

Analisis Pengaruh Jarak Terhadap *Ground Vibration* di Sekitar Pemukiman Warga PT Semen Padang Indarung Provinsi Sumatera Barat

(Analysis of Distance On *Ground Vibration* at Around Residential Areas in PT Semen Padang Indarung West Sumatera Province)

Muhammad Rizki Aulia¹, Irvani¹, Haslen Oktarianty¹
¹Jurusan Teknik Pertambangan, Universitas Bangka Belitung

Abstract

One of the blasting activity impact in Existing Pit by PT Semen Padang is producing the ground vibration. Analyzing the blasting distance needed to know the level of ground vibration. From that analysis, the actual value and prediction value of Peak Vector Sum (PVS) and value of vibration by SNI 7571 : 2010. The measuring of ground vibration level is done in Mess APN as residents settlement, wich is located as far as 611 meters from blasting location. The measurement starts by measuring the blasting geometry, the amount of drill hole, blasting distance, and ground vibration for about 13 data. Those data are processed using Shotplus-1 to make the blasting design and the ground vibration level will be known by using blastmate. From the 13 data of ground vibration Mess APN that known on the distance 464 m the result of ground vibration is 1.651 mm/s while on the distance 478 the result of ground vibration is 2.382. Based on the result that can be seen there is an anomaly data, that caused the same blasting geometry treatment for rock structure on mine site. Beside, according measurement data wich are measured in Mess APN, the average value of ground vibration is 1.511 mm/s. It show that the ground ground vibration does not cause a significant impact in Mess APN as residents settlement and does not exceed the limit value of class 2 building category by SNI 7571:2010 (limit value is 3 mm/s).

Key words: blasting, ground vibration, blasting distance

1. Pendahuluan

PT Semen Padang yang bergerak dalam bidang Pertambangan Batukapur yang berada di wilayah Bukit Karang Putih, Kelurahan Indarung, Kota Padang, Sumatera Barat. Kegiatan penambangan batukapur di PT Semen Padang dilakukan dengan sistem *quarry*. Proses penambangan Batukapur menggunakan metode peledakan. Hal ini dilakukan mengingat lapisan batuan disini mempunyai kekerasan yang tinggi. Permasalahan yang terdapat di lapangan dikarenakan lokasi *pit* yang berdekatan dengan wilayah pemukiman penduduk, maka pada saat kegiatan peledakan di *pit* tersebut harus melakukan pengukuran tingkat getaran tanah (*ground vibration*) di wilayah sekitar tambang sesuai dengan SNI 7571:2010.

Menurut hasil penelitian di lapangan, getaran tanah (*ground vibration*) adalah getaran yang terjadi akibat hasil peledakan. Getaran ini pada tingkat level tertentu apabila melewati ambang batas dapat menimbulkan kerusakan terhadap lingkungan di sekitar. Efek yang ditimbulkan terhadap kegiatan peledakan harus di perhatikan sehingga tidak menimbulkan efek negatif terhadap lingkungan tersebut.

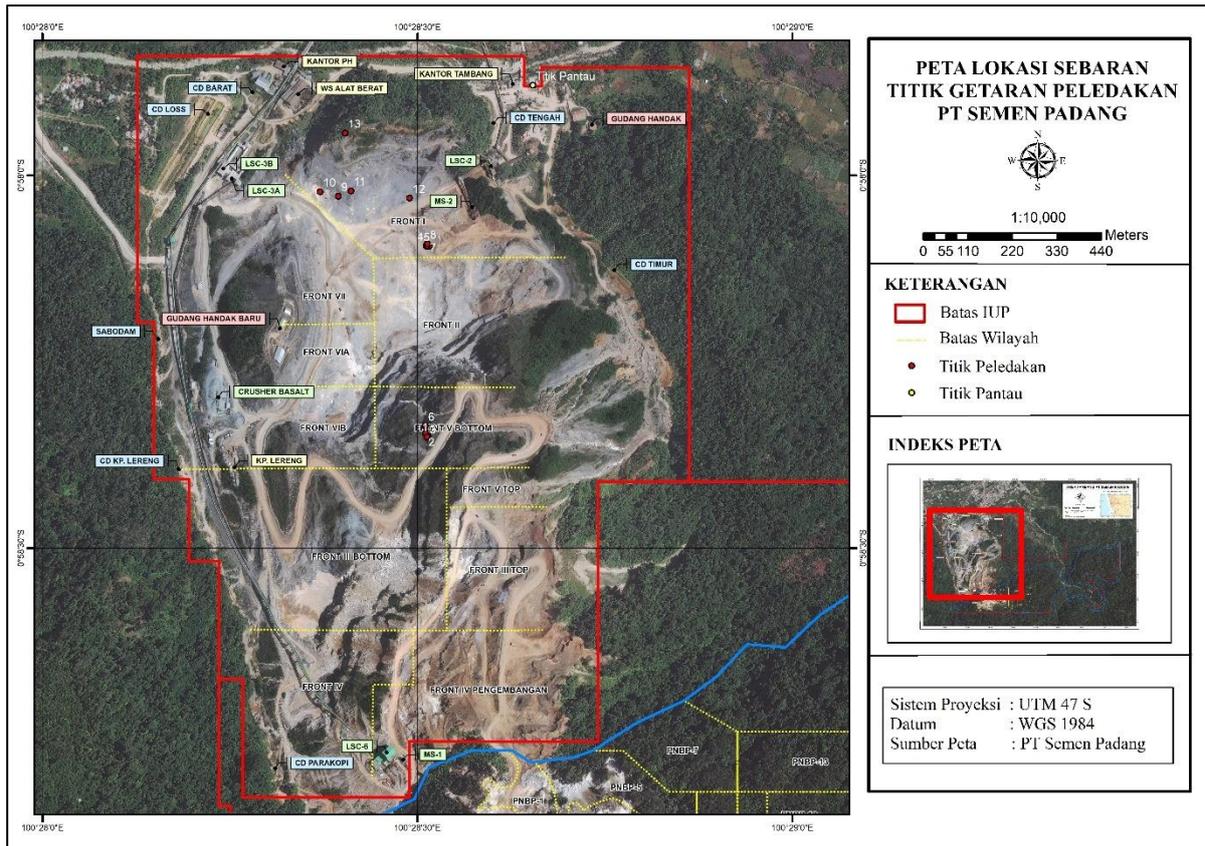
Berdasarkan latar belakang tersebut, maka diperoleh 3 (tiga) rumusan masalah yang akan dibahas pada penelitian ini yaitu bagaimana pengaruh jarak ledak terhadap kuat getaran yang di hasilkan saat kegiatan peledakan, bagaimana kuat getaran tanah pada saat peledakan sesuai ambang batas getaran yang dihasilkan pada titik pemantauan berdasarkan SNI 7571:2010 dan bagaimana dampak dari getaran tanah terhadap bangunan di sekitar tambang khususnya wilayah pemukiman warga berdasarkan SNI 7571:2010.

Penelitian ini bertujuan untuk menganalisa pengaruh jarak ledak terhadap kuat getaran yang dihasilkan pada saat kegiatan peledakan berlangsung, mengetahui kondisi getaran yang dihasilkan pada saat peledakan berdasarkan peraturan SNI 7571:2010 dan mengetahui serta menganalisa dampak *ground vibration* terhadap bangunan di sekitar tambang khususnya wilayah pemukiman warrga berdasarkan SNI 7571:2010.

Lokasi Penelitian

Penelitian ini dilaksanakan pada PT Semen Padang, Bukit Karang Putih, Kelurahan Indarung, Kota Padang, Sumatera Barat. Penelitian ini dilaksanakan selama 40 hari dimulai pada tanggal 13 Mei sampai 21 Juni 2019. Peta Lokasi Penelitian dapat dilihat pada Gambar 1.

*Korespodensi Penulis: (Muhammad Rizki Aulia)
Jurusan Teknik Pertambangan, Fakultas Teknik,
Universitas Bangka Belitung. Kawasan Kampus
Terpadu UBB, Merawang, Bangka.
Email: rizuki64@gmail.com



Gambar 1. Peta eksisting penelitian di PT Semen Padang

Tinjauan Pustaka

Geologi Regional Padang

Litologi daerah padang dan sekitarnya tersusun atas batuan yang secara litologi terbagi tiga masa pembentukan yaitu : Batuan Pratersier terdiri dari filit dan serpih anggota formasi Kuantum, Formasi Barisan dan Formasi Siguntur. Sedangkan batuan tersier terdiri dari Formasi Painan, Produk Gunung Api Kerinci dan Gunung Tujuh. Batuan Pratersier terdiri dari kelompok batuan metamorf dan kelompok batugamping kristalin (Kastowo,1973).

