

**“KONFIGURASI SISTEM INISIASI PELEDAKAN PADA
PERTAMBANGAN UNTUK MENGURANGI DAMPAK *GROUND
VIBRATION* TERHADAP LINGKUNGAN PEMUKIMAN”**

Tesis

Untuk Memenuhi Sebagian Persyaratan Mendapatkan Derajat Magister
Program Studi Ilmu Lingkungan



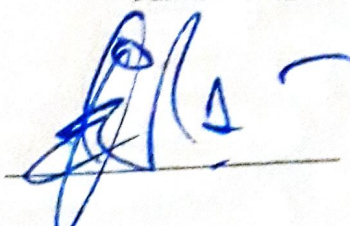
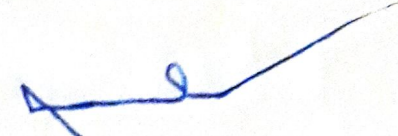
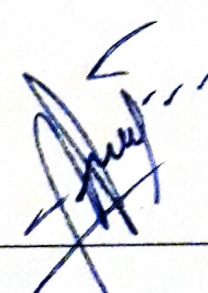
OLEH

RADEN HARIS HANDAYANA

NIM. 21168024

**PROGRAM STUDI ILMU LINGKUNGAN
SEKOLAH PASCASARJANA
UNIVERSITAS NEGERI PADANG
2022**

**PERSETUJUAN KOMISI
UJIAN TESIS MAGISTER SAINS**

No	Nama	Tanda Tangan
1.	<u>Prof. Dr. Eri Barlian, M.S</u> (Ketua)	
2.	<u>Prof. Dr. Ir. Nasfryzal Carlo, M.Sc.</u> (Sekretaris)	
3.	<u>Dr. Hamdi, M.Si.</u> (Anggota)	

Mahasiswa

Nama : **Raden Haris Handayana**

NIM : 21168024

Tanggal Ujian : 14 November 2022

PERSETUJUAN AKHIR TESIS

Nama Mahasiswa : **Raden Haris Handayana**

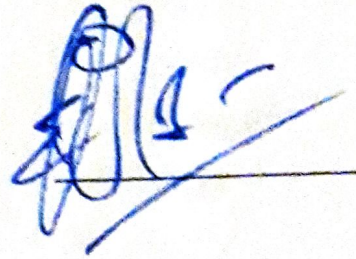
NIM. : 21168024

Nama
Tanggal

Tanda Tangan

Prof. Dr. Eri Barlian, M.S

Pembimbing

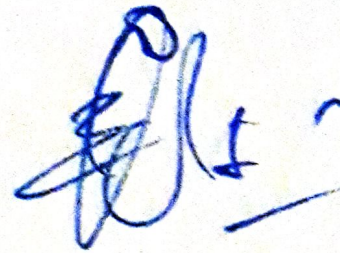


Direktur Sekolah Pascasarjana
Universitas Negeri Padang

Koordinator Program Studi,



Prof. Yenni Rozimela, M.Ed., Ph.D.
NIP. 19620919 198703 2 002



Prof. Dr. Eri Barlian, M.S.
NIP. 19610724 198703 1 003

PERNYATAAN KEASLIAN TESIS

Dengan ini saya menyatakan bahwa tesis saya yang berjudul:

KONFIGURASI SISTEM INISIASI PELEDAKAN PADA PERTAMBAHAN UNTUK MENGURANGI DAMPAK *GROUND VIBRATION* TERHADAP LINGKUNGAN PEMUKIMAN

Tidak pernah diajukan untuk memperoleh gelar kesarjanaan di suatu perguruan tinggi lain dan tidak terdapat keseluruhan atau sebagian tulisan orang lain yang saya akui seolah-olah sebagai tulisan saya sendiri tanpa memberikan pengakuan pada penulis aslinya. Apabila di kemudian hari saya terbukti melakukan tindakan menyalin atau meniru tulisan orang lain seolah-olah hasil pemikiran saya sendiri, gelar dan ijazah yang telah diberikan oleh universitas batal saya terima.

Padang, 14 November 2022

Yang memberi pernyataan,



Raden Haris Handayana
NIM. 21168030

KATA PENGANTAR



Assalamualaikum Warahmatullahi Wabarakatuh

Dengan Nama Allah yang Maha Pengasih dan Maha Penyayang, Puji dan syukur dipersembahkan kehadiran Allah SWT yang selalu memberikan limpahan rahmat dan hidayahnya kepada kita semua. Shalawat teriring salam tak lupa kita curahkan kepada Nabi Besar Muhammad SAW.

