

**OPTIMALISASI WAIT FOR BLASTING TIME BAGI ALAT GALI-MUAT  
DENGAN PENDEKATAN ANALISA SIGNATURE HOLES  
DI PT. KALTIM PRIMA COAL**

**Masda Rohal Sadiq**

*Departemen Drill & Blast, PT. Kaltim Prima Coal*

Artikel masuk : 11-04-2022 , Artikel diterima : 29-08-2022

**Kata kunci:** Wait For Blasting Time, Multiple Firing, Signature Holes

**Keywords:** Wait For Blasting Time, Multiple Firing, Signature Holes, Combination Delay

**Abstrak**

Salah satu parameter delay produksi yang mempengaruhi target pengupasan tanah penutup adalah “Wait For Blasting Time” atau waktu tunggu bagi alat gali-muat terhadap kegiatan peledakan. Semakin tinggi waktu tunggu alat gali muat maka akan berdampak terhadap penurunan produksi pengupasan tanah penutup yang pada akhirnya akan mempengaruhi penurunan coal exposed dari target yang sudah ditetapkan. Salah satu wilayah operasional PT. KPC menjadi fokus penelitian saat ini adalah Pit Inul East Panel 4 yang secara mandiri dioperasikan oleh Departemen Hatari. Pit Inul East Panel 4 sendiri secara geografis berbatasan langsung dengan area pemukiman warga dan jalan umum dengan jarak 150 m – 500 m sehingga membutuhkan suatu metode penyalaan peledakan khusus untuk menjaga tingkat getaran tanah sesuai baku mutu yang telah ditetapkan oleh pemerintah sebesar maksimal 3 mm/s. Adapun metode penyalaan peledakan khusus yang dimaksud adalah Metode “Multiple Firing” atau metode penyalaan peledakan berkali-kali dimana 1 lokasi peledakan yang sama di bagi menjadi beberapa blok peledakan atau urutan penembakan bergilir dalam kurun waktu tertentu. Implementasi metode penyalaan ini tentunya akan membutuhkan durasi waktu peledakan yang lebih lama dibandingkan dengan metode penyalaan peledakan konvensional pada umumnya. Berdasarkan data yang diambil dari bulan Juni 2020 – September 2020, tercatat rata-rata aktual Wait For Blasting Time alat gali muat di Pit Inul East Panel 4 sebesar 1.39 jam atau 39% lebih lama bila dibandingkan dengan budget maksimal 1 jam yang sudah ditetapkan oleh perusahaan. Salah satu hal krusial yang berkontribusi menyebabkan besarnya waktu tunggu alat gali muat pada kurun waktu tersebut adalah belum optimalnya kombinasi delay 140 x 120 ms yang digunakan pada metode penyalaan peledakan Multiple Firing. Kombinasi delay tersebut menyebabkan “Firing Duration” secara teori dan aktual lebih lama dibandingkan kombinasi delay lainnya. Atas dasar hal tersebut maka dilakukan suatu improvement dengan menggunakan pendekatan Analisa “Signature Holes” untuk mendapatkan kombinasi delay yang lebih optimal. Pada bulan September 2020 dilakukan pengambilan data untuk analisa Signature Holes di Pit Inul East Panel 4 sebanyak 3 lubang ledak dengan isian dan jarak yang berbeda ke titik pengukuran. Kemudian dilakukan analisis yang komprehensif menggunakan software khusus dan didapat output rekomendasi kombinasi delay baru yaitu 80 x 50 ms. Implementasi kombinasi delay 80 x 50 ms ini di mulai dari tanggal 7 September 2020 – 25 Maret 2021 dimana hasil perbaikan terhadap rata-rata aktual Wait For Blasting Time alat gali muat menjadi 0.95 jam atau 32% lebih optimal bila dibandingkan dengan sebelum improvement dilakukan sebesar 1.39 jam

*Doi* : <https://doi.org/10.36986/impj.v3i2.55>

## Abstract

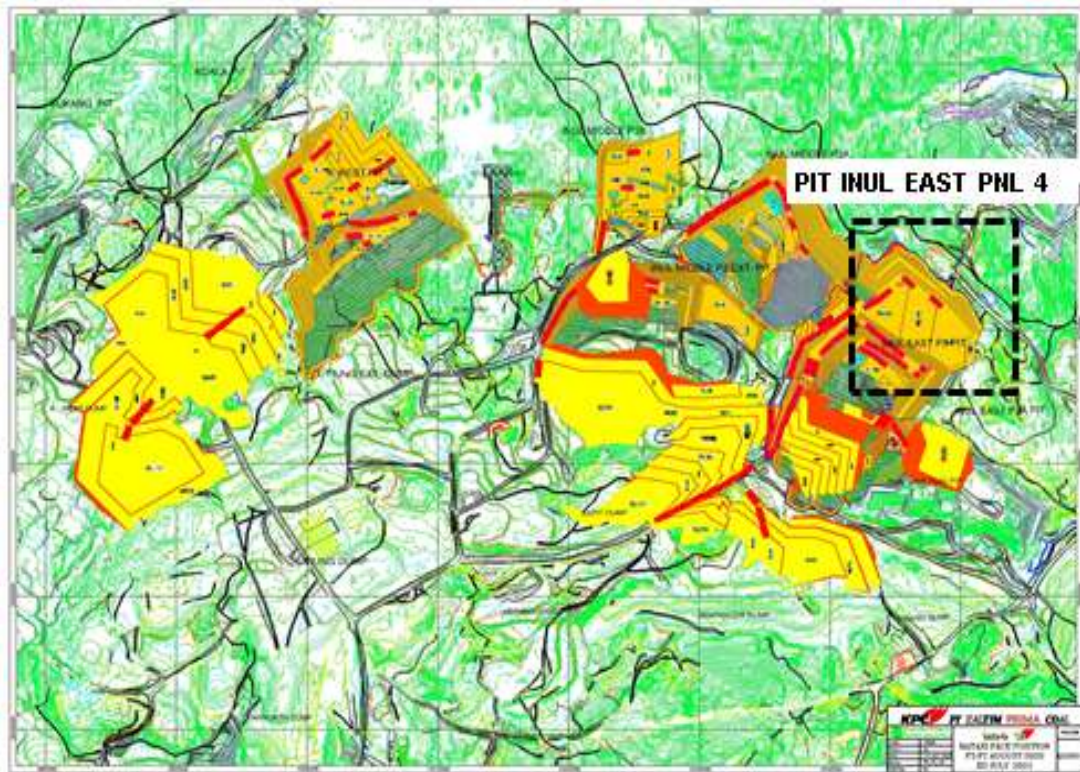
*One of the delay production's parameter that influence overburden stripping target is the "Wait For Blasting Time" or known as digger's waiting time due to blasting activities. The higher waiting for blasting time, it will cause deflation for overburden stripping's production which will also impact coal expose's reduction from the target that has been set. One of PT. KPC's area that became research's focus recently was Pit Inul East Panel 4 that was operated independently by Hatari Department. Geographically, Pit Inul East Panel 4 is located near to community area and public road with distance 300 m - 500 m in order that was required a special blasting ignition method to maintain ground vibration level maximal 3 mm/ s according to the quality standard that has been set by the government. The specific blasting ignition method in this path was known as "Multiple Firing" where the same blasting location is divided into several blasting blocks or shooting sequences within a certain period of time. The implementation of this ignition method will certainly require a longer duration of blasting time compared to conventional blasting ignition methods in general. Based on data taken from June 2020 - September 2020, the actual average Wait For Blasting Time for diggers at Pit Inul East Panel 4 was 1.39 hours or 39% longer compared to the budget 1 hour that company has been set. One of the crucial factors that contributed to longer wait for blasting time during that period was the nonoptimal delay combination 140 x 120 ms that was used in multiple firing methods. This delay combination caused "Firing Duration" to become longer than other delay combinations theoretically and actually. In this case, an improvement was conducted using the approach of "Signature Holes" Analysis to get a more optimal delay combination. In September 2020, some data was collected for Signature Holes Analysis at Pit Inul East Panel 4 for 3 blast holes with different both of column charges and distances to the measurement point. Then a comprehensive analysis was carried out using special software until a new delay combination 80 x 50 ms was founded. The implementation of this new delay combination 80 x 50 ms was started*

*from September 7, 2020 - March 25, 2021 with the improvement's result to the actual Wait For Blasting Time for digger became 0.95 hours or 32% more optimal than before improvement 1.39 hours.*

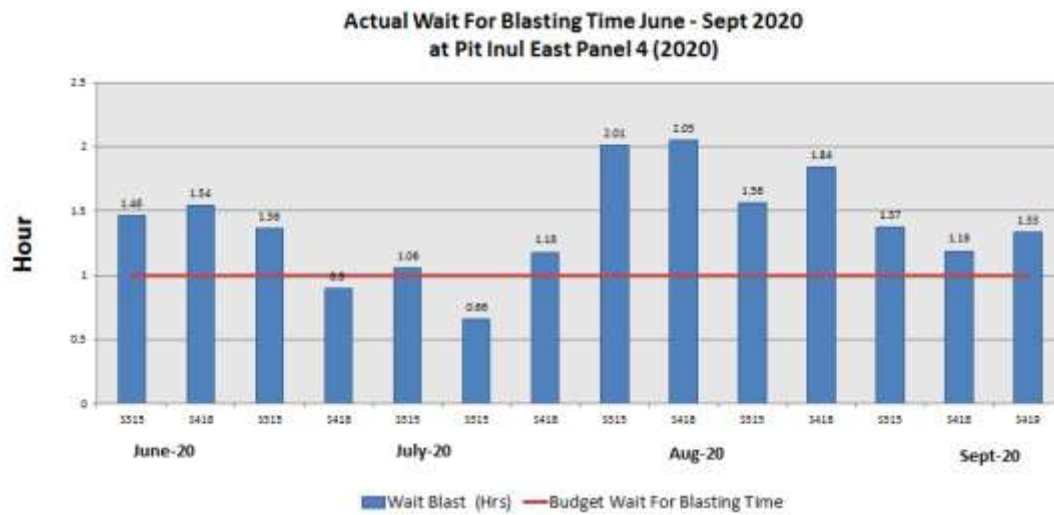
## PENDAHULUAN

PT Kaltim Prima Coal (KPC) adalah perusahaan tambang batubara terbesar yang ada di Indonesia, berlokasi di Kota Sangatta, Kalimantan Timur. PT. KPC menerapkan metode penambangan terbuka (*surface mining*) dan menargetkan produksi batubara di tahun 2021 sebanyak 61.5 juta ton. Dengan nisbah kupas (*stripping ratio*) 8.5:1, maka jumlah tanah penutup yang harus dipindahkan adalah sebanyak 524.6 juta bcm. Banyaknya jumlah tanah penutup yang harus dipindahkan membuat proses pengupasan tanah penutup menjadi salah satu hal yang sangat krusial untuk mencapai target produksi yang telah ditetapkan. Dalam proses pemindahan tanah penutup, kegiatan peledakan memegang peranan penting karena sebagian besar proses pemindahannya memerlukan peledakan. Salah satu wilayah operasional PT. KPC menjadi fokus penelitian saat ini adalah Pit Inul East panel 4 yang secara mandiri dioperasikan oleh Departemen Hatari. Berdasarkan budget di tahun 2021, ditetapkan rencana pengupasan tanah penutup adalah sebesar 28,013,253 Bcm dengan sebaran alokasi alat gali muat terdiri dari 2 fleet Hitachi EX3600B, 2 fleet Liebherr R996B dan 1 fleet Liebherr R9800B.

Salah satu faktor yang berpengaruh untuk mencapai target pengupasan tanah penutup salah satunya adalah waktu tunggu alat gali muat terhadap kegiatan peledakan dihitung mulai dari alat gali muat meninggalkan *loading point* menuju radius 300 meter, proses penyalaan peledakan, *post blast check*, pengumuman *final all clear* hingga operator kembali naik ke kabin alat. Waktu tunggu alat gali muat ini di internal PT. KPC lebih dikenal dengan istilah *Wait For Blasting Time* dengan kode delay 115. Berdasarkan data aktual yang diambil selama bulan Juni – September 2020 menunjukkan rata-rata *Wait For Blasting Time* alat gali muat sebesar 1.39 jam atau 39% lebih tinggi dibandingkan dengan budget yang sudah perusahaan ditetapkan sebesar 1 jam.



Gambar 1. Peta Penambangan Pit Inul East Panel 4 (2021)



Gambar 2. Aktual *Wait For Blasting Time* periode June – Sept 2020 Pit Inul East Panel 4

Tingginya angka *Wait For Blasting Time* di Pit Inul East Panel 4 lebih dipengaruhi oleh implementasi metode penyalan khusus atau yang lebih dikenal dengan istilah metode “*Multiple Firing*”. Metode penyalan ini berupa peledakan berkali-kali dimana 1 lokasi peledakan yang sama di

bagi menjadi beberapa blok peledakan atau urutan penembakan bergilir dalam kurun waktu tertentu. Adapun tujuan dari metode ini adalah untuk menjaga tingkat getaran tanah selalu di bawah batas maksimal yang diizinkan oleh pemerintah sebesar 3 mm/s. Di sisi lain, Peledakan dengan metode

*Single Firing* atau penyalaan tunggal tidak memungkinkan di implementasikan di Pit Inul East Panel 4 dikarenakan oleh faktor jarak lokasi blasting dengan titik ukur yang sangat dekat berkisar 150 -500 meter, juga adanya keterbatasan total delay yang terinstall pada electronic detonator hanya sampai 20.000 ms saja. Praktek peledakan dengan metode *Single firing* dengan kombinasi delay 140 x 120 ms saat ini di Inul East Panel 4 hanya dapat dilakukan untuk meledakkan 45-50 lubang dengan prediksi PPV 2,7 – 2,9 mm/s atau setara dengan volume peledakan sebesar 25,000 BCM. Volume peledakan ini tentunya tidak cukup optimal bagi keberlangsungan operasional alat gali muat baik untuk type R996B dimana tingkat produksi pengupasan tanah penutup berkisar antara 25,000 – 30,000 Bcm/ hari dan alat gali muat type R9800B sebesar 45,000 – 50,000 Bcm/ hari.

Untuk menjawab tantangan ini maka metode penyalaan khusus *Multiple Firing* menjadi sebuah jawaban akhir agar operasional tetap berjalan dengan optimal. Dalam prakteknya di lapangan, implementasi metode *Multiple Firing* ini bisa menghasilkan volume peledakan tertinggi hingga mencapai 173,000 Bcm dengan beberapa kali proses *firing*. Namun di sisi yang lain, pertimbangan semakin banyak jumlah *firing* yang dibutuhkan untuk 1 lokasi peledakan maka akan menyebabkan durasi peledakan akan semakin lama yang tentunya juga akan berdampak langsung terhadap *Wait for Blasting Time* alat gali muat. Oleh karena

itu, pada penelitian ini akan difokuskan pada rekayasa *engineering* untuk meminimalisir jumlah *firing* dengan menggunakan kombinasi delay 80 x 50 ms yang lebih optimal bila dibandingkan delay sebelumnya 140 x 120 ms dengan melakukan pendekatan analisa *Signature Holes*.

**TUJUAN PENELITIAN**

Adapun yang menjadi tujuan utama dari penelitian ini adalah untuk mengoptimalkan *Wait For Blasting Time* bagi alat gali muat dengan cara meminimalisir jumlah & durasi *firing* pada praktek peledakan dengan metode penyalaan khusus. Meminimalisir jumlah & durasi *firing* tersebut dapat dilakukan salah satunya dengan menggunakan kombinasi delay yang optimal melalui analisa *Signature Holes*.

**PENDEKATAN PEMECAHAN MASALAH**

Permasalahan yang menjadi fokus dalam penelitian ini adalah tingginya angka *Wait For Blasting Time* alat gali muat yang merupakan salah satu dampak tambahan waktu yang diperlukan pada proses peledakan dengan metode *Multiple Firing*. Pendekatan analisis untuk memecahkan akar permasalahan pada penelitian ini dilakukan dengan bantuan analisa *Fishbone*. Adapun akar permasalahan didominasi oleh aspek “*Method*” yang disebabkan oleh belum optimalnya kombinasi delay yang digunakan sehingga berdampak pada *Firing Duration* menjadi lebih lama.



Gambar 3. Analisa *Fish Bone*



## METODOLOGI PENELITIAN

Metode penelitian untuk menyelesaikan permasalahan dalam penelitian ini adalah dengan melakukan langkah Studi Literatur, Pengambilan Data dan Analisa Data untuk menemukan solusi penyelesaian masalah.

### Studi Literatur

#### Analisa *Signature Holes*

*Signature Holes* merupakan suatu metode analisis gelombang hasil peledakan dari satu lubang atau lebih untuk mendapatkan waktu tunda optimum sebagai acuan untuk mengontrol getaran tanah. Lubang *Signature* akan menghasilkan *Seed wave* dimana akan menghasilkan energy yang dilepaskan dari suatu peledakan dan bertransformasi menjadi gelombang yang melewati batuan ke titik pengukuran (*Orica Mining Services, 2008*). *Seed wave* yang dihasilkan selanjutnya akan

dianalisis untuk mendapatkan waktu tunda yang optimal yang akan disimulasikan untuk peledakan lubang produksi. Penentuan waktu tunda yang optimum bertujuan untuk menghindari terjadinya penumpukan gelombang (*reinforcement energy*) sebagai kontrol getaran tanah.

Perhitungan dalam metode *Signature Holes* mengikuti prinsip *Superposisi linear* dimana terdapat perhitungan resultan dari 3 gelombang (*Tranversal, Vertikal, dan Longitudinal*) adapun untuk mendapatkan nilai PPV seperti persamaan berikut :

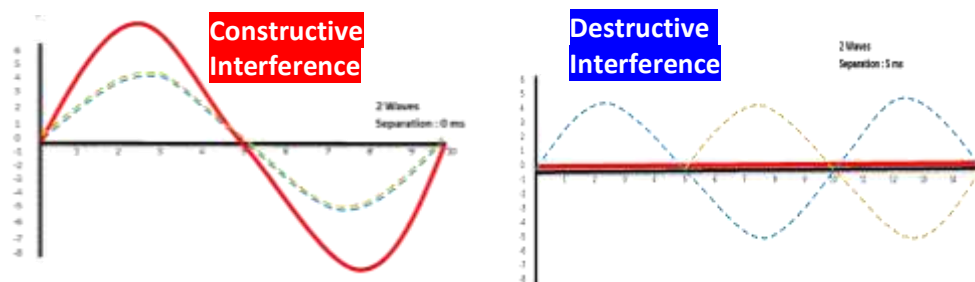
$$PPV = \sqrt{T^2 + V^2 + L^2} \quad (1)$$

Keterangan :

T = Gelombang *Tranversal*

V = Gelombang *Vertikal*

L = Gelombang *Longitudinal*



Gambar 4. Prinsip *Superposisi Linear* (*Constructive & Destructive Interference*)

Seperti penjelasan gambar di atas mengenai konsep *Superposisi linier*, bisa dilihat bahwa pada saat menggunakan kombinasi waktu tunda yang tepat pada kondisi gelombang "*Destructive interference*" maka akan membuat *resultant* getaran dari ledakan menjadi berkurang (saling melemahkan) sehingga tingkat getaran tanah dapat diminimalisir. Sebaliknya, pada kondisi "*Constructive interference*" akan menghasilkan *resultan* dari beberapa gelombang peledakan menjadi bertambah (saling menguatkan) sehingga berdampak pada tingkat getaran tanah berpotensi melebihi batas yang diizinkan. Kondisi ini umumnya disebabkan oleh pemilihan dan penggunaan waktu tunda yang tidak tepat satu sama lain. Implementasi *Signature Holes* ini sering digunakan pada area peledakan yang sangat dekat dengan penduduk, instalasi vital atau

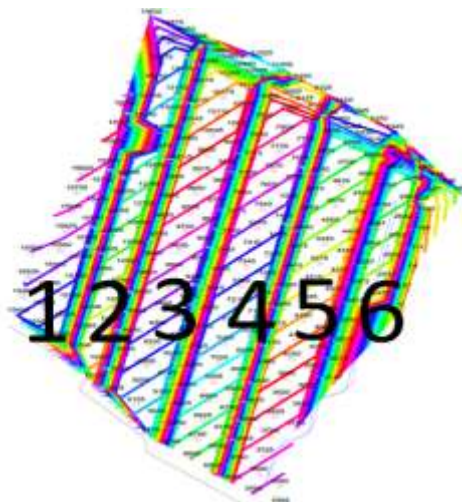
titik kritis lainnya yang membutuhkan kontrol getaran tanah yang jauh lebih baik.

#### Penyalan Peledakan Khusus (*Multiple Firing*)

Metode penyalan peledakan (*firing*) pada umumnya hanya dikenal dengan 1 teknik yaitu dengan penyalan peledakan tunggal atau lebih dikenal dengan istilah *Single Firing*. Metode penyalan ini dilakukan dengan teknik *firing* sekaligus (tidak bergilir) untuk 1 block peledakan yang sama. Metode ini sangat cocok dilakukan untuk area Pit yang tidak memiliki isu *Ground Vibration (PPV)* yang harus selalu di kontrol dibawah 3 mm/s atau lokasi-lokasi peledakan yang berjarak cukup jauh > 1 - 2 km dari titik ukur (*Point Of Measurement*). Metode penyalan tunggal ini sering dilakukan dengan menggunakan detonator Non Electric karena pertimbangan cost yang lebih murah.

Di sisi lain, seiring dengan perkembangan teknologi terdapat 1 metode penyalaan peledakan lainnya yang bersifat lebih khusus yang dikenal dengan Metode *Multiple Firing*. Metode ini lahir dari sebuah tantangan untuk

mengontrol *Ground Vibration* tetap optimal di bawah 3 mm/s dari suatu block peledakan dengan jumlah lubang yang banyak serta jarak ke titik ukur yang sangat dekat berkisar 150-500 meter.



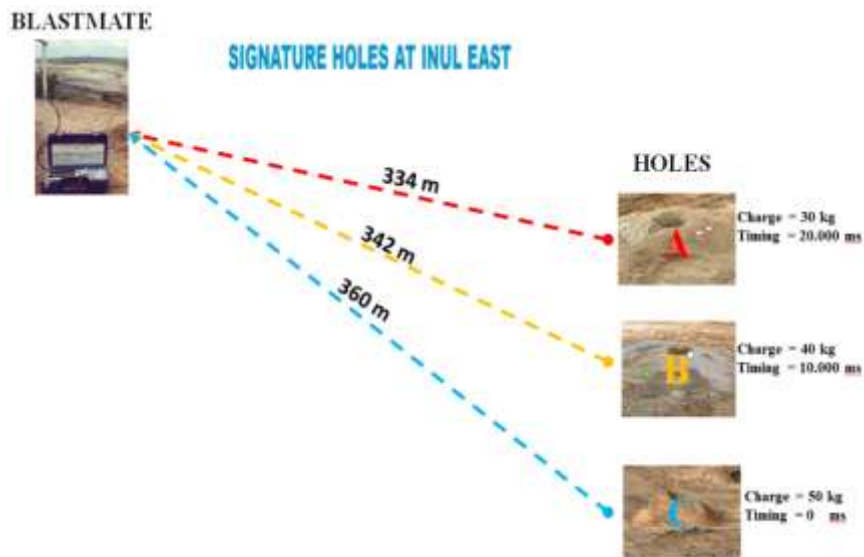
Gambar 5. Aplikasi *Multiple Firing* pada Block Peledakan

Aplikasi metode ini dilapangan adalah dengan cara membagi 1 lokasi peledakan yang sama menjadi block – block atau urutan penembakan bergilir dalam urutan waktu tertentu. Setiap block peledakan akan memiliki total jumlah lubang, detonator dan jarak ke titik ukur yang berbeda satu sama lainnya dimana hal ini didasarkan oleh prediksi PPV tiap block peledakan harus berkisar antara 2.6 – 2.8 mm/s. Prediksi PPV untuk tiap block peledakan dilakukan dengan cara mengintegrasikan kombinasi delay hasil dari *Signature Holes* kemudian dilanjutkan dengan proses simulasi menggunakan analisis *Monte Carlo* yang sudah terinstall pada software *ShotPlus*. Proses Penyalaan Khusus *Multiple Firing* ini tentunya akan membutuhkan durasi waktu yang jauh lebih lama bila dibandingkan dengan metode *Single Firing* dimana hanya diperlukan proses 1x tembak saja.

Semakin optimal kombinasi delay yang digunakan pada praktek *Multiple Firing*, maka akan semakin banyak jumlah lubang dan detonator yang dapat di ledakkan sehingga jumlah & durasi *firing* dalam 1 lokasi peledakan dapat di minimalisir sehingga semakin optimal.

#### **Pengambilan Data**

Untuk menunjang penelitian ini, pada tanggal 26 Juni 2020 telah dilakukan pengambilan data *Signature Holes* di Pit Inul East panel 4 sebanyak 3 lubang ledak dengan rincian isian bahan peledak, jarak ke titik ukur serta *Timing* seperti yang terlihat pada simulasi gambar di bawah :



Gambar 6. Simulasi Pengambilan data *Signature Holes*

Lubang *Signature* akan menghasilkan *Seed wave* dimana akan menghasilkan energy yang dilepaskan pada proses peledakan dan bertransformasi menjadi gelombang yang melewati batuan ke titik pengukuran. Gelombang dari peledakan lubang *Signature* akan di rekam oleh alat *Blastmate* dan selanjutnya di download untuk tahap pengolahan data menggunakan software khusus bernama *Cycad & Scilab 6.0.2*.

:

**Analisa Data**

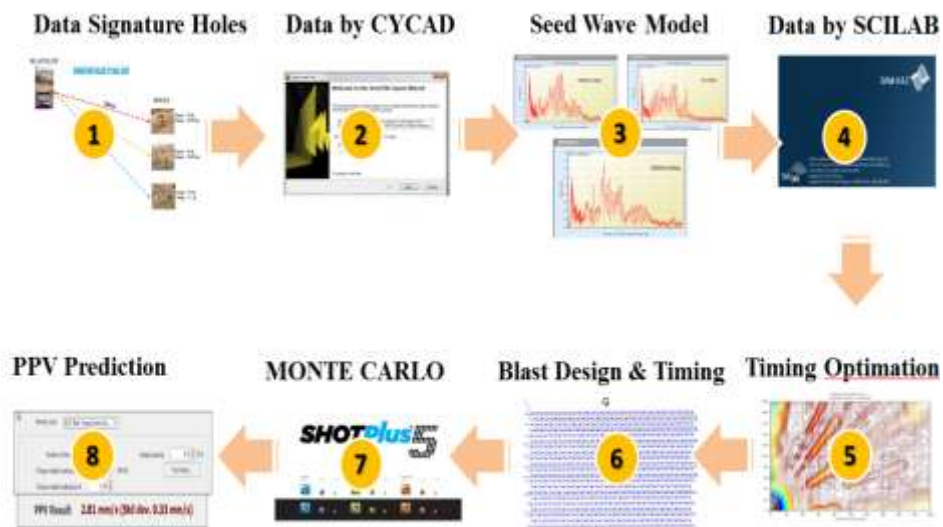
Tahap selanjutnya dalam penelitian ini adalah pengolahan dan analisa data yang sudah diambil pada langkah sebelumnya. Data-data yang diperlukan untuk dapat dilakukan analisa selanjutnya dapat dilihat pada tabel di bawah ini

Tabel 1. Data Hasil *Signature Holes*

No	Data	26 Juni 2020		
1	ID Holes	A	B	C
2	Isian (kg)	30	40	50
3	Jarak (m)	334	342	360
4	Timing (ms)	20,000	10,000	0
5	Kedalaman (m)	7	7	7
6	PPV (mm/s)	1.41	1.50	1.48

Berdasarkan data-data yang telah dikumpulkan maka selanjutnya akan dilakukan pengolahan terhadap data-data tersebut yang secara umum

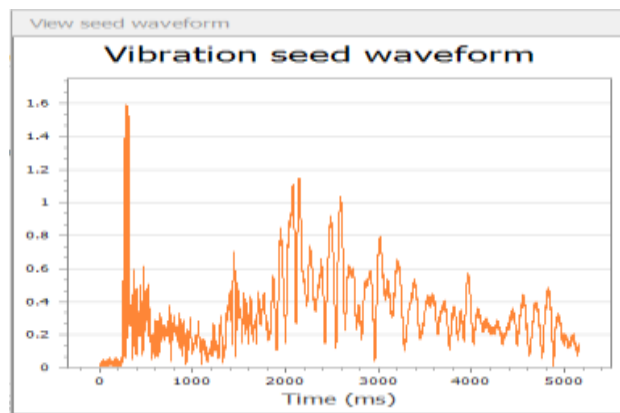
dibagi menjadi 8 tahapan seperti yang terlihat pada gambar di bawah :



Gambar 7. Tahap Pengolahan Data dalam Penelitian

Pada langkah 1, data rekam gelombang hasil peledakan 3 lubang *Signature* tadi di export menggunakan Software *Cycad* untuk mendapatkan model *Seed Wave* yang lebih spesifik untuk tiap lubang ledak pada interval waktu tertentu. Selanjutnya dilakukan proses

data pada langkah 4 dengan menggunakan Software *Scilab* 6.0.2 untuk mendapatkan 2 output utama dari data *Seed wave* yang sudah diperoleh yaitu data *Fourier Map* (rekomendasi *Intershoot delay*) dan *Timing Optimisation* (rekomendasi *Interrow & interhole delay*).

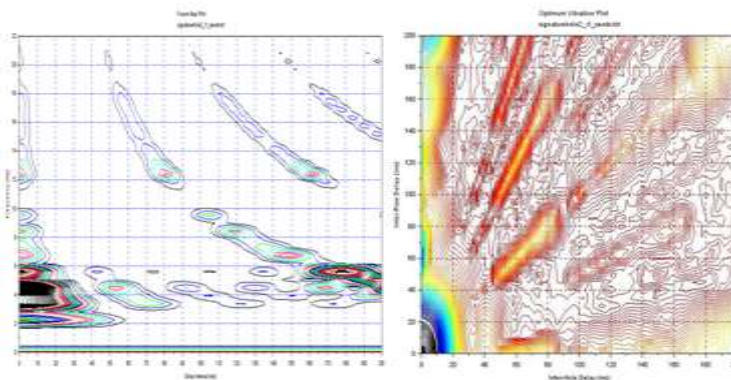


Gambar 8. *Seed Wave* Spesifik dari *Signature Holes*

Pada penelitian ini output data yang digunakan adalah data *Timing Optimisation* berupa kombinasi *Interrow & Interhole delay* atau yang lebih dikenal dengan istilah kombinasi delay pada *Row Control* dan *Row Echelon*. Pemilihan kombinasi delay pada data *Timing Optimisation* harus mempertimbangkan rapat

atau tidak nya garis kontur yang terlihat. Bila kombinasi delay yang di pilih terletak pada garis kontur yang rapat, maka besar kemungkinan akan menyebabkan *Reinforcement energy* (*Constructive interference*) sehingga kontrol vibrasi tidak optimal dilakukan.





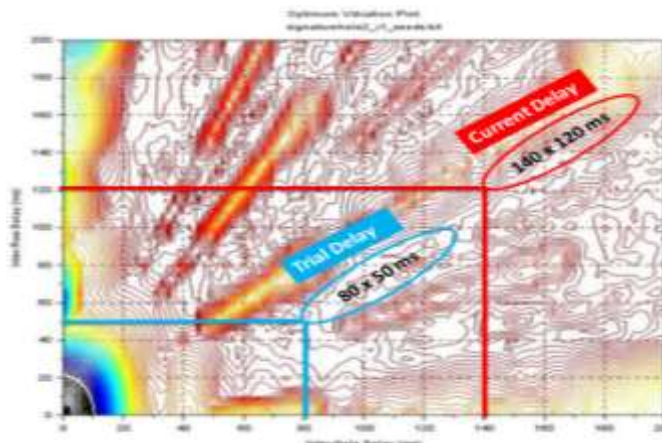
Gambar 9. Data *Fourier Map* & *Timing Optimisation*

Sebaliknya, bila kombinasi delay yang dipilih terletak pada garis kontur yang renggang, maka potensi *Reinforcement energy (Destructive interference)* dapat diminimalisir sehingga baik sebagai kontrol vibrasi. Pada langkah 3, dilakukan prediksi PPV dari *Blast design & Timing* dari lokasi peledakan menggunakan Engine *Monte Carlo* yang sudah terintegrasi di dalam Software *Shotplus* sehingga dapat diprediksi total jumlah lubang dan detonator yang bisa di eksekusi di lapangan.

**HASIL DAN PEMBAHASAN**

Tantangan utama dalam penelitian ini adalah bagaimana caranya untuk meminimalisir jumlah *firing* sehingga durasi *firing* atau

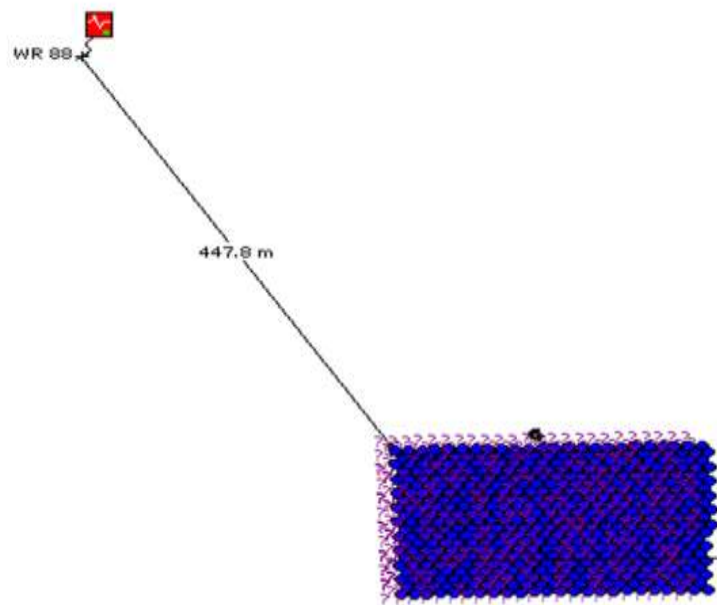
lamanya proses peledakan pada skenario penyalaan peledakan khusus menjadi lebih singkat. Durasi *firing* yang lebih singkat ini tentunya akan berdampak langsung terhadap optimalnya *Wait For Blasting Time* bagi alat gali muat. Untuk mencapai hal tersebut salah satunya dapat dilakukan dengan memilih kombinasi delay yang lebih optimal dengan mempertimbangkan konsep *Linear Superposition*. Adapun kombinasi yang dipilih hasil dari analisa *Signature Holes* adalah 80 x 50 ms karena terletak pada garis kontur yang relatif renggang dengan harapan delay ini memiliki kontrol *vibrasi* jauh lebih baik dibandingkan dengan delay lama 140 x 120 ms yang terletak pada garis kontur yang lebih rapat.



Gambar 10. Rekomendasi Delay 80 x 50 ms hasil *Signature Holes*

Sebelum implementasi di lapangan, maka perlu dilakukan tahap Simulasi by *software Shotplus* untuk melihat seberapa efektif

kombinasi yang dipilih dalam rangka meminimalisir jumlah *firing* dengan output nilai PPV pada range 2.7 - 2.8 mm/s



Gambar 11. Simulasi Peledakan Lokasi IE99

Simulasi percobaan dilakukan pada lokasi IE99 dengan total lubang sebanyak 500 holes, total detonator sebanyak 960 pcs serta jarak ke titik ukur POI adalah 447.8

meter. Dengan menggunakan Software *Shotplus* akan diperoleh hasil simulasi peledakan seperti yang terlihat pada tabel 2 di bawah:

Tabel 2. Hasil Simulasi By Software *Shotplus*

No	Kombinasi Delay	Jumlah Firing	Holes / Firing	Volume / Firing	Detonator / Firing	Avg.PPV	STD	Total Holes	Total Deto
1	80 x 50 ms	9	56	31,111	107	2.81	0.30	500	960
2	140 x 120 ms	11	46	25,505	87	2.78	0.32		
	Var (%)	-18%	+22%	+22%	+22%	+1.01 %	6.7%		

Dari tabel simulasi di atas dapat dilihat bahwa kombinasi delay 80 x 50 ms dapat meminimalisir jumlah *firing* sebesar -18% dibandingkan dengan delay 140 x 120 ms dengan jumlah lubang & detonator yang lebih banyak namun dengan output prediksi PPV yang relatif sama. Delay 80 x 50 ms membutuhkan 9x *firing* dibandingkan delay 140 x 120 ms yang membutuhkan hingga 11x *firing* untuk dapat menyelesaikan peledakan sebanyak 500 lubang dan 960 detonator. Hasil lainnya adalah jumlah lubang dan jumlah detonator untuk tiap 1x *firing* juga lebih tinggi +22% untuk delay 80 x 50 ms di bandingkan delay 140 x 120

ms. Dengan kata lain kombinasi delay 80 x 50 ms ini memiliki efektifitas kontrol vibrasi yang relatif lebih baik terbukti dengan jumlah lubang & detonator yang dapat di ledakkan bisa lebih banyak walaupun output nilai PPV sedikit lebih tinggi sebesar 1.01%.

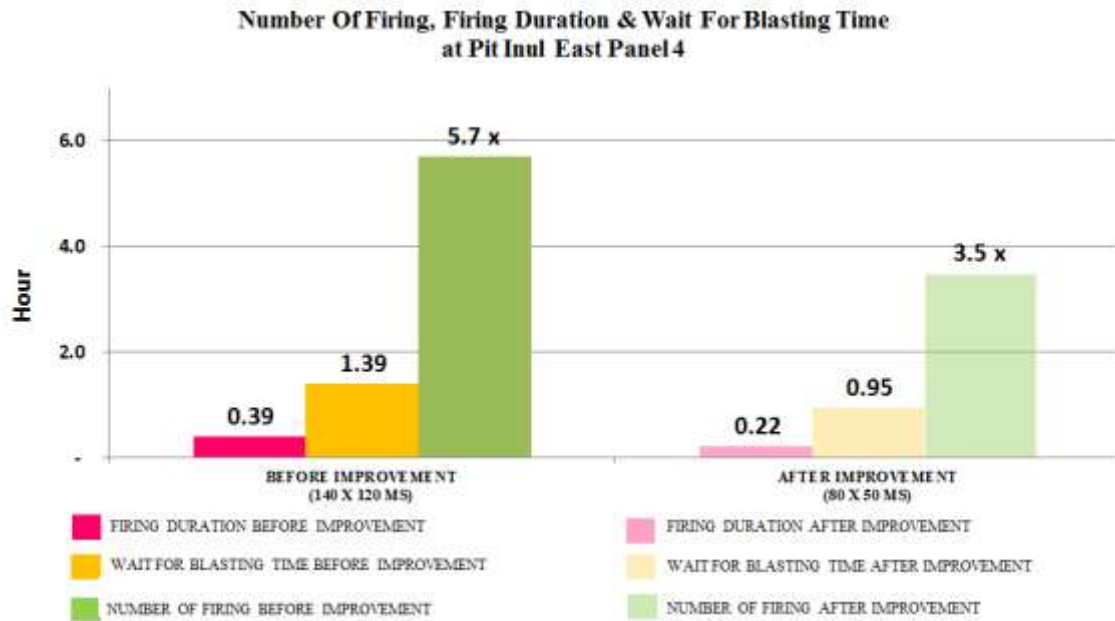
Berdasarkan hasil simulasi ini maka kombinasi delay 80 x 50 ms mulai diimplementasikan pada setiap rencana peledakan menggantikan delay 140 x 120 ms terhitung mulai dari tanggal 7 September 2020 – 25 maret 2021 di Pit Inul East Panel 4. Adapun tolak ukur

keberhasilan proyek ini dapat dilihat dari beberapa aspek parameter sebagai berikut :

• **Number of Firing, Firing Duration & Wait For Blasting Time**

Kombinasi delay 140 x 120 ms mulai diimplementasikan di 13 lokasi peledakan dari tanggal 30 Juni - 3 September 2020 dimana rata-rata jarak lokasi peledakan ke titik ukur +/- 369 meter. Adapun untuk kombinasi delay 80 x 50 ms mulai

diimplementasikan dari tanggal 7 September – 25 maret 2021 untuk sebanyak 31 lokasi peledakan dengan rata-rata jarak seluruh lokasi peledakan ke titik ukur adalah +/- 352 meter. Penelitian ini dibagi menjadi 2 periode utama yaitu periode “*Before Improvement*” dan periode “*After Improvement*” dimana hasilnya dapat dilihat dari gambar di bawah :



Gambar 12. *Wait For Blasting Time Before & After Improvement*

Setelah implementasi delay 80 x 50 ms, aktual rata-rata *Wait for blasting time* dapat dioptimalkan sebesar 32% (sebelumnya 1.39 jam menjadi 0.95 jam) untuk alat gali muat yang terdampak blasting di pit Inul East panel 4 selama periode penelitian

berlangsung. Data *Wait for blasting time* sendiri di peroleh dengan mendownload data melalui Software *Minvu Launcher* dengan KPI “115 - *Wait For Blasting*” untuk setiap alat gali muat yang beroperasi di sesuaikan dengan jadwal peledakan pada hari tersebut.

Tabel 3. *Wait For Blasting Time by Data Minvu*

Dept.	Panel	IDP	Eqmt. ID	KPI	IDK	IDStat	30-Jun-20
Total KPC	Pit Inul East	211	S315	115-WAIT FOR BLASTING	115	4	1.46
Total KPC	Pit Inul East	211	S418	115-WAIT FOR BLASTING	115	4	1.54

Untuk rata-rata *Number of Firing* atau jumlah penembakan yang diperlukan untuk tiap block peledakan dapat dioptimalkan

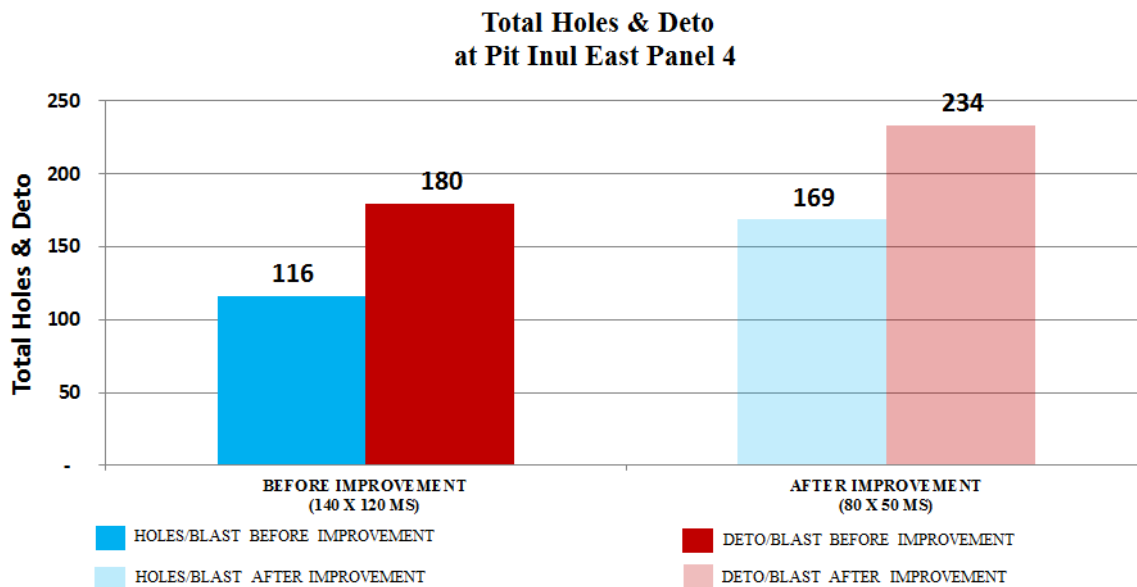
sebesar 39% (sebelumnya perlu 5.7x *firing* menjadi hanya 3.5x *firing*) sehingga ikut mengoptimalkan rata-rata “*Firing*

Duration” sebesar 43% dimana sebelumnya 0.39 jam menjadi hanya 0.22 jam.

• **Total Holes & Detonator**

Total holes dan detonator setelah dilakukan improvement dengan delay 80 x 50 ms

masing-masing dapat dioptimalkan sebesar 45% (sebelumnya 116 holes menjadi 169 holes) dan 30% (sebelumnya 180 deto menjadi 234 deto) seperti terlihat pada gambar di bawah :

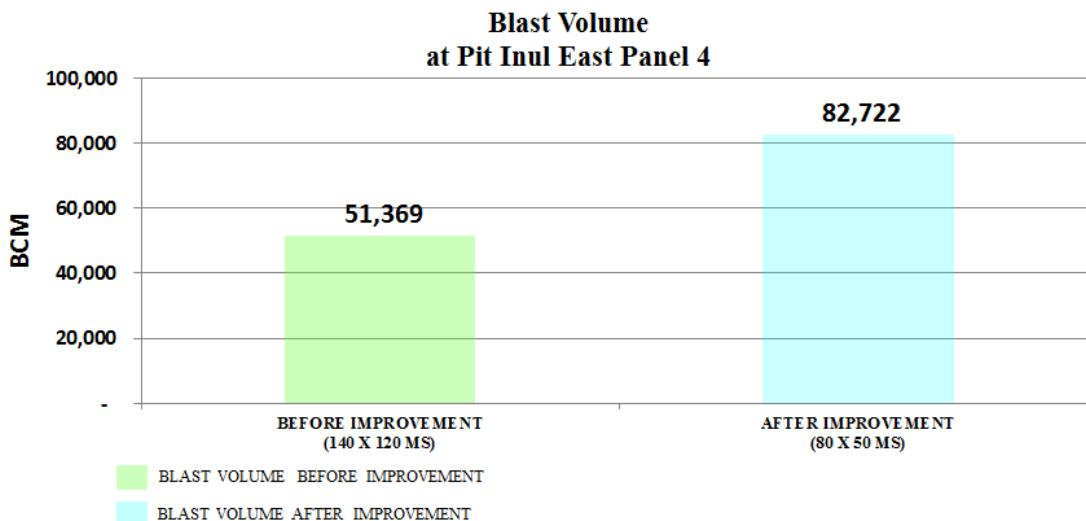


Gambar 13. Total Holes & Detonator Before & After Improvement

• **Blast Volume**

Meningkatnya jumlah lubang dan detonator tentunya akan berdampak pula pada peningkatan pada parameter “Blast

Volume”. Setelah dilakukan improvement maka volume peledakan dapat dioptimalkan sebesar 61% (sebelumnya 51 Kbcm menjadi 82 Kbcm)



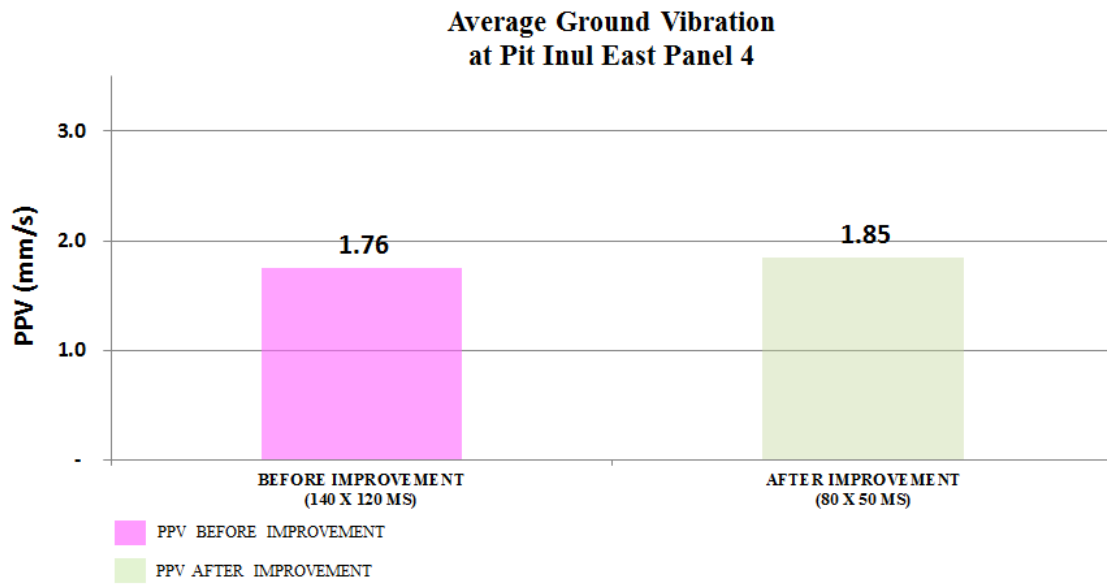
Gambar 14. Blast Volume Before & After Improvement



● **Ground Vibrations**

Parameter *Ground Vibrations* untuk 13 lokasi peledakan selama menggunakan delay 140 x 120 ms tercatat rata-rata *PPV* sebesar 1.76 mm/s sedangkan untuk 31 lokasi peledakan yang menggunakan delay 80 x 50 ms tercatat rata-rata *PPV* sebesar

1.85 mm/s atau 5% sedikit lebih tinggi dibandingkan dengan delay 140 x 120 ms. Batasan maksimal *PPV* sendiri di tetapkan oleh pemerintah sebesar 3 mm/s sehingga masih terdapat ruang yang cukup besar untuk improvisasi lebih optimal lagi pada penelitian selanjutnya.



Gambar 15. *Ground Vibrations Before & After Improvement*

**KESIMPULAN**

Secara keseluruhan, hasil yang didapat selama proyek dilakukan antara lain sebagai berikut :

1. *Signature Holes* merupakan salah satu metode analisis gelombang untuk mendapatkan rekomendasi delay yang tepat dan optimal untuk meminimalisir Jumlah & Durasi *firing* serta *Wait For Blasting Time* alat gali muat pada skenario peledakan penyalaan khusus
2. Penggunaan delay 80 x 50 ms selama penelitian berhasil mengoptimalkan Jumlah *Firing* sebesar 39% dari sebelumnya 5.7x *firing* menjadi 3.5x *firing*
3. Penggunaan delay 80 x 50 ms selama penelitian berhasil mengoptimalkan Durasi *Firing* sebesar 43% dari sebelumnya 0.39 jam menjadi 0.22 jam
4. Optimalnya Jumlah & Durasi *Firing* berdampak pula terhadap optimalnya

*Wait For Blasting Time* alat gali muat sebesar 32% dimana sebelumnya 1.39 jam menjadi 0.95 jam

Atas pencapaian ini, terbukti bahwa Implementasi *Signature Holes* telah memberikan perbaikan terhadap parameter *Wait For Blasting Time* yang merupakan dampak positif dari kemajuan teknologi terhadap dunia pertambangan khususnya di bidang peledakan.

**DAFTAR PUSTAKA**

AdHoc Production Statistics\_Mine Optimization Departement\_July 2005, Minvu Launcher  
 Cunningham C. V. B. (2000): *The effect of timing precision on control of blasting effects. Proceedings 1st EFEE Conference on Explosives and Blasting Technique.* Munich. Detnet Solutions

- Bernard, Thierry. (2009): *The Truth About Signature Hole Method*. France. Thierry Bernard Technologie
- F2\_July\_OL\_2020\v5\Summary\_Physical\_HT\_F2\_JULY\_OL\_2020\_v5.0\_sent to MO
- Kusumaatmaja, S. (1996):. *Baku Tingkat Getaran*, Jakarta, Kementerian Lingkungan Hidup
- SNI. (2010). SNI 7571: *Baku Tingkat Getaran Peledakan pada Kegiatan Tambang Terbuka Terhadap Bangunan*. Bandung. BSN
- Technical Services. (2008): *Safe & Efficient Blasting*. Australia Pty. ORICA Mining Services