

BAB 2

TINJAUAN PUSTAKA

2.1. Penelitian Terdahulu

Ada beberapa penelitian yang menjadi acuan dalam penelitian yang dilakukan ini. Penelitian-penelitian tersebut dirangkum dalam tabel di bawah ini.

No	Judul	Penulis dan Tahun Terbit	Metode Penelitian	Hasil Penelitian
1	Dampak Kegiatan Peledakan Pertambangan Andesit Terhadap Lingkungan Pemukiman Di Gunung Sudamanik Kecamatan Cigudeg Kabupaten Bogor	Aljon Albertus Manotar Simbolon, Muhamad Yanil dan Irzaman, 2015	Kuantitatif	Taraf intensitas bunyi ledakan akibat peledakan pertambangan andesit masih di bawah baku mutu SNI 7570: 2010, yang berarti bahwa kegiatan peledakan tidak menyebabkan kebisingan atau tidak mengganggu kenyamanan masyarakat pada pemukiman yang berada di sekitar pertambangan andesit. Pengaruh kuantitas bahan peledak yang sama dan jarak secara simultan terhadap taraf intensitas bunyi ledakan memenuhi persamaan berbentuk logaritma dari perbandingan jarak titik ledak ke tempat pemukiman masyarakat.
2	Manajemen Getaran Dampak Peledakan Terhadap Bangunan Pada Tambang Terbuka	Wahyudi Pratama Putra Sangadji, M. Fadil Bellico, Madinatul Arbi 2022	Kuantitatif	jarak area peledakan berpengaruh terhadap bangunan. Analisis scaled distance berhasil menjadi solusi untuk manajemen getaran dari pit 1 ke gudang

				handak (bangunan kelas 3) dan office AMM (bangunan kelas 2).
3	Dampak Penambangan Batu Kapur Terhadap Kerusakan Lingkungan Di Kecamatan Plumpang Kabupaten Tuban	Nur Khosiah dan Wiwik Sri Utami, 2018	Kuantitatif	Dampak yang ditimbulkan oleh pertambangan di kecamatan plumpang Kabupaten Tuban adalah rusaknya alam yaitu lahan yang dulunya pegunungan lama kelamaan mulai habis karena setiap hari ditambang. Bekas galian semakin luas dan tidak diimbangi dengan reklamasi. Mereka membiarkan begitu saja area bekas tambang dan mencari lahan baru untuk kegiatan pertambangan. Kerusakan lahan yang ditimbulkan akibat pertambangan di Kecamatan Plumpang kabupaten Tuban salah satunya adalah timbulnya bekas-bekas lubang galian yang lebar dan dalam. Ini sangat membahayakan bagi pekerja tambang karena rentan terjadi longsor. Tidak ada upaya yang dilakukan oleh penambang maupun pemilik tambang terhadap bekas galian tambang.
4	Kajian Aktivitas Penambangan Batu Kapur Dan Tanah Liat Di PT. Semen Baturaja (Persero) Tbk.	Safaruddin, Teddy, Bunga Puspa Indah, Melody Lingua Franca, 2021	Kualitatif	Kegiatan penambangan batu kapur yang dilakukan oleh PT. Semen Baturaja (Persero), Tbk dengan menggunakan metode tambang terbuka, dimana sistem pengerjaannya

				<p>dilakukan dengan sistem quarry. Kegiatan Penambangan Batu Kapur yang dilakukan di PT. Semen Baturaja (Persero) Tbk meliputi pembersihan lahan (land clearing), pengupasan tanah penutup (stripping overburden), pemuatan dan pengangkutan tanah penutup (loading and hauling overburden), pembuangan tanah penutup (dumping overburden), pengeboran dan peledakan (drilling and blasting), pemuatan dan pengangkutan batu kapur (loading and hauling limestone), penirisan tambang (mine darinage), dan reklamasi.</p>
5	<p>Studi Pemboran Dan Peledakan Tambang Bawah Tanah Kabupaten Halmahera Utara Provinsi Maluku Utara</p>	<p>Nur Asmiani1, Sri Widodo, M.Guntur Daing Sibali, 2016</p>	<p>Kuantitatif</p>	<p>Aktual rata-rata pemboran yang didapatkan pada saat pengamatan lapangan adalah sebesar 2,986. meter Rata-rata kemajuan heading yang didapatkan dalam 1 round peledakan adalah sebesar 2,876 meter dengan persentase kemajuan heading 96% dari rata-rata kedalaman pemboran aktual. Efisiensi pemboran yang didapatkan pada saat pengamatan lapangan adalah sebesar 85,44%.</p>

