

# ANALISIS *GROUND VIBRATION* PADA PELEDAKAN *OVERBURDEN* DI PANEL 4 PIT J PT. KALTIM PRIMA COAL, SANGATTA, KALIMANTAN TIMUR

Oleh :

**Rudini**

Prodi Teknik Pertambangan UPN “Veteran” Yogyakarta  
No. Hp : 085250615060, Email : rudinirahim@yahoo.com

## RINGKASAN

Penelitian dilakukan di Panel 4 Pit J PT. Kaltim Prima Coal (PT. KPC), Sangatta, Kalimantan Timur. Salah satu kegiatan pembongkaran di lingkungan PT. KPC adalah pengupasan lapisan tanah penutup. Kegiatan ini didahului dengan proses pemberaian menggunakan metode pengeboran dan peledakan. Salah satu efek terhadap lingkungan dari kegiatan peledakan yaitu adanya *ground vibration*.

Pengukuran *ground vibration* dilakukan untuk mengetahui besarnya nilai *peak particle velocity* (PPV). Dari data pengukuran *ground vibration* selama satu tahun dari bulan Maret 2011 hingga Februari 2012 dilakukan analisis menggunakan metode statistika regresi non linier geometrik (*power*). Hasil analisis adalah persamaan rumus hubungan antara PPV dan *scaled distance* (SD) yaitu  $PPV = 264,7 (SD)^{-1,08}$  dengan  $R^2=0,623$  atau  $R = -0,789$  yang menyatakan korelasi negatif dan kuat.

Persamaan rumus hubungan antara PPV dan SD kemudian digunakan untuk menentukan isian bahan peledak maksimal/delay dan jarak yang aman untuk kegiatan peledakan yang didasarkan dari standar *ground vibration* PT. KPC. Dari batasan isian bahan peledak maksimal/delay dan jarak yang aman untuk kegiatan peledakan yang telah ditentukan, ternyata pada jarak lebih dari 750 m dari lokasi pengukuran kantor lama Bupati Sangatta dan jarak diatas 470 m dari lokasi pengukuran kantor *Workshop* Trakindo, isian bahan peledak maksimal/delay dapat ditingkatkan.

Percobaan (*trial*) peledakan dilakukan sebanyak tiga kali untuk membandingkan antara PPV prediksi dan PPV aktual di lapangan. Berdasarkan ketiga percobaan yang dilakukan terdapat tiga koreksi perhitungan yang memiliki nilai lebih dari 50%, yaitu 140%, 68,81%, dan 56,86%. Besarnya koreksi perhitungan disebabkan oleh tidak adanya simulasi ulang untuk *tie-up* aktual, adanya kesalahan penginputan data jarak lokasi peledakan dengan daerah pengukuran, dan adanya kesalahan pengukuran *ground vibration* di lapangan selama ini. Namun dari ketiga percobaan yang dilakukan masih memiliki nilai PPV aktual dibawah standar *ground vibration* PT. KPC..

Pada saat ini, Indonesia sudah memiliki standar nasional untuk tingkat *ground vibration* yaitu SNI 7571:2010. PT. KPC juga memiliki standar *ground vibration* untuk peledakan yaitu 3 mm/s pada pengukuran di kantor lama Bupati Sangatta dan 5 mm/s pada pengukuran di *Workshop* Trakindo. Setelah keduanya dibandingkan berdasarkan batasan nilai PPV dan frekuensi pada bangunan, ternyata standar PT. KPC telah memenuhi Standar Nasional Indonesia.

Kata kunci : Peledakan, *Ground Vibration*, *Peak Particle Velocity* (PPV).

## 1) PENDAHULUAN

### 1.1. Latar Belakang

PT. Kaltim Prima Coal (PT. KPC) merupakan perusahaan swasta yang bergerak di bidang pertambangan batubara yang terletak di Kecamatan Sangatta, Kabupaten Kutai Timur, Provinsi

Kalimantan Timur dan mengoperasikan pertambangan berdasarkan Perjanjian Karya Pengusahaan Pertambangan Batubara (PKP2B) seluas 90.960 Ha. Sistem penambangan yang diterapkan oleh PT. KPC adalah sistem tambang terbuka (*surface mining*) dengan metode *open pit mining*. Kegiatan penambangan batubara terdiri dari pembongkaran, pemuatan, dan pengangkutan. Salah satu kegiatan pembongkaran di lingkungan PT. KPC adalah pengupasan lapisan tanah penutup. Kegiatan ini didahului dengan proses pemberaian menggunakan metode pemboran dan peledakan. Salah satu efek terhadap lingkungan dari kegiatan peledakan yaitu adanya *ground vibration*.

*Ground vibration* adalah getaran tanah yang terjadi akibat hasil peledakan. Getaran ini pada tingkat level tertentu apabila telah melampaui ambang batas dapat mengakibatkan kerusakan pada lingkungan sekitar. Pit J merupakan *pit* yang terletak dekat dengan lingkungan sekitar terutama daerah pemukiman warga, karena jaraknya yang dekat ini perhatian terhadap efek yang ditimbulkan terhadap lingkungan dari kegiatan peledakan harus lebih diperhatikan sehingga tidak berdampak negatif terhadap lingkungan tersebut. Hal ini membuat pihak-pihak terkait untuk terus melakukan kontrol terhadap *ground vibration* pada setiap peledakan yang dilakukan, sehingga dalam penelitian ini akan dibahas kontrol yang dilakukan untuk mengatasi masalah *ground vibration* tersebut.

## 1.2. Tujuan Penelitian

- 1) Melakukan pengukuran *ground vibration* dari kegiatan peledakan di Panel 4 Pit J, PT. KPC untuk mengetahui nilai PPV.
- 2) Menganalisis data *ground vibration* untuk mendapatkan persamaan rumus hubungan antara PPV dan SD.
- 3) Menentukan berat isian bahan peledak maksimal/*delay* dengan jarak yang aman untuk kegiatan peledakan.
- 4) Membandingkan standar *ground vibration* yang ditetapkan oleh PT. KPC dengan standar *ground vibration* SNI 7571:2010.

## 1.3. Batasan Masalah

- 1) Analisis data pengukuran *ground vibration* yaitu PPV dilakukan dari kegiatan peledakan di Panel 4 Pit J pada bulan Maret 2011 – Februari 2012.
- 2) Batasan jarak sesuai dengan jarak pengukuran yang telah diukur selama ini yaitu dari 300-2400 m dari lokasi peledakan.
- 3) Dengan geometri peledakan saat ini fragmentasi tidak menjadi masalah.

## 1.4. Manfaat Penelitian

Manfaat yang diambil dari penelitian ini antara lain :

- 1) Hasil penelitian ini diharapkan sebagai bahan studi perbandingan bagi penelitian yang terkait dengan efek dari kegiatan peledakan khususnya *ground vibration*.
- 2) Dapat dijadikan dasar untuk menentukan kebijakan perusahaan dalam mempersiapkan perencanaan kegiatan peledakan.
- 3) Bagi peneliti untuk menambah wawasan didalam menerapkan ilmu teknis pertambangan.

## 2) DASAR TEORI

### 2.1. *Ground Vibration*

*Ground vibration* adalah gelombang yang bergerak di dalam tanah disebabkan oleh adanya sumber energi. Sumber energi tersebut dapat berasal dari alam, seperti gempa bumi atau adanya aktivitas peledakan.

Beberapa penelitian telah dilakukan dalam usaha menentukan hubungan antara faktor-faktor tersebut sesuai dengan tingkat getaran. Dua faktor prinsip yang mempengaruhi tingkat getaran hasil peledakan yaitu :

- 1) Jumlah muatan bahan peledak maksimal/*delay*  
Apabila muatan ditambah maka tingkat getaran akan bertambah, tetapi hubungan ini bukan merupakan hubungan yang sederhana, misalnya muatan dua kali lipat jumlahnya tidak menghasilkan getaran yang dua kali lipat.
- 2) Jarak dari lokasi peledakan  
Pengaruh jarak terhadap tingkat getaran yaitu apabila jarak pengukuran lokasi peledakan semakin jauh maka getaran yang dihasilkan juga semakin kecil.

## 2.2. Kontrol Getaran

Kecepatan partikel adalah kecepatan partikel bumi bergetar sekitar posisi semula (*rest position*). Kecepatan partikel adalah fungsi dari energi (*input energy*). Energi yang besar menghasilkan kecepatan partikel yang tinggi pula. Peledakan delay mengurangi tingkat getaran sebab setiap *delay* menghasilkan masing-masing gelombang seismik yang kecil terpisah. Gelombang hasil *delay* pertama telah merambat pada jarak tertentu sebelum selanjutnya *delay* meledak. Kecepatan perambatan tergantung pada jenis batuanannya

### 1) Hukum *Scaled Distance* (SD)

*Scale distance* adalah parameter untuk dimensi jarak. *Scale distance* dinyatakan sebagai perbandingan antara jarak dan isian bahan peledak yang mempengaruhi hasil getaran dan energi ledakan di udara. Jika isian lubang (ratio perbandingan panjang dan diameter lebih dari 6), gelombang akan dirambatkan didepan lubang bor. *Scale distance*,  $d/W^{1/2}$ . W total berat bahan peledak yang meledak per *delay*, d, jarak dari alat perekam terhadap lokasi peledakan. Rumus diatas dapat dituliskan sebagai berikut:

$$PPV = K (SD)^m \text{ atau } PPV = K \left( \frac{d}{W^{1/2}} \right)^m$$

Dimana:

PPV = *peak particle velocity* (mm/s),

d = jarak dari *recorder* ke lokasi peledakan (m),

W = total berat bahan peledak per minimum *delay* (kg),

K,m = konstanta,

SD = *Square Root Scale distance* untuk isian lubang ledak ( $m/kg^{0.5}$ )

### 2) Analisa *Scaled Distance* Yang Disesuaikan

Peraturan *scaled distance* menunjukkan kondisi-kondisi dimana pekerjaan peledakan tidak boleh dilakukan. Pengaturan kembali hukum *scaled distance* diperlukan seandainya harga *scaled distance* tidak lagi sesuai dengan kebutuhan-kebutuhan operasi. Pengaturan ini didasarkan pada alasan bahwa tingkat getaran akibat getaran selalu berada dalam batas aman. Pernyataan tersebut di atas dapat dan harus dibuktikan oleh pengukuran *ground vibration*.

Dengan diperolehnya hubungan ini, maka ditetapkan suatu ketentuan mengenai jumlah bahan peledak yang diperbolehkan meledak per waktu tunda pada jarak tertentu sehingga tidak terjadi kecepatan puncak partikel yang melebihi harga yang diinginkan.

Cara pengaturan *scaled distance value*, yang dipergunakan yaitu : *Particle Velocity vs Scaled Distance*. Metode ini meliputi pengukuran *ground vibration* dan perhitungan *scaled distance value* dari data.

### 3) *Scaled Distance Chart*

Grafik *Scaled Distance* dapat dibuat pada grafik log-log untuk bermacam macam harga dari *Scaled Distance*. Dengan diketahuinya harga *Scaled Distance*, dapat ditentukan jumlah muatan bahan peledak untuk bermacam-macam jarak lokasi peledakan dimana yang aman.

Penggambaran pada kertas grafik log-log dengan sumbu tegak jumlah muatan bahan peledak dan jarak pada sumbu mendatar. Grafik *scaled distance* dapat dipakai untuk menentukan *charge* untuk sembarang jarak dengan *scaled distance* (SD) yang telah ditentukan.

## 2.3. Standar *Ground Vibration*

Dalam perkembangannya, Indonesia kini telah memiliki Standar Nasional Indonesia (SNI) untuk baku tingkat getaran peledakan pada kegiatan tambang terbuka terhadap bangunan yaitu SNI 7571:2010 yang dibuat oleh Badan Standardisasi Nasional (BSN). Dengan SNI 7571:2010 perusahaan tambang terbuka di Indonesia telah memiliki acuan untuk mengontrol efek dari kegiatan peledakan yang dilakukan.

## 3) HASIL PENELITIAN

### 3.1. Pengukuran *Ground Vibration*

Pengukuran *ground vibration* dilakukan menggunakan InstanTel Blastmate III. InstanTel Blastmate III merupakan produk InstanTel dari Kanada. Alat ini memiliki tiga saluran yang terdiri dari saluran pertama adalah saluran perekam getaran (*geophone*) yang ditimbulkan dari hasil peledakan yang terdiri dari tiga komponen gerakan batuan pada arah *transversal*, *vertical* dan *longitudinal*. Saluran kedua adalah saluran yang digunakan untuk merekam air blast (*microphone*)

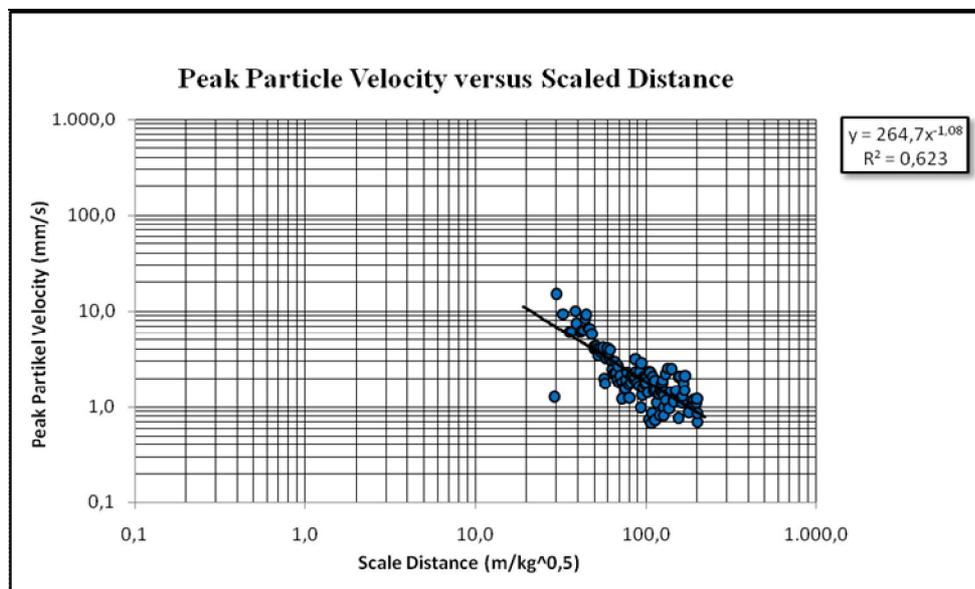
yang ditimbulkan selama proses peledakan, saluran ketiga adalah saluran untuk mengkoneksikan alat ke komputer atau labtop (*output* data hasil rekaman baik dari hasil getaran maupun hasil suara ledakan) yang kemudian data tersebut dimasukkan dalam *software* Blastware.

### 3.2. Pengolahan Data

Pengolahan data dari hasil pengukuran *ground vibration* dilakukan pada perangkat lunak Microsoft Excel. Data yang digunakan untuk penelitian ini adalah data hasil pengukuran *ground vibration* oleh Departemen Environment selama bulan Maret 2011 – Februari 2012. Data – data tersebut kemudian dianalisis menggunakan regresi non-linear model geometrik (*power*) untuk mendapatkan persamaan rumus hubungan antara *peak particle velocity* (PPV) dan *scaled distance* (SD).

### 3.3. Persamaan Rumus Hubungan antara Peak Particle Velocity dan Scaled Distance

Untuk mendapatkan persamaan rumus hubungan antara PPV dan SD, maka dilakukan analisis dari data hasil pengukuran *ground vibration* selama bulan Maret 2011 – Februari 2012. Analisis yang digunakan adalah meregresikan data PPV dan SD dari hasil pengukuran tersebut dengan regresi *power* di program *Microsoft Excel*. Namun sebelum dianalisis data harus dipastikan satu variabel hanya mewakili satu nilai agar dapat menghasilkan hasil regresi yang baik. Hasil analisis dapat dilihat pada Gambar 3.1.



Gambar 3.1  
Hasil analisis regresi *power*

Dari hasil analisis regresi diatas, didapatkan persamaan rumus hubungan antara PPV dan SD yaitu  $Y = 264,7 X^{-1,08}$  atau  $PPV = 264,7 (SD)^{-1,08}$  dengan koefisien determinasi atau  $R^2 = 0,623$  dan  $R = -0,789$  yang merupakan akar dari  $R^2$ . Nilai akar  $R^2$  yaitu R dinyatakan dalam bentuk negatif karena bentuk *trendline* mengarah dari kiri atas ke kanan bawah. Nilai koefisien korelasi atau  $R = -0,789$  menyatakan korelasi negatif dan kuat. Korelasi negatif menyatakan bahwa setiap kenaikan nilai x atau SD maka akan diikuti dengan penurunan nilai y atau PPV. Dengan kata lain nilai SD berbanding terbalik dengan nilai PPV. Korelasi kuat menyatakan pengaruh yang kuat dari perubahan nilai x atau SD terhadap nilai y atau PPV. Nilai koefisien determinasi atau  $R^2 = 0,623$  (62%), hal ini menyatakan bahwa dalam persamaan yang didapatkan, nilai y atau PPV dapat ditentukan sebesar 62% oleh nilai x atau SD.

### 3.4. Percobaan (*Trial*)

Percobaan atau *trial* dilakukan untuk mengukur sejauh mana pendekatan dari prediksi persamaan rumus hubungan antara PPV dan SD yang telah didapat dari hasil analisis regresi *power* data pengukuran *ground vibration*. Percobaan dilakukan sebanyak tiga kali dengan menaikkan 20 kg dari isian bahan peledak maksimal 140 kg yang sekarang digunakan di Panel 4

Pit J di tiap percobaannya. Adapun percobaan yang dilakukan dapat dilihat pada tabel 3.1 dan hasilnya dapat dilihat pada Tabel 3.2

Tabel 3.1  
Data percobaan (trial) yang dilakukan

Lokasi	Waktu	Pattern	Kedalaman	Powder Charge	Stemming	Pola
J72	03/04/12	7,4 x 8,5 m	9 m	4 m (160 kg)	5 m	Box cut (zig zag)
J82	24/04/12	7,4 x 8,5 m	10 m	4,5 m (180 kg)	5,5 m	Box cut (zig zag)
J89	17/05/12	7,4 x 8,5 m	11 m	5,5 m (200 kg)	6 m	Box cut (zig zag)

Tabel 3.2  
Hasil percobaan (trial) yang dilakukan

Tanggal	Lokasi	Isian Bahan Peledak/delay	Jarak	PPV	Lokasi Pengukuran
03/04/2012	J72	320 kg	900 m	1,60 mm/s	Kan. lama Bupati
03/04/2012	J72	320 kg	850 m	4,34 mm/s	Workshop Trakindo
24/04/12	J82	180 kg	900 m	2,07 mm/s	Kan. lama Bupati
24/04/12	J82	180 kg	800 m	4,38 mm/s	Workshop Trakindo
17/05/12	J89	200 kg	970 m	1,63 mm/s	Kan. lama Bupati
17/05/12	J89	200 kg	800 m	2,16 mm/s	Workshop Trakindo

Dari hasil percobaan diatas, percobaan pertama pada tanggal 03 April 2012 seharusnya dilakukan dengan isian bahan peledak maksimal/delay 160 kg sesuai dengan rencana kenaikan 20 kg dari isian bahan peledak maksimal sekarang yaitu 140 kg, namun karena pada saat dilapangan ternyata ada dua lubang yang meledak bersamaan sehingga isian bahan peledak maksimal/delay menjadi 320 kg.

### 3.5. Standar *Ground Vibration* PT. Kaltim Prima Coal

Berdasarkan acuan dari Kepmen. LH No. 49 Tahun 1996 dan Standar Regulasi *Ground Vibration* Australia 2187.2-1993, batasan nilai PPV yang ditetapkan oleh PT. KPC 3 mm/s yaitu untuk lokasi pengukuran di kantor lama Bupati Sangatta yang merupakan daerah pemukiman warga atau tempat tinggal dan 5 mm/s untuk lokasi pengukuran di kantor *workshop* Trakindo yang merupakan daerah bangunan industri.

## 4) PEMBAHASAN

### 4.1. Hubungan antara Jarak dan Isian Bahan Peledak Maksimal/Delay

Dari persamaan rumus hubungan antara *peak particle velocity* (PPV) dan *scaled distance* (SD) yang telah didapatkan dari analisis regresi *power*, maka dapat ditentukan hubungan antara jarak dan isian jumlah bahan peledak maksimal/delay dengan batasan PPV yang ditentukan. Di PT. Kaltim Prima Coal (PT. KPC) memiliki batasan PPV atau standar *ground vibration* sebesar 3

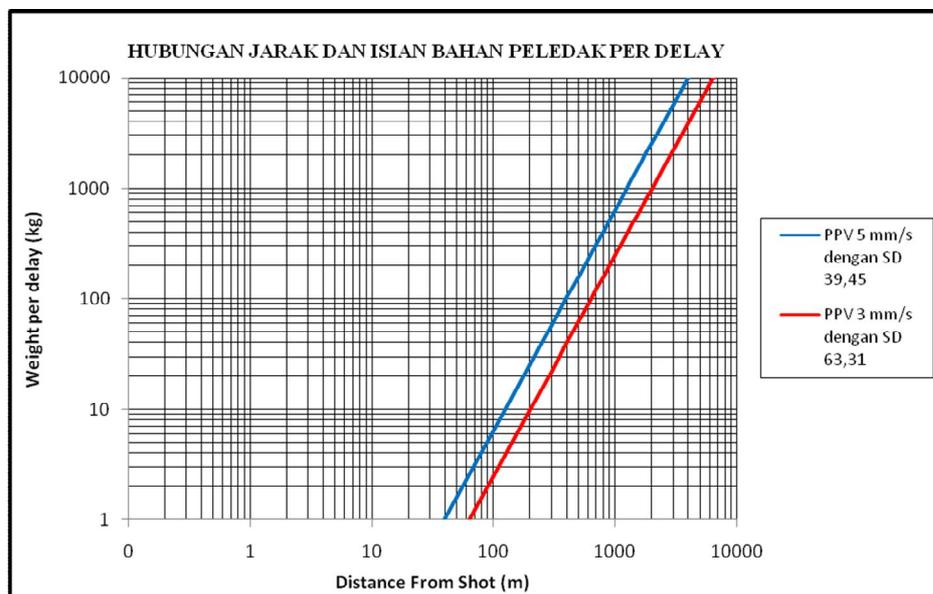
mm/s untuk pengukuran yang dilakukan di kantor lama Bupati Sangatta dan 5 mm/s untuk pengukuran yang dilakukan di *Workshop* Trakindo.

Untuk mengetahui hubungan antara jarak dan jumlah isian bahan peledak maksimal/*delay*, maka harus diketahui dulu nilai SD yang dapat diketahui dari persamaan rumus hubungan antara PPV dan SD dengan memasukkan batasan nilai PPV yang telah ditentukan. Dengan batasan nilai PPV 3 mm/s dan 5 mm/s, maka nilai SD yang diperoleh adalah :

$$PPV = 264,7 (SD)^{-1,08} \rightarrow SD = (PPV/264,7)^{-0,925}$$

- Batasan *Peak Particle Velocity* 3 mm/s  
 $SD = (3/264,7)^{-0,925}$   
 $SD = 63,31$
- Batasan *Peak Particle Velocity* 5 mm/s  
 $SD = (5/264,7)^{-0,925}$   
 $SD = 39,45$

Dari perhitungan tersebut didapatkan nilai SD 63,31 m/kg<sup>0,5</sup> untuk batasan PPV 3 mm/s dan nilai SD 39,45 m/kg<sup>0,5</sup> untuk batasan PPV 5 mm/s, sehingga kita dapat mengetahui hubungan antara jarak dan jumlah isian bahan peledak maksimal/*delay* pada Gambar 4.1, Tabel 4.1 dan 4.2.



Gambar 4.1.  
 Hubungan jarak dan isian bahan peledak maksimal/*delay*

Tabel 4.1  
 Hubungan jarak dan isian bahan peledak maksimal/*delay* dengan batasan PPV 3 mm/s

Jarak (m)	Isian Handak/ <i>delay</i> (kg)	Jarak (m)	Isian Handak/ <i>delay</i> (kg)
300	20	1400	480
400	30	1500	560
500	60	1600	630
600	80	1700	720
700	120	1800	800
800	150	1900	900
900	200	2000	990
1000	240	2100	1100
1100	300	2200	1200
1200	350	2300	1310
1300	420	2400	1430

Tabel 4.2  
Hubungan jarak dan isian bahan peledak maksimal/delay dengan batasan PPV 5 mm/s

Jarak (m)	Isian Handak/delay (kg)	Jarak (m)	Isian Handak/delay (kg)
300	50	1400	1250
400	100	1500	1440
500	160	1600	1640
600	230	1700	1850
700	310	1800	2080
800	410	1900	2310
900	520	2000	2560
1000	640	2100	2830
1100	770	2200	3100
1200	920	2300	3390
1300	1080	2400	3700

Dari Gambar 4.1, Tabel 4.1 dan Tabel 4.2 diatas dapat dijadikan acuan melakukan kontrol terhadap *ground vibration* dengan batasan jarak dan isian bahan peledak maksimal/delay yang aman untuk kegiatan peledakan selanjutnya di Panel 4 Pit J. Lokasi peledakan di Panel 4 Pit J sekarang menggunakan bahan peledak maksimal/delay 140 kg. Dengan mengacu pada Tabel 4.1 yang merupakan hubungan antara jarak dan isian bahan peledak maksimal/delay dengan batasan PPV 3 mm/s maka kenaikan isian bahan peledak maksimal/delay masih dapat dilakukan pada jarak lokasi peledakan dengan lokasi pengukuran di kantor lama Bupati Sangatta lebih dari 750 m dan mengacu pada Tabel 4.2 yang merupakan hubungan antara jarak dan isian bahan peledak maksimal/delay dengan batasan PPV 5 mm/s maka kenaikan isian bahan peledak maksimal/delay masih dapat dilakukan pada jarak lokasi peledakan dengan lokasi pengukuran di kantor *Workshop* Trakindo lebih dari 470 m.

#### 4.2. Analisis Prediksi *Peak Particle Velocity*

Persamaan rumus hubungan antara PPV dan SD ( $PPV = 264,7 (SD)^{-1,08}$ ) yang didapat dengan menggunakan regresi *power* merupakan dasar analisis untuk memprediksi nilai PPV pada kegiatan peledakan yang akan dilakukan selanjutnya. Untuk melihat seberapa besar selisih perhitungan prediksi PPV dengan hasil aktual di lapangan maka dilakukan percobaan (*trial*) sebanyak tiga kali. Dari hasil perhitungan maka didapatkan selisih atau koreksi perhitungan antara prediksi PPV dengan hasil aktual PPV yang dapat dilihat pada Tabel 4.3.

Tabel 4.3.  
Koreksi perhitungan prediksi PPV

No	Lokasi	Jarak	Isian Handak Maksimal/Delay	PPV Prediksi	PPV Aktual	Koreksi Perhitungan
1	J72	900 m	320 kg	3,84 mm/s	1,60 mm/s	140%
		850 m	320 kg	4,09 mm/s	4,34 mm/s	5,75%
2	J82	900 m	180 kg	2,81 mm/s	2,07 mm/s	36,15%
		800 m	180 kg	3,20 mm/s	4,38 mm/s	26,92%
3	J89	970 m	200 kg	2,75 mm/s	1,63 mm/s	68,81%
		800 m	200 kg	3,38 mm/s	2,16 mm/s	56,86%

Dari tabel diatas, koreksi perhitungan terbesar yaitu 140% dan koreksi perhitungan terkecil yaitu 5,75%. Berdasarkan data diatas terdapat tiga koreksi perhitungan yang memiliki nilai lebih dari 50%, yaitu 140%, 68,81%, dan 56,86%. Dengan rentang koreksi yang cukup besar, maka

dilakukan analisis lebih lanjut apa yang menjadi penyebab besarnya rentang koreksi tersebut. Kemudian setelah dilakukan analisis terhadap data penelitian pengukuran *ground vibration*, ternyata terdapat beberapa faktor yang menyebabkan besarnya koreksi perhitungan :

- a) Tidak adanya simulasi ulang untuk *tie-up* aktual.  
Koreksi terjadi pada data isian bahan peledak maksimal/*delay* dikarenakan tidak adanya laporan aktual peledakan untuk *tie-up* aktual. Padahal ketepatan data isian bahan peledak maksimal/*delay* tergantung dari hal tersebut. *Tie-up* aktual diperlukan untuk melihat kesesuaian rencana tidak adanya lubang yang meledak bersamaan, karena seringkali terjadi perbedaan *tie-up* rencana dan *tie-up* aktual yang disebabkan masalah teknis di lapangan.
- b) Kesalahan penginputan data jarak lokasi peledakan dengan daerah pengukuran.  
Perhitungan jarak lokasi peledakan dengan lokasi pengukuran dilakukan dengan menggunakan program Minex 6. Koreksi data jarak lokasi peledakan dengan lokasi pengukuran terjadi karena selalu dilakukan pembulatan terhadap kalkulasi jarak yang dimunculkan oleh program Minex 6.
- c) Kesalahan pengukuran *ground vibration* di lapangan.  
Data PPV merupakan data hasil pengukuran *ground vibration* di lapangan. Data ini juga memiliki koreksi data disebabkan oleh salah satu Blasmate III yang biasa digunakan untuk melakukan pengukuran tidak memenuhi prosedur yang baik. Karena Blasmate III seharusnya memiliki tiga paku ulir (*ground spikes*) yang berfungsi untuk menancapkan *geophone* ke dalam tanah, sedangkan yang tersedia hanya satu dikarenakan kedua paku ulirnya hilang. Ini menjadi faktor koreksi data PPV. Prosedur yang benar yang dapat digunakan untuk melakukan pengukuran dengan kondisi seperti ini adalah dengan mengubur *geophone* sedalam 10-15 cm ke dalam tanah tanpa menggunakan paku ulir.

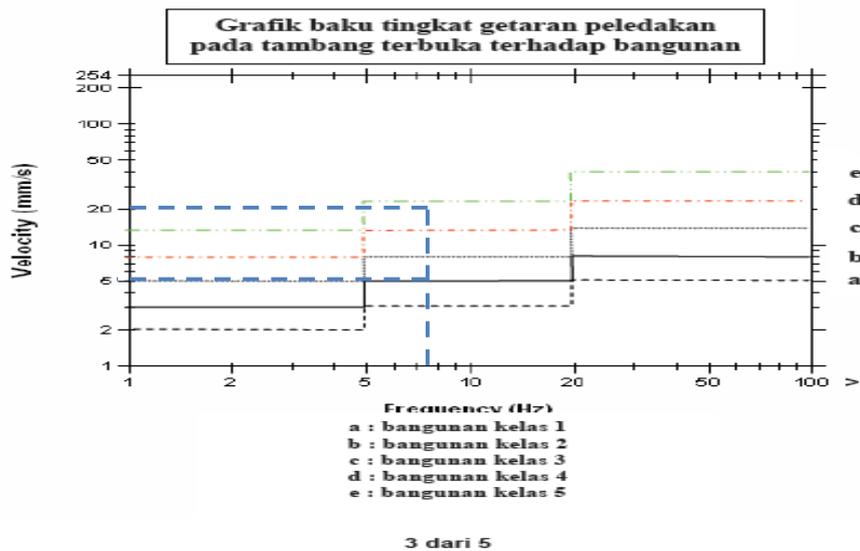
Namun dengan percobaan yang dilakukan berdasarkan acuan hubungan antara jarak dan isian bahan peledak maksimal/*delay* dari persamaan rumus hubungan antara PPV dan SD yang didapatkan, semua percobaan masih memiliki nilai PPV dibawah ambang batas atau standar *ground vibration* PT. KPC.

#### 4.3. Perbandingan Standar *Ground Vibration* PT. Kaltim Prima Coal dengan Standar Nasional Indonesia 7571:2010

Di Indonesia, saat ini telah memiliki standar nasional untuk tingkat *ground vibration* yang ditetapkan pada tahun 2010 yang lalu. Standar Nasional Indonesia (SNI) 7571: 2010 tentang *ground vibration* dapat dilihat pada Tabel 4.4. dan Gambar 4.2.

Tabel 4.4  
Standar Nasional Indonesia 7571:2010 tentang *ground vibration*

Kelas	Jenis bangunan	Peak Vector Sum (mm/detik)
1	Bangunan kuno yang dilindungi undang-undang benda cagar budaya (Undang-undang No. 6 tahun 1992).	2
2	Bangunan dengan pondasi, pasangan bata dan adukan semen saja, termasuk bangunan dengan pondasi dari kayu dan lantainya diberi adukan semen	3
3	Bangunan dengan pondasi, pasangan bata dan adukan semen diikat dengan slope beton	5
4	Bangunan dengan pondasi, pasangan bata dan adukan semen slope beton, kolom dan rangka diikat dengan ring balk	7 - 20
5	Bangunan dengan pondasi, pasangan bata dan adukan semen, slope beton, kolom dan diikat dengan rangka baja	12 - 40



Gambar 4.2  
Baku tingkat getaran pada tambang terbuka terhadap bangunan

Berdasarkan kelas dan jenis bangunan diatas, PT. KPC memiliki batasan PPV di daerah lingkungan sekitar dengan kelas bangunan yang dapat dilihat pada Tabel 5.5 dibawah ini.

Tabel 5.5  
Standar *ground vibration* PT. Kaltim Prima Coal

<b>Lokasi</b>	<b>Kelas Bangunan</b>	<b>Peak Vector Sum (mm/detik)</b>
Kantor Bupati Lama	2-5	3
WS Trakindo	5	5

Dengan batasan 3 mm/s untuk kelas bangunan 2-5 dan batasan 5 mm/s untuk kelas bangunan 5, PT. KPC telah memenuhi standar yang ditetapkan oleh Standar Nasional Indonesia 7571:2010.

Standar *ground vibration* yang ditetapkan oleh PT. KPC dengan frekuensi rata-rata 7-8 Hz di daerah lokasi peledakan memiliki ambang batas yang lebih baik dari Standar Nasional Indonesia yang mempunyai batasan 5 mm/s pada bangunan kelas 2 dengan frekuensi 5-20 Hz dan batasan 20 mm/s untuk bangunan kelas 5 dengan frekuensi 5-20 Hz (lihat Gambar 5.3).

## 5) KESIMPULAN DAN SARAN

### 5.1. Kesimpulan

- 1) Persamaan rumus hubungan antara *peak particle velocity* (PPV) dan *scaled distance* (SD) yang didapatkan dari analisis data pengukuran *ground vibration* selama bulan Maret 2011 – Februari 2012 adalah  $PPV = 264,7(SD)^{-1,08}$  dengan  $R^2 = 0,623$  dan  $R = -0,789$ .  $R = -0,789$  menyatakan korelasi persamaan bersifat negatif dan kuat.
- 2) Berdasarkan persamaan rumus hubungan antara PPV dan SD didapatkan batasan isian bahan peledak maksimal/*delay* dengan jarak yang aman sebagai acuan kegiatan peledakan selanjutnya di Panel 4 Pit J.
- 3) Berdasarkan batasan jarak dan isian bahan peledak maksimal/*delay* ternyata pada jarak lebih dari 750 m dari lokasi pengukuran kantor lama Bupati Sangatta dan jarak diatas 470 m dari lokasi pengukuran kantor *Workshop* Trakindo, isian bahan peledak maksimal/*delay* dapat ditingkatkan.
- 4) Berdasarkan ketiga percobaan yang dilakukan terdapat tiga koreksi perhitungan yang memiliki nilai lebih dari 50%, yaitu 140%, 68,81%, dan 56,86%. Besarnya koreksi perhitungan disebabkan oleh tidak adanya simulasi ulang untuk *tie-up* aktual, adanya

kesalahan penginputan data jarak lokasi peledakan dengan daerah pengukuran, dan adanya kesalahan pengukuran *ground vibration* di lapangan.

- 5) Standar *ground vibration* yang ditetapkan oleh PT. Kaltim Prima Coal telah sesuai dengan Standar Nasional Indonesia (SNI) 7571:2010 dan memiliki ambang batas yang lebih baik dari Standar Nasional Indonesia yang mempunyai batasan 5 mm/s pada bangunan kelas 2 dengan frekuensi 5-20 Hz dan batasan 20 mm/s untuk bangunan kelas 5 dengan frekuensi 5-20 Hz

## 5.2. Saran

- 1) Adanya laporan *tie-up* aktual peledakan dan simulasi ulang *tie-up* aktual peledakan sehingga dapat dilakukan revisi data jika terjadi perbedaan dengan *tie-up* rencana.
- 2) Tidak dilakukannya pembulatan nilai pada data jarak antara lokasi peledakan dan lokasi pengukuran, karena dapat menyebabkan koreksi data jarak pada data pengukuran *ground vibration*.
- 3) Dalam pengukuran *ground vibration* menggunakan Blastmate III, ketiga paku ulir (*ground spikes*) harus dilengkapi dan selalu dipasang karena material di lokasi pengukuran adalah *soft material* atau dengan cara mengubur geophone sedalam 10-15 cm ke dalam tanah tanpa menggunakan paku ulir.

## 6) DAFTAR PUSTAKA

- 1) Andrias Teguh Santoso, 2008, Skripsi, Analisis Ground Vibration dan Airblast pada Peledakan Overburden di Pit J Panel 2 PT. Kaltim Prima Coal Sangatta Kalimantan Timur, Program Studi Teknik Pertambangan, Fakultas Teknologi Mineral, Universitas Pembangunan Nasional "Veteran", Yogyakarta.
- 2) Dowding Charles H, 1984, *Blast Vibration Monitoring and Control*, Northwestern University, USA.
- 3) Dwihandoyo Marmer, 2012, Makalah Short Course Ground Vibration, Getaran dan Airblast Peledakan, Bandung.
- 4) Husaini Usman dan R. Purnomo Setiady Akbar, 2009, Pengantar Statistika, PT. Bumi Askara, Jakarta.
- 5) Keputusan Menteri Lingkungan Hidup, 1996, Nomor Kep-49/MENLH/11/1996 Tentang Baku Tingkat Getaran, Sekretaris Menteri Lingkungan Hidup, Jakarta.
- 6) Konya, C. J., 1995, *Surface Blast Design*, Intercontinental Development, Montville, Ohio.
- 7) Konya J.C and Walter J.E, 1990, *Surface Blast Design*, Seismological Observatory John Carroll University, New jersey.
- 8) Standar Nasional Indonesia, 2010, Baku Tingkat Getaran Peledakan Pada Kegiatan Tambang Terbuka Terhadap Bangunan, Badan Standardisasi Nasional, Jakarta.
- 9) S. Koesnaryo, 2001, Rancangan Peledakan Batuan (Design of Rock Blasting), Jurusan Teknik Pertambangan, Fakultas Teknologi Mineral, Universitas Pembangunan Nasional "Veteran" Yogyakarta, Yogyakarta.
- 10) Walpole, Ronald E., 1993, " *Pengantar Statistika Edisi 3* ", Gramedia Pustaka Tama, Jakarta.
- 11) Anonim, 2003, *BlastMate III Operator Manual*, Canada, INSTANTEL Inc.
- 12) \_\_\_\_\_, *Air Blast dan Ground Vibration*, Slide Presentasi PT Kaltim Prima Coal Dept. Mining Service, Kalimantan Timur.
- 13) \_\_\_\_\_, Departemen Environment PT. Kaltim Prima Coal.
- 14) \_\_\_\_\_, Departemen Geologi PT. Kaltim Prima Coal.
- 15) \_\_\_\_\_, Departemen Optimization PT. Kaltim Prima Coal.
- 16) \_\_\_\_\_, Departemen Mining Services PT. Kaltim Prima Coal.