

SKRIPSI

ANALISIS PENENTUAN ISIAN BAHAN PELEDAK MAKSIMUM DAN *DELAY* PADA *BLASTING* UNTUK MENGONTROL *GROUND VIBRATION* DI PIT BENGGERIS, PT THIESS CONTRACTORS INDONESIA



WINDA MARTA ULI SITUMEANG

03021282025050

**PROGRAM STUDI TEKNIK PERTAMBANGAN
JURUSAN TEKNIK PERTAMBANGAN DAN GEOLOGI
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS SRIWIJAYA
2024**

SKRIPSI

ANALISIS PENENTUAN ISIAN BAHAN PELEDAK MAKSIMUM DAN *DELAY* PADA *BLASTING* UNTUK MENGONTROL *GROUND VIBRATION* DI PIT BENGGERIS, PT THIESS CONTRACTORS INDONESIA

**Diajukan Sebagai Salah Satu Syarat Untuk Mendapatkan
Gelara Sarjana Teknik pada Program Studi Teknik Pertambangan**



WINDA MARTA ULI SITUMEANG

03021282025050

**PROGRAM STUDI TEKNIK PERTAMBANGAN
JURUSAN TEKNIK PERTAMBANGAN DAN GEOLOGI
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS SRIWIJAYA
2024**

HALAMAN PENGESAHAN

**ANALISIS PENENTUAN ISIAN BAHAN PELEDAK
MAKSIMUM DAN *DELAY* PADA *BLASTING* UNTUK
MENGONTROL *GROUND VIBRATION* DI PIT BENGGERIS,
PT THIESS CONTRACTORS INDONESIA**

SKRIPSI

Diajukan Untuk Melengkapi Salah Satu Syarat Memperoleh Gelar
Sarjana Teknik pada Jurusan Teknik Pertambangan
Fakultas Teknik Universitas Sriwijaya

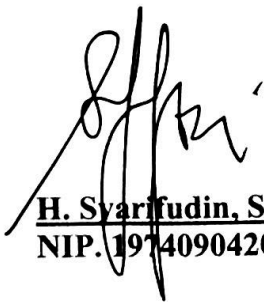
Oleh:

WINDA MARTA ULI SITUMEANG

03021282025050

Palembang, 2024

Pembimbing I




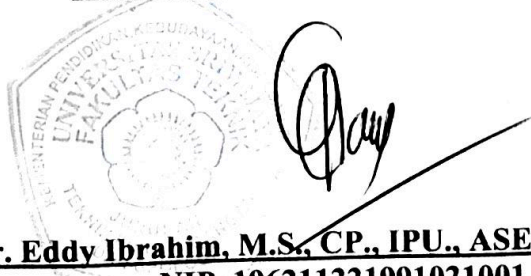
H. Syarifudin, S.T., M.T.
NIP. 197409042000121002

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., ASEAN.Eng., APEC. Eng.
NIP. 196211221991021001

HALAMAN PERNYATAAN INTEGRITAS

Yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Winda Marta Uli Situmeang

NIM : 03021282025050

Judul : Analisis Penentuan Isian Bahan Peledak Maksimum dan *Delay* pada *Blasting* Untuk Mengontrol *Ground Vibration* di Pit Benggeris, PT Thiess Contractors Indonesia

Menyatakan bahwa skripsi saya merupakan hasil karya sendiri didampingi tim pembimbing dan bukan hasil penjiplakan atau plagiat. Apabila ditemukan unsur penjiplakan atau plagiat dalam 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 paksaan dari siapapun.



Palembang, 2024



Materai

Winda Marta Uli Situmeang
03021282025050

HALAMAN PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI

Yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Winda Marta Uli Situmeang

NIM : 03021282025050

Judul : Analisis Penentuan Isian Bahan Peledak Maksimum dan *Delay* pada *Blasting* Untuk Mengontrol *Ground Vibration* di Pit Benggeris, PT Thiess Contractors Indonesia

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 korespondensi (*corresponding author*).