2.2. Batu Kapur

Batu kapur sebagai bahan utama pembuat semen, merupakan salah satu sumber daya alam yang berasal dari batuan sedimen berwarna putih halus, yang mengandung mineral kalsium. Tiga senyawa utama yang mewujudkan kapur adalah kalsium karbonat, kalsium oksida dan kalsium hidroksida. Kapur dapat bercampur dengan mineral magnesium yang bernama Dolomit. Pembentukan kapur terjadi pada laut ketika organisme laut purba yang memiliki cangkang berkalium mati. Sisa jasadnya bertumpuk dan perlahan membentuk lapisan endapan, setelah berjuta tahun lapisan ini menjadi batuan melalui proses geologi.

Terbentuknya batu kapur digolongkan menjadi dua yaitu batu kapur non klastik dan batu kapur klastik. Batu kapur non klastik merupakan koloni binatang laut terutama terumbu dan koral yang merupakan anggota coelenterata, sehingga tidak menunjukkan lapisan yang baik dan belum banyak mengalami pengotoran mineral lain. Sedangkan batu kapur klastik merupakan hasil rombakan jenis batu kapur non klastik. Batu kapur yang komponennya berasal dari fasies terumbu oleh fragmentasi mekanik, kemudian mengalami transportasi dan terendap kembali sebagai partikel padat diklasifikasikan dalam batu kapur/gamping/limestone.

Batu kapur merupakan salah satu jenis bahan galian tambang yang banyak digunakan dalam proses industri maupun bangunan. Pemanfaatan terbanyak dalam bidang bangunan dan pertanian. Kapur juga menjadi bagian dari campuran semen karena memiliki sifat merekatkan dan mengubah penampilan. Sebagai salah satu kapur pertanian, kapur berguna dalam menyediakan unsur kalsium dan memperbaiki keasaman tanah.

2.3. Kegiatan Pertambangan

Kegiatan penambangan batu kapur yang dilakukan oleh PT. Semen Baturaja (Persero), Tbk dengan menggunakan metode tambang terbuka, dimana sistem pengerjaannya dilakukan dengan sistem quarry. Kegiatan penambangan yang dilakukan di PT. Semen Baturaja (Persero) Tbk meliputi pembersihan lahan (*land clearing*), pengupasan tanah penutup (*stripping overburden*), pemuatan dan pengangkutan tanah penutup (*loading and hauling overburden*), pembuangan tanah penutup (*dumping overburden*), pengeboran dan peledakan (*drilling and blasting*), pemuatan dan pengangkutan batu kapur (*loading and hauling limestone*), penirisan tambang (*mine drainage*), dan reklamasi.

Dalam kegiatan penambangan batukapur digunakan berbagai macam cara untuk memberai batuan dari batuan induknya, salah satunya adalah dengan cara peledakan. Tujuan pekerjaan peledakan dalam dunia pertambangan itu sendiri yaitu memecah atau membongkar batuan padat atau material berharga atau endapan bijih yang bersifat kompak atau masive dari batuan induknya menjadi material yang cocok untuk dikerjakan dalam proses produksi berikutnya. dalam suatu operasi peledakan pada pertambangan didahului oleh pemboran yang bertujuan untuk membuat lubang tembak. Lubang tembak sendiri akan diisi oleh bahan peledak yang terlebih dahulu di isi oleh material atau pasir yang disebut *Sub-drilling* bertujuan agar hasil peledakan tidak terjadi *toes* atau tonjolan-tonjolan pada lantai tambang yang mengakibatkan alat berat sulit bergerak saat pemuatan dan pengangkutan hasil peledakan. setelah diisi oleh rangkaian bahan peledak seperti TNT atau ANFO yang dilengkapi dengan nonel,

maka selanjutnya diisi material penutup yang disebut *stemming* berfungsi menahan tekanan keatas agar energi yang dihasilkan oleh bahan peledak tersebar kesegala arah dan menghancurkan batuan disampingnya.

Agen peledakan yang digunakan pada kegiatan ini adalah AN (*ammonium nitrate*) dengan berat bersih per sak yaitu 25 kilogram. Kemudian AN dicampur dengan FO (*fuel oil*) yang telah diberi pewarna merah muda (oker) akan menjadi bahan peledak kuat (*high explosive*) dengan perbandingan AN 94,5% dan FO 5,5%. Pemberian pewarna pada FO bertujuan untuk melihat proporsi pencampuran antara AN dan FO benar-benar bercampur dengan baik.

Perlengkapan peledakan yang digunakan yaitu *Electric Detonator* dengan kode waktu tunda 0-20 dan interval delay sebesar 25 milisekon, *Cartridge Dayagel* dengan berat per dodol yaitu 200gram, *Leg Wire* yang terhubung dengan detonator listrik dengan panjang (6 dan 9) meter, *Connecting Wire Million* dengan panjang per kabel yaitu 100 meter.

Peralatan peledakan (Gambar 2.1) yang digunakan yaitu *Blasting Machine* Kobla BL-500, Blaster's Ohmeter Reo Model B01999-1, dan tongkat dari bambu dengan panjang sekitar 9 meter. *Blasting machine* tersebut mempunyai resistensi sebesar 500ohm yang berarti alat tersebut dapat menginisiasi 500 detonator listrik sekaligus dalam satu kali peledakan dengan asumsi 1 detonator mempunyai resistensi sebesar 1 ohm.

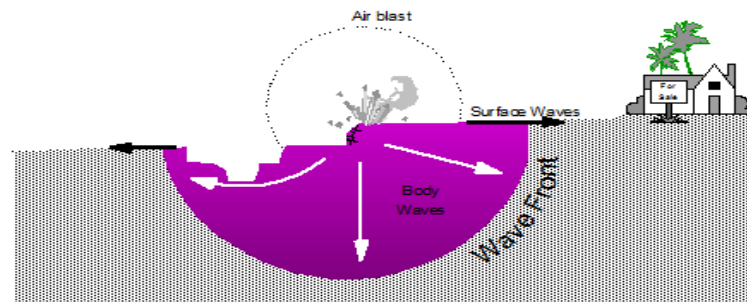


Gambar 2.1. *Blasting Machine* Dan *Blaster's Ohmmeter*

2.4. Dampak Peledakan

2.4.1. Dampak Peledakan : *Ground Vibration*

Peledakan merupakan proses dimana bahan peledak ditempatkan ke dalam sebuah lubang ledak, kemudian diledakkan. Setiap lubang ledak yang memiliki sejumlah muatan eksplosif mengalami pemuatan impulsif ketika diledakkan dan menghasilkan transfer dinamis dari gelombang kejut kuat ke massa batuan di sekitarnya. Gelombang kejut, setelah mencapai *freeface* akan dipantulkan dan kembali menghasilkan tegangan tarik, hancuran terjadi karena kekuatan tarik material batuan jauh lebih kecil dari tegangan tarik hasil ledakan. *Ground Vibration* merupakan pergerakan seismik pada tanah yang dihasilkan oleh peledakan. Energi yang dihasilkan bahan peledak dimaksudkan untuk memecah batuan, tetapi beberapa energi menyebar ke segala arah sebagai gelombang seismik dengan frekuensi yang berbeda. Gerakan seismik ini adalah bentuk transportasi energi melalui tanah yang menyebabkan kerusakan pada struktur terdekat ketika melampaui ambang batas maksimum (Lucca, 2003).



