JURNAL TEKNOLOGI Pertambangan

ISSN 2442-4234

Volume. 5 Nomor.1 Periode Maret - Agustus 2019

1. Rancangan Geometri Lereng Penambangan Nikel Laterit pada Pit Bravo Romeo 2 PT Sulawesi Cahaya Mineral, Sulawesi Tenggara … **R. Hariyanto, Mahardika Damar Kunjana, Peter Eka Rosadi**
2. Analisis Fuel Consumption Alat Angkut Komatsu HD 785-7 dan Caterpillar Cat 777E pada Pengangkutan Lapisan Tanah Penutup di Pit Roto Tengah PT Kideco Jaya Agung Kalimantan Timur … **Danang Priambodo, Edy Nursanto, Dwi Poetranto**
3. The Wave Effect Analysys Caused by Blasting Toward Highwall Slope Stability at Coal Mining, Pit 3000 Block 05 Sb 1, Pt. Trubaindo Coal Mining, Kutai Western District, East Kalimantan Province … **Guntur Suryo Putro, Bambang Wisaksono, S Koesnaryo**
4. Kajian Teknis Unit Peremuk Batu Andesit untuk Memenuhi Target Produksi dan Fraksi -30+20 Mm Di Pt. Amir Hajar Kilsi Kec. Pamotan, Kab. Rembang Provinsi Jawa Tengah…**Sudaryanto, Gunawan Nusanto, Satria Mukhlis**
5. Rancangan Teknis Penambangan Batubara Di Pit IV PT CMSB Kecamatan Tering Kabupaten Kutai BaratKalimantan Timur…**Hartono, Abdul Rauf, Rezki Rahmawan**
6. Rancangan Geometri Lubang Ledak Top Air Deck … **Arfani Kurniawan, Barlian Dwi Nagara, Nur Ali Amri**
7. Pengaruh Metoda Peggalian NATMTerhadap Kestabilan Terowongan Ganda Cisumdawu Di Kabupaten Sumedang Provinsi Jawa Barat **… Singgih Saptono, Indun Titisariwati, Dika Pandu Atmaja**
8. Estimasi Perhitungan Sumberdaya Batu Andesit dengan Menggunakan Metode Geolistrik Resistivity 2D di Desa Banyuasinspare Kecamatan Loano, Kabupaten Purworejo, Jawa Tengah …**Winda, Wawong Dwi Ratminah, Heru Suharyadi**
9. Kajian Teknis Produksi Alat Muat Dan Alat Angkut Untuk Memenuhi Target Produksi Batubara Di Site KBB Sarolangun, PT. Caritas Energi Indonesia, Kabupaten Sarolangun, Provinsi Jambi … **Anton Sudiyanto, Ketut Gunawan, Sherly Aprilia**
10. Kajian Hidrogeologi Dan Penentuan Metode Penyaliran Pada Lubang Bukaan Bekas Penambangan Bijih Mangan Di Kliripan, Desa Hargorejo, Kecamatan Kokap Kabupaten Kulonprogo … **Suyono, Halimah Tusak Diah, Priyo Widodo, Hartono**
11. *Overview* Metode Gumbel dan Metode Thomas Fiering Dalam Sistem Penyaliran Tambang … **Tedy Agung Cahyadi, Deka Citra Dinata**
12. Kajian Teknis Kebutuhan Alat Muat dan Alat Angkut Untuk Memenuhi Target Produksi Ore dan Waste Pada Bulan Mei-Desember 2018 di PT Sago Prima Pratama J-Resources Sebuku Nunukan Kalimantan Utara … **Bagus Wiyono, Indah Setyowati, Muhammad Fadhil Goldi**
13. Kajian Tekis Produksi Alat Gali Muat Volvo EC 480DL dan Alat Angkut DT CWE Quester 28064R Bulan September 2018 di Operasi Penambangan Batubara 4 Satker Penbara Blok Timur PT. Bukit Asam Tbk Kabupaten Muara Enim Provinsi Sumatra Selatan … **Kresno, Faizal Agnetto, Sudaryanto**
14. Kajian Teknis Sistem Penyaliran Tambang Batubara Pada Pit C2 di PT. Sapta IndraSejati Jobsite Sambarata PT. Berau Coal Kabupaten Berau Provinsi Kalimantan Timur … **Hasywir Thaib Siri, Moh. Ilham Saputro, Waterman Sulistyana**
15. Estimasi Sumberdaya Batu Andesit Dengan Metode Cross Section di PT. Harmak Indonesia Dusun Clapar 3, Hargowilis, Kecamatan Kokap, Kabupaten Kulon Progo, Daeah Iistimewa Yogyakarta … **Eddy Winarno, Arif Kurniawan, Suyono**
16. Analisis *Working Geometry Front Overburden* Terhadap *Cycle Time Backhoe* di Pit D2PT Sapta Indra Sejati Jobsite Binnungan, Berau, Kalimantan Timur … **Prio Widodo, Mega Dwi Aprilia, Rika Ernawati**
17. Kajian Teknis Metode Double Decking pada Kedalaman Lubang Bor 8 m untuk Mengurangi Isian Bahan Peledak per Delay Peledakan dengan Batasan PPV 3 mm/s di Tambang Batubara PT Kaltim Prima Coal … **Barlian Dwinagara, Indun Titisariwati, Zukhrufa Awalia Rahma**
18. Kajian Teknis Keselamatan dan Kesehatan Kerja pada Area Pengolahan Hasil Penambangan Batugamping PT Sugih Alamanugroho Kecamatan Ponjong Kabupaten Gunung Kidul Daerah Istimewa Yogyakarta … **Dyah Probowati, Michael Adicaksono Bramantio**
19. Analisis Nilai Rimpull dan Load Factor terhadap Produksi Dump Truck CAT 793C pada Pit Tembaga Phase 6 Batu Hijau PT Newmont Nusa Tenggara **… Inmarlinianto, Winda, Goldy Putra U. S.**
20. Analisis Interaksi Double Tunnel dengan Finite Element Method: Pengaruh Posisi Terowongan dan Tahapan Penggalian di Terowongan Cisumdawu … **M. Rahman Yulianto, Singgih Saptono, Sudaryanto**
21. Analisis Kelayakan dan Kepekaan Ekonomi pada Penambangan Bijih Nikel di Tambang Pomalaa PT Antam Tbk. UBPN SULTRA, Kabupaten Kolaka, Provinsi Sulawesi Tenggara … **Wawong D.R., Peter E.R., Cahyo T.L.**
22. Model Pengolahan Bijih Emas Menggunakan Metode Heap Leaching Dari Sample Urat Urat Emas di Desa Kertajaya Kecamatan Simpenan Kabupaten Sukabumi Provinsi Jawa Barat … **Nurkhamim, Arrina Khanifa, Andrawina, Deta Hibatul Wafi**
23. Estimasi Sumberdaya Tanah Urug Menggunakan Metode Kontur di Iup Tanah Urug Ngadimin, Desa Hargomulyo, Kecamatan Kokap, Kabupaten Kulon Progo, DIY ... **Hananto Dwi Kurniawan, Abdul Rauf, Inmarlinianto**
24. Kajian Teknis Unit Peremuk Batu Andesit untuk Memenuhi Kebutuhan Agregat di PT SCD Readymix, Desa Wirokerten, Kec. Banguntapan, Kab. Bantul... **Untung Sukamto, Satria Legowo, Oki Trinugroho**

JURUSAN TEKNIK PERTAMBANGAN
FTM-UPN "VETERAN" YOGYAKARTA
Jl. SWK 104 (Lingkar Utara) Condong Catur Yogyakarta, Telp. 0274-486701 Fax 486702

ISSN 2442-4234

JURNAL
Teknologi Pertambangan

Berdasarkan Surat Tugas Dekan Nomor : 156-0/UN62/ST.FTM/XI/2015

1. **PENANGGUNG JAWAB** : KETUA JURUSAN TEKNIK PERTAMBANGAN

2. **PENGURUS** :
   - Ketua : Ir. Hasywir Thaib Siri, MSc.
   - Sekretaris : Heru Suharyadi, ST
   - Bendahara : Dra. Indun Titisariwati, MT
   - Anggota : a. Ir. R. Hariyanto, MT
     b. Ratiwi
     c. Jaka Kustama

3. **DEWAN REDAKSI** :
   a. Prof. Ir. D. Haryanto, M.Sc. Ph.D.
   b. Prof. Dr. Budi Sulistyanto, M.Sc.
   c. Dr. rer. Nat. Arifudin Idrus, MT.
   d. Dr. Ir. Singgih Saptono, MT.
   e. Dr. Ir. Waterman Sulistyana B., MT.
   f. Dr. Ir. Barlian Dwinagara, MT.
   g. Dr. Ir. Eddy Winarno, S.Si, MT.
   h. Dr. Edy Nursanto, ST, MT.
   i. Ir. Indah Setyowati, MT.
   j. Ir. Anton Sudiyanto, MT.
   k. Ir. Kresno, M.Sc, MM.
   l. Ir. Suyono, MS.

KATA PENGANTAR

Puji syukur dipanjatkan ke hadirat Allah SWT, Tuhan Maha Esa atas semua nikmat dan karunia-Nya sehingga **Jurnal Teknologi Pertambangan** Volume. 5 Nomor.1 Periode Maret - Agustus 2019, ini dapat terbit tepat waktu. Tidak lupa pula diucapkan terima kasih yang tulus kepada semua pihak yang membantu penerbitan Jurnal ini.

Jurnal Teknologi Pertambangan terbit setahun dua kali, dimana pada volume ini dapat dipublikasikan 24 judul makalah dengan 227 halaman. Jurnal ini merupakan media untuk menuangkan ide, gagasan, hasil penelitian maupun sebagai sumber pengetahuan bagi pemerhati atau peminat, baik kalangan praktisi, dosen, peneliti mahupun mahasiswa sebagai wadah menambah wawasan dan pengetahuan pertambangan.

Jika masih terdapat kekurang-sempurnaan maupun kekeliruan, kami mohon maaf dan masukannya. Akhir kata, semoga jurnal ini bermanfaat bagi para peminat/pemerhati.

Yogyakarta, Juni 2019

Dewan Redaksi

JURNAL
Teknologi Pertambangan

DAFTAR ISI

1. Rancangan Geometri Lereng Penambangan Nikel Laterit pada Pit Bravo Romeo 2 PT Sulawesi Cahaya Mineral, Sulawesi Tenggara ... **R. Hariyanto, Mahardika Damar Kunjana, Peter Eka Rosadi** ..... **(1-9)**
2. Analisis Fuel Consumption Alat Angkut Komatsu HD 785-7 dan Caterpillar Cat 777E pada Pengangkutan Lapisan Tanah Penutup di Pit Roto Tengah PT Kideco Jaya Agung Kalimantan Timur ... **Danang Priambodo, Edy Nursanto, Dwi Poetranto** ..... **(10-22)**
3. The Wave Effect Analysys Caused by Blasting Toward Highwall Slope Stability at Coal Mining, Pit 3000 Block 05 Sb 1, Pt. Trubaindo Coal Mining, Kutai Western District, East Kalimantan Province ... **Guntur Suryo Putro, Bambang Wisaksono, S Koesnaryo** ..... **(23-28)**
4. Kajian Teknis Unit Peremuk Batu Andesit untuk Memenuhi Target Produksi dan Fraksi -30+20 Mm Di Pt. Amir Hajar Kilsi Kec. Pamotan, Kab. Rembang Provinsi Jawa Tengah...**Sudaryanto, Gunawan Nusanto, Satria Mukhlis** ..... **(29-38)**
5. Rancangan Teknis Penambangan Batubara Di Pit IV PT CMSB Kecamatan Tering Kabupaten Kutai BaratKalimantan Timur...**Hartono, Abdul Rauf, Rezki Rahmawan**..... **(39-46)**
6. Rancangan Geometri Lubang Ledak Top Air Deck ... **Arfani Kurniawan, Barlian Dwi Nagara, Nur Ali Amri**..... **(47-50)**
7. Pengaruh Metoda Peggalian NATMTerhadap Kestabilan Terowongan Ganda Cisumdawu Di Kabupaten Sumedang Provinsi Jawa Barat **... Singgih Saptono, Indun Titisariwati, Dika Pandu Atmaja**..... **(51-64)**
8. Estimasi Perhitungan Sumberdaya Batu Andesit dengan Menggunakan Metode Geolistrik Resistivity 2D di Desa Banyuasinspare Kecamatan Loano, Kabupaten Purworejo, Jawa Tengah **Winda, Wawong Dwi Ratminah, Heru Suharyadi** ..... **(65-74)**
9. Kajian Teknis Produksi Alat Muat Dan Alat Angkut Untuk Memenuhi Target Produksi Batubara Di Site KBB Sarolangun, PT. Caritas Energi Indonesia, Kabupaten Sarolangun, Provinsi Jambi **Anton Sudiyanto, Ketut Gunawan, Sherly Aprilia**..... **(75-85)**
10. Kajian Hidrogeologi Dan Penentuan Metode Penyaliran Pada Lubang Bukaan Bekas Penambangan Bijih Mangan Di Kliripan, Desa Hargorejo, Kecamatan Kokap Kabupaten Kulonprogo ... **Suyono, Halimah Tusak Diah, Priyo Widodo, Hartono**..... **(86-92)**
11. *Overview* Metode Gumbel dan Metode Thomas Fiering Dalam Sistem Penyaliran Tambang **Tedy Agung Cahyadi, Deka Citra Dinata**..... **(93-97)**
12. Kajian Teknis Kebutuhan Alat Muat dan Alat Angkut Untuk Memenuhi Target Produksi Ore dan Waste Pada Bulan Mei-Desember 2018 di PT Sago Prima Pratama J-Resources Sebuku Nunukan Kalimantan Utara **Bagus Wiyono, Indah Setyowati, Muhammad Fadhil Goldi** ..... **(98-107)**
13. Kajian Tekis Produksi Alat Gali Muat Volvo EC 480DL dan Alat Angkut DT CWE Quester 28064R Bulan September 2018 di Operasi Penambangan Batubara 4 Satker Penbara Blok Timur PT. Bukit Asam Tbk Kabupaten Muara Enim Provinsi Sumatra Selatan **Kresno, Faizal Agnetto, Sudaryanto**..... **(108-121)**
14. Kajian Teknis Sistem Penyaliran Tambang Batubara Pada Pit C2 di PT. Sapta IndraSejati Jobsite Sambarata PT. Berau Coal Kabupaten Berau Provinsi Kalimantan Timur ... **Hasywir Thaib Siri, Moh. Ilham Saputro, Waterman Sulistyana**..... **(122-134)**
15. Estimasi Sumberdaya Batu Andesit Dengan Metode Cross Section di PT. Harmak Indonesia Dusun Clapar 3, Hargowilis, Kecamatan Kokap, Kabupaten Kulon Progo, Daeah Iistimewa Yogyakarta ... **Eddy Winarno, Arif Kurniawan, Suyono**..... **(135-140)**

16. Analisis *Working Geometry Front Overburden* Terhadap *Cycle Time Backhoe* di Pit D2PT Sapta Indra Sejati Jobsite Binnungan, Berau, Kalimantan Timur **Prio Widodo, Mega Dwi Aprilia, Rika Ernawati ..... (141-150)**
17. Kajian Teknis Metode Double Decking pada Kedalaman Lubang Bor 8 m untuk Mengurangi Isian Bahan Peledak per Delay Peledakan dengan Batasan PPV 3 mm/s di Tambang Batubara PT Kaltim Prima Coal **Barlian Dwinagara, Indun Titisariwati, Zukhrufa Awalia Rahma ..... (151-157)**
18. Kajian Teknis Keselamatan dan Kesehatan Kerja pada Area Pengolahan Hasil Penambangan Batugamping PT Sugih Alamanugroho Kecamatan Ponjong Kabupaten Gunung Kidul Daerah Istimewa Yogyakarta **Dyah Probowati, Michael Adicaksono Bramantio..... (158-171)**
19. Analisis Nilai Rimpull dan Load Factor terhadap Produksi Dump Truck CAT 793C pada Pit Tembaga Phase 6 Batu Hijau PT Newmont Nusa Tenggara **Inmarlinianto, Winda, Goldy Putra U. S. ..... (172-180)**
20. Analisis Interaksi Double Tunnel dengan Finite Element Method: Pengaruh Posisi Terowongan dan Tahapan Penggalian di Terowongan Cisumdawu **M. Rahman Yulianto, Singgih Saptono, Sudaryanto ..... (181-190)**
21. Analisis Kelayakan dan Kepekaan Ekonomi pada Penambangan Bijih Nikel di Tambang Pomalaa PT Antam Tbk. UBPN SULTRA, Kabupaten Kolaka, Provinsi Sulawesi Tenggara **Wawong D.R., Peter E.R., Cahyo T.L. ..... (191-198)**
22. Model Pengolahan Bijih Emas Menggunakan Metode Heap Leaching Dari Sample Urat Urat Emas di Desa Kertajaya Kecamatan Simpenan Kabupaten Sukabumi Provinsi Jawa Barat **Nurkhamim, Arrina Khanifa, Andrawina, Deta Hibatul Wafi..... (199-208)**
23. Estimasi Sumberdaya Tanah Urug Menggunakan Metode Kontur di Iup Tanah Urug Ngadimin, Desa Hargomulyo, Kecamatan Kokap, Kabupaten Kulon Progo, DIY … **Hananto Dwi Kurniawan, Abdul Rauf, Inmarlinianto..... (209-218)**
24. Kajian Teknis Unit Peremuk Batu Andesit untuk Memenuhi Kebutuhan Agregat di PT SCD Readymix, Desa Wirokerten, Kec. Banguntapan, Kab. Bantul… **Untung Sukamto, Satria Legowo, Oki Trinugroho ..... (218-227)**

Kajian Teknis Metode *Double Decking* pada Kedalaman Lubang Bor 8 m untuk Mengurangi Isian Bahan Peledak per Delay Peledakan dengan Batasan PPV 3 mm/s di Tambang Batubara PT Kaltim Prima Coal

Barlian Dwinagara, Indun Titisariwati, Zukhrufa Awalia Rahma

UPN "Veteran" Yogyakarta
Afiliasi/Institusi Jurusan Teknik Pertambangan, Fakultas Teknologi Mineral, UPN "Veteran" Yogyakarta,
Jl. SWK 104 (Lingkar Utara), Yogyakarta 55283 Indonesia
email : zukhrufa.rahma@gmail.com

ABSTRACT
The final target of the blasting plan is to increase the depth of the drill hole which was initially 4 m to 8 m. This is in accordance with the ability of the Liebherr 996 and Hitachi EX3600 diggers located in Pit Pinang South. And PT. Kaltim Prima Coal has a standard for the value of PPV (Peak Particle Velocity) which is 3 mm / s. Based on observations in Pit Pinang South, at a distance of 600 m and 700 m from the ground vibration observation point the depth of the drill hole is 4 m deep with 48 kg explosive filling to produce the desired fragmentation and produce PPV values below 3 mm / s. After analyzing the scaled distance formula the results obtained are for a distance of 600 maximum contents of explosives is 84 kg and for a distance of 700 m the maximum content of explosives is 115 kg. So with the double decking method, the drill hole depth can be increased to 8 m and reducing explosive fill per delay or explosive filling will be the same as the 4 m drill hole depth. Because the double decking method divides 8 m into 4 m bottom and top each has a detonator. So that the PPV value produced is below 3 mm / s. After the recommendation was obtained, an experiment was carried out at a distance of 600 m and 700 m using the double decking method at the depth of the drill hole 8 m and the results of all experiments produced PPV below 3 mm / s.
Keywords: Particle Velocity Peak, Ground Vibration, Scaled Distance, Delay, Double Decking