Demikian pernyataan ini saya buat dalam keadaan sadar dan tanpa ada paksaan dari siapapun.

Palembang, 30 Juli 2024



Winda Marta Uli Situmeang
03021282025050

RIWAYAT HIDUP



Winda Marta Uli Situmeang, lahir di Sipoholon pada tanggal 8 September 2002, anak bungsu dari lima bersaudara dari Bapak Harly Tulus Situmeang dan Ibu Beni Purba. Mengawali pendidikan dasar di SDN 173132 Lumban Baringin pada tahun 2008 dan melanjutkan pendidikan tingkat menengah pertama di SMPN 1 Sipoholon pada tahun 2014. Pada tahun 2017 ia melanjutkan pendidikan menengah atas di SMAN 1 Tarutung. Kemudian pada tahun 2020 penulis melanjutkan pendidikan tinggi di Universitas Sriwijaya jurusan Teknik Pertambangan melalui jalur Seleksi Bersama Masuk Perguruan Tinggi Negeri (SBMPTN). Selama menjadi mahasiswa Teknik Pertambangan Universitas Sriwijaya penulis aktif di organisasi Persatuan Mahasiswa Pertambangan (PERMATA FT UNSRI) sebagai Sekretaris Departemen Pusat Pengembangan dan Penelitian (PUSLITBANG) periode 2021 – 2022. Penulis berperan sebagai Asisten Laboratorium Geologi Dasar Universitas Sriwijaya dan Asisten Pengolahan Bahan Galian Universitas Sriwijaya. Selain itu, penulis juga terpilih sebagai *Awardee Scholarship Undergraduate* Thiess Contractors Indonesia pada tahun 2023.

HALAMAN PERSEMBAHAN

Dan apa saja yang kamu minta dalam doa dengan penuh kepercayaan, kamu akan menerimanya (Matius 21:22)

Skripsi ini saya persembahkan untuk:

*Bapak **Harly Tulus Situmeang** dan Mamak **Beni Purba**,*

*Kakaku **Juanda Melati Situmeang***

Teimakasih Kepada:

- *Teman seperjuangan **Azzure**, **Bituminus** dan semua orang baik yang tidak bisa disebutkan satu per satu.*

KATA PENGANTAR

Puji syukur penulis sampaikan terhadap kehadiran Tuhan Yang Maha Esa dimana atas berkat dan karunia-Nyalah penulis dapat menyelesaikan Laporan Tugas Akhir ini yang berjudul “Analisis Penentuan Isian Bahan Peledak Maksimum dan *Delay* pada *Blasting* Untuk” Mengontrol *Ground Vibration* di Pit Benggeris, PT Thiess Contractors Indonesia” yang dimulai pada tanggal 29 Januari 2024 sampai dengan 25 Maret 2024.

Dengan penuh hormat penulis mengucapkan terimakasih kepada H. Syarifudin, S.T., M.T. selaku pembimbing pertama dan Alek Al Hadi, S.T., M.T selaku pembimbing kedua yang sudah bersedia untuk membimbing dan memberi masukan selama penyusunan laporan tugas akhir ini. Penulis juga menyadari bahwa banyak pihak yang sudah memberikan dukungan dan bantuan selama proses penulisan laporan tugas akhir ini. Oleh karena itu sudah layak dan sepantasnya penulis dengan penuh hormat mengucapkan terimakasih kepada:

1. Prof. Dr. Taufiq Marwa, S.E., M.Si. selaku Rektor Universitas Sriwijaya.
2. Prof. Dr. Ir. Bhakti Yudho Suprpto, S.T., M.T., IPM selaku Dekan Fakultas Teknik Universitas Sriwijaya.
3. Prof. Dr. Ir. Eddy Ibrahim, M.S., CP., IPU., ASEAN.Eng., APEC. Eng. dan Rosihan Pebrianto, S.T., M.T., selaku Ketua dan Sekretaris Jurusan Teknik Pertambangan dan Geologi Fakultas Teknik Universitas Sriwijaya.
4. H. Syarifudin, S.T., M.T., selaku Dosen Pembimbing Akademik dan semua Dosen yang telah memberikan ilmunya serta semua staf dan karyawan Jurusan Teknik Pertambangan Universitas Sriwijaya yang telah banyak membantu.
5. Andy Prasetya Putra, S.T., selaku Manager di Site Melak PT Thiess Contractors Indonesia
6. Manaor Yosua Pardede, S.T., dan Dafi Akhmedia Amin, S.T., selaku pembimbing lapangan dan seluruh *engineer* serta semua staf dan *crew drill and blast* yang telah banyak membantu selama masa tugas akhir.

Penulisan laporan ini masih jauh dari sempurna, oleh karena itu kritik dan saran yang membangun diharapkan dari berbagai pihak demi penyempurnaan di masa mendatang. Semoga laporan ini dapat bermanfaat, khususnya bagi Mahasiswa Program Studi Teknik Pertambangan Universitas Sriwijaya.

Palembang, 2024

Penulis

RINGKASAN

ANALISIS PENENTUAN ISIAN BAHAN PELEDAK MAKSIMUM DAN *DELAY* PADA *BLASTING* UNTUK MENGONTROL *GROUND VIBRATION* DI PIT BENGGERIS, PT THIESS CONTRACTORS INDONESIA

Karya Tulis Ilmiah berupa Skripsi, 2024

Winda Marta Uli Situmeang; Dibimbing oleh H. Syarifudin, S.T., M.T. dan Alek Al Hadi, S.T., M.T. Jurusan Teknik Pertambangan, Fakultas Teknik, Universitas Sriwijaya.

Analysis of Determining Maximum Explosive Charge and Delay in Blasting to Control Ground Vibration at Pit Benggeris Site PT Thies Contractors Indonesia

xv+79 halaman, 26 gambar, 11 tabel, 12 lampiran

RINGKASAN

PT. Thies Contractors Indonesia adalah perusahaan multinasional yang menyediakan layanan kontraktor untuk pertambangan batubara. Dalam proses pemberaian *overburden* menggunakan teknik peledakan tentunya menghasilkan *waste energy*, salah satu diantaranya adalah *ground vibration*. Hasil pengukuran *ground vibration* pada bulan November-Desember 2023 melebihi 2 mm/detik, melampaui ambang batas Kep-49/MENLH/11/1996. Hal ini berpotensi menimbulkan dampak negatif terhadap lingkungan jika tidak dikontrol. Penelitian ini bertujuan membandingkan prediksi *ground vibration* dari persamaan USBM, Langefors-Kihlstrom, dan Ambraseys-Hendron dengan data aktual, serta menentukan jumlah isian bahan peledak maksimum dan waktu tunda (*delay period*) yang optimal untuk mengontrol *ground vibration*. Metode penelitian menggunakan pendekatan kuantitatif dengan data berupa *Peak Particle Velocity*, jumlah isian bahan peledak, dan jarak untuk mendapatkan nilai *scaled distance* dan menentukan nilai K dan e dalam persamaan prediksi. Hasil penelitian menunjukkan bahwa metode USBM lebih akurat dalam memprediksi *ground vibration*. Rekomendasi isian bahan peledak maksimum menggunakan metode USBM dengan tingkat kepercayaan 95% pada jarak 200 m dari pemukiman warga adalah 3 kg. Jarak yang lebih jauh memungkinkan peningkatan jumlah bahan peledak sesuai perhitungan. Berdasarkan simulasi di perangkat lunak *SHOTplus*, rekomendasi *delay period* yang optimal adalah 67 ms sebagai *control row* sedangkan untuk *echelon* menggunakan 42 ms atau 109 ms atau dapat juga menggunakan *control row* sebesar 109 ms dan *delay period* 42 ms atau 67 ms, baik menggunakan 100 lubang ledak maupun 60 lubang ledak.