Getaran Tanah (*Ground Vibration*)

Getaran Tanah adalah gerakan bumi akibat perambatan gelombang seismic di bawah tanah. Tujuan peledakan umumnya untuk memecahkan batuan. Kegiatan ini membutuhkan sejumlah energi yang cukup sehingga melebihi atau melampaui kekuatan batuan atau melampaui batas elastis batuan. Apabila hal tersebut terjadi maka batuan akan pecah. Proses pemecahan batuan akan terus berlangsung sampai energi yang dihasilkan bahan peledak makin lama makin berkurang dan menjadi lebih kecil dari kekuatan batuan. Sehingga proses pemecahan batuan terhenti dan energi yang tersisa akan menjaral melalui batuan, karena masih dalam

batas elastisnya. Hal ini akan menghasilkan gelombang seismic (Berta, 1985).

Di Indonesia telah memiliki standar nasional tingkat *ground vibration* yang telah di tetapkan pada tahun 2010 dengan 5 klasifikasi. Dimana bangunan dengan kelas 1 memiliki ambang batas getaran maksimal yaitu 2 mm/s, bangunan kelas 2 memiliki ambang batas maksimal 3 mm/s, bangunan dengan kelas 3 dengan ambang batas maksimal 5 mm/s sedangkan bangunan kelas 4 ambang batas getarannya berkisar antara 7 sampai 20 mm/s serta klasifikasi bangunan terakhir kelas 5 dengan dengan getaran berkisar antara 12 sampai 40 mm/s (Standar Nasional Indonesia 7571:2010).

Menurut Mustaqim (2015) dari jenis tanah yang telah diuji yaitu tanah lempung kering, tanah berbatu, tanah merah kering dan tanah gembur basah dengan besi sebagai medium getaran terhubung langsung dengan vibrasi meter. Didapatkan hasil getaran tertinggi pada tanah lempung kering sebesar 0,144 mm sedangkan hasil getaran terendah ada pada tanah gembur basah sebesar 0,039 mm. Besarnya getaran yang terjadi pada tanah lempung diakibatkan karena struktur tanah yang padat dan keras, karena tanah yang padat dan keras tidak memiliki tingkat redaman getaran yang kecil. Jadi getaran tanah tersebut tidak akan mengganggu vegetasi tumbuhan karena

getaran yang dihasilkan cenderung lemah yaitu sebesar 0.039 mm.

Keputusan Menteri Lingkungan Hidup No 49 Tahun 1996

Derajat kerusakan struktur yang di atur dalam KEPMEN LH 49:1996 terbagi menjadi 3 bagian yaitu:

1. Rusak ringan adalah rusak yang tidak membahayakan stabilitas bangunan dan dapat diperbaiki tanpa mengurangi kekuatannya.
2. Rusak sedang adalah rusak yang dapat mengurangi kekuatan struktur untuk mengembalikan kepada kondisi semula, harus disertai dengan tambahan perkuatan,
3. Rusak berat adalah rusak yang membahayakan bangunan dan dapat merobohkan bangunan.

Penentuan jarak aman berdasarkan kriteria Kepmen Lingkungan Hidup No. 49 Tahun 1996 tentang baku tingkat mutu getaran menunjukkan bahwa pada muatan terbesar jarak aman untuk manusia di area peledakan adalah >1000 m.

Menurut Berta (1985) menyebutkan bahwa getaran tanah terjadi pada daerah elastis. Pada daerah ini tegangan yang diterima material lebih kecil dari kuat tarik material sehingga hanya menyebabkan perubahan bentuk dan volume.

Kecepatan gelombang bergantung pada tipe gelombang dan property dari batuan, ketebalan batuan dan kecepatan gelombang merambat.

