

SKRIPSI

KAJIAN TEKNIS KEGIATAN PELEDAKAN OVERBURDEN UNTUK MENDAPATKAN FRAGMENTASI YANG OPTIMAL GUNA MENINGKATKAN *DIGGING TIME* EXCAVATOR PC 300 PT. ALLIED INDO COAL, SAWAHLUNTO

*Diajukan Sebagai Salah Satu syarat Untuk Menyelesaikan
Program S-1 Teknik Pertambangan*



Oleh :

YOGI NOVENDRI
BP/NIM. 2011/1102382

**PROGRAM STUDI S1 TEKNIK PERTAMBANGAN
JURUSAN TEKNIK PERTAMBANGAN
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS NEGERI PADANG
2017**

PERSETUJUAN SKRIPSI

KAJIAN TEKNIS KEGIATAN PELEDAKAN *OVERBURDEN* UNTUK
MENDAPATKAN FRAGMENTASI YANG OPTIMAL
GUNA MENINGKATKAN *DIGGING TIME EXCAVATOR PC 300*
PT. ALLIED INDO COAL, SAWAHLUNTO

Nama : Yogi Novendri
Nim/Bp : 1102382/2011
Program Studi : S-1 Teknik Pertambangan
Jurusan : Teknik Pertambangan
Fakultas : Teknik

Disetujui Oleh:

Pembimbing I



Drs. Raimon Kopa, M.T.
NIP. 19580313 198303 1 001

Pembimbing II



Yoszi M. Anaperta S.T., M.T.
NIP. 19790304 200801 2 010

Mengetahui,
Ketua Jurusan Teknik Pertambangan



Drs. Raimon Kopa, M.T.
NIP. 19580313 198303 1 001

PENGESAHAN

Nama : Yogi Novendri
NIM : 1102382/2011

Program Studi Strata-1 Teknik Pertambangan
Jurusan Teknik Pertambangan
Fakultas Teknik
Universitas Negeri Padang
Judul Tugas Akhir

KAJIAN TEKNIS KEGIATAN PELEDAKAN OVERBURDEN UNTUK MENDAPATKAN FRAGMENTASI YANG OPTIMAL GUNA MENINGKATKAN DIGGING TIME EXCAVATOR PC 300 PT. ALLIED INDO COAL, SAWAHLUNTO

Telah berhasil dipertahankan dihadapan Tim Penguji Skripsi dan
diterima sebagai bagian persyaratan yang diperlukan untuk memperoleh
Gelar Sarjana Teknik pada Program Studi Strata-1 Teknik Pertambangan,
Fakultas Teknik, Universitas Negeri Padang

Tim Penguji

Tanda Tangan

- | | | |
|---------------|---|-----------------------------|
| 1. Ketua | : | Drs. Raimon Kopa, M.T |
| 2. Sekretaris | : | Yoszi M. Anaperta, S.T, M.T |
| 3. Anggota | : | Dedi Yulhendra, S.T, M.T |
| 4. Anggota | : | Mulya Gusman, S.T, M.T |
| 5. Anggota | : | Adree Octova, S.Si, M.T |

1.	
2.	
3.	
4.	
5.	

Ditetapkan di: Padang, Februari 2017



KEMENTERIAN RISET, TEKNOLOGI DAN PENDIDIKAN TINGGI

UNIVERSITAS NEGERI PADANG

FAKULTAS TEKNIK

JURUSAN TEKNIK PERTAMBANGAN

Jl. Prof. Dr. Hamka Kampus UNP Air Tawar Padang 25131

Telephone: FT: (0751)7055644, 445118 Fax: 7055644

Homepage: <http://pertambangan.ft.unp.ac.id> E-mail: mining@ft.unp.ac.id

SURAT PERNYATAAN TIDAK PLAGIAT

Saya yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Yogi Novendri
NIM/TM : 1102382 / 2011
Program Studi : SI Teknik Pertambangan
Jurusan : Teknik Pertambangan
Fakultas : FT UNP

Dengan ini menyatakan, bahwa Tugas Akhir/Proyek Akhir saya dengan Judul :

- Kajian Teknis Kegiatan Peledakan Overburden Untuk Mendapatkan
Fragmentasi Yang Optimal Guna Meningkatkan Digging Time
Excavator PC 300 PT. Allied Indo Coal Sawah Lunto

Adalah benar merupakan hasil karya saya dan bukan merupakan plagiat dari karya orang lain. Apabila suatu saat terbukti saya melakukan plagiat maka saya bersedia diproses dan menerima sanksi akademis maupun hukum sesuai dengan hukum dan ketentuan yang berlaku, baik di Institusi Universitas Negeri Padang maupun di masyarakat dan negara.

Demikianlah pernyataan ini saya buat dengan penuh kesadaran dan rasa tanggung jawab sebagai anggota masyarakat ilmiah.

Padang, 20 Februari 2017

yang membuat pernyataan,

Diketahui oleh,
Ketua Jurusan Teknik Pertambangan

Drs. Raimon Kopa, M.T.
NIP. 19580313 198303 1 001



Yogi Novendri

BIODATA



I. Data Diri

Nama Lengkap : Yogi Novendri
BP / NIM : 2011 / 1102382
Tempat / Tanggal Lahir : Taluk / 27 November 1992
Jenis Kelamin : Laki-Laki
Nama Ayah : Amir Js
Nama Ibu : Warniati
Jumlah Bersaudara : 4 (Empat) Orang
Alamat Tetap : Balai Gadang, Jorong Taruko, Nagari Taluk,
Kecamatan Lintau Buo, Kabupaten Tanah
Datar, Sumatera Barat.

II. Data Pendidikan

Sekolah Dasar : SD N 16 Taruko
Sekolah Menengah Pertama : SMPN 4 Lintau Buo
Sekolah Menengah Atas : SMKN 1 Lintau Buo
Perguruan Tinggi : Universitas Negeri Padang

III. Data Tugas Akhir

Tempat Tugas Akhir : PT. Allied Indo Coal, Sawahlunto

Tanggal Tugas Akhir : 26 Januari – 28 Maret 2015
Topik Tugas Akhir : “Kajian Teknis Kegiatan Peledakan
Overburden Untuk Mendapatkan
Fragmentasi Yang Optimal Guna
Meningkatkan Digging Time Excavator
PC 300 PT. Allie Indo Coal, Sawahlunto.”

Tanggal Sidang Tugas Akhir : Jum’at 3 Februari 2017

Padang, Februari 2017

(Yogi Novendri)
NIM/TM : 1102382/2011

ABSTRAK

Kajian Teknis Kegiatan Peledakan *Overburden* Untuk Mendapatkan Fragmentasi Yang Optimal Guna Meningkatkan *Digging Time* Excavator PC 300 PT Allied Indo Coal, Sawahlunto.

PT. Allied Indo Coal merupakan perusahaan yang bergerak di bidang pertambangan batubara, yang terdapat di swahlunto, untuk proses pembongkaran *overburden* diperlukan kegiatan peledakan untuk membongkar batuan penutup batuan tersebut. Namun kondisi geometri peledakan yang diterapkan ini menghasilkan fragmentasi dengan ukuran >50 cm besar dari 15 % dari jumlah batuan yang terbongkar. Untuk itu perlu dilakukan pengkajian ulang geometri peledakan agar menghasilkan fragmentasi peledakan yang optimal sehingga waktu penggalian (*digging time*) juga dapat lebih dioptimalkan. Setelah dilakukan analisa geometri peledakan, rancangan geometri peledakan yang lebih cocok diterapkan pada perusahaan adalah dengan burden 2,5 m, spasi 3 m, kedalaman 6 m, steming 2,3 m, tinggi jenjang 5,3 m, panjang isian 3,6 m, menghasilkan PF 0,13 kg/ton. Sedangkan fragmentasi batuan yang dihasilkan ukuran 50 cm adalah 14,74 % dengan rata-rata *digging time* alat gali muat yaitu 9,95 detik.

Kata kunci: Fragmentasi, *Boulder*, Geometri, *Digging Time*, *Powder Factor*

ABSTRACT

Technical Assessment Activity Blasting Overburden Fragmentation To Obtain Optimal Time to Improve Digging Excavator PC 300 PT Allied Indo Coal, Sawahlunto

PT. Allied Indo Coal is a company engaged in coal mining, contained in sawahlunto. For the unloading process overburden blasting activities are needed to unload the rock overburden, but seen from the blasting geometry condition that apply today, resulting in fragmentation with size >50 cm more than 15 % of the total rock uncovered. It is necessary for reassessment blasting geometry in order to produce optimal fragmentation blasting material and also time digging (digging time) can also be further optimized. After analysis blasting geometry, geometry blasting design that fits better with the company is burden 2,5 m, spacing 3 m, a depth of hole 6 m, stemming 2,3 m, powder charge 3,6 m, Powder factor 0,13 kg/ton, the resulting fragmentation with size of 50 cm is 14,74 % with an average digging time excavator is 9,95 seconds.

Keywords: Fragmentation, Boulder, Geometry, Digging Time, Powder Factor.

KATA PENGANTAR

Segala puji dan syukur kehadirat Allah SWT atas limpahan Rahmat dan Hidayah-Nya, sehingga penulis dapat menyelesaikan Tugas Akhir yang berjudul Kajian Teknis Kegiatan Peledakan *Overburden* untuk Mendapatkan Fragmentasi yang Optimal Guna Meningkatkan *Digging Time Excavator* PC 300 PT. Allied Indo Coal, Sawahlunto. Adapun Tugas Akhir ini dibuat untuk memenuhi salah satu persyaratan dalam menyelesaikan program S-1 Jurusan Teknik Pertambangan, Fakultas Teknik, Universitas Negeri Padang.

Skripsi ini disusun berdasarkan hasil penelitian yang dilakukan selama satu bulan yaitu tanggal 30 Mei – 1 Juni 2016 di PT. Allied Indo Coal, Sawahlunto. Selanjutnya dalam pelaksanaan kegiatan penelitian ini penulis banyak mendapatkan bantuan dan bimbingan dari berbagai pihak, maka pada kesempatan kali ini penulis mengucapkan terimakasih kepada:

1. Allah SWT yang selalu memberikan petunjuk dan mengingatkan penulis untuk selalu bersyukur terhadap apa yang penulis dapat tiap hari.
2. Kedua orang tua dan seluruh keluarga penulis yang telah memberikan dukungan secara moril dan material sehingga penulisan skripsi ini dapat diselesaikan.
3. Bapak Drs. Raimon Kopa M.T selaku Dosen Pembimbing I dan sekaligus Ketua Jurusan Teknik Pertambangan Fakultas Teknik Universitas Negeri Padang yang telah memberikan arahan dan masukan kepada penulis sehingga tugas akhir ini dapat diselesaikan.

4. Ibu Yoszi Mingsi Anaperta S.T, M.T selaku Dosen Pembimbing II yang telah memberikan arahan kepada penulis sehingga skripsi ini dapat diselesaikan.
5. Semua Dosen (staf pengajar) dan karyawan Jurusan Teknik Pertambangan yang telah banyak memberikan ilmu pengetahuan, sehingga dapat menyelesaikan tugas akhir ini.
6. Ibu Nilva Yanti selaku Kepala Teknik Tambang PT. Allied Indo Coal, yang telah memberikan saya kesempatan dan arahan selama penelitian ini berlangsung.
7. Bapak Thomas selaku Juru ledak, dan semua kru *Blasting* PT. Allied Indo Coal yang selalu membagi ilmu, serta masukan dan motivasi bagi penulis selama proses penelitian ini berlangsung.
8. Seluruh karyawan PT. Allied Indo Coal, yang tidak bisa disebutkan namanya satu persatu, karna telah bisa menerima dan berinteraksi dengan penulis selama penulis melakukan penelitian.
9. Teruntuk Sri Wahyuni A.md, Kep.Gi yang telah membantu memberikan motivasi dan semangat yang telah diberikan kepada penulis.
10. Teman-teman Teknik Pertambangan UNP yang telah membantu dan memberikan dukungan dalam penulisan tugas akhir.
11. Semua pihak yang telah ikut membantu dan berpartisipasi dalam pelaksanaan tugas akhir ini.

Penulis menyadari tugas akhir ini jauh dari kata sempurna, oleh karna itu kritik dan saran sangat diharapkan demi perbaikan dimasa yang akan datang.

Semoga tugas akhir ini dapat bermamfaat bagi penulis khususnya dan pembaca pada umumnya.

Akhir kata dengan segala keikhlasan hati penulis mengucapkan terima kasih, semoga Tugas Akhir ini dapat bermanfaat bagi semua pihak yang membutuhkan.

Padang, 6 Februari 2017

Yogi Novendri

DAFTAR ISI

	HALAMAN
HALAMAN PERSETUJUAN SKRIPSI	i
HALAMAN PENGESAHAN TIM PENGUJI	ii
SURAT PERNYATAAN TIDAK PLAGIAT	iii
BIODATA	iv
ABSTRAK	v
ABSTRACT	vi
KATA PENGANTAR	vii
DAFTAR ISI	x
DAFTAR GAMBAR	xiii
DAFTAR TABEL	xvi
DAFTAR LAMPIRAN	xvii
BAB I. PENDAHULUAN	
A. Latar Belakang	1
B. Identifikasi Masalah	3
C. Batasan Masalah	3
D. Rumusan Masalah	4
E. Tujuan Penelitian	4
F. Manfaat Penelitian	5
BAB II. TINJAUAN UMUM DAN KAJIAN TEORITIS	
A. Deskripsi Perusahaan	6
1. Sejarah Perusahaan	6
2. Lokasi dan Kesampaian Daerah	8
3. Geologi dan Sumberdaya Batubara	10
4. Iklim dan Curah Hujan	14
5. Reklamasi	15
B. Kajian Teoritis	16
1. Peledakan	16

2. Pemboran	17
3. Sifat-Sifat Bahan Peledak	19
4. Pola Peledakan	21
5. Geometri Peledakan	24
6. Loading Density	36
7. Powder Factor (PF)	36
8. Mekanisme Pecahnya Batuan Akibat Peledakan	40
9. Faktor Yang Mempengaruhi Kegiatan Peledakan	40
a. Faktor Yang Tidak Dapat Dikendalikan	41
b. Faktor Yang Dapat Dikendalikan	45
10. Fragmentasi Batuan	48
11. Penggunaan Software Split Desktop	55
12. Regresi Linier	69

BAB III. METODOLOGI PENELITIAN

A. Jenis Penelitian	75
B. Teknik Pengumpulan Data	77
C. Teknik Analisa Data	79
D. Tempat Dan Waktu Pelaksanaan	80
E. Kerangka Konseptual dan Diagram Alir Penelitian	81

BAB IV. ANALISIS DAN PEMBAHASAN

A. Data Aktual di Lapangan	83
1. Pemboran	83
2. Peledakan	84
3. Data Aktual Peledakan	85
a. Peledakan Tanggal 31 Mei 2016	85
b. Peledakan Tanggal 2 Juni 2016	88
c. Peledakan Tanggal 4 Juni 2016	90
B. Rancangan Geometri Peledakan Usulan	93
1. Analisa Geometri Peledakan Usulan Tanggal 13 Juni 2016 ..	93
2. Geometri Peledakan Usulan Tanggal 15 Juni 2016	102

3. Geometri Peledakan Usulan Tanggal 18 Juni 2016.....	109
C. Digging Time Alat Gali Muat Komatsu PC 300.....	117
1. Digging Time Aktual Alat Gali Muat PC 300	117
2. Digging Time Usulan Alat Gali Muat PC 300.....	118
D. Analisa <i>Instantaneous Digging Rate</i>	119
E. Hubungan Digging Time Alat Gali Muat PC 300 Terhadap Hasil Fragmentasi Batuan Menggunakan Regresi Linier	123
F. Perhitungan Ekonomis Peledakan.....	129
G. Evaluasi Geometri Peledakan Aktual Dengan Geometri Peledakan Usulan	134
 BAB V. KESIMPULAN DAN SARAN	
A. Kesimpulan.....	135
B. Saran.....	136
 DAFTAR PUSTAKA	137

DAFTAR GAMBAR

	HALAMAN
Gambar 1. Peta Koordinat Wilayah PT.AIC.....	8
Gambar 2. Peta Lokasi Dan Kesampaian Daerah	9
Gambar 3. Stratigrafi cekungan Ombilin.....	11
Gambar 4. Pola pemboran.....	18
Gambar 5. Perbedaan Pola sejajar dan Pola Selang Seling.....	19
Gambar 6. Pola Peledakan Berdasarkan Arah Runtuhnya.....	23
Gambar 7. Geometri peledakan menurut R.L. Ash.....	24
Gambar 8. Hubungan Variasi Diameter Lubang Ledak Dengan Tinggi Jenang.....	33
Gambar 9. Terminologi dan Simbol Geometri Peledakan	34
Gambar 10. Tipe-Tipe Sekuen Inisiasi (Dari ICI Explosives).....	35
Gambar 11. Mekanisme Pecahnya Batuan Akibat Peledakan	40
Gambar 12. Orientasi Bidang Diskontinuitas	44
Gambar 13. Pemboran Lobang Ledak Tegak dan Miring	46
Gambar 14. Pola Peledakan Berdasarkan Sistem Inisiasi.....	47
Gambar 15. Siklus Dalam <i>Split Desktop</i>	57
Gambar 16. Foto Digital Fragmentasi Hasil Peledakan.....	58
Gambar 17. Tampilan Menu File Pada Program Split Desktop.....	59
Gambar 18. Tampilan menu Edit Pada Program Split Desktop.....	59
Gambar 19. Tampilan Dialog <i>Box Scale and Rotate</i>	60
Gambar 20. Penggunaan <i>Toolbar Scanlines</i>	60

Gambar 21. Tampilan Penggunaan Scanline	61
Gambar 22. Tampilan dialog box <i>scale image</i>	61
Gambar 23. Tampilan langkah kerja <i>find particles</i>	62
Gambar 24. <i>Fine Particles</i>	63
Gambar 25. Pemilihan <i>Editing Tools</i> Untuk <i>Boundary Bola</i>	64
Gambar 26. Penggunaan <i>Erasing Unwanted Delineations</i>	64
Gambar 27. Penggunaan <i>Paint Bucket Filling of Fines</i>	65
Gambar 28. Contoh Hasil Gambar Berupa <i>Binary Image</i>	65
Gambar 29. Tampilan Alur Kerja <i>Compute Sizes</i>	66
Gambar 30. Proses Analisa Ukuran	67
Gambar 31. Alur Kerja <i>Result & Output</i>	68
Gambar 32. Hasil Akhir Program <i>Split Desktop</i>	69
Gambar 33. Garis Regresi	73
Gambar 34. Hubungan Linier Positif	73
Gambar 35. Hubungan Linier Negatif	74
Gambar 36. Tidak Ada Hubungan Linier	74
Gambar 37. Kerangka Konseptual Penelitian	81
Gambar 38. Bagan Alir Penelitian	82
Gambar 39. <i>Rotary drill</i> Furukawa PCR 200	84
Gambar 40. Foto Fragmentasi Hasi Peledakan Tanggal 31 Mei 2016	86
Gambar 41. <i>Image Analysis Split Desktop</i> Peledakan tanggal 31 Mei 2016 ...	86
Gambar 42. Kurva Hasil Pengolahan Data Fragmentasi dengan Split Desktop	87

Gambar 43. Foto Fragmentasi Hasi peledakan tanggal 2 Juni 2016.....	88
Gambar 44. <i>Image Analisis Split Dekstop</i> Peledakan tanggal 2 Juni 2016.....	89
Gambar 45. <i>Kurva Hasil Pengolahan Data Fragmentasi dengan Split Desktop</i>	89
Gambar 46. Foto Fragmentasi Hasi peledakan tanggal 4 Juni 2016.....	91
Gambar 47. <i>Image Analisis Split Dekstop</i> peledakan tanggal 4 Juni 2016.....	91
Gambar 48. <i>Kurva Hasil Pengolahan Data Fragmentasi Dengan Split Desktop</i>	88
Gambar 49. Foto Fragmentasi Batuan Peledakan Usulan.....	100
Gambar 50. <i>Image Analisis Split Dekstop</i> peledakan usulan	100
Gambar 51. <i>Kurva Hasil Pengolahan Data Fragmentasi dengan Split Desktop</i>	101
Gambar 52. Foto fragmentasi batuan peledakan usulan	107
Gambar 53. <i>Image Analisis Split Dekstop</i> peledakan usulan	108
Gambar 54. <i>Kurva Hasil Pengolahan Data Fragmentasi dengan Split Desktop</i>	108
Gambar 55. Foto fragmentasi batuan peledakan usulan 3	115
Gambar 56. <i>Image Analisis Split Dekstop</i> peledakan usulan 3.....	115
Gambar 57. <i>Kurva Hasil Pengolahan Data Fragmentasi dengan Split Desktop</i>	116
Gambar 58. Faktor Isi <i>Bucket</i> Berdasarkan Pengamatan Langsung	121
Gambar 59. Regresi Linier Aktual	125
Gambar 60. Regresi Linier Usulan.....	12

DAFTAR TABEL

	HALAMAN
Tabel 1. Kualitas Batubara PT.AIC	13
Tabel 2. Neraca Cadangan Batubara.....	14
Tabel 3. Realisasi Reklamasi	15
Tabel 4. Densitas Pengisian Diameter Bahan Peledak.....	39
Tabel 5. Hubungan Antara Kekerasan Batuan Dengan Kuat Tekan Uniaksial.....	42
Tabel 6. Klasifikasi Jarak Antar Bidang Lemah	43
Tabel 7. Pembobotan Massa Batuan	54
Tabel 8. Jadwal Pelaksanaan Penelitian.....	80
Tabel 9. <i>Digging time</i> Aktual Alat Gali Muat PC 300.....	117
Tabel 10. <i>Digging time</i> Usulan Alat Gali Muat PC 300	118
Tabel 11. Standar <i>Bucket Fill Factor</i> Untuk Berbagai Tipe	113
Tabel 12. <i>Instantaneous Digging Rate</i> Peledakan Aktual dan Usulan	123
Tabel 13. Analisis Regresi Linier.....	124
Tabel 14. Penggunaan Total Jumlah Pemakaian Bahan Peledak	130
Tabel 15. Harga Bahan Peledak	130
Tabel 16. Biaya Pemakaian Bahan Peledak Aktual	131
Tabel 17. Biaya Pemakaian Bahan Peledak Usulan.....	131
Tabel 18. Perbandingan Biaya Tiap Kali Peledakan.....	132
Tabel 19. Perbandingan Geometri Peledakan Aktual Dengan Geometri Peledakan Usulan	133

DAFTAR LAMPIRAN

	HALAMAN
Lampiran A. Peta Topografi PT. Allied Indo Coal.....	139
Lampiran B. Pemamfaatan Lahan PT. Allied Indo Coal.....	140
Lampiran C. Pembobotan Nilai	141
Lampiran D. Spesifikasi Excavator PC 300	143
Lampiran E. Spesifikasi <i>Dump Truck</i> HINO FM 260 TI	145
Lampiran F. Spesifikasi Alat Bor Furukawa PCR 200.....	148
Lampiran G. Perhitungan Fragmentasi Batuan Dengan Metoda Manual.....	150
Lampiran H. <i>Swell Factor</i>	176
Lampiran I. <i>Cycle Time Excavator</i> Komatsu PC 300.....	177

BAB I

PENDAHULUAN

A. Latar Belakang

Pertambangan merupakan rangkaian kegiatan dalam rangka upaya pencarian, penambangan, pengolahan, pemamfaatan dan penjualan bahan galian (mineral, batubara, panas bumi dan migas). PT. Allied Indo Coal merupakan perusahaan yang bergerak di bidang pertambangan batubara. Perusahaan ini berlokasi di Nagari Parambahan, Kecamatan Talawi, Kotamadya Sawahlunto, Propinsi Sumatera Barat. PT. Allied Indo Coal menggunakan sistem tambang terbuka dan tambang bawah tanah.

Pada kegiatan penambangan batubara dengan metode penambangan tambang terbuka (*Surface Mining*), dibutuhkan adanya kegiatan pengupasan tanah penutup (*Overburden*). Seperti yang diketahui bahwa makin tua umur batuan, semakin dalam pula bahan galian yang kita butuhkan tertimbun dan biasanya batubara memiliki kalori yang cukup tinggi. Akan tetapi akan menjadi sangat sulit untuk mengambil batubara tersebut dikarenakan keras dan tebalnya lapisan penutupnya, dalam artian tidak dapat digali dengan menggunakan alat-alat mekanis untuk membantu pelaksanaan kegiatan tersebut, seperti *Excavator* dan *Bulldozer*.

Untuk itu PT. Allied Indo Coal dalam kegiatan pengupasan tanah penutup (*Overburden*), melakukan kegiatan peledakan untuk memenuhi target produksi *overburden* yaitu sebesar 30.000 ton/bulan. Namun pada kegiatan peledakan membutuhkan upaya penanganan yang serius supaya

mendapatkan hasil fragmentasi yang optimal. Menurut Koesnaryo, operasi peledakan dinyatakan berhasil apabila diperoleh frakmentasi batuan berukuran merata dengan sedikit bongkah (kurang dari 15% dari jumlah batuan yang terbongkar per peledakan).

Fragmentasi hasil peledakan secara langsung berpengaruh pada kinerja alat muat yang dinyatakan dalam “bcm/jam”. Semakin besar ukuran fragmentasi batuan hasil peledakan akan mengakibatkan semakin sulitnya alat gali muat untuk menggali batuan tersebut sehingga menyebabkan turunnya produktivitas alat gali muat, sedangkan semakin kecil ukuran fragmentasi batuan hasil peledakan akan berdampak pada semakin mudahnya alat gali muat untuk menggali batuan tersebut namun membutuhkan biaya peledakan yang cukup besar sebab kebutuhan bahan peledak yang digunakan akan semakin banyak.

Setelah melakukan perhitungan dari hasil pengamatan lapangan dengan hasil fragmentasi yang dikatakan *boulder* adalah ≥ 50 cm, ketetapan tersebut diinginkan oleh perusahaan dikarenakan sesuai dengan kemampuan alat gali muat yang terdapat pada perusahaan. Maka dengan menggunakan metode manual (*measurement*), dengan mengamati 3 kali peledakan diperoleh *boulder* ukuran ≥ 50 cm yaitu sebesar 21,72 %, 22,28 % dan 27,53 %.

Untuk mendapatkan distribusi ukuran fragmentasi hasil peledakan yang sesuai dengan kemampuan alat gali muat, yaitu ≤ 50 cm maka salah satu parameter penting yang harus diperhatikan adalah geometri peledakan.

Berdasarkan penjelasan di atas inilah yang melatar belakangi penulis ingin melakukan penelitian dalam penentuan fragmentasi optimal PC300 dengan topik **“Kajian Teknis Kegiatan Peledakan Overburden untuk Mendapatkan Fragmentasi yang Optimal Guna Meningkatkan *Digging Time* Excavator PC 300 PT Allied Indo Coal, Sawahlunto”**.

B. Identifikasi Masalah

Masih banyaknya terdapatnya fragmentasi batuan (*boulder*) pada saat melakukan peledakan pada PT. Allied Indo Coal, Maka perlu dikaji dan ditinjau lebih lanjut. Beberapa permasalahan yang dapat menyebabkan terjadinya hal di atas adalah sebagai berikut:

1. Geometri dan pola peledakan yang diterapkan oleh PT Allied Indo Coal saat ini, mengakibatkan fragmentasi dengan ukuran ≥ 50 cm besar dari 15 % dan perlu dilakukan analisa lebih lanjut.
2. Besarnya fragmentasi hasil peledakan yang dihasilkan berdampak pada tidak maksimalnya proses *digging time* alat gali muat.

C. Batasan Masalah

Dalam penelitian ini penulis membatasi masalah pada geometri peledakan dan fragmentasi hasil ledakan batu pasir (*sandstone*) di lokasi penambangan Tambang terbuka PT. Allied Indo Coal. Batasan yang didefinisikan dalam pelaksanaan penelitian ini adalah:

1. Alat bor yang digunakan adalah Furukawa Rock Drill PCR 200 dengan diameter button bit 3 inch.
2. Bahan peledak yang digunakan adalah ANFO.

3. Kriteria fragmentasi ukuran (*size*) overburden yang dibutuhkan perusahaan adalah ≤ 50 cm.
4. Untuk memprediksi fragmentasi hasil peledakan, penulis menggunakan rumusan Kuznetsov – Rosin Ramler (KUZZRAM), software split desktop dan menggunakan metode manual (*measurement*).

D. Rumusan Masalah

Dari latar belakang masalah dan identifikasi masalah yang ada diatas maka didapatkan rumusan masalah nya sebagai berikut:

1. Berapakah rancangan geometri peledakan yang tepat agar menghasilkan *boulder* dengan ukuran ≤ 50 cm kecil dari 15 %?
2. Berapakah hasil fragmentasi peledakan yang dihasilkan dari geometri peledakan terhadap *digging time excavator*?
3. Bagaimana keakuratan hasil prediksi fragmentasi menggunakan persamaan *kuzram* bila dibandingkan dengan *split desktop*?

E. Tujuan Penelitian

Adapun tujuan dari penelitian ini antara lain :

1. Untuk mendapatkan geometri peledakan yang tepat agar menghasilkan fragmentasi dengan ukuran ≤ 50 cm kecil dari 15%.
2. Untuk mengetahui pengaruh hasil fragmentasi batuan terhadap *digging time excavator*.
3. Untuk mendapatkan keakuratan prediksi ukuran fragmentasi menggunakan persamaan *kuzram* dibandingkan dengan *split desktop*.

F. Manfaat Penelitian

1. Bagi perusahaan Pertambangan

- a. Diharapkan dapat menjadi informasi yang bermamfaat bagi PT. Allied Indo Coal untuk menerapkan geometri peledakan yang optimal sehingga dapat menghasilkan fragmentasi, dan pemakaian bahan peledak yang optimal.
- b. Memberikan usulan kepada perusahaan berupa rancangan geometri peledakan untuk mendapatkan persentase fragmentasi batuan yang diinginkan yaitu ukuran $50\text{ cm} < 15\%$. Sesuai dengan kemampuan alat gali muat yang terdapat pada perusahaan.

2. Bagi Peneliti

- a. Sebagai salah satu syarat untuk menyelesaikan program strata satu dan memperoleh gelar sarjana teknik pada Fakultas Teknik Universitas negeri Padang.
- b. Sebagai sarana dalam menambah wawasan dan pengalaman khusus dalam mengungkapkan, mengkaji, dan merencanakan geometri peledakan sehingga mengahilkan fragmentasi yang optimal.
- c. Bagi penulis, sebagai pembuktian dan perbandingan teori-teori atau rumus-rumus perhitungan fragmentasi dan geometri peledakan yang diperoleh di bangku kuliah dengan kondisi nyata di lapangan.

BAB II

TINJAUAN UMUM DAN KAJIAN TEORITIS

A. Deskripsi Perusahaan

1. Sejarah Perusahaan

PT. Allied Indo Coal merupakan perusahaan umum yang melakukan kegiatan penambangan batubara dengan jenis perusahaan PKP2B (Perjanjian Kerjasama Pengusaha Pertambangan Batubara) sesuai kontrak No. J2 / Ji.Du/25/1985 pada tanggal 21 Agustus 1985. Masa kontrak penambangan adalah 32 tahun dan diprediksikan akan berakhir pada Tahun 2017 dengan luasan area 844 Ha.

Awalnya perusahaan ini adalah perusahaan swasta yang didukung oleh pemodal asing. Dengan PT. Allied Queensland Coalfields (AQC) Limited dari Australia dan PT. Mitra Abadi Sakti dari Indonesia dengan komposisi saham 80% dan 20%. Sebelum pada akhirnya PT. Mitra Abadi Sakti mengambil alih saham AQC pada Tahun 1992.

Pada awalnya kegiatan eksplorasi di tambahan telah dilakukan oleh pemerintah pada Tahun 1975 dan 1983. kegiatan eksplorasi dilanjutkan oleh PT. AIC dalam Tahun 1985 – 1988. setelah kegiatan eksplorasi dilaksanakan maka PT. AIC melakukan penambangan terbuka yang kerjasama dengan PT. United Tractor untuk divisi alat berat dalam pengembangan peralatan penambangan.

Pada Tahun 1991 PT. AIC selaku pemilik kuasa penambangan (KP) bekerjasama dengan PT. PAMA PERSADA NUSANTARA hingga Tahun

1996, dan selanjutnya secara berturut-turut dengan kontraktor PT. Berkelindo Jaya Pratama dan PT. Pasura Bina Tambang.

Namun pada Tahun 2001 kegiatan penambangan sempat menghadapi gangguan karena adanya permasalahan tambang rakyat. Disamping itu SR (Stripping ratio) semakin tinggi, maka PT. AIC melakukan pengembangan ke tambang bawah tanah yang diresmikan pada bulan oktober 2003 dengan kontraktor PT. Telaga Makmur Sejati (TMS).

Dan pada Tahun 2004 seiring dengan membaiknya harga batubara pada pasaran international maka PT. AIC melakukan kembali tambang terbuka dengan kontraktor PT. Cipta Kridatama (CK).

Pada Tahun 2008 PT. Tamasu Bara Utama melakukan kontrak kerja sama penambangan dengan PT. AIC untuk melakukan kegiatan penambangan tambang terbuka.

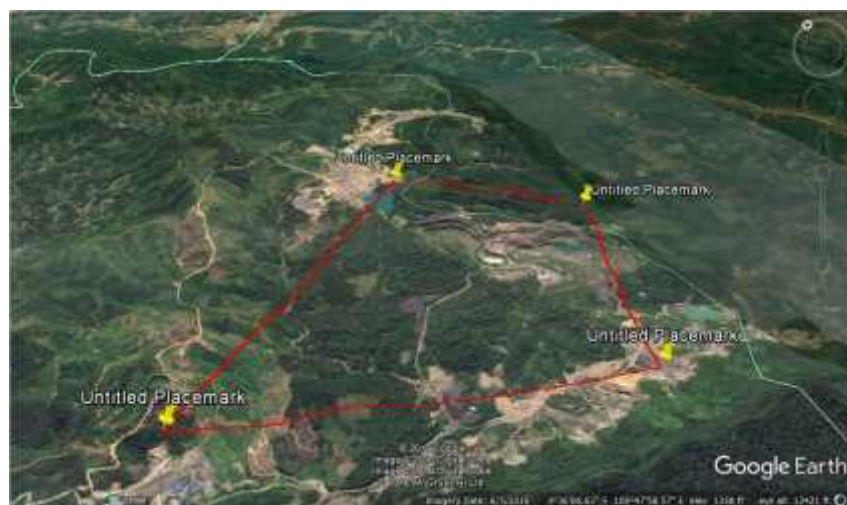
Dan pada Tahun 2010 CV. Telaga makmur Sejati resmi memberhentikan kegiatan penambangan dikarenakan faktor geologi yang kompleks.

Operasi penambangan yang dilakukan oleh PT. Tamasu Bara Utama dengan pola tambang terbuka (Open Cut Mine) skala kecil dan Tambang Bawah Tanah CV. Telaga Makmur Sejati juga Metode yang digunakan untuk kegiatan tambang bawah adalah metode lorong panjang (Longwall method) dengan sistem penggalian mundur (retreating system), yaitu metode tambang bawah tanah yang diterapkan pada lapisan batubara yang tipis dan datar (kemiringan lapisan kurang dari 30^0) dengan membuat

panel-panel penambangan. Pada penambangan batubara system mundur, penambangan dimulai dengan membuat jalan pada kedua sisi panel sebagai jalan masuk pekerja pengangkutan material dan diteruskan dengan pembuatan permukaan kerja, kemudian baru dilakukan penambangan dengan arah kemajuan mendekati jalan utama. Masing-masing dengan produksi ± 5.000 ton per bulan untuk Tambang Terbuka dan Tambang Bawah Tanah (*Underground Mining*) dengan produksi ± 1.500 ton per bulan

2. Lokasi dan Kesampaian Daerah

Secara geografis wilayah penambangan PT. AIC, Tbk. terletak pada koordinat $100^{\circ} 46' 48'' - 100^{\circ} 48' 47''$ Bujur Timur dan $00^{\circ} 35' 34'' - 00^{\circ} 36' 59''$ Lintang Selatan. Secara administratif konsesi penambangan PT. AIC, Tbk. termasuk dalam wilayah Parambahan, Kecamatan Talawi, Kotamadya Sawahlunto, Propinsi Sumatra Barