting design*”. Pit & Quarry Magazine, 56 (3): 118-122.
- Ash, R.L. (1990). “*Design of Blasting Round Surface Mining*”. Kennedy Editor, Society for Mining, Metallurgy, and Exploration, Inc
- Caterpillar. (2017). “*Caterpillar Performance Book 47*”. USA: Caterpillar, Peoria, Illinois.
- Cunningham, C.V.B. (1983). “*The Kuz-Ram Model for Prediction of Fragmentation from Blasting*”. Proc. 1st. Symposium on Rock Fragmentation by *Blasting*. Lulea, Sweden, 2, 439-453.
- Hitachi. (2022). (Online). <https://www.hitachicm.us/products/excavators/>. Excavator.
- Hustrulid, William. (1999). “*Blasting Principles for Open Pit Mining*”. Colorado School of Mines. USA
- ICI Technical Services. (1995). “*ICI Explosives Blasting Guide*”. ICI Australia Operations.
- Keputusan Menteri ESDM No. 1827 K/ 30/ MEM/ Tahun 2018. (2018). “*Pedoman Pelaksanaan Kaidah Teknik Pertambangan Yang Baik*”. Jakarta.
- Konya, C.J, Edward, J Walter. (1990). “*Surface Blast Design*”. Prentice Hall, Englewood Cliffs. USA.
- Kuznetsov. (1973). “*The Mean Diameter of The Fragments Formed by Blasting Rock*”. Soviet Mining Science.
- Lilly, P.A. (1986). “*The Use of The Blastability Index in The Design Of Blasts For Open Pit Mines*”. AusIMM/IEAust Large Open Pit Mining Conference. Newman.
- S. Koesnaryo. (2001). “*Teknik Peledakan Buku I dan IP*”. Jurusan Teknik Pertambangan. Fakultas Teknologi Mineral. Universitas Pembangunan Nasional “Veteran”. Yogyakarta.