Scale Distance adalah parameter yang digunakan untuk satuan jarak. *Scale distance* dapat diartikan sebagai perbandingan jarak dengan bobot isian bahan peledak per lubang. Jika isian lubang (rasio perbandingan Panjang dan diameter lebih dari 6), gelombang akan dirambatkan di depan lubang bor (Berta, 1985).

$$SD = \frac{d}{\sqrt{w}} \dots\dots\dots(1)$$

Keterangan :

SD = *Scale Distance*

W = Total berat bahan peledak per *delay* (kg)

d = Jarak alat perekam ke lokasi peledakan

Peak Particle Velocity (PPV) merupakan kecepatan maksimal tiap gelombang yang digunakan untuk mengukur presiksi getaran serta mengukur getaran tergantung dari jarak dan lokasi peledakan dan bobot isian bahan peledak per *delay*. Persamaan yang digunakan untuk mengukur PPV dalam satuan mm/s adalah:

$$PPV = K (SD)^m \dots\dots\dots(2)$$

Keterangan :

PPV = *Peak Particle Velocity* (mm/s)

SD = *Scaled Distance* (m/kg)

K,m = Konstanta

Menurut Silaban (2011) dari tiap-tiap tipe batuan dibagi dalam 3 kelompok berdasarkan karakteristik atau sifat-sifat kekerasan dari batuan tersebut seperti tercantum pada Tabel 1. dari tipe kelompok batuan tersebut dapat ditentukan besarnya frekuensi getaran yang dihasilkan oleh kegiatan peledakan.

Tabel 1. Tipe Kelompok Batuan

<i>Type of Grounds</i>	Kf
<i>Water logged sands and gravels</i>	0,11 – 0,13
<i>Compacted alluviums</i>	0,06 – 0,09
<i>Hard and compact rock</i>	0,01 – 0,03

Besarnya frekuensi menurut Jimeno dan Jimeno (1995) adalah untuk menentukan besarnya nilai perambatan gelombang pada batuan, yaitu dinyatakan dengan persamaan berikut:

$$f = (Kf \log R) - 1 \dots\dots\dots(3)$$

Keterangan:

f = Frekuensi (Hz)

Kf = Faktor pengaruh karakteristik tanah

R = Jarak titik ledak ke sensor yang dituju (m)

Peledakan

Menurut Naapuri (1988), kegiatan peledakan yaitu suatu upaya pemberaian batuan dari induk batuan menggunakan bahan peledak. Aktivitas peledakan dinyatakan berhasil dengan baik pada kegiatan penambangan apabila telah terpenuhi kriteria berikut yakni target produksi terpenuhi, penggunaan bahan peledak yang efisien dinyatakan dalam jumlah batuan yang berhasil di bongkar per kilogram bahan peledak yang digunakan (*powder factor*), fragmentasi material hasil peledakan berukuran merata dengan sedikit bongkahan besar, dinding batuan yang stabil (*overbreak*), dampak terhadap lingkungan (*fly rock*, getaran, kebisingan, gas beracun, debu minimal).

Menurut Konya (1990) *Powder Factor* adalah suatu bilangan yang menunjukkan jumlah bahan peledak yang digunakan untuk membongkar sejumlah bolome batuan. *Powder Factor* ini merupakan salah satu petunjuk untuk memperkirakan baik atau tidaknya suatu operasi peledakan. Hal ini dapat diketahui tingkat efisiensi bahan peledak untuk membongkar sejumlah batuan. Penentuan nilai *powder factor* dapat persamaan berikut:

$$PF = \frac{E}{B \times S \times L \times 2.65 \text{ ton}/m^3} \dots\dots\dots(4)$$

Keterangan :

- PF = Powder factor (kg/m³)
 E = Berat bahan peledak per lubang ledak (kg)
 B = Burden (m)
 S = Spasi (m)
 L = Tinggi jenjang (m)

Menurut Suwandi (2009) Sifat fisik bahan peledak merupakan suatu kenampakan nyata dari sifat bahan peledak ketika menghadapi perubahan kondisi lingkungan sekitarnya. Beberapa sifat bahan peledak yang perlu diketahui antara lain : Densitas, *Water Resistance*, *Chemical Stability*, *Fumes Characteristic*.

2. Metode Penelitian

Metode penelitian yang digunakan adalah kualitatif deskriptif berupa pengamatan langsung dan studi literatur yang terkait dengan getaran tanah terhadap bangunan di pemukiman warga. Penelitian ini dilakukan melalui beberapa tahapan yang meliputi studi literatur, perumusan masalah, pengumpulan dan pengelompokan data, pengolahan data, analisis data, serta penyusunan laporan. Tahapan studi literatur dilakukan dengan mengumpulkan bahan-bahan pustaka yang berhubungan dengan *ground vibration*.