Sehingga peneliti dapat menyelesaikan tesis dengan judul “**Konfigurasi Sistem Inisiasi Peledakan Pada Pertambangan Untuk Mengurangi Dampak Ground Vibration Terhadap Lingkungan Pemukiman**”. Tesis ini dibuat sebagai persyaratan untuk memperoleh gelar Magister pada Program Studi Ilmu Lingkungan Sekolah Pascasarjana Universitas Negeri Padang.

Peneliti menyadari tanpa adanya bantuan baik moril dan materi dari berbagai pihak maka penelitian tesis ini tidak akan terwujud, karena itu pada kesempatan ini peneliti mengucapkan terima kasih dan penghargaan yang setinggi-tingginya kepada **Prof. Dr. Eri Barlian, M.S** selaku pembimbing dan Ketua Prodi Pascasarjana Ilmu Lingkungan Universitas Negeri Padang yang telah bersedia memberikan bimbingan, masukan, saran-saran dan koreksi serta ketelitian dan kesabaran sehingga peneliti dapat menyelesaikan tesis ini.

Peneliti menyadari bahwa penyelesaian proposal tesis ini tak akan terwujud tanpa dukungan dari berbagai pihak, penulis mengucapkan terima kasih kepada:

1. **Prof. Ganefri, M.Pd., Ph.D** selaku Rektor Universitas Negeri Padang.
2. **Prof. Dra. Yenni Rozimela, M.Ed., Ph.D.** selaku Direktur Program Pascasarjana Ilmu Lingkungan Universitas Negeri Padang.
3. **Prof. Dr. Indang Dewata, M.Si** selaku wakil Direktur Program pascasarjana Ilmu Lingkungan Universitas Negeri Padang.
4. **Prof. Dr. Ir. Nasfryzal Carlo, M.Sc** selaku dosen penguji 1 yang telah memberikan arahan dan masukan dalam penyempurnaan tesis ini.
5. **Dr. Hamdi, M.Si** selaku dosen penguji 2 yang telah memberikan arahan dan masukan dalam penyempurnaan tesis ini.
6. Seluruh penanggungjawab mata kuliah dan dosen pengajar yang telah membimbing dan memberikan ilmunya kepada penulis.
7. Kedua Orang Tua yang telah mendoakan, merawat dan membesarkan tanpa balas jasa, semoga dapat memberikan kebanggaan dan kebahagiaan dimasa tua mereka.
8. Istri Tercinta dan keempat Anak-anak Tersayang yang telah ikhlas dan *support* yang luarbiasa setiap *weekend* selama proses perkuliahan *online*.
9. Teman-teman seangkatan dan semua pihak yang tidak mungkin penulis sebutkan satu persatu yang telah membantu dalam penulisan tesis ini.
10. Team Technical Services Engineer PT. HMSI terutama Jihan yang telah *full support* selama pengambilan data dilapangan
11. Dan semua pihak yang tidak dapat saya sebutkan satu persatu yang telah membantu terselesaikan nya tesis ini,

Semoga segala bantuan yang telah Bapak/Ibu berikan menjadi amal ibadah disisi Allah SWT dan mendapatkan balasan yang berlipat ganda.

Akhir kata, semoga tesis ini dapat dijadikan sebagai sumber ilmu yang bermanfaat untuk penerapan kaidah pertambangan yang baik dan benar dengan tetap memperhatikan keberlangsungan lingkungan hidup. Sehingga, dinilai sebagai amal ibadah disisi Allah SWT. Aamiin Ya Allah Ya Robbal Alamiin.

Wassalamu Alaikum Warahmatullahi Wabarakatuh

Padang, 14 November 2022

Raden Haris Handayana

DAFTAR ISI

	Halaman
HALAMAN JUDUL	
PERSETUJUAN AKHIR TESIS.....	i
PERSETUJUAN KOMISI	ii
PERNYATAAN KEASLIAN TESIS	iii
KATA PENGANTAR.....	iv
DAFTAR ISI.....	vii
DAFTAR TABEL	ix
DAFTAR GAMBAR.....	x
ABSTRAK	xiii
ABSTRACT	xiv
BAB I PENDAHULUAN.....	1
A. Latar Belakang	1
B. Identifikasi Masalah	7
C. Pembatasan Masalah.....	8
D. Perumusan Masalah	8
E. Tujuan penelitian.....	9
F. Manfaat Penelitian.....	9
G. Kebaharuan dan Orisinalitas	10
H. Definisi Operasional	11
BAB II KAJIAN PUSTAKA	12
A. Kajian Teori	12
B. Penelitian yang Relevan	29
C. Kerangka Konseptual.....	30
D. Hipotesis Penelitian	31
BAB III METODE PENELITIAN	33
A. Jenis Penelitian.....	33
B. Populasi dan sampel Penelitian	35
C. Instrumen Penelitian	36

D. Teknik Pengumpulan Data	38
E. Teknik Analisis Data	40
BAB IV HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN	46
A. Hasil Penelitian	46
1. Hasil pengukuran tingkat getaran non-elektrik detonator (NONEL)	46
2. Analisis faktor yang mempengaruhi tingkat getaran peledakan yang dihasilkan oleh sistem inisiasi non-elektrik detonator.....	54
B. Pembahasan	67
1. Analisis Sistem inisiasi elektronik detonator untuk mengurangi tingkat getaran Peledakan dan memenuhi standar baku mutu getaran.	67
BAB V SIMPULAN	89
A. Simpulan	89
B. Saran	91
C. Implikasi	92
DAFTAR PUSTAKA	94
LAMPIRAN	99
Lampiran A	99
Lampiran B	105

DAFTAR TABEL

Tabel		Halaman
2.1	Baku tingkat getaran peledakan Indonesia SNI 7571:2010	23
3.1	Koordinat Lokasi Penelitian	36
3.2	Contoh input data getaran didalam excel	41
3.3	Hasil analisis SHA	43
4.1	Blast geometri PT. Cemindo	48
4.2	Hasil Perekaman Aktual Getaran yang menggunakan konfigurasi delay non-elektrik	51
4.3	Tingkat getaran applicable berdasarkan SNI	52
4.4	Data Variabel X dan Y untuk perhitungan Regresi	56
4.5	Prediksi Getaran Peledakan dengan non-elektrik untuk jarak kemajuan tambang ke pemukiman	59
4.6	Data lubang signature hole analisis dan hasil pengukuran.....	68
4.7	Hasil simulasi konfigurasi delay SHA	73
4.8	Hasil simulasi konfigurasi delay SHA	75
4.9	Hasil perbandingan nilai getaran dari peledakan satu area	80
4.10	Hasil perbandingan PPV elektronik aktual vs hasil prediksi	81
4.11	Deviasi Hasil getaran terhadap prediksi regresi SHA dan simulasi delay SHA	81
4.12	Perbandingan prediksi konfigurasi non-elektrik vs elektronik detonator	82
4.13	Signature Hole PPV prediksi dan aktual	85

DAFTAR GAMBAR

Gambar	Halaman
1.1	Peta Kesampaian Daerah..... 5
2.1	Tahapan kegiatan penambangan batu kapur 17
2.2	Prinsip Superposisi Linier (a) Simulasi sederhana (b) Constructive Interference. (c) Destructive Interference ((Aldas & Ecevitoglu, 2008)..... 29
2.3	Diagram alir konseptual 31
3.1	Peta lokasi Penelitian 35
3.2	Micromate dari InstanTEL 36
3.3	Ilustrasi Pemasangan micromate 37
3.4	Prinsip perekaman getaran oleh micromate 37
3.5	Peta lokasi peledakan dan titik pengukuran. 39
3.6	Contoh laporan hasil pengukuran..... 40
3.7	Grafik hubungan scale distance dan PPV dalam tabel log 42
3.8	Ilustrasi pengukuran SHA 43
3.9	Diagram Alir Metodologi Penelitian..... 45
4.1	Geometri Peledakan PT. Cemindo 47
4.2	Geometri Aktual Peledakan PT. Cemindo 47
4.3	PPV result dari hasil pengukuran dengan inisiasi non-elektronik..... 50
4.4	Hasil perekaman getaran pada peak 7 mm/s. 51
4.5	Kerusakan Pondasi Bangunan yang diklaim Akibat Kegiatan Peledakan 53
4.6	Peta Aktual jarak peledakan non-elektrik terhadap pemukiman warga 54
4.7	Tabel Logaritmat analisis regresi yang menghasilkan konstanta b..... 57
4.8	Peta Jarak Aktual tambang ke area pemukiman..... 58
4.9	Hubungan jarak dengan tingkat PPV 60
4.10	Hubungan Isian bahan peledak dengan tingkat PPV..... 61