ABSTRAK
Sasaran akhir dari rencana peledakan adalah menambah kedalaman lubang bor yang awalnya 4 m menjadi 8 m. Hal ini sesuai dengan kemampuan alat gali Liebherr 996 dan Hitachi EX3600 yang berada di Pit Pinang South. Dan PT. Kaltim Prima Coal memiliki standart untuk nilai PPV (*Peak Particle Velocity*) yaitu 3 mm/s. Berdasarkan hasil pengamatan di Pit Pinang South, pada jarak 600 m dan 700 m dari titik pengamatan *ground vibration* kedalaman lubang bor sedalam 4 m dengan isian bahan peledak 48 kg untuk menghasilkan fragmentasi yang diinginkan dan menghasilkan nilai PPV dibawah 3 mm/s. Setelah melakukan analisis dengan rumus *scaled distance* hasil yang didapat adalah untuk jarak 600 isian maksimal bahan peledak adalah 84 kg dan untuk jarak 700 m isian maksimal bahan peledak adalah 115 kg. Maka dengan metode *double decking* kedalaman lubang bor bisa ditambah menjadi 8 m dan mengurangi isian bahan peledak per *delay* atau isian bahan peledak akan sama dengan kedalaman lubang bor 4 m. Karena metode *double decking* membagi 8 m menjadi 4 m bagian bawah dan atas yang masing-masing memiliki detonator. Sehingga nilai PPV yang dihasilkan dibawah 3 mm/s. Setelah didapatkan rekomendasi maka dilakukan percobaan di jarak 600 m dan 700 m dengan metode *double decking* pada kedalaman lubang bor 8 m dan hasilnya semua percobaan menghasilkan PPV dibawah 3 mm/s.
Kata Kunci: *Peak Particle Velocity, Ground Vibration, Scaled Distance, Delay, Double Decking*

1. PENDAHULUAN

Latar Belakang

Pit Pinang South memiliki jarak terdekat dengan pemukiman warga dan Jalan Bengalon sejauh 300 m yang mana pada jarak 300 m – 500 m sudah *final pit* sehingga *front* kerja berada pada jarak 600 m – 1.000 m dari pemukiman warga. Hal ini mengakibatkan dampak *ground vibration* (getaran tanah) harus diperhatikan. PT Kaltim Prima Coal (PT.KPC) dengan masyarakat sekitar mengadakan perundingan dan menghasilkan kesepakatan bahwa nilai *Peak Particle Velocity* (PPV) maksimal yang sampai di pemukiman warga adalah 3 mm/s. Batasan ini sesuai dengan SNI 7571:2010 yang menyatakan bahwa batas nilai PPV dari kegiatan peledakan untuk bangunan dengan pondasi, pasangan bata dan adukan semen saja, termasuk bangunan dengan pondasi dari kayu dan lantainya diberi adukan semen dari kerusakan adalah 3 mm/s. Selain masalah *ground vibration*, aspek ekonomi dalam peledakan juga menentukan tingkat keberhasilan seperti meningkatkan jumlah produksi per peledakan dan mengoptimalkan nilai *powder factor* (PF). Salah satu cara untuk meningkatkan produksi per peledakan adalah meningkatkan volume peledakan. Peningkatan volume peledakan ini akan disesuaikan dengan kemampuan penggalian alat gali Libherr 996 dan Hitachi EX3600 sehingga kedalaman lubang bor menjadi 8 m. Pengoptimalan nilai PF diperlukan

karena nilai PF yang besar akan memerlukan biaya yang tinggi.

Pada jarak 600 m dan 700 m dari permukiman warga berta bahan peledak yang digunakan akan dibatasi karena adanya pembatasan maksimal nilai PPV yaitu 3 mm/s. Sehingga perlu dikaji kembali untuk meningkatkan kedalaman lubang bor menjadi 8 m karena dengan penambahan kedalaman lubang bor akan menambah kebutuhan berat isian bahan peledak. Awalnya pada jarak tersebut kedalaman lubang bor hanya 4 m dan menghasilkan PPV di bawah 3 mm/s, dimana untuk kedalaman lubang bor 4 m ini untuk menghasilkan volume batuan terbongkar lebih kecil. Jika ingin membongkar batuan dengan volume yang lebih besar maka memerlukan luas lokasi yang sangat besar. Fakta di lapangan lokasi untuk peledakan terbatas.

Rumusan Masalah

Pada jarak 600 m dan 700 m nilai PPV sangat diperhatikan karena berdekatan dengan permukiman warga sehingga berat bahan peledak yang dipakai akan dikontrol. Penambahan kedalaman lubang bor dari 4 m menjadi 8 m akan menambah berat isian bahan peledak yang mana pada lubang bor 4 m memerlukan berat bahan peledak sebesar 48 kg.

Tujuan Penelitian

Adapun tujuan dari penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Menghitung berat maksimal bahan peledak pada jarak 100 m – 1.000 m dari titik pengukuran *ground vibration* dengan menggunakan rumus *scaled distance*.
2. Menganalisis penerapan metode *double decking* terhadap geometri lubang bor dan volume peledakan.
3. Analisis pemakaian metode *double decking* untuk menurunkan *powder factor* (PF).

Batasan Masalah

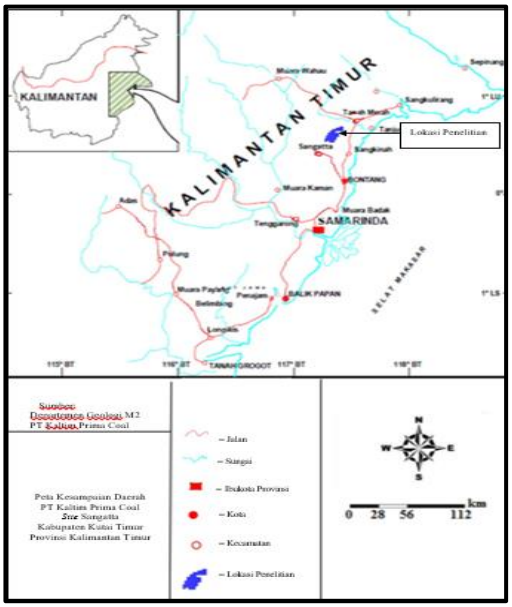
Adapun batasan masalah dari penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Tebal *stemming* yang digunakan pada metode *double decking* adalah minimal 2,5 m.
2. Parameter pengontrol nilai PPV dari berat isian bahan peledak per delay.
3. Prediksi Kuzram Cunningham untuk fragmentasi yang lolos < 30 cm adalah 60%.
4. Diameter lubang bor adalah 200 mm.
5. Kombinasi *delay* peledakan yang digunakan berdasarkan grafik kombinasi *delay* dari ORICA yaitu 90 ms untuk *control* dan 35 ms untuk *echelon*.

II. TINJAUAN UMUM

Lokasi dan Kesampaian Daerah

PT KPC berada di wilayah Perjanjian Karya Pengusahaan Pertambangan Batubara (PKP2B) di Kecamatan Sangatta, Kabupaten Kutai Timur, Kalimantan Timur dengan luas wilayah 90.960 Ha. (Lihat Gambar 1)



Gambar 1
Peta Kesampaian Daerah PT KPC

Perusahaan ini memiliki wilayah operasi penambangan yang dikelola sendiri yang terdiri dari tiga departemen pit, yaitu Departemen Bintang, Departemen Hatari, dan Departemen Jupiter. Sementara untuk wilayah operasi penambangan yang lain ditambang oleh kontraktor yang berdiri dibawah departemen *Contract Mining Division.*

PT. KPC terletak disebelah sungai Sangatta dan berjarak ± 20 km dari Pantai timur Kalimantan. Secara administratif, wilayah PT. KPC berbatasan dengan:

a. Utara : Sangkulirang
b. Timur : Selat Makassar
c. Selatan : Samarinda
d. Barat : Taman Nasional Kutai

Secara astronomis, koordinat PT. KPC terletak pada 117° 14’ 23” BT – 117° 26’ 05” BT dan 0 ° 20 ’29 “ LU – 0 ° 30 ’ 47 ” LU.