3. Hasil dan Pembahasan

Pengaruh Jarak Ledak Terhadap PVS

Jarak ledak merupakan salah satu parameter yang menentukan keberhasilan suatu aktivitas peledakan. Jarak ledak dapat mempengaruhi kuat besarnya getaran yang akan dihasilkan dari kegiatan peledakan. Semakin jauh jarak peledakan terhadap pemukiman warga maka kuat getaran yang akan dihasilkan semakin kecil, sedangkan semakin dekat jarak peledakan terhadap pemukiman warga maka semakin besar kuat getaran yang akan dihasilkan.

Alat yang digunakan untuk mengukur getaran tanah adalah *Blastmate*. Pengukuran getaran tanah ini dilakukan di pemukiman penduduk Mess APN, Kelurahan Indarung, Kecamatan Lubuk Kilangan, Kota Padang.



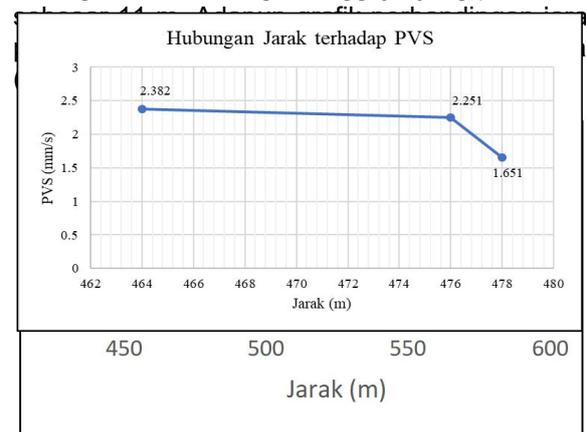
Gambar 2. *Blastmate*

Adapun perbandingan jarak peledakan terhadap kuat getaran yang dihasilkan dapat dilihat pada tabel berikut ini :

Tabel 2. Hubungan Jarak peledakan dan PVS

No	Pola Peledakan	Jumlah Lubang	Jarak	PVS (mm/s)
1	V-Cut	60	464	2,382
2	V-Cut	60	476	2,251
3	V-Cut	60	478	1,651

Berdasarkan tabel di atas dapat diketahui bahwa geometri peledakan dari data tersebut memiliki nilai *burden* 5 m dengan spasi 6 m, diameter lubang bor 5 *inch*, serta kedalaman lubang bor 10 m dengan tinggi jenjang peledakan



Gambar 3. Grafik perbandingan jarak peledakan terhadap PVS

Berdasarkan Grafik diatas menunjukkan adanya *trend* yang menurun pada perbandingan kuat getaran terhadap jarak peledakan. Dari 13 data diambil 3 data yang memiliki pola peledakan, jumlah lubang, jarak yang mendekati serta *delay time* yang digunakan sama, hal ini bertujuan agar mendapatkan hasil analisis data yang akurat berdasarkan dari data yang homogen. Pada Grafik tersebut terlihat getaran yang dihasilkan pada saat peledakan relatif menurun, hal tersebut sesuai dengan teori yang menyatakan bahwa semakin jauh jarak peledakan maka semakin kecil getaran yang dihasilkan.

Pengukuran aktual *ground vibration* dilakukan di perumahan warga Mess APN, Kelurahan Indarung, Kecamatan Lubuk Kilangan, Provinsi Sumatera Barat. Pengukuran di lokasi tersebut didasari oleh informasi dari warga sekitar yang merasakan getaran saat kegiatan peledakan dilakukan.

Hasil Kuat Getaran Tanah Berdasarkan Ambang Batas Getaran SNI 7571:2010

Getaran yang didapat dalam pengukuran di input kedalam *software Blastware* agar dapat melihat hasil getaran yang didapat selama pengukuran. Getaran tersebut berupa gelombang transversal, vertikal dan longitudinal. Penjumlahan vektor ketiga gelombang ini merupakan hasil getaran yang tercatat di layar monitor *blastmate* yaitu PVS dalam satuan mm/s.