4.11	Analisis sistem Peledakan dengan menggunakan non-elektrik detonator.....	62
4.12	Sequent peledakan analisis.....	63
4.13	Simulasi Isian dengan menggunakan software.	64
4.14	Simulasi prediksi tingkat getaran dengan menggunakan Excel formulation	65
4.15	Hubungan bahan peledak per delay dengan PPV.....	67
4.16	Proses instalasi lubang signature hole analisis.....	68
4.17	Foto udara pengukuran SHA dan proses pemasangan alat pengukur getaran.	69
4.18	Analisis scale distance pada lubang signature hole analisis.....	70
4.19	Analisis scale distance signature holes dengan menggunakan software	71
4.20	Gelombang signature holes dari hasil perekaman.....	72
4.21	Proses simulasi delay pada analisis signature holes.....	73
4.22	Proses simulasi delay pada analisis signature holes.....	74
4.23	Proses simulasi delay pada analisis signature holes dengan tampak 2 nilai PPV terkecil dapat disimulasikan pada range delay 40 ms-175 ms untuk inter holes dan dan untuk interrow dari range delay 40 ms sampai dengan 150 ms.....	75
4.24	Blasting perbandingan elektronik detonator dan non elektrik detonator Area Pertama.....	77
4.25	Blasting perbandingan elektronik detonator dan non elektrik detonator area kedua.....	78
4.26	Analisis amplitudo getaran dari elektronik detonator dengan nilai PPV 0.891 mm/s.....	79
4.27	Analisis amplitudo getaran dari non-elektroni detonator dengan nilai PPV 1.135 mm/s.....	79
4.28	Analisis scale distance dengan menggunakan elektronik detonator	83
4.29	Perbandingan analisis scale distance elektronik dan non elektronik detonator.....	84

4.30	Hasil pengukuran getaran dengan menggunakan konfigurasi delay signature hole analisis pada elektronik detonator	87
------	---	----

ABSTRAK

Raden Haris Handayana. 2022. Konfigurasi Sistem Inisiasi Peledakan di Tambangan untuk Mengurangi Dampak Getaran Tanah terhadap Lingkungan Permukiman. Program Studi Ilmu Lingkungan. Tesis. Sekolah Pascasarjana. Universitas Negeri Padang

Penelitian ini dilakukan di salah satu tambang batu gamping terbesar di Indonesia di Lebak, Bayah, Banten, Indonesia. Masalah getaran terbatas pada nilai 4 mm/s pada jarak 400 hingga 500 m dari pemukiman penduduk. Pembatasan ini didasarkan pada kesepakatan masyarakat dan Pihak perusahaan sesuai dengan SNI 7571:2010 untuk pembatasan nilai getaran kepada masyarakat. Detonator elektronik diterapkan pada proses peledakan dengan tantangan untuk meminimalkan nilai getaran. Dengan nilai akurasi 0,01%, detonator elektronik diyakini dapat menghasilkan getaran Peledakan yang lebih rendah dibandingkan dengan sistem inisiasi non-elektrik dengan akurasi lebih dari 5,5%. Dengan metode signature hole analisis, getaran peledakan direkam dari serangkaian penembakan lubang tunggal dan dalam variasi konfigurasi delay yang sesuai dengan nilai prediksi getaran yang diinginkan. Dari data perbandingan peledakan antara detonator elektronik dan non elektronik, telah dilakukan analisis data menggunakan skala perbandingan jarak skala log dan Peak Particle Velocity dari setiap perekaman data, didapatkan hasil bahwa garis kurva detonator elektronik berada jauh dibawah kurva detonator non elektronik. Hasil ini juga menunjukkan bahwa dengan jarak yang semakin dekat dengan penduduk terdekat, detonator elektronik masih mampu mempertahankan hasil PPV di bawah 3 mm/s dengan jumlah bahan peledak yang sama yang digunakan pada ledakan non-listrik. Dapat disimpulkan bahwa detonator elektronik dapat menurunkan nilai vibrasi sebesar 50% dibandingkan detonator non elektrik yang diaplikasikan pada proses peledakan di tambang batugamping dengan rata-rata penurunan vibrasi 3,57 mm/s menggunakan non elektrik menjadi 1,09 mm/s. hasilnya dapat diterima oleh standar masyarakat dan standar SNI.

ABSTRACT

Raden Haris Handayana. 2022. Configuration Of Blasting Initiation Sistem in Mining to Reduce the Impact of Ground Vibration To The Community Area. Environmental Science Study Program. Thesis. Graduate program of Universitas Negeri Padang