III. HASIL PENELITIAN

Data PPV (*Peak Particle Velocity*) Bulan Maret 2018 di Pit Pinang South

Pengambilan data nilai PPV ini bersama dengan nilai aktual jarak dan isian bahan peledak maksimal per *delay* pada Maret 2018 di Pit Pinang South PT.KPC dapat dilihat pada Tabel 1

Tabel 1.Data Nilai PPV Maret 2018

Lokasi	Tanggal	MP	Jarak (m)	Isian Max (kg)	PPV (mm/s)
PN71	6-Maret-2018	Bengkel	321	90	4,89
PN72	7-Maret-2018	Bengkel	390	96	4,85
PN60	8-Maret-2018	Bengkel	348	60	4,19
PN62	11-Maret-2018	Bengkel	450	137	5,59
PN64	14-Maret-2018	Bengkel	380	96	4,21
PN65	16-Maret-2018	Bengkel	521	64	2,87
PN50	20-Maret-2018	Bengkel	475	60	3,2
PN66	23-Maret-2018	Bengkel	535	67	3,19
PN67	25-Maret-2018	Bengkel	539	70	2,74
PN54	27- Maret-2018	Bengkel	450	58	3,23
PN55	31-Maret-2018	Bengkel	555	65	2,97

Isian Bahan Peledak

Tabel 2. Kedalaman Lubang Bor dan Isian Bahan Peledak

Kedalaman (m)	Ket	Bawah			Kuzram Lolos < 30 cm	Atas			Kuzram Lolos < 30 cm
		Isian		Stemming		Isian		Stemming	
		(m)	(kg)	(m)		(m)	(kg)	(m)	
8	*Double Decking*	1,29	48	2,69	60%	1,29	48	2,69	60%
8,5		1,38	51	2,86	60%	1,38	51	2,86	60%
9		1,48	55	3	60%	1,48	55	3	60%
8	*Single Decking*	3,1	115	4,9	60%				
8,5		3,3	123	5,2	60%				
9		3,6	132	5,4	60%				

Dilihat dari Tabel 2 dapat diketahui perbedaan antara metode *double decking* dan metode *single decking*. Pada metode *double decking* pada kedalaman lubang bor 8 – 9 m dibagi menjadi dua bagian sama panjang. Setiap bagian memiliki detonator dan memiliki panjang kolom isian bahan peledak masing – masing. Rancangan isian bahan peledak ini sesuai dengan prediksi kuzram Cunningham yang mana prediksi untuk fragmentasi < 30 cm adalah 60%. Hal ini sesuai dengan SOP PT. KPC. Ilustarsi metode *double decking* pada lubang bor dengan kedalaman 8 - 9 m dapat dilihat pada Gambar 2.

Powder Factor

Powder Factor merupakan perbandingan antara berat bahan peledak yang digunakan (kg) dengan volume batuan yang akan diledakkan atau batuan terbongkar (m^3). *Powder factor* adalah faktor yang dibatasi oleh perusahaan karena semakin besar *powder factor* maka semakin besar biaya yang dikeluarkan perusahaan. Perhitungan batuan terbongkar dapat dilihat pada Tabel 3.

Tabel 3. Total Batuan Terbongkar Di Lokasi Percobaan Peledakan

Lokasi	Luas Area (m^2)	Kedalaman (m)	Batuan Terbongkar (m^3)
PN 22	6.440,8	8,5	54.746,8
PN 20	3.596,4	8,1	29.131,2
PN 07	7.520,9	8,3	62.424
PN 09	12.327,3	8,4	103.550,04

Penggunaan bahan peledak untuk setiap lokasi percobaan peledakan dapat dilihat Tabel 4. Penggunaan bahan peledak per lubang disesuaikan dengan kedalaman lubang ledak.

Tabel 4. Total Penggunaan Bahan Peledak Di Lokasi Percobaan Peledakan

Lokasi	Jumlah Lubang	Berat Bahan Peledak *Double Decking* (kg)	Berat Bahan Peledak *Single Decking* (kg)
PN 22	97	9.658	11.608
PN 20	51	4.992	5.993
PN 07	108	10.792	12.982
PN 09	188	18.838	22.646

Acuan penggunaan bahan peledak per lubang mengikuti acuan prediksi kuzram Cunningham 2005 baik *itu single decking* atau *double decking*. Dengan menggunakan rumus PF = total bahan peledak (kg) / total batuan terbongkar (m^3), maka perhitungan *powder factor* untuk setiap lokasi percobaan peledakan dapat dilihat pada Tabel 5.

Sedangkan penggunaan bahan peledak aktual didapat dari penggunaaan bahan peledak (*explosive fortis HD*) secara langsung di setiap lokasi percobaan peledakan dengan metode *double decking*.

Tabel 5. Penurunan *Powder Factor* (PF) di Peledakan

Lokasi	Penurunan PF (kg/m^3 per lokasi)	
	1	2
PN 22	0,176	0,212
PN 20	0,171	0,206
PN 09	0,173	0,208
PN 07	0,182	0,219

Keterangan:

1 = Penurunan PF dari Desain *Single Decking* dan Desain *Double Decking*

2 = Penurunan PF dari Desain *Single Decking* dan Aktual *Double Decking*

Nilai k dan e Pada Rumus *Square Root Scaled Distance*

Nilai SD dapat dicari dengan teoritis menggunakan rumus *square root scaled distance*. Nilai SD ini yang akan menjadi acuan untuk berat maksimal bahan peledak pada masing – masing radius agar PPV dibawah 3 mm/s. Sehingga digunakannya rumus *square root scaled distance* untuk mengetahuinya. Untuk menggunakan rumus *square root scaled distance* tersebut harus mengetahui nilai konstanta k dan e. Perhitungan manual dapat dilihat pada Lampiran B dan untuk data yang dipakai dapat dilihat pada Tabel 6.

Tabel 6. Perhitungan Nilai k dan e

Lokasi	Jarak (m)	Isian Max (kg)	PPV (mm/s)	Q0.5	SD	Log V	Log SD	X.Y	X^2	n X	e	k
PN71	321	90	4,89	9,49	33,84	0,69	1,53	1,05	2,34			
PN72	390	96	4,85	9,80	39,80	0,69	1,60	1,10	2,56			
PN60	348	60	4,19	7,75	44,93	0,62	1,65	1,03	2,73			
PN62	450	137	5,59	11,70	38,45	0,75	1,58	1,18	2,51			
PN64	380	96	4,21	9,80	38,78	0,62	1,59	0,99	2,52			
PN65	521	64	2,87	8,00	65,13	0,46	1,81	0,83	3,29	11	0,892	115,14
PN50	475	60	3,2	7,75	61,32	0,51	1,79	0,90	3,20			
PN66	535	67	3,19	8,19	65,36	0,50	1,82	0,91	3,30			
PN67	539	70	2,74	8,37	64,42	0,44	1,81	0,79	3,27			
PN54	450	58	3,23	7,62	59,09	0,51	1,77	0,90	3,14			
PN55	555	65	2,97	8,06	68,84	0,47	1,84	0,87	3,38			

Setelah mengetahui nilai k 115,14 dan e 0,882 masukan ke dalam rumus *square root scaled distance*. Untuk mendapatkan nilai SD dengan batasan PPV 3 mm/s: PPV= $115{,}14x(SD)^{-0{,}892}$

Pengambilan *Data Peak Particle Velocity* (PPV) pada Loaksi Percobaan

Pada pengukuran *Ground Vibration* dan *Airblast* di lapangan menggunakan alat *Blastmate* ^{III} dan di pindahkan ke perangkat lunak *Blastware III* dan *Microsoft Excel*. Data pada Blastware berupa Jarak, PPV (*transvesal*, *longitudinal*, *vertikal*), frekuensi, *Airblast* dan lain- lain. Terdapat 4 lokasi percobaan diantaranya 2 lokasi pada jarak 600 m dan 2 lokasi pada jarak 700 m dapat dilihat pada Tabel 7 dan Tabel 8. Pada keempat lokasi tersebut mengunnakan metode *double decking*.

Tabel 7. Lokasi Jarak 600 meter

Lokasi	Jumlah Lubang	Jarak(m)	PPV Aktual(mm/s)	Kedalaman rata- rata(m)
PN 22	97	650	2,47	8,3 (*double decking*)
PN 20	51	687	2,02	8,4 (*double decking*)

Tabel 8. Lokasi Jarak 700 meter

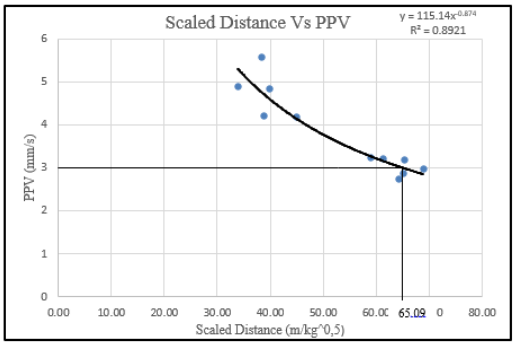
Lokasi	Jumlah Lubang	Jarak(m)	PPV Aktual(mm/s)	Kedalaman rata- rata(m)
PN 07	108	712	1,87	8,9 (*double decking*)
PN 09	188	744	2,47	8,1(*double decking*)

IV. PEMBAHASAN

Menghitung Berat Maksimal Isian Bahan Peledak Menggunakan Grafik *Scaled Distance* dan *Peak Particle Velocity*

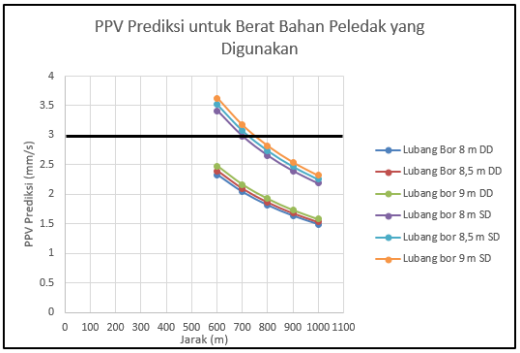
Untuk data yang digunakan adalah data nilai PPV, jarak lokasi dan titik pengukuran, dan isian berat bahan peledak per delay yang dilaksanakan pada lokasi penelitian di Bulan Maret. Dari data tersebut diplotkan pada grafik SD Vs PPV, sehingga didapatkan nilai SD pada nilai PPV 3 mm/s, grafik dapat dilihat pada Gambar 2.

Pertimbangan pemakaian grafik SD Vs PPV dengan regresi power karena nilai koefesien determinasi (R^2) pada regresi power lebih besar dibandingkan dengan regresi lainnya yaitu 0,89. Dapat dilihat pada Gambar 5.4 untuk nilai PPV 3 mm/s didapatkan nilai SD adalah 65,09 m/kg^{0,5} , dari nilai SD dapat diketahui berat maksimal bahan peledak pada jarak 600 m adalah 84 kg dan jarak 700 m adalah 115 kg untuk nilai PPV 3 mm/s, perhitungan manual dapat dilihat pada Lampiran C. Sehingga pada radius tersebut untuk penggunaan berat isian bahan peledak harus dibawah ketentuan agar nilai PPV dibawah 3 mm/s sesuai dengan SOP PT. KPC.



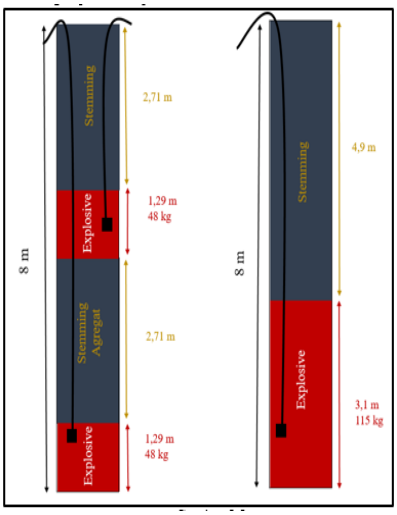
Gambar 2. Grafik *Scaled Distance* Vs PPV

Pembatasan berat bahan peledak tersebut berakibat pada terbatasnya kedalaman lubang bor karena semakin dalam lubang bor makan akan semakin berat bahan peledak yang digunakan agar fragmentasi yang diingankan sesuai. Maka harus diketahui PPV prediksi untuk kedalaman lubang bor 8 m – 9 m dengan motode *single decking* sehingga dapat diketahui jarak aman dan tidak aman untuk menggunakan lubang bor 8 m *single decking*.



Gambar 3. PPV Prediksi untuk Berat Bahan Peledak yang Digunakan

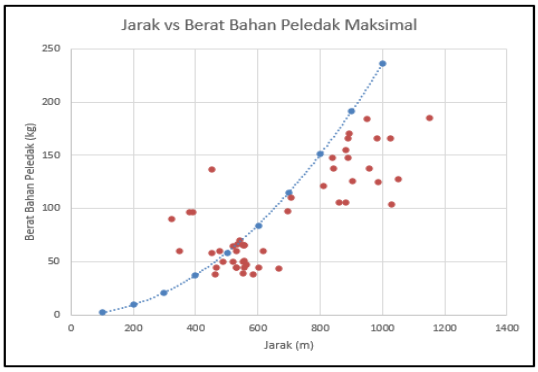
Dapat dilihat pada Gambar 3, bahwa untuk batasan PPV 3 mm/s tidak dapat menggunakan kedalaman lubang bor lebih dari 8 m dengan metode *single decking* pada jarak 600 m dan 700 m. Sehingga digunakan lubang bor 8 m dengan metode *double decking* karena berat bahan peledak yang digunakan 48 kg per *delay* dan dapat dilihat juga pada Gambar 3 bahwa dengan berat bahan peledak tersebut nilai PPV yang akan dihasilkan di bawah 3 mm/s. Perhitungan berat isian bahan peledak disesuaikan dengan fragmentasi yang diinginkan PT. KPC yaitu ukuran butir < 30 cm adalah 60 % dan tidak menghasilkan nilai PPV diatas 3 mm/s dapat dilihat pada Lampiran D. Untuk nilai PPV prediksi pada jarak 600 m – 1.000 m dengan kedalaman lubang bor 8 m – 9 m metode *single decking* dan *double decking* dapat dilihat di Lampiran J.



Gambar 4. Perbandingan Berat Isian Bahan Peledak Per *Delay*

Dapat dilihat pada Gambar 4 bahwa untuk kedalaman lubang bor 8 m dengan metode *single decking* memerlukan berat isian bahan peledak per *delay* seberat 115 kg.

Dengan nilai SD sebesar 65,09 m/kg^{0,5} yang didapat dari grafik SD vs PPV dan sesuai dengan rumus SD, dapat diketahui berat maksimal bahan peledak pada radius 100 m – 1.000 m dengan batasan nilai PPV 3 mm/s. Grafik Jarak vs Berat Maksimal Bahan Peledak dapat dilihat pada Gambar 5.

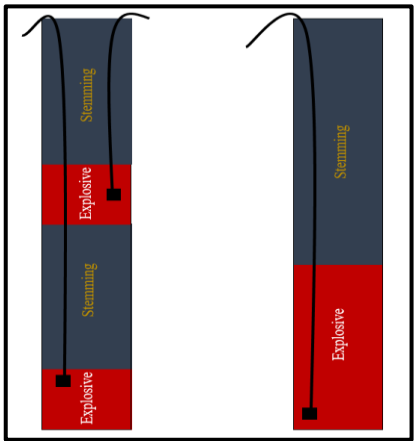


Gambar 5.
Grafik Jarak Vs Berat Maksimal Bahan Peledak

Dapat dilihat pada Gambar 5, setelah diketahui berat maksimal bahan peledak untuk jarak 100 m – 1.000 m lalu di masukkan data lapangan pemakaian berat maksimal bahan peledak untuk setiap kegiatan peledakan, perhitungan dapat dilihat pada Lampiran C. Didapat pada grafik bahwa point di sebelah kanan garis regresi adalah peledakan yang menggunakan berat maksimal bahan peledak sesuai ketentuan sedangkan point di sebelah kiri garis regresi adalah peledakan yang menggunakan berat maksimal bahan peledak tidak sesuai dengan ketentuan yang mana akan berakibat pada nilai PPV yang dihasilkan di atas 3 mm/s. Namun di lapangan terdapat 4 data yang berat maksimal bahan peledak sesuai ketentuan tetapi tetap menghasilkan nilai PPV di atas 3 mm/s dikarenakan meledaknya beberapa detonator dalam satu waktu atau berkaitan dengan kondisi batuan di lapangan. Data – data yang dipakai dapat dilihat pada Lampiran G.

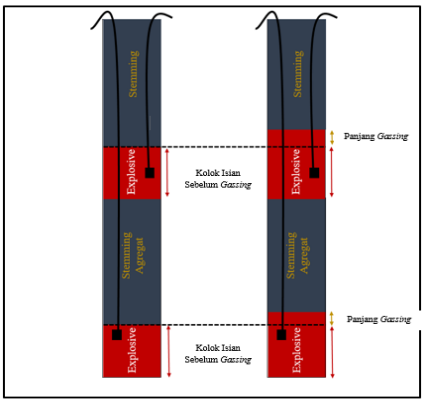
Menganalisis Penerapan Metode *Double Decking* Terhadap Geometri Lubang Bor dan Volume Batuan

Penerapan metode *double decking* dengan membagi dua sama panjang kedalaman lubang bor. Sehingga dalam satu lubang bor terdapat dua detonator, dua bagian bahan peledak, dan dua bagian *stemming*. Maka dari itu akan berpengaruh terhadap geomteri lubang bor karena tidak seperti pada geometri lubang bor *single decking* pada umumnya. Untuk ilustrasi lihat pada Gambar 6.



Gambar 6. Perbedaan Geometri *In Hole Single Decking* dengan *Double Decking*

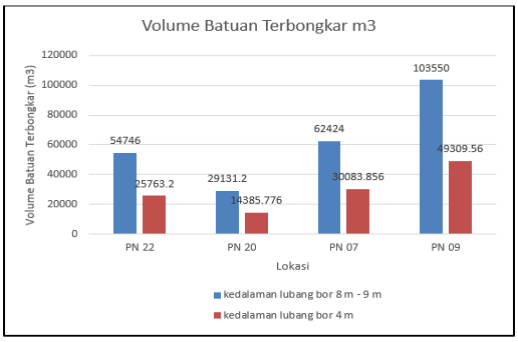
Panjang kolom isian bahan peledak yang digunakan adalah panjang kolom isian bahan peledak setelah proses *gassing* (densitas menurun karena proses kimia dia dalam lubang bor). Hal ini menyebabkan perbedaan antara panjang kolom isian bahan peledak sebelum dan sesudah proses *gassing* atau ditunggu selama 20 – 40 menit setelah bahan peledak *Fortis Eclipse HD* dimasukkan kedalam lubang bor. Ilustrasi dapat dilihat pada Gambar 7.



Gambar 7. Proses *Gassing*

Perencanaan kedalaman lubang bor dari 8 m hingga 9 m ini disesuaikan dengan kondisi di lapangan karena tidak mungkin dalam satu lokasi semua lubang bor sepanjang 8 m. Pada satu lubang bor terdapat dua detonator maka batas panjang minimal *stemming* adalah 2,5 m (Ini mengacu pada prosedur perusahaan PT. KPC untuk menghindari adanya detonator yang rusak atau *miss firing*). Dari Tabel 3.4 untuk panjang *stemming* semua kedalaman lubang lebih dari 2,5 m maka sesuai dengan prosedur perusahaan PT KPC.

Urutan meledak pada metode *double decking* adalah detonator atas lalu disusul detonator bawah hal ini untuk menciptakan bidang bebas. Sehingga ketika detonator bawah meledak sebagian energi yang dihasilkan dari peledakan dapat dikeluarkan pada bidang bebas tersebut. Terbebasnya sebagian energi tersebut berakibat pada menurunnya nilai PPV yang dihasilkan karena energi tidak langsung menjalar di dalam tanah.



Gambar 8
Grafik Perbandingan Volume Batuan Terbongkar

Volume batuan terbongkar adalah luas dikali dengan rata – rata kedalaman lubang bor. Sehingga dapat dilihat pada Gambar 8 ketika menggunakan kedalaman lubang bor 8 m – 9 m akan menghasilkan volume batuan terbongkar lebih 2 kali lipat dari kedalaman lubang bor 4 m. Semakin besar volume batuan terbongkar akan mengurangi frekuensi kegiatan peledakan. Hal ini menjadi salah satu keuntungan terhadap jalannya kegiatan penambangan karena ketika kegiatan peledakan berlangsung maka kegiatan penambangan pada radius 500 m dari lokasi peledakan tersebut dihentikan yang berakibat menghambat jalannya kegiatan penambangan.

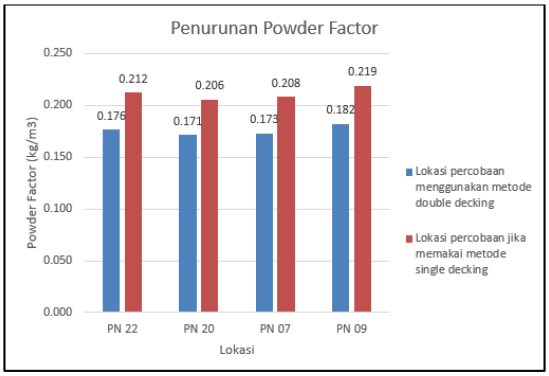
Analisis Pemakaian Metode *Double Decking* Untuk Menurunkan *Powder Factor*

Penurunan *Powder Factor* (PF) disebabkan karena adanya pengurangan berat bahan peledak yang meledak per *delay* karena memakai metode *double decking*. Besarnya pengurangan isian bahan peledak disesuaikan oleh kedalaman lubang bor. Penurunan berat isian bahan peledak untuk masing – masing kedalaman lubang bor dapat dilihat pada Tabel 9.

Tabel 9. Penurunan Berat Isian Bahan Peledak

Kedalaman Lubang	Isian Bahan Peledak per Lubang				Penurunan Isian	
	Desain *Single Decking*		Desain *Double Decking*			
meter	meter	kg	meter	kg	meter	kg
8	3,1	115	1,29+1,29=2,58	48+48=96	0,52	19
8,5	3,3	123	1,38+1,38=2,76	51+51=102	0,54	21
9	3,6	132	1,48+1,48=2,96	55+55=110	0,64	22

Penurunan PF untuk metode double decking dapat dilihat pada Tabel 4.2 dan pada Gambar 4.8. Hal ini dapat terjadi karena pada metode *single decking* panjang lubang bor yang dimasukkan pada parameter prediksi Kuzram Cunningham adalah 8 m sedangkan pada metode *double decking* menggunakan panjang lubang bor 4 m. Karena pada prediksi Kuzram Cunningham memperhitungkan panjang kedalaman lubang bor per *delay* peledakan sehingga terdapat perbedaan untuk isian masing – masing metode. Prediksi Kuzram Cunningham ini dengan hasil fragmentasi > 30 cm sebesar 60%. Perhitungan berat isian bahan peledak dapat dilihat pada Lampiran D. Untuk perhitungan panjang kolom isian bahan peledak dapat dilihat pada Lampiran H.



Gambar 9. Grafik Perbandingan Selisih PF

Tabel 10. Penurunan *Powder Factor*

Lokasi	Penurunan PF (kg/m3)
PN 22	0,036
PN 20	0,034
PN 07	0,035
PN 09	0,037

Dapat dilihat pada Tabel 10, bahwa untuk PN 22 mengalami penuruan PF dari metode *single decking* ke *double decking* sebesar 0,036 kg/m^3, PN 20 sebesar 0,034 kg/m^3, PN 07 sebesar 0,035 kg/m^3, dan PN 09 sebesar 0,037 kg/m^3.Sehingga dapat disimpulkan dengan memakai metode double *decking* dapat menurunkan PF 0,035 kg/m^3.

V. KESIMPULAN DAN SARAN

Kesimpulan

Dapat disimpulkan hal-hal sebagai berikut:

1. Dengan nilai *Scaled Distance* 65,09 m/kg^{0,5} dan batasan nilai PPV 3 mm/s dapat diketahui berat maksimal bahan peledak yang digunakan untuk

jarak 600 m adalah 84 kg, 700 m adalah 115 kg, 800 m adalah 151 kg, 900 m adalah 191 kg, dan 1.000 m adalah 236 kg.

2. Isian bahan peledak untuk metode *double decking* untuk kedalaman lubang bor 8 m adalah 48 kg per *delay*, untuk kedalaman lubang bor 8,5 m adalah 51 kg per *delay*, dan untuk kedalaman lubang bor 9 m adalah 55 kg per *delay* sesuai dengan prediksi Kuzram Cunningham dengan fragmentasi yang dihasilkan yaitu ukuran < 30 cm adalah 60 %.
3. *Powder Factor* (PF) untuk lubang bor 8 m dengan metode *double decking* lebih kecil 0,035 kg/m^3 daripada lubang bor 8 m dengan metode *single decking*.

Saran

1. Selalu memperbarui data yang digunakan untuk menentukan nilai *Scaled Distance* agar sesuai dengan kondisi lapangan terbaru.
2. Perlu dilakukan kajian lebih lanjut terhadap *stemming* untuk kedalaman lubang 8 m metode *double decking* dengan menggunakan *stemming drill cutting*. Karena terbatasnya jumlah *stemming* agregat batu kerikil di lapangan.
3. Adanya pengecekan pemakaian *stemming* di dalam lubang terutama *stemming* bagian bawah agar diketahui sisa kolom lubang ledak bagian atas.

VI. DAFTAR PUSTAKA

Apriadi, Deny dan dkk. 2017. "*Technival Handbook*". MOD Continous Improvement of PT. Kaltim Prima Coal. Sangatta.

Bhandari, Sushil. 1997. "*Enggineering Rock Blasting Operations*". AA Balkema Publishers. Rotterdam.

Chiappetta, Frank. 2004. "*New Blasting Technique to Eliminate Subgrad Drilling, Improve Fragmentation, Reduce Explosive Consumption, and Lower Ground Vibration*". International Society of Explosive Engineering (ISEE). Allentwon.

Cunningham. 2005. "*The Kuz-ram Fragmentation Model – 20 years on*". European Federation of Explosive Engineers ISBN 0-9550290-0-7. Brighton.

Richards, Alan dan Moore, Adrian. 1997. "*Blast Assessment-Control"*. Terrock Consulting Engineers. Australia.

S. Koesnaryo. 2011. "*Teknik Peledakan Batuan Buku I dan II*". Program Studi Teknik Pertambangan, Fakultas Teknologi Mineral, Universitas Pembangunan Nasional "Veteran" Yogyakarta. Yogyakarta.

Supranto. 2001. "*Statistik Teori dan Aplikasi*".

_____. Keputusan Mentri Negara Lingkungan Hidup No.49 Tahun 1996 Tentang Baku Tingkat Getaran.