Kata Kunci : *Ground Vibration, Peak Particle Velocity, Delay Period*
Kepustakaan : 13 (2014-2022)

SUMMARY

ANALYSIS OF DETERMINING MAXIMUM EXPLOSIVE CHARGE AND BLASTING DELAY TO CONTROL GROUND VIBRATION AT PIT BENGGERIS SITE PT THIESS CONTRACTORS INDONESIA

Scientific Paper in the Form of Final Project, 2024

Winda Marta Uli Situmeang; Supervised by H. Syarifudin, S.T., M.T. and Alek Al Hadi, S.T., M.T. Department of Mining Engineering, Engineering Faculty, Sriwijaya University

Analisis Penentuan Isian Bahan Peledak Maksimum dan *Delay* Pada *Blasting* Untuk Mengontrol *Ground Vibration* di Pit Benggeris, PT Thiess Contractors Indonesia

xv+79 page, 26 images, 11 table, 12 attachment

SUMMARY

PT Thiess Contractors Indonesia is a multinational company that provides contracting services for coal mining. In the process of removing overburden using blasting techniques, it certainly produces waste energy, one of which is ground vibration. The results of ground vibration measurements in November-December 2023 exceeded 2 mm/second, exceeding the threshold of Kep-49/MENLH/11/1996. This has the potential to cause negative impacts on the environment if not controlled. This study aims to compare ground vibration predictions from the USBM, Langefors-Kihlstrom, and Ambraseys-Hendron equations with actual data, and determine the maximum explosive charge and optimal delay period to control ground vibration. The research method uses a quantitative approach with data in the form of Peak Particle Velocity, number of explosive charges, and distance to obtain the scaled distance value and determine the value of K and e in the prediction equation. The results show that the USBM method is more accurate in predicting ground vibration. The maximum explosive charge recommendation using the USBM method with a 95% confidence level at a distance of 200 m from residential areas is 3 kg. Longer distances allow an increase in the amount of explosives according to the calculation. Based on simulations in SHOTplus software, the optimal delay period recommendation is 67 ms as a control row while for echelon using 42 ms or 109 ms or can also use a control row of 109 ms and a delay period of 42 ms or 67 ms, both using 100 blast holes and 60 blast holes.

Keywords : *Ground Vibration, Peak Particle Velocity, Delay Period*
Literature : 13 (2014-2022)

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	x
SUMMARY	xi
DAFTAR ISI.....	xii
DAFTAR GAMBAR	xiv
DAFTAR TABEL.....	xv
BAB 1 PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	2
1.3 Batasan Masalah.....	2
1.4 Tujuan Penelitian.....	2
1.5 Manfaat Penelitian.....	3
BAB 2 TINJAUAN PUSTAKA	4
2.1 <i>Ground Vibration</i> akibat Peledakan	4
2.1.1 Aktivitas Peledakan.....	4
2.1.2 Dampak Negatif Peledakan.....	10
2.1.3 Analisis Regresi Linier Sederhana	18
2.2 Pengaruh Jumlah Isian Bahan Peledak terhadap <i>Ground Vibration</i>	22
2.2.1 Persamaan <i>Scaled Distance</i>	22
2.2.2 Persamaan <i>Peak Particle Velocity</i>	23
2.3 Pengaruh Waktu Tunda (<i>Delay Period</i>) terhadap <i>Ground Vibration</i>	24
2.3.1 Sistem Inisiasi Peledakan.....	24
2.3.2 Sistem Inisiasi <i>Non-Electric</i> (NONEL)	25
2.3.3 <i>Cap Scatter</i>	26
BAB 3 METODE PENELITIAN.....	27
3.1 Lokasi dan Waktu Penelitian.....	27