This research was conducted in one of the biggest limestone quarries in Indonesia at Lebak, Bayah, Banten, Indonesia. The ground vibration issues which limited to a value of 4 mm/s at a distance of 400 to 500 m from the resident area. This limitation based on community and company agreements refer to SNI 7571:2010 for vibration value limitation to community. Elektronik detonators were applied to the blasting process with challenges to minimizing vibration value. With a scatter value of 0.01%, an elektronik detonator was believed could produce a low vibration blast. Using signature hole analysis, the vibration was recorded from a series of single hole firing and resulted in delay variation which resulted in the desired vibration prediction value. From data blasts compare between elektronik detonator and non-elektronik detonators, analysis data has been made using log scale comparison scale distance and Peak Particle Velocity from every data recording, the result showed that elektronik detonators curve line lies well below the non-elektronik detonator curve. This result also indicates that, with distance getting closer to the nearest resident, elektronik detonators is still capable to maintain PPV results below 3 mm/s with an equal quantity of explosive that is used on non-elektrik blasts. Compare to SHA prediction, every blast of elektronik detonators has used the recommendation of SHA analysis which is Inter Hole 53ms and Inter Row 144ms, with predicted value PPV 1.87 mm/s based on nearest distance SHA monitoring 382 m, the actual value was achieved with PPV 1.97 mm/s on similar distance. It could be concluded that the elektronik detonator could reduce vibration value by 50% reduction compared to non-elektrik detonators applied in the blasting process in a limestone quarry with average 3.57 mm/s vibration using non-elektrik decrease into 1.09 mm/s, this result is acceptable by this result is acceptable by stakeholders.

BAB I

PENDAHULUAN

A. Latar Belakang

Lingkungan hidup adalah Kesatuan ruang dengan semua benda, daya, keadaan dan makhluk hidup, termasuk manusia dan perilakunya, yang mempengaruhi alam itu sendiri, kelangsungan perikehidupan dan kesejahteraan manusia serta makhluk hidup lainya (UU Nomor 32 Tahun 2009, n.d.).

Berdasarkan definisi lingkungan hidup dapat dikelompokkan ke dalam 3 bagian:

1. Lingkungan Biotik, terdiri dari mikro organisme sampai dengan tumbuhan, hewan dan manusia. Terdiri dari:
 - a) Produsen, makhluk hidup yang dapat mensintesis zat makanan sendiri dengan bantuan energi matahari.
 - b) Konsumen, kelompok organisme yang tidak mampu mensintetis makanan sendiri.
 - c) Pengurai, organisme yang berperan dalam menguraikan sisa-sisa makhluk hidup (Manik, 2016).
2. Lingkungan Abiotik, terdiri dari makhluk hidup yang bukan organisme hidup. Fungsi lingkungan abiotik yaitu sebagai media untuk berlangsungnya kehidupan. Contoh: udara, air, matahari, dan tanah (primaningtyas, 2014).
3. Unsur sosial budaya (kultur) adalah keseluruhan sistem nilai gagasan, tindakan dan kewajiban yang dimiliki manusia untuk menentukan perilaku sebagai

mahluk sosial. Unsur sosial budaya dapat dikembangkan manusia untuk memenuhi kebutuhan hidupnya (Wirutomo & Paulus, 2014).

Manusia sebagai unsur biotik dan lingkungan sebagai gabungan antara unsur abiotik, biotik dan kultural merupakan satu kesatuan yang sulit dipisahkan. Keduanya berinteraksi dan saling mempengaruhi satu dengan yang lainnya. Lingkungan memberikan segalanya untuk digunakan, khususnya untuk manusia seperti penghasil bahan makanan, sumber daya tambang dan mineral, penghasil bahan baku/mentah, kegiatan sosial, ekonomi, politik, budaya dan pertahanan keamanan, tempat tinggal, sumber tenaga, media ekosistem dan masih banyak lagi. Namun kadang-kadang manusia menyalahgunakan manfaat yang diberikan oleh lingkungan, seperti merusak hutan dengan penggundulan hutan dan dialihfungsikan menjadi pemukiman, menjadikannya sebagai area penambangan bahan galian dan mineral, perkebunan sawit dan lain sebagainya; pencemaran lingkungan dengan membuang sampah di sungai, pembuangan limbah yang tidak disaring terlebih dahulu, debu dan kebisingan udara dll.

Saat ini sudah manusia mulai peduli dengan lingkungan dan mereka mulai mengupayakan pelestarian lingkungan untuk memperbaiki kerusakan yang dibuat oleh manusia sendiri, yaitu dengan upaya pelestarian tanah, sumber daya air, sumber daya udara, keanekaragaman hayati, dan yang paling penting adalah pembangunan yang berkelanjutan. Hakikat pembangunan berkelanjutan adalah seperangkat usaha yang berencana dan terarah untuk menghasilkan sesuatu yang berguna untuk memenuhi kebutuhan manusia. Upaya untuk meningkatkan kesejahteraan hidup perlu memanfaatkan sumber daya alam, manusia, serta ilmu

pengetahuan dan teknologi. Dan ciri-ciri pembangunan berkelanjutan yaitu: menjamin pemerataan dan keadilan, menghargai dan melestarikan lingkungan, menggunakan pendekatan integrative, menggunakan pandangan jangka Panjang, meningkatkan kesejahteraan, memenuhi kebutuhan masa sekarang.

Tindakan yang cermat untuk meraih keberhasilan pembangunan berkelanjutan yaitu: melakukan gerakan pelestarian dan pemanfaatan flora dan fauna secara optimal, memadukan pemanfaatan SDA dengan SDM, berusaha mengurangi resiko pencemaran dan kerusakan lingkungan, meningkatkan peran serta masyarakat dalam melestarikan lingkungan dan pengawasan pembangunan, Mengembangkan sarana informasi dan komunikasi.

Kegiatan peledakan akan menimbulkan beberapa efek langsung seperti batu terbang (*flyrock*), getaran (*vibration*), tekanan udara (*airblast*) dan kebisingan (*noise*). Efek peledakan ini akan menimbulkan berbagai macam dampak terhadap lingkungan di sekitar area peledakan, antara lain ketidakstabilan lereng dan kerusakan struktur bangunan. Frekuensi peledakan tinggi disertai tingkat getaran dan *airblast* yang besar dapat menimbulkan efek peledakan terhadap lingkungan sekitar (Amsya et al., 2021)

Menurut Santoso EKO (2021) Getaran tanah merupakan bagian dari output operasi peledakan pada lingkungan. Ketika getaran tanah ada pada level tinggi, dapat menyebabkan gangguan pada manusia, ketidaknyamanan bahkan kerusakan struktur bangunan di sekitarnya. sedangkan pengaruh getaran terhadap ekologi di jelaskan oleh (Santoso et al., 2021) ekologi adalah hubungan timbal balik antara makhluk hidup dengan sesamanya dan dengan benda-benda mati di sekitarnya,

getaran peledakan yang tinggi akan merusak ekologi lingkungan terutama pada struktur bangunan.

Getaran tanah (*ground vibration*) adalah gelombang yang bergerak di dalam tanah disebabkan oleh adanya sumber energi yang dihasilkan dari aktivitas peledakan untuk membongkar batuan yang menjadi salah satu masalah lingkungan yang paling penting di tambang terbuka. Khususnya di tambang terbuka yang sangat dekat dengan pemukiman. Oleh karena itu, analisa yang akurat terhadap getaran tanah akibat ledakan adalah sangat penting, untuk menghindari complaint dari masyarakat sekitar akibat adanya kerusakan struktur bangunan (Maryura et al., 2014).

Pengukuran getaran peledakan di Indonesia telah diatur dalam SNI 7571:2010 (*ground vibration*), yang mengklasifikan tingkat getaran dalam PVS (mm/s) yang berdampak pada beberapa kelas bangunan yang dikategorisasikan dalam level 1 sampai dengan level 5.

Kegiatan peledakan di Indonesia masih mengalami permasalahan ketika peledakan mendekati area pemukiman. Beberapa penelitian telah dilakukan dalam menganalisa efek getaran peledakan pada pemukiman, seperti yang dilakukan (Albertus et al., 2015) dampak kegiatan peledakan pertambangan andesit terhadap lingkungan pemukiman, dengan menggunakan pengurangan bahan peledak berdasarkan analisis regresi, tingkat getaran dapat dikurangi sesuai baku standar. Penelitian lain seperti yang dilakukan (Lubis et al., 2018b) tentang kajian getaran peledakan dengan *fault tree* analisis, juga berdasarkan parameter tingkat isian bahan

peledak terhadap jarak ke pemukiman sehingga membatasi tingkat isian dan jumlah peledakan.

Penelitian yang ada masih menggunakan teknologi peledakan dengan sistem inisiasi detonator *phyrotecnic* yang menggunakan *delay elemen*. Non-Elektrik mempunyai tingkat akurasi berkisar 5-10% yang dapat menyebabkan dua atau beberapa lubang meledak bersamaan, yang menyebabkan hasil *ground vibration* melebihi Batasan yang sudah di tetapkan.

Penelitian ini mengambil salah satu kase permasalahan peledakan pada proses penambangan batu kapur di PT. LEN Cemindo yang menghasilkan beberapa permasalahan dampak getaran tanah yang mengganggu lingkungan Pemukiman.

PT. LEN Cemindo berlokasi di Kecamatan Bayah, Kabupaten Lebak, Provinsi Banten, Indonesia. Gambar 1.1 dibawah adalah peta kesampaian daerah lokasi penelitian dari LEN Cemindo yang diambil dari data google Earth.



(Sumber: Google Earth)

Gambar 1.1 Peta Kesampaian Daerah

Area PT. LEN Cemindo Bayah dapat ditempuh dari Kota Jakarta melalui arah Kota Serang dan Kota Sukabumi. Perjalanan darat diperkirakan dapat mencapai kurang lebih 5 jam, baik melalui Kota Serang ataupun Kota Sukabumi.

Dari beberapa hasil pengukuran getaran tanah pernah melebihi standar PPV yang telah ditetapkan (> 5 mm/s) berdasarkan SNI 7571:2010, dimana proses peledakannya masih menggunakan nonel. Berdasarkan data laporan yang telah diambil, tingkat getaran dari peledakan non-elektrik detonator mencapai 6.35 mm/s, nilai ini telah melebihi batasan maksimum getaran untuk bangunan kelas 3, dimana angka yang menjadi batas maksimum adalah 5 mm/s. Angka yang besar ini menjadi permasalahan dengan warga disekitar pemukiman dengan melakukan demo kepada perusahaan dan mempermasalahkan getaran yang besar dihubungkan dengan kerusakan dinding bangunan.

Dampak getaran tanah secara garis besar dipengaruhi oleh 2 hal yaitu berat isian bahan peledak per satuan waktu dan jarak dari lokasi peledakan ke *area concern*. Jarak peledakan merupakan variabel statis dan sedangkan berat isian bahan peledak per satuan waktu merupakan variabel dinamis. Maka untuk mengontrol getaran tanah diperlukan penyesuaian terhadap isian bahan peledak persatuan waktu. Penggunaan detonator Nonel sebagai pengatur *delay timing* seringkali didapatkan hasil getaran tanah yang melebihi *standar*. Hal tersebut karena detonator Nonel memiliki tingkat *error* 5-10%, sehingga dapat menyebabkan *delay timing* menjadi tidak tepat dan membuat berat isian bahan peledak per satuan waktu menjadi bertambah (Zhang et` al., 2022).

Kemajuan teknologi detonator menciptakan elektronik detonator dengan tingkat akurasi tinggi dibawah 0.02% yang memastikan peledakan perlubang dapat terlaksana (Iwano et al., 2020). Elektronik detonator memungkinkan untuk melakukan analisis pada *variabel delay* peledakan, dengan menggunakan analisis *signature hole*, diharapkan didapatkan *delay* akurasi yang memungkinkan tidak terjadi tabrakan antar gelombang peledakan. Sehingga variabel penggunaan bahan peledak yang dibatasi dan peledakan segmen dapat dihilangkan namun masih menghasilkan peledakan dengan tingkat getaran yang berada dibawah ambang batas yang ditetapkan dalam SNI.

B. Identifikasi Masalah

Penelitian yang dilakukan berhubungan dengan pengaruh kegiatan peledakan pada penambangan *Quarry* PT. LEN Cemindo yang berlokasi di Kecamatan Bayah, Kabupaten Lebak, Provinsi Banten, Indonesia terhadap lingkungan masyarakat di sekitar wilayah pertambangan. Dampak yang paling berpengaruh adalah kerusakan pada bangunan dan *cultural* masyarakat yang terganggu oleh tingkat getaran akibat peledakan.

Secara garis besar dapat diuraikan beberapa permasalahan dari kegiatan peledakan di area *Quarry* Cemindo:

1. Tingkat getaran peledakan yang dihasilkan oleh peledakan dengan sistem inisiasi nonel melebihi ambang batas yang ditetapkan untuk bangunan level 3 dengan $PPV > 5$ mm/s berdasarkan SNI 7571:2010, dapat menyebabkan kerusakan lingkungan abiotik (kerusakan struktur bangunan) sehingga mempengaruhi aktivitas sosial masyarakat (*culture*).

2. Kegiatan peledakan yang kurang sistematis dan tidak adanya perhitungan *scale distance* pada perencanaan peledakan memperbesar potensi tingkat getaran.
3. Sistem inisiasi non elektrik detonator memiliki *scatter ratio* hingga 4 s.d 5% sehingga menimbulkan banyak dampak negatif yang dapat membahayakan kondisi lingkungan, yaitu getaran.

C. Pembatasan Masalah

Penelitian ini dibatasi pada analisis getaran tanah (*Ground Vibration*) akibat peledakan terhadap lingkungan masyarakat desa Pamubulan 2, dari aktivitas peledakan di *Quarry* PT. LEN Cemindo Kecamatan Bayah, Kabupaten Lebak, Provinsi Banten, Indonesia, di area masyarakat yang berjarak kurang dari 500 m.

D. Perumusan Masalah

Adapun rumusan masalah yang akan diteliti ini adalah sebagai berikut:

- 1 Bagaimana tingkat getaran dari sistem inisiasi non-elektrik denonator sehingga memberikan efek negatif yang signifikan terhadap kegiatan masyarakat terutama struktur bangunan dan aktivitas sosial masyarakat?
- 2 Faktor apa yang mempengaruhi tingkat getaran peledakan yang dihasilkan oleh sistem inisiasi non-elektrik detonator?
- 3 Bagaimana sistem inisiasi elektronik detonator dapat mengurangi tingkat getaran peledakan untuk memenuhi standar baku mutu getaran terhadap lingkungan masyarakat?

E. Tujuan penelitian

Adapun tujuan penelitian sebagai berikut:

1. Menganalisis tingkat getaran dari sistem inisiasi non-eletrik memberikan efek yang signifikan terhadap kegiatan masyarakat terutama struktur bangunan dan aktivitas sosial masyarakat.
2. Menganalisis faktor yang mempengaruhi tingkat getaran peledakan yang dihasilkan oleh sistem inisiasi non-elektrik detonator?
3. Menganalisis sistem inisiasi elektronik detonator untuk mengurangi tingkat getaran peledakan untuk memenuhi standar baku mutu getaran terhadap lingkungan masyarakat.

F. Manfaat Penelitian

Hasil penelitian ini diharapkan dapat digunakan oleh:

1. Manfaat Teoritis:

Penelitian ini diharapkan dapat memperkaya kajian ilmu lingkungan khususnya dalam penelitian dampak aktifitas peledakan terhadap lingkungan masyarakat di sekitar tambang.

2. Manfaat Praktis:

Bagi peneliti yang berkaitan dengan analisis tingkat getaran yang dihasilkan oleh kegiatan peledakan baik dari sistem inisiasi non-elektrik dan sistem inisiasi elektronik dapat memberikan kontribusi potensial kepada para pembaca sebagai acuan untuk penelitian selanjutnya.

Sebagai masukan bagi perusahaan untuk memahami tingkat getaran dan kebisingan yang dihasilkan dari aktivitas peledakan akan mempengaruhi lingkungan masyarakat.

G. Kebaharuan dan Orisinalitas

Beberapa penelitian telah dilakukan dalam menganalisa efek getaran peledakan pada pemukiman, seperti yang dilakukan (Albertus et al., 2015) dampak kegiatan peledakan pertambangan andesit terhadap lingkungan pemukiman, dengan menggunakan pengurangan bahan peledak berdasarkan analisis regresi, tingkat getaran dapat dikurangi sesuai baku standar. Penelitian lain seperti yang dilakukan (Lubis et al., 2018b) tentang kajian getaran peledakan dengan *fault tree analisis*, juga berdasarkan parameter tingkat isian bahan peledak terhadap jarak ke pemukiman sehingga membatasi tingkat isian dan jumlah peledakan.

Untuk analisa terhadap dampak getaran terhadap bangunan juga telah dilakukan oleh (Tri & Marmer, 2017) yang menganalisis dampak getaran pada peledakan batu gamping di semen batu raja. Penelitian tentang *signature hole analisis* juga telah dilakukan oleh (Shodik & Marmer, n.d.) tentang analisis *signature* pada peledakan batubara untuk menentukan isian maksimum bahan peledakan yang berpengaruh terhadap tingkat getaran peledakan.

Penelitian yang ada masih melakukan pengurangan isian bahan peledak untuk mengurangi tingkat getaran terhadap lingkungan pemukiman dan menggunakan teknologi peledakan dengan sistem inisiasi detonator *phyrotecnic* yang menggunakan delay elemen. non-elektrik mempunyai tingkat akurasi berkisar 5-

10% yang dapat menyebabkan dua atau beberapa lubang meledak bersamaan, yang masih bisa menyebabkan hasil *ground vibration* melebihi batasan yang sudah ditetapkan.

Penelitian ini mengambil salah satu kasus permasalahan peledakan pada proses penambangan batu gamping di PT. LEN Cemindo, kabupaten Bayah, yang menghasilkan beberapa permasalahan dampak getaran tanah yang mengganggu lingkungan Pemukiman.

H. Definisi Operasional

1. Peledakan adalah aktivitas pemberaian batuan untuk dilanjutkan ke proses selanjutnya
2. *Ground vibration* peledakan adalah getaran yang dihasilkan dari kegiatan peledakan.
3. *Pyrotechnic detonator* adalah detonator bahan peledak yang masih menggunakan *delay element*.
4. *Elektronik detonator* adalah detonator yang menggunakan teknologi *microchip* dengan tingkat akurasi yang tinggi.