Gambar 2.2. Arah *Ground Vibration*

Arah *Ground Vibration* :

- Transversal: arah yang tegak lurus dengan arah getarannya
- Vertikal : arah gerakan naik atau turun dari gelombang
- Longitudial : pergerakan pada arah horizontal.

Tabel 2.2. Faktor-faktor yang mempengaruhi *Ground Vibration*

Variable within the control of mine operators	Influence on ground motion significant	Moderately significant	Insignificant
1. Charge weight per delay	X		
2. Delay interval	X		
3. Burden and spacing		X	X
4. Stemming (amount)			X
5. stemming (type)			X
6. Charge length and diameter			X
7. Angle of bore hole			
8. Direction of initiation		X	
9. Charge weight per blast			X
10. Charge depth			X
11. Bare vs. Covered prima cord			X
12. Charge confinement	X		
Variables not in the control of mine operator			
1. General surface terrain			X
2. Type and depth of overburden	X		
3. Wind and weather condition			X

2.4.1.1. Jenis – jenis Gelombang Getaran (*Vibration Waves*)

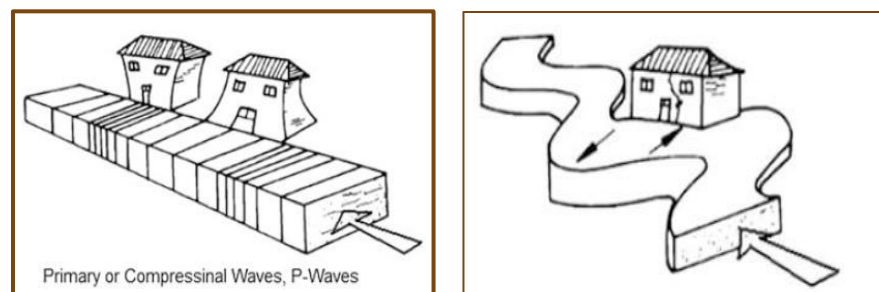
Ada beberapa jenis gelombang getaran, antara lain :

1. Gelombang Tubuh (*Body Wave*)

yaitu, merupakan gelombang yang bergerak di dalam tubuh batuan, terbagi menjadi :

- i. Gelombang P atau gelombang primer merupakan jenis gelombang seismik tercepat Gelombang P merupakan Gelombang tekan dan tarik yang menghasilkan compression dan dilatation. Gelombang P dapat berjalan melalui media apa saja, udara, air atau padat.

Pergerakan dari gelombang ini menyebabkan perubahan volume dari sebuah media. Arah perambatan gelombang identik dengan arah aliran energi.



Gambar 2.3. Pergerakan gelombang P

- ii. Gelombang S atau gelombang sekunder

Merupakan *shear wave*, Gelombang S umumnya lebih lambat dari gelombang P dan hanya bisa bergerak melalui bebatuan padat

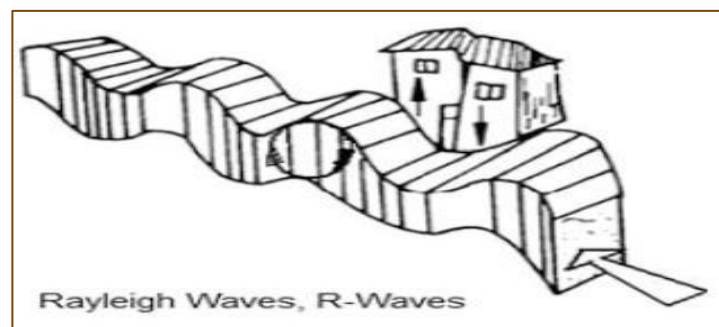
2. Gelombang Permukaan (*Surface waves*)

merupakan gelombang elastik yang menjalar sepanjang permukaan.

Gelombang ini lebih besar dari *bodywave*, namun menjalar lebih lambat dibandingkan *bodywave*. Gelombang ini penyebab utama getaran ke lingkungan, karena membawa banyak energi sehingga menghasilkan banyak pergerakan. Gelombang ini terbagi menjadi :

i. Gelombang R (Rayleigh

merupakan gelombang longitudinal yang dapat menyebabkan gerakan *retrograde* (maju mundur) pada arah vertikal atau gerakan seperti bentuk *ellipse*. Gelombang ini cenderung menyebabkan kerusakan pada struktur disekitarnya



Gambar 2.4. Gelombang Rayleigh

ii. Gelombang L (Love) atau Gelombang Q (Querwellen) merupakan gelombang yang menyebabkan getaran transversal, yang hanya bekerja pada bidang horizontal.

2.4.1.2. Pengukuran Getaran

Getaran ledakan dapat diukur menggunakan 4 parameter utama, yaitu :

1. *Particle displacement* : jarak yang ditempuh partikel sebelum kembali ke posisi semula, diukur dalam milimeter (mm)
2. *Particle acceleration* : tingkat perubahan kecepatan partikel, diukur dalam milimeter per detik kuadrat (mms^2)
3. *Particle velocity* : rate/tingkat dimana perpindahan partikel berubah. Diukur dalam milimeter/detik
4. *Frekuensi* : jumlah osilasi/detik, ini terjadi pada arah bolak balik dan diukur dalam hertz (Hz)

Berikut ini beberapa perbandingan batas peledakan menurut beberapa negara dapat dilihat pada Tabel 2.3- 2.4.

Tabel 2.3. Batas PPV peledakan saat berada dekat dengan struktur bangunan menurut standar Australia AS2187

Particle Velocity (mm/s)	Type Of Building or structure
25	Commercial and industrial building or structure of reinforced concrete or steel construction
10	Houses and low rise residential buildings, commercial building not included in the third category
2	Historic building or monuments and buildings of significance

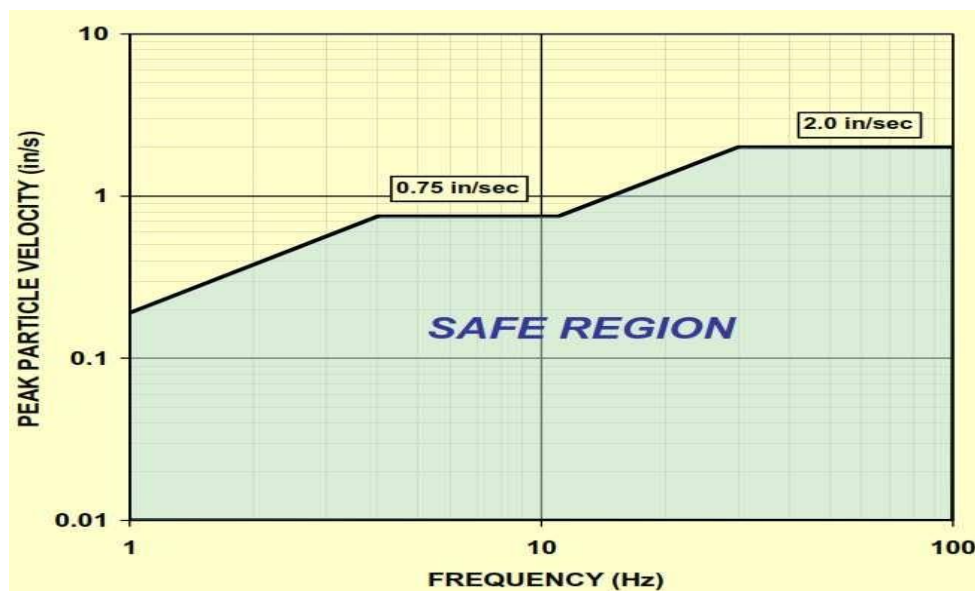
Tabel 2.4. Batas PPV peledakan saat berada dekat dengan struktur bangunan menurut standar Germany Din 4150 Standard

Building Class	Maximum resultant particle velocity V_r (mm/s)	Estimated maximum vertical particle velocity V_z (mm/s)
Other similiary built in the conventional and normal condition	8	4.8 - 8
Stall Building in	30	18 -30

normal condition		
Other building and historical	4	2.4 – 44

Tabel 2.5. Batas PPV peledakan saat berada dekat dengan struktur bangunan menurut standar South African Bureau of Standar

Status of Structure	Maximum PPV (mm/s)
Heavily reinforced concrete structure	120
Property owned by the concern performing blasting operations, where min or plaster cracks are acceptable	84
Strongly masonry walls not affected by public concern	50
Commercial property in reasonable repair, where public concern is not an important consideration	25
Private property, where public concern is an important consideration and blasting conducted on a regular and frequent manner	1



Gambar 2.5. Batas PPV peledakan saat berada dekat dengan struktur bangunan menurut US MSHA, 2014

Untuk mengurangi efek dari *ground vibration*, ada beberapa hal yang bisa dilakukan, diantaranya :

1. Penggunaan delay 8 ms

Delay 8 ms dapat digunakan sebagai waktu maksimum yang diperlukan untuk memisahkan explosive bahan peledak (Mohamed, 2010).

2. Penggunaan burden dan spasi

Penggunaan burden dan spasi yang optimal, ini dapat ditentukan melalui *trial blast*.

3. Desain yang tepat untuk arah peledakan.

4. Pengendalian berat isian/delay

Dapat dilakukan dengan beberapa cara, antara lain :

- mengurangi diameter atau jumlah lubang ledak
- mengurangi tinggi jenjang atau membagi tinggi jenjang menjadi jenjang-jenjang yang lebih kecil
- penggunaan checked charge, yaitu dengan membagi isian ledak dalam lubang ledak

2.4.2. Dampak Peledakan : *Flying Rock*

Flyrock disebabkan oleh tekanan gas yang berlebih yang dihasilkan bahan peledak. Gas akan masuk melalui retakan dan memperluas radius ledakan, kemudian tekanan gas akan menyebabkan fragmentasi terangkat keluar *bench*.

Beberapa hal yang menyebabkan flyrock

- Penggunaan *high explosive* pada *high energy density*

- Penggunaan delay yang tidak tepat antara lubang ledak pada baris yang sama atau antara baris dengan baris.
- pemuatan bahan peledak yang tidak tepat pada lubang ledak
- Penggunaan stemming yang salah, karena fungsi stemming adalah kukungan/*confinement* dan mencegah keluarnya gas bertekanan tinggi dari lubang bor.
- Desain peledakan yang buruk
- Pengaruh kondisi dan struktur geologi

Ada beberapa metode yang dapat digunakan untuk mencegah flyrock, diantaranya :

1. Ground Cover

Pada permukaan horizontal yang akan diledakkan, efek flyrock biasanya diatasi dengan karung goni dan wiremesh, kemudian di atasnya diletakkan sak pasir atau juga dapat menggunakan ban karet

2. Vertical Screen and Cages



Gambar 2.6. Pemasangan Vertical Screen and Cages

3. Roofover



Gambar 2.7. Pemasangan Roofover

2.4.3. Dampak Peledakan : *Air Blast*

Air overpressure/air blast adalah gelombang tekanan kompresi yang melebihi tekanan atmosfer dan ditularkan melalui udara. Airblast juga merupakan suara impulsif yang disebabkan oleh ledakan eksplosif yang dihasilkan dari fragmentasi batuan dan pergerakan/*movement* (Siskind, Stachura et al. 2000). Efek airblast dimanifestasikan menjadi bagian yang dapat didengar, pergerakan struktural, dan keretakan pada jendela (SME 1992)

Suara yang dihasilkan oleh ledakan disebut dengan “*Noise*” dapat dihiung dengan rumus :

$$dB = 20 \log_{10} (P/P_0) \quad (1)$$

dimana : P = tekanan suara yang diukur

P₀ = koefisien tekanan 2.9 x 10⁻⁹ psi

SNI 7570:2010 merupakan baku tingkat kebisingan pada kegiatan pertambangan terhadap lingkungan.