3.1.1	Lokasi Penelitian	27
3.1.2	Waktu Penelitian	28
3.2	Tahapan Penelitian	29
BAB 4 HASIL DAN PEMBAHASAN.....		36
4.1	Prediksi Nilai PPV Menggunakan Beberapa Pendekatan Prediksi	36
4.1.1	Kondisi Peledakan di Pit Benggeris	36
4.1.2	Persamaan prediksi <i>Peak Particle Velocity</i> USBM	41
4.1.3	Persamaan prediksi <i>Peak Particle Velocity</i> Langefors – Kihlstrom	44
4.1.4	Persamaan prediksi <i>Peak Particle Velocity</i> Ambraseys – Hendron	45
4.1.5	Perbandingan PPV Prediksi dengan PPV Aktual.....	46
4.2	Rekomendasi Isian Bahan Peledak Maksimum	48
4.2.1	Kurva Peluruhan <i>Ground Vibration</i>	48
4.2.2	Rekomendasi Isian Bahan Peledak Maksimum	51
4.3	Rekomendasi waktu tunda (<i>delay period</i>).....	54
BAB 5 KESIMPULAN DAN SARAN		56
5.1	Kesimpulan.....	56
5.2	Saran	56
DAFTAR PUSTAKA		57
LAMPIRAN.....		58

DAFTAR GAMBAR

	Halaman
Gambar 2.1 Grafik Kemampugalian (NAFVAC, 2003).....	6
Gambar 2.2 Grafik Kemampugaruan Berdasarkan Jenis Materialnya.....	7
Gambar 2.3 Mekanisme Pecahnya Batuan (Jimeno, 1995)	9
Gambar 2.4 (a). Box cut (b). V-cut (c). Corner cut (Suwandi, 2009)	10
Gambar 2.5 Dampak negatif peledakan	12
Gambar 2.6 <i>Primary</i> atau <i>Compresssional Wave, P-wave</i> (Jimeno, 1995).....	12
Gambar 2.7 <i>Transverse</i> atau <i>Shear Wave, S-Wave</i> (Jimeno,1995).....	13
Gambar 2.8 Alat instanter minimate plus.....	18
Gambar 2.9 Konstruksi Detonator Non – Elektrik (Bhandari, 1997)	26
Gambar 3.1 Lokasi Penelitian	27
Gambar 3.2 Peta Ketersampaian daerah penelitian.....	28
Gambar 3.3 Bagan Alir Penelitian	35
Gambar 4.1 Alat bor SKF11	38
Gambar 4.2 Perangkaian Primer	39
Gambar 4.3 Proses Charging	39
Gambar 4.4 Stemming	40
Gambar 4.5 Perangkaian Tie Up.....	41
Gambar 4.6 Data <i>Ground Vibration</i> di Pit Benggeris.....	42
Gambar 4.7 Plot log-log PPV vs <i>scaled distance</i> pada persamaan USBM	43
Gambar 4.8 Plot log-log PPV vs <i>scaled distance</i> pada persamaan.....	44
Gambar 4.9 Plot log-log PPV vs <i>scaled distance</i> pada persamaan	46
Gambar 4.10 Perbandingan PPV Aktual dengan PPV Prediksi.....	47
Gambar 4.11 Kurva Peluruhan <i>Ground Vibration</i>	49
Gambar 4.12 Perbandingan PPV Prediksi Vs Aktual	50
Gambar 4.13 Rumah warga terdekat dengan lokasi peledakan	53
Gambar 4.14 Radius rumah warga terdekat dengan strip 3	53
Gambar 4.15 Radius rumah warga terdekat dengan strip 1	54

DAFTAR TABEL

	Halaman
Tabel 2.1 Klasifikasi Massa Batuan untuk Penggaruan.....	5
Tabel 2.2 Faktor – faktor yang memengaruhi tingkat getaran tanah	16
Tabel 2.3 Baku Tingkat Getaran Tanah berdasarkan Kep-49/MENLH/11/1996 .	17
Tabel 2.4 Nilai Koefisien Korelasi (Ronald E. Walpole, 1993)	20
Tabel 3.1 Jadwal Penelitian.....	28
Tabel 3.2 Ringkasan Penyelesaian Masalah	33
Tabel 4.1 Jenis dan kekerasan tanah penutup Pit Benggeris.....	37
Tabel 4.2 Persamaan Prediksi PPV	47
Tabel 4.3 Hasil Perhitungan <i>Standart Error</i>	48
Tabel 4.4 Rekomendasi isian bahan peledak	52
Tabel 4.5 Rekapitulasi hasil simulasi tie up menggunakan <i>SHOTplus</i>	55

BAB 1

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

PT. Thiess Contractors Indonesia (TCI) merupakan perusahaan multinasional yang menyediakan layanan kontraktor untuk pertambangan batubara. Salah satu lokasinya berada di Kecamatan Melak, Kabupaten Kutai Barat, Provinsi Kalimantan Timur. Perusahaan ini menjalin kontrak dengan PT Firman Ketaun Perkasa (FKP) untuk Pit Benggeris sebagai pemilik lahan/ IUP (Izin Usaha Pertambangan) yang mencakup total area seluas 2.360 Ha. Pit Benggeris merupakan pit yang terletak dekat dengan daerah pemukiman warga. Jarak pemukiman terdekat dengan lokasi peledakan adalah ± 200 meter.

Sistem penambangan yang digunakan adalah sistem tambang terbuka (*surface mining*) dengan proses pemberaian *overburden* (lapisan tanah penutup) menggunakan metode peledakan yang dilakukan oleh PT Ael. Kegiatan peledakan yang dilakukan menghasilkan adanya *waste energy*, salah satu diantaranya adalah *ground vibration*. *Ground vibration* berpotensi menimbulkan dampak negatif terhadap lingkungan apabila tidak dikelola dengan baik.

PPV (*Peak Particle Velocity*) merupakan salah satu parameter yang paling sering digunakan untuk mengetahui besarnya *ground vibration* yang dihasilkan. Nilai PPV berbanding lurus dengan jumlah bahan peledak yang meledak secara bersamaan dan berbanding terbalik dengan jarak dari sumber ledakan. Berdasarkan hasil pengukuran pada bulan November 2023 – Desember 2023, terdapat PPV yang dihasilkan melebihi angka 2 mm/detik akibat peledakan *overburden* yang dilakukan. Berdasarkan Keputusan Menteri Negara Lingkungan Hidup Nomor: Kep-49/MENLH/11/1996 tentang Baku Tingkat Getaran menyebutkan batasan kecepatan getaran terhadap lingkungan sekitar maksimal tidak melebihi 2 mm/detik.

Terdapat beberapa faktor yang dapat memengaruhi *ground vibration* termasuk geometri peledakan, material *overburden*, arah inisiasi peledakan, berat isian per waktu tunda (*delay*), dan *delay interval* yang digunakan. Akan tetapi berat

isian per waktu tunda (*delay*) dan *delay* interval merupakan variabel yang dapat dikontrol dan memberikan pengaruh signifikan. Oleh karena itu, penelitian ini dilakukan untuk mengetahui nilai PPV yang dihasilkan pada jarak terdekat ke pemukiman warga dari lokasi peledakan, sehingga dapat memberikan rekomendasi isian bahan peledak maksimum dan *delay* yang dapat digunakan sebagai acuan perusahaan dalam upaya mengontrol *ground vibration*.

1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan uraian latar belakang di atas, maka dapat diperoleh rumusan masalah pada penelitian ini, yaitu:

1. Bagaimana perbandingan prediksi tingkat *ground vibration* dari persamaan USBM, Langefors – Kihlstrom dan Ambraseys – Hendron dengan *ground vibration* yang dihasilkan secara aktual menggunakan analisis SPSS?
2. Berapa jumlah isian bahan peledak maksimum berdasarkan persamaan USBM, Langefors – Kihlstrom dan Ambraseys – Hendron pada kegiatan peledakan di Pit Benggeris?
3. Bagaimana waktu tunda (*delay period*) yang digunakan untuk mengontrol nilai *ground vibration* yang dihasilkan dengan mensimulasikan *tie up* aktual menggunakan perangkat lunak *SHOTplus*?

1.3 Batasan Masalah

1. Penelitian ini hanya mencakup wilayah di sekitar Pit Benggeris.
2. Penelitian ini tidak mencakup geometri peledakan seperti: burden, spasi, jenis bahan peledak, diameter lubang ledak dan jenis batuan.
3. Rekomendasi isian bahan peledak tidak memperkirakan hasil fragmentasi dan *Scaled Depth of Burial* (SDoB).
4. Pola peledakan yang digunakan pada penelitian ini hanya pola peledakan *Box Cut Zig-zag*.

1.4 Tujuan Penelitian

Berdasarkan rumusan masalah di atas, maka dapat ditentukan tujuan dari penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Menganalisis perbandingan prediksi tingkat *ground vibration* dari persamaan USBM, Langefors – Kihlstrom dan Ambraseys – Hendron dengan *ground vibration* yang dihasilkan secara aktual dengan menggunakan analisis SPSS.
2. Menganalisis jumlah isian bahan peledak maksimum berdasarkan persamaan USBM, Langefors – Kihlstrom dan Ambraseys – Hendron pada kegiatan peledakan di Pit Benggeris.
3. Menganalisis waktu tunda (*delay period*) yang digunakan untuk mengontrol nilai *ground vibration* yang dihasilkan dengan mensimulasikan *tie up* aktual menggunakan perangkat lunak *SHOTplus*.

1.5 Manfaat Penelitian

Berdasarkan tujuan penelitian yang telah dirumuskan, maka manfaat dari penelitian ini adalah:

1. Hasil penelitian ini diharapkan sebagai bahan studi perbandingan bagi penelitian terkait dengan efek dari kegiatan peledakan, khususnya *ground vibration* serta dapat dijadikan sebagai kajian awal untuk penelitian selanjutnya.
2. Dapat dijadikan dasar untuk menentukan kebijakan perusahaan dalam mempersiapkan perencanaan kegiatan peledakan.

DAFTAR PUSTAKA

- Akeil, Salah. 2004. *Comparative Study on Ground Vibrations Prediction by Statistical and Neural Networks Approaches at Tunçbilek Coal Mine, Panel Byh*. Ankara : Middle East Technical University
- Ambraseys dan Hendron. 1968. *Dynamic Behaviour of Rock Masses, Rock Mechanics in Engineering Practices*. London : Wiley.
- Balasubramanian, A. 2017. *Technical Report : Rock Basting for Mining*. Mysore : University of Mysore.
- Bhandari, S. 1997. *Engineering Rock Blasting Operation*. Taylor & Francis.
- Dick, R.A. dkk. 1987. *Information Circular 8925 : Explosives and Blasting Procedures Manual*. Pittsburgh : US Department of Interior.
- Duvall, W.I. dan Petkof, B. 1959. *Spherical Propagation of Explosion-Generated Strain Pulses In Rock*. Washington D.C. : US Department of Interior, Bureau of Mines.
- Instantel. 2012. *Minimate Plus Specification*. Ottawa : Instantel Inc.
- Jinemo, C.L., Jinemo, E.L., dan Cardeco, F.J.A. (1995) : *Drilling and Blasting of Rock*. Rotterdam, A.A. Balkema.
- Keputusan Menteri Negara Lingkungan Hidup Nomor ; KEP-49/MENLH/ Tentang *Baku Tingkat Getaran*. Jakarta: Kep.MENLH. (1996).
- Konya, C.J, Edward, J Walter. (1990). "*Surface Blast Design*". Prentice Hall, Englewood Cliffs. USA.
- Langefors dan Kihlstrom. 1963. *The Modern Technique of Rock Blasting*. New York : Wiley.
- Papán, D. dan Papánová, Z. 2020. *Experimental Investigation of The Seismic Effects During Blasting Works*. Žilina : University of Žilina
- Rosenthal, M.F. dan Morlock, G.F. 1987. *Blasting Guidance Manual*. Washington D.C. : US Department of Interior, Bureau of Mines.