Berdasarkan gambar hasil pengolahan data di bawah, dihasilkan tiga gelombang yang merupakan gelombang transversal, vertikal dan longitudinal yang masing-masing gelombang tersebut memiliki nilai dan penjumlahan vektor dari ketiga gelombang ini merupakan hasil dari getaran berupa *peak vector sum* (PVS) dalam satuan mm/s

Date/Time	Long at 12:24:24 May 20, 2019			
Trigger Source	Geo: 0.300 mm/s, Mic: 2.00 pa.(L)			
Range	Geo: 254.0 mm/s			
Record Time	3.0 sec at 1024 sps			
Operator/Setup:	Operator/TIM PPET .MMB			
Notes				
Location:	Quarry PT Semen Padang			
Client:	PT. Semen Padang			
User Name:	PTSP			
General:				
Microphone	Linear Weighting			
PSPL	3.972 pa .(L) at 2.938 sec			
ZC Freq	10 Hz			
Channel Test	Passed (Freq = 19.7 Hz Amp = 1257 mv)			
	Tran	Vert	Long	
PPV	0.725	0.765	0.757	mm/s
ZC Freq	16	51	37	Hz
Time (Rel. to Trig)	0.631	0.147	0.248	sec
Peak Acceleration	0.018	0.033	0.016	g
Peak Displacement	0.024	0.002	0.023	mm
Sensor Check	Passed	Passed	Passed	
Frequency	7.5	7.5	7.3	Hz
Overswing Ratio	3.3	3.4	3.6	
Peak Vector Sum	0.813 mm/s at 0.475 sec			

Gambar 4. Data dari Blastmate Tanggal 20 Mei 2019

Hasil pengukuran tingkat getaran tanah yang di dapat di dalam *blastmate* diikuti dengan beberapa faktor yang mempengaruhi tingkat getaran tersebut seperti PF maupun jarak ledak. Dari beberapa data yang diambil terlihat pada tanggal 11 Juni 2019 memiliki getaran tertinggi yaitu sebesar 2,915 mm/s dan data terendah pada tanggal 28 mei dengan nilai getaran sebesar 0,775 mm/s. Berdasarkan hasil penelitian di lapangan tidak ada getaran yang melebihi 3 mm/s. Sehingga sesuai dengan standar getaran SNI 7571:2010 diketahui bahwa dimana bangunan pemukiman warga di Mess APN termasuk kedalam kategori bangunan kelas 2 yaitu jenis bangunan dengan pondasi, pasangan bata dan adukan semen saja, termasuk bangunan dengan pondasi dari kayu dan lantainya diberi adukan semen.

Dampak *Ground Vibration* Terhadap bangunan sekitar Pemukiman

Pengukuran getaran di sekitar pemukiman warga perlu dilakukan untuk mengetahui apakah tingkat getaran sudah sesuai standar menurut SNI 7571:2010 tentang baku tingkat getaran atau tidak. Selain itu juga perlu meninjau dampak apa saja yang dapat ditimbulkan dari akibat getaran tersebut seperti retakan plesteran, kemungkinan kerusakan struktur dinding pemikul beban dan rusaknya dinding pemikul beban sesuai dengan Kepmen LH No. 49 Tahun 1996 tentang baku tingkat getaran.

Dalam beberapa hari pengambilan data getaran tanah aktual di Mess APN, diperoleh hasil getaran tanah aktual dari aktivitas peledakan di *Pit Eksisting* PT Semen Padang tidak ada yang melewati ambang batas getaran menurut SNI 7571:2010. Adapun salah satu rumah warga yang terdapat di Mess APN yaitu sebagai berikut :



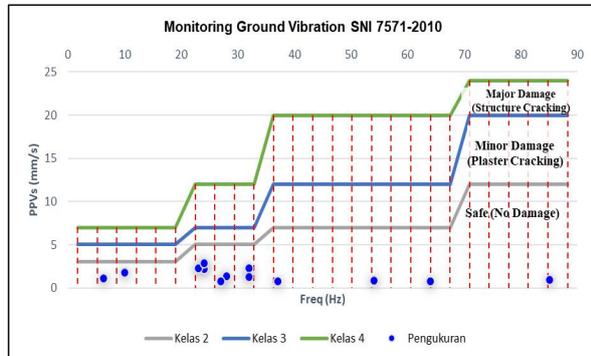
Gambar 5. Rumah Warga di Mess APN PT Semen padang

Dalam pengamatan bangunan tempat pengukuran getaran, standar getaran sesuai SNI adalah 3 mm/s dan diketahui selama pengukuran getaran tidak ada yang melewati batas sebesar 3 mm/s sehingga sesuai SNI 7571:2010 kegiatan peledakan yang dilakukan di *Pit Eksisting* PT Semen Padang sudah dalam keadaan aman karena nilai getaran tanah yang dihasilkan tidak menimbulkan adanya kerusakan yang signifikan terhadap bangunan pemukiman di Mess APN tersebut.

Selain itu, dalam pengamatan bangunan ditempat pengukuran getaran tidak terlihat adanya retakan dari struktur dinding bangunan rumah warga maupun dari dinding pemikul beban rumah warga. Sehingga dampak dari *ground vibration* terhadap pemukiman warga di Mess APN tidak menimbulkan dampak kerusakan terhadap struktur bangunan rumah warga. Getaran tertinggi yaitu sebesar 2,915 mm/s

sedangkan terendah yaitu sebesar 0,775 mm/s dengan rata-rata getaran 1,511 mm/s pada jarak rata-rata 611 m.

Berdasarkan grafik baku tingkat getaran sesuai SNI 7571:2010 yang terdapat pada Gambar 6. nilai perbandingan pengukuran *ground vibration* aktual dan nilai getaran sesuai SNI 7571:2010 dapat dilihat pada gambar



dibawah ini sebagai berikut :

Gambar 6. Grafik Getaran Aktuan Sesuai SNI 7571:2010

Berdasarkan grafik tersebut dapat diketahui bahwa nilai getaran aktual yang didapatkan berdasarkan pengukuran dilapangan tidak melewati nilai ambang batas PVS yaitu 3 mm/s sesuai nilai frekuensi dari masing-masing kelas bangunan sehingga didapatkan grafik pengukuran getaran aktual dengan hasil bahwa kegiatan peledakan yang dilakukan di *Pit Eksisting* tersebut sudah dalam keadaan batas aman dan tidak menimbulkan kerusakan terhadap bangunan warga di Mess APN.

4. Kesimpulan

Berdasarkan pada hasil dan pembahasan sebelumnya, dapat ditarik kesimpulan sebagai berikut :

1. Pengaruh jarak ledak terhadap kuat getaran yang dihasilkan saat kegiatan peledakan yaitu semakin jauh jarak peledakan maka nilai kuat getaran yang dihasilkan akan semakin kecil, sedangkan semakin dekat jarak peledakan maka kuat getaran yang dihasilkan akan semakin besar.
2. Nilai tertinggi getaran aktual tidak melebihi ambang batas sesuai SNI 7571:2010, sehingga masih dikategorikan aman.
3. Nilai rata-rata PVS pada pemukiman Mess APN 1,511 mm/s. Hal ini tidak melebihi ambang batas sesuai SNI 7571:2010 sehingga tidak menimbulkan kerusakan.

Daftar Pustaka

Berta, G. 1985. *Explosive: an Engineering Tool*. Italesplosivi, Milano.

Konya, J.C., J.E Walter. 1990. *Surface Blast Design, Seismological Observatory John Carroll University*. New Jersey.

Keputusan Menteri Negara Lingkungan Hidup Nomor : KEP-49/MENLH/XI/1996. Baku Tingkat Getaran.

Naapuri, J. 1988. *Surface Drilling and Blasting*. Norway.

Kastowo, Silitonga. 1995. *Peta Geologi Bersistim Lembar Solok, Sumatera*. Direktorat Geologi, Bandung.

Jimeno, C.L., Jimeno. E.L. 1995. *Drilling and Blasting of Rocks*. Rotterdam, Brookfield.

Mustaqim, Muhammad. 2015. *Analisis dan Karakteristik Getaran Melalui Medium Tanah*. Universitas Lampung.

Silaban, Widodo Douglas. 2011. *Analisis Ground Vibration pada Peledakan Site Senakin PT. Thiess Contractors Indonesia, Kalimantan Selatan*. Universitas Pembangunan Nasional Veteran, Yogyakarta.

Standar Nasional Indonesia 7571. 2010. *Baku Tingkat Getaran Peledakan Pada Kegiatan Tambang Terbuka Terhadap Bangunan*. Badan Standarisasi Nasional, Jakarta.

Suwandi, A. 2009. *Diktat Kursus Juru Ledak XIV pada Kegiatan Penambangan Bahan Galian*. Pusdiklat Teknologi Mineral dan Batubara, Bandung.