

**KAJIAN GROUND VIBRATION PADA KEGIATAN PELEDAKAN
TAMBANG TERBUKA TERHADAP KESTABILAN LERENG TAMBANG
SITE MERANDAI DI PT CIPTA KRIDATAMA JOB SITE PT BUKIT
BAIDURI PROVINSI KALIMANTAN TIMUR**

Oleh:

Sundoyo ¹⁾, Mega Ratna Sari ²⁾

ABSTRAK

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui litologi daerah penelitian, mengukur besarnya getaran yang merambat dalam tanah akibat proses *blasting* dan mengukur PPV (*Particle Peak Velocity*). Pengukuran getaran peledakan dilapangan yang digunakan adalah *Blasmate III*. Sebelum pengukuran, dilakukan pengaturan terlebih dahulu pada alat ini tahapan yang sangat penting sehingga data yang dihasilkan akan lebih baik dan presisi. Dari pengukuran getaran peledakan menghasilkan 3 komponen getaran yaitu *longitudinal*, *vertical*, dan *transversal*. Data yang digunakan dari hasil pengukuran ini adalah gelombang longitudinal karena gelombang tersebut berperan dan berpengaruh terhadap kestabilan lereng penambangan sehingga nilai yang dihasilkan dari hasil pengukuran digunakan untuk dimasukkan ke dalam aplikasi pemodelan geoteknik *slide*. Dari waktu penelitian tanggal 06 Juni sampai dengan 07 Juli 2018 maka di dapatkan data sebanyak 5 kali dengan pengukuran peledakan terletak di Block 9 pit merandai dan menghasil nilai PPV : 0,57, 4,6, 6,34, 7,22, 17,4 dan nilai faktor keamanan yang dihasilkan pada *sec 1* : 3,528, 0,756, 0,443, 0,378, 0,112, pada *sec 2* : 1,194, 0,096, 0,089, 0,013, 0,001 dan pada *sec 3* : 1,826, 0,156, 0,108, 0,097, 0,032 sehingga diolah didapatkan nilai hubungan yang cukup kuat nilai koefisien pada section 1 : R^2 0,6558, section 2 R^2 : 0,5779, Section 3 : R^2 : 0,5551 berdasarkan regresi linier antara Faktor Keamanan Lereng (FK) dan *Peak Particle Velocity* (PPV) dan lebih mengindikasikan adanya pengaruh PPV terhadap naik turunnya nilai Faktor keamanan.

Kata Kunci : *Peak Particle Velocity*, Faktor Keamanan (FK), *Blasmate III*, *Blasting*

I. Pendahuluan

Dalam pertambangan banyak perusahaan melakukan pembongkaran atau pemecahan batuan padat yang berisi material atau batuan alam yang berharga. Salah satu contoh cara pemecahan atau pembongkaran batuan padat dalam pertambangan adalah dengan menggunakan teknik *blasting* (teknik peledakan). *Blasting* (peledakan) merupakan kegiatan pemecahan suatu material (batuan) dengan menggunakan bahan peledak. Bahan peledak yang digunakan pada teknik *blasting* adalah bahan kimia berupa senyawa tunggal yang jika diberi panas atau gesekan maka akan terjadi ledakan.

Pada proses peledakan juga memiliki efek yang bisa berdampak negatif dan beresiko dapat merugikan kegiatan penambangan, salah satunya adalah getaran yang timbul selama proses peledakan berlangsung atau lebih dikenal dengan sebutan getaran tanah akibat peledakan (Rifandy dan Harris (2014)). Ledakan yang terjadi pada proses *blasting* dapat menimbulkan getaran yang merambat melalui tanah yang mempengaruhi dinding-dinding bangunan maupun jalan yang berada disekitar lingkungan pertambangan. Getaran merupakan gerakan bolak-balik yang ada disekitar titik keseimbangan dimana kuat lemahnya dipengaruhi besar kecilnya energi yang diberikan. Efek ditimbulkan dari getaran pun berbeda-beda, tergantung dari tekstur tanah yang digunakan sebagai tempat berdirinya bangunan.

I. Metode penelitian

1.1 Tempat dan waktu

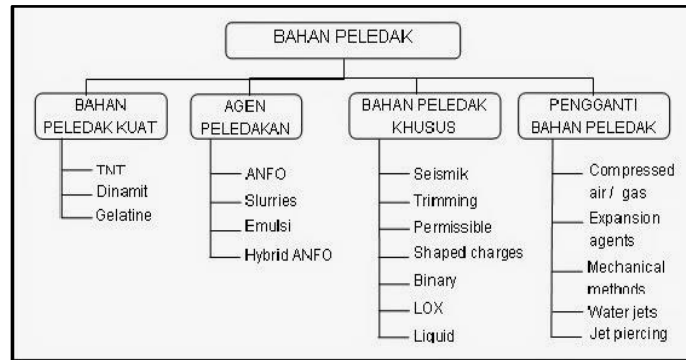
Penelitian ini dilakukan di PT Cipta Kridatama job site PT Bukit Baiduri Energy Provinsi Kalimantan Timur dengan konsentrasi pada blok 09 site merandai elevasi -70 . waktu penelitian 06 juni sampai dengan 6 juli 2018.

1.2 Bahan Peledak

Bahan peledak Menurut *Ir. S Koesnaryo*(1988) adalah zat yang berbentuk padat, cair, gas ataupun campurannya yang apabila terkena suatu aksi, berupa panas, benturan, tekanan, hentakan atau gesekan akan berubah secara fisik maupun kimiawi menjadi zat lain yang lebih stabil. Perubahan tersebut yang sebagian maupun seluruhnya akan berlangsung dalam waktu yang singkat disertai dengan adanya efek panas dan tekanan yang sangat tinggi. Pada bahan peledak industri perubahan secara kimiawi sebagian besar akan berbentuk gas.

1.2.1 Klasifikasi Bahan Peledak

Bahan peledak jika diklasifikasikan berdasarkan sumber energinya menurut *Mike Smith* (1988).



Gambar 1.2 Klasifikasi bahan peledak menurut Mike Smith (1988)

1.3 Prinsip Pengukuran Getaran Peledakan

Getaran tanah (*ground vibration*) merupakan gelombang yang bergerak didalam tanah disebabkan oleh adanya sumber energi. Sumber energi tersebut dapat berasal dari alam, seperti gempa bumi atau adanya aktivitas manusia, salah satu diantaranya adalah kegiatan peledakan. Getaran tanah (*ground vibration*) terjadi pada daerah elastis (*elastic zone*). Kegiatan peledakan selalu menghasilkan gelombang seismik. Tujuan peledakan umumnya untuk memecahkan batuan. Kegiatan ini membutuhkan sejumlah energi yang cukup sehingga melebihi atau melampau batas elastis batuan.

Tingkat getaran dari hasil peledakan dipengaruhi oleh dua factor utama yaitu jumlah bahan peledak/waktu tunda (*charge weight per delay*) dan factor jarak pengukuran (*length of delay*). Semakin banyak bahan peledak yang digunakan maka semakin tinggi nilai kecepatan partikel puncak dan menghasilkan beberapa gelombang diantaranya gelombang longitudinal, gelombang transversal, gelombang vertical.

Berdasarkan penelitian yang dilakukan dalam usaha menentukan besarnya kecepatan partikel puncak (ppv) yang dihasilkan dalam sebuah peledakan maka dapat ditentukan persamaan sebagai berikut :

a. USBM

$$PPV = k \times (R / W^{0,5})^{-e}$$

b. Lagfors & Kiehlstrom

$$PPV = k \times (R^{0,75} / W^{0,5})^{-e}$$

Keterangan :

- PPV = *Ground Vibration as Peak Particle Velocity* (mm/s)
 D = Jarak muatan maksimum terhadap lokasi pengamatan (m)
 W = Muatan bahan peledak maksimum per periode tunda (kg)
 K,n = Konstanta yang harganya tergantung dari kondisi lokal dan kondisi peledakan.

Sedangkan karakteristik peluruhan getaran tanah akibat peledakan didefinisikan menurut kurva hubungan antara tingkat vibrasi dan *scale distance*.

$$SD = \frac{R}{W^{0,5}}$$

Keterangan :

SD = *Scale Distance*

R = Jarak dari lokasi Peledakan (m)

W = Muatan Bahan Peledak *Perdelay* (kg)

1.4 Alat Ukur Getaran Tanah

Pengukuran getaran peledakan dilapangan yang digunakan adalah *Blasmate III*. Sebelum pengukuran dilakukan pengukuran terlebih dahulu pada *Blasmate III*. Kegunaan dari *Blasmate III* adalah untuk mengukur dan merekam getaran tanah dengan tepat. *Blasmate III* disebut juga dengan Seismograf dan terdiri dari 2 bagian penting, yaitu sensor dan *recorder*. Kotak sensor mempunyai 3 unit *Independent* sensor yang letaknya saling tegak lurus antara satu unit dengan unit lain. Dua unit terletak horizontal dan saling tegak lurus dengan yang lain yang dipasang secara vertikal.

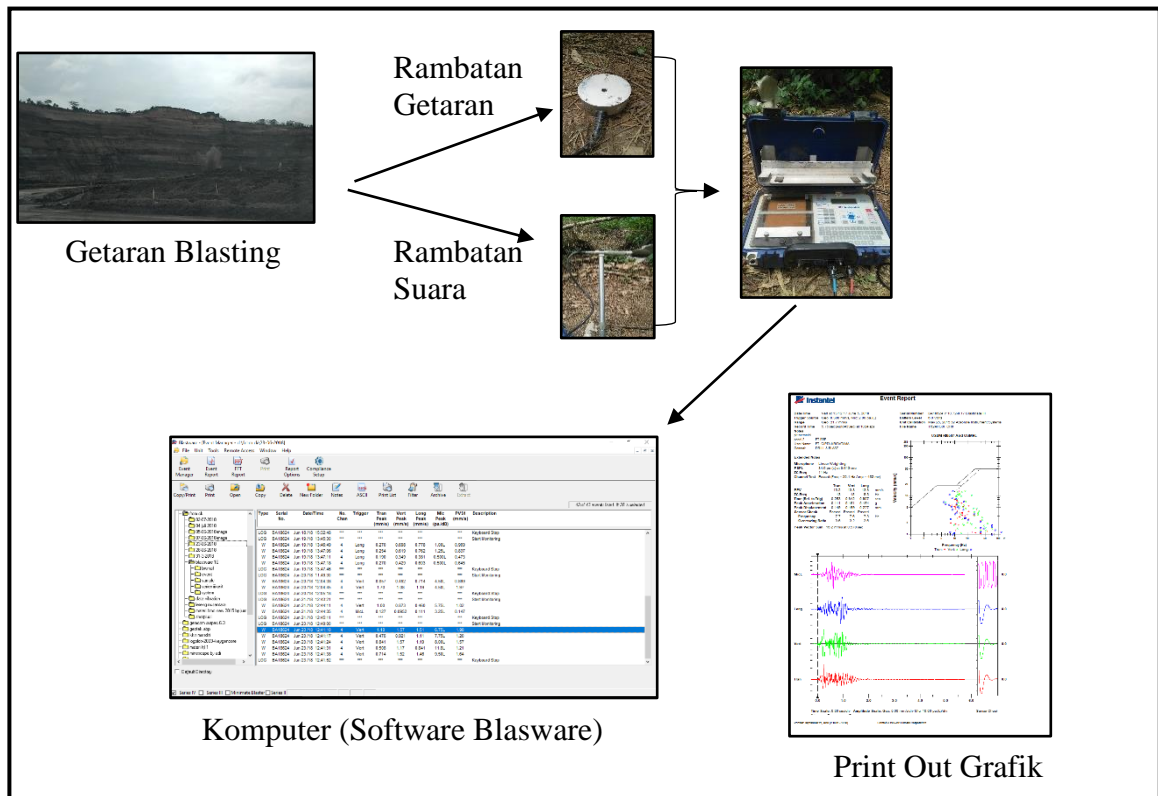


Gambar 1.3 Proses pemasangan alat pengukuran peledakan *Blasmate III*

Ketiga sensor tersebut mencatat 3 arah komponen getaran peledakan yaitu longitudinal, vertikal, dan transversal. Gerakan longitudinal adalah gerakan partikel ke/dari depan kebelakang. Gerakan vertikal adalah gerakan partikel ke/dari atas dan sisi yang lain. Mekanisme pengukuran getaran adalah sebagai berikut :

1. Getaran dan kebisingan peledakan (getaran mekanis) direkam oleh *geophone* dan *microphone*, diubah menjadi getaran listrik lalu disimpan dimemori.
2. Hasil pengukuran (dalam memori) di download ke komputer dengan menggunakan perangkat lunak berupa *Blastware*.

3. Hasil akhir berupa seismograf yang dapat menampilkan angka-angka besar getaran dan kebisingan.
4. Untuk mengetahui besar getaran apakah masih didalam atau melebihi ambang batas, dapat memilih grafik baku tingkat getaran dari 13 negara yang ada di dalam perangkat lunak.



Gambar 1.4 Mekanisme Getaran dan kebisingan

1.5 .Kestabilan Lereng

Pada permukaan tanah yang tidak horizontal atau miring, komponen gravitasi cenderung untuk menggerakkan tanah ke bawah. Jika komponen gravitasi sedemikian besar sehingga perlawanan terhadap geseran yang dapat dikerahkan oleh tanah pada bidang longsornya terlampaui, maka akan terjadi kelongsoran lereng. Analisis kestabilan lereng pada permukaan tanah yang miring ini disebut analisis kestabilan lereng. Umumnya analisis stabilitas dilakukan untuk mengecek keamanan dari lereng alam, lereng galian, dan lereng urugan tanah, Menurut *Hardiatmo* (2010).

Suatu cara yang umum untuk menyatakan kestabilan suatu lereng batuan adalah dengan faktor keamanan. Faktor ini merupakan perbandingan antara gaya penahan yang membuat lereng tetap stabil, dengan gaya penggerak yang menyebabkan terjadinya longsor (*Fellenius and Brook*). Secara sistematis faktor kestabilan lereng dinyatakan sebagai berikut :

$$F = R/F_p$$

Keterangan :

F = Faktor kestabilan lereng

R = Gaya penahan, berupa resultan gaya-gaya yang membuat lereng tetap stabil.

F_p = Gaya penggerak, berupa resultan gaya-gaya yang menyebabkan lereng longsor pada kegiatan keadaan :

$F > 1,2$ = lereng dalam keadaan stabil

$F = 1,2$ = lereng dalam keadaan seimbang (akan longsor)

$F < 1,2$ = lereng dalam keadaan tidak stabil

Adapun nilai faktor keamanan menurut Bowles tahun 1989 dalam *Zakaria, 2011* dalam *M.Arif Hidayat, 2017* adalah:

Tabel (1.2) Hubungan nilai faktor keamanan lereng dan intensitas longsor

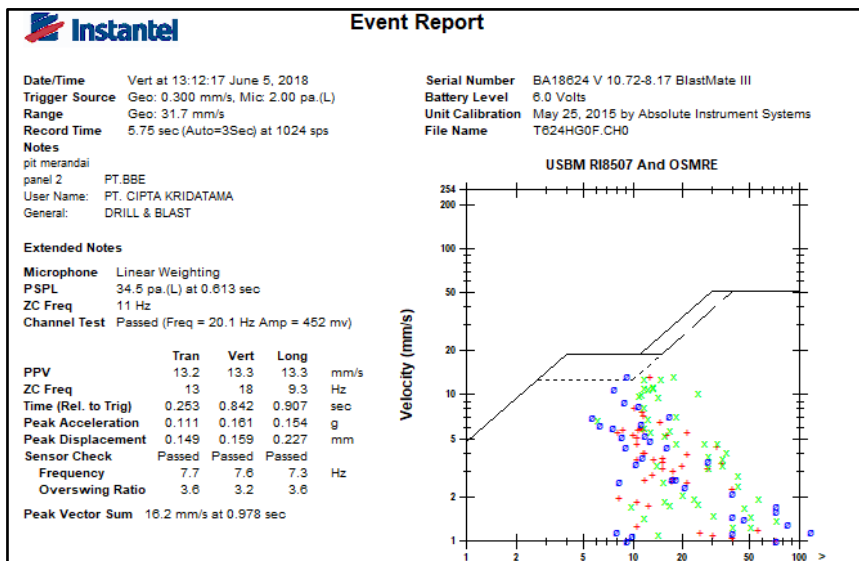
Nilai faktor keamanan	Kejadian/intensitas longsor
$F > 1,25$	lereng dalam keadaan stabil.
$1,07 < F < 1,25$	lereng dalam keadaan kritis.
$F < 1,07$	lereng dalam keadaan labil.

II. Pembahasan

a. Pengukuran Ground Vibration

Dari kegiatan getaran peledakan yang dilakukan dengan menggunakan *Blasmate III* diperoleh data yang terekam yang disajikan dalam bentuk grafik dan beberapa tampilan angka. Data tersebut diperoleh setelah sebelumnya dilakukan transfer data dari alat ukur ke komputer.

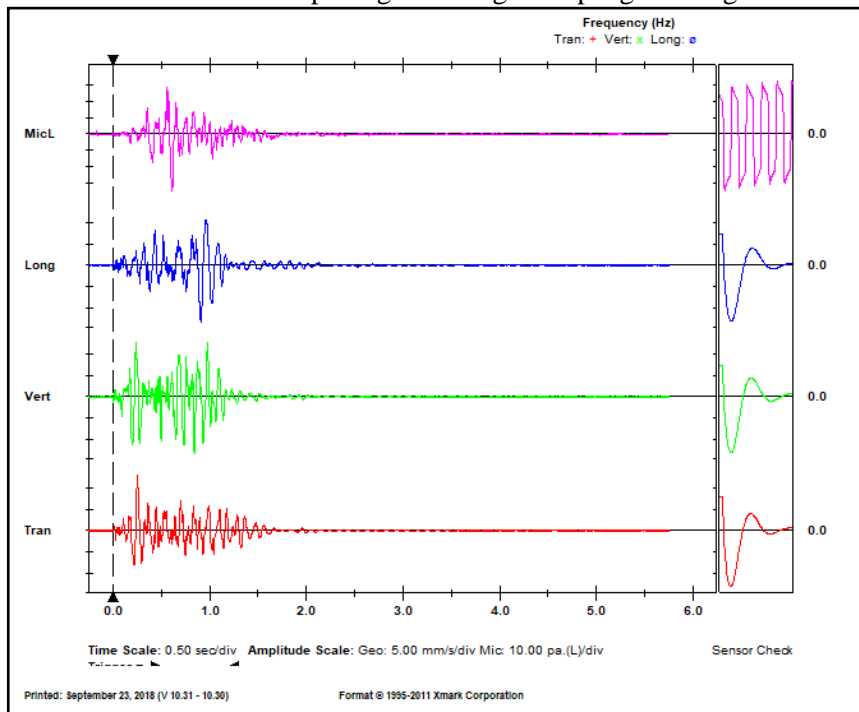
a. Tampilan data dan grafik hasil pengukuran getaran



Gambar 2.1 Tampilan Data dan Grafik Hasil Pengukuran GetaranTampilan

b. gelombang hasil pengukuran getaran

Gambar 2.2 Tampilan gelombang hasil pengukuran getaran



Pada penelitian dari tanggal 7 Juni sampai dengan 7 Juli 2018 diperoleh 5 (lima) data pengukuran getaran dikarenakan alat *Blasmate III* juga digunakan untuk

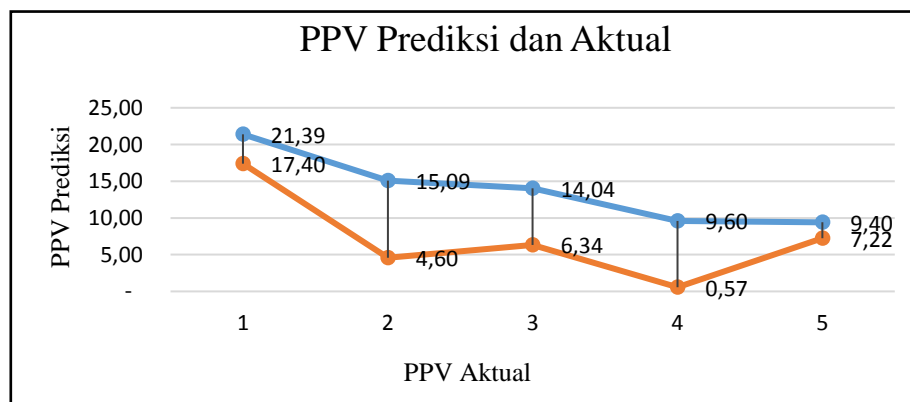
JGP (Jurnal Geologi Pertambangan)

pengukuran getaran peledakan didaerah perkampungan yang letaknya tidak jauh dari lokasi Pit Merandai. Kegiatan peledakan dilakukan pada siang hari atau pada jam istirahat pukul (12:00-13:00).

b. PPV Prediksi dan Aktual

Tabel 1.2 PPV prediksi dan actual

No	Tanggal	AKTUAL				Nilai K	Nilai Scaled Distance (SD)	PPV	
		ANFO	Hole	Muatan (W)	Jarak (D)			Prediksi	Actual
1	5-Jun-18	5.312,14	201	26,43	94	2.236,27	18,28	21,39	17,40
2	7-Jun-18	2.739,96	131	20,92	104	2.236,27	22,74	15,09	4,60
3	28-Jun-18	4.052,75	162	25,02	119	2.236,27	23,79	14,04	6,34
4	2-Jul-18	1.505,48	48	31,36	169	2.236,27	30,18	9,60	0,57
5	4-Jul-18	2.319,63	89	26,06	156	2.236,27	30,56	9,40	7,22



Gambar 2.3 Grafik PPV Prediksi dan Aktual

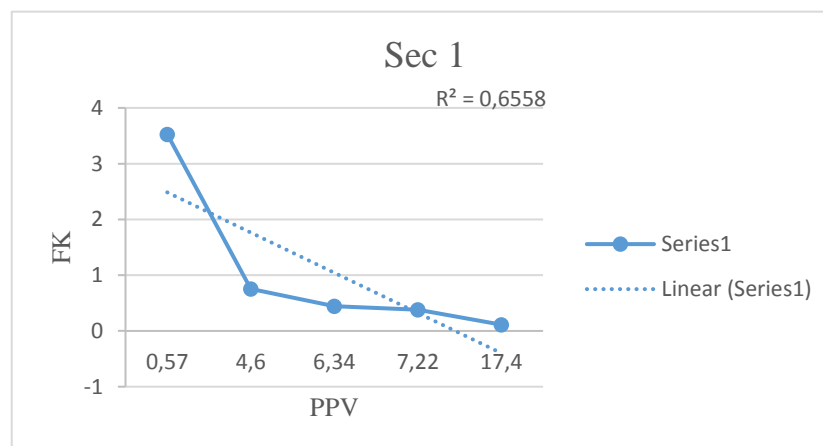
Tabel 1.3 Hubungan PPV dengan FK

No	PPV	FK		
		Sec 1	Sec 2	Sec 3
1	0,57	3,528	1,194	1,826
2	4,6	0,756	0,096	0,156
3	6,34	0,443	0,089	0,108
4	7,22	0,378	0,013	0,097
5	17,4	0,112	0,001	0,032

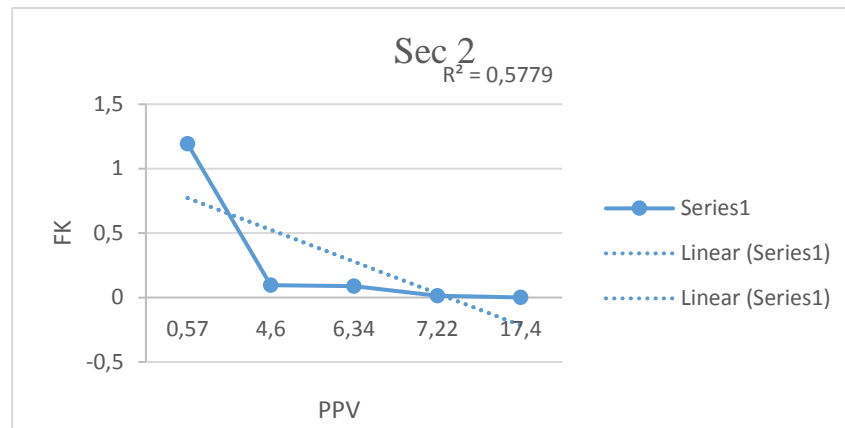
Dari hasil perhitungan perencanaan dan aktual diatas maka dapat disimpulkan bahwa jarak sangat mempengaruhi terhadap nilai PPV yang dihasilkan serta pengisian bahan peledak yang mana menggunakan metode *decoupling*, pengurangan bahan peledak dan penambahan kolom *stemming*.

c. Pengaruh PPV Terhadap Keamanan Lereng

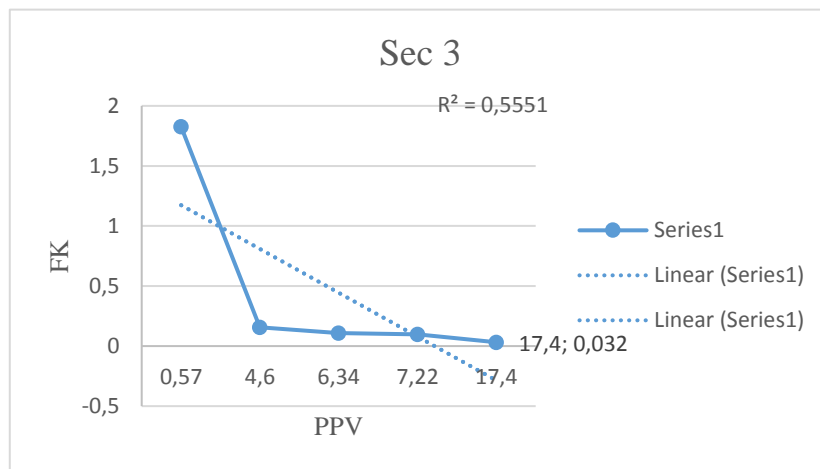
Data percepatan yang diperoleh dari hasil pengukuran getaran dapat digunakan sebagai parameter masukan dalam menganalisa kestabilan lereng dengan menggunakan aplikasi *Slide Versi 6*. Dengan data percepatan yang berperan terhadap kestabilan lereng adalah percepatan gelombang longitudinal.



Gambar 2.4 Grafik Hubungan PPV dengan FK Sec



Gambar 2.5 Grafik Hubungan PPV dengan FK Sec 2



Gambar 2.6 Grafik Hubungan PPV dengan FK Sec 3

Dari tabel dan grafik PPV terhadap faktor keamanan diatas memperlihatkan pengaruh nilai percepatan terhadap perubahan nilai keamanan di daerah penelitian. Pada tabel tersebut terlihat nilai faktor keamanan akan berkurang dengan adanya nilai PPV yang dimasukkan, semakin besar nilai PPV yang dimasukkan semakin besar pula nilai penurunan faktor keamanan. Hal ini terlihat hubungan yang cukup kuat nilai koefisien pada section 1 : R^2 0,6558, section 2 R^2 : 0,5779, Section 3 : R^2 : 0,5551 lebih mengindikasikan adanya pengaruh PPV terhadap naik turunnya nilai Faktor keamanan..

IV. Kesimpulan

1. Hasil pengukuran getaran tanah yang telah dilakukan mendapatkan 5(lima) data di lokasi block 9 Pit Merandai dengan nilai PPV Prediksi : 21,39, 15,09, 14,04, 9,60, 9,40 dan PPV Aktual : 17,40, 4,60, 6,34, 0,57, 7,22.
2. Lereng tambang pada pit merandai yaitu berada di kedalaman penambangan elevasi -70 dan diketahui geometri lereng keseluruhan *section A-A' berm slope* : 66.551 m, tinggi lereng 89.991 m, sudut lereng 30° dengan nilai FK 5.557 dan nilai *section B-B' berm slope* : 66.504 m, tinggi lereng 104.060 m, sudut lereng 34° dengan FK 2.125. *section C-C' berm slope* : 65.511 m, tinggi lereng 62.997 m, sudut lereng 26° dengan nilai FK 3.447.
3. Hasil geometri lereng keseluruhan dengan nilai getaran pada *Section A-A'* : nilai PPV 0,57 menghasilkan Nilai FK 3,528, Nilai PPV 4,60 menghasilkan Nilai FK 0,756, Nilai PPV 6,34 menghasilkan Nilai FK 0,443, Nilai PPV 7,22 menghasilkan Nilai FK 0,378, Nilai PPV 17,40 menghasilkan Nilai PPV 0,112. Pada *Section B-B'* : Nilai PPV 0,57 menghasilkan Nilai FK 1,194, Nilai PPV 4,60 menghasilkan Nilai FK 0,096, Nilai PPV 6,34 menghasilkan Nilai FK 0,089, Nilai PPV 7,22 menghasilkan Nilai FK 0,013, Nilai PPV 17,40 menghasilkan Nilai PPV 0,001. Pada *Section C-C'* : Nilai PPV 0,57 menghasilkan Nilai FK 1.826, Nilai PPV 4,60 menghasilkan Nilai FK 0,156, Nilai PPV 6,34 menghasilkan Nilai FK 0,108, Nilai PPV 7,22 menghasilkan Nilai FK 0,097, Nilai PPV 17,40 menghasilkan Nilai PPV 0,032.

V. Daftar Pustaka

- Anonim, 2004 “Teknik Peledakan”, Badan Pendidikan Dan Pelatihan Energi Dan Sumberdaya Mineral, Pusdiklat Teknologi Bandung.
- Hidayat, Arif.M,2017 “Skripsi Simulasi Desain Lereng Rencana *In Pit Dump* PIT 13 PT Kayan Putra Utama Coal Kecamatan Sebulu Provinsi Kalimantan Timur Menggunakan Metode *Fellenius*” Universitas Kutai Kartanegara.
- Koesnaryo S, 1988, “Bahan Peledak dan Metode Peledakan”, Fakultas Tambang, Universitas Pembangunan Nasional “Veteran” Yogyakarta.
- Moelhim Kharodarmo, 1989 “Teknik Peledakan”, Laboraturium Geoteknik Pusat Antar Universitas – Ilmu Rekayasa, Institut Teknologi Bandung.
- Nobel D, 2003, “*Blast Dynamic, Inch*”, Kursus Juru Ledak Kelas II, Pusdiklat Teknologi & Mineral, Bandung
- Suwandhi Awang, 2001, “Teknik Peledakan”, Kursus Juru Ledak Kelas II, Pusdiklat Teknologi Mineral dan Batubara, Bandung
- Samhudi, 1995, ”Peledakan Tambang Terbuka” Kursus Juru Ledak Kelas II, Direktorat Jendral Pertambangan Umum Pusat Pengembangan Tenaga Pertambangan Bandung.
- Sundoyo, 2014 ”Pengaruh *Peak Particle Velocity* (PPV) dari hasil kegiatan peledakan terhadap kekuatan lereng penambangan (FK) pada penambangan batubara” Dosen Program Studi Teknik Geologi Fakultas Teknik Universitas Kutai Kartanegara, Kalimantan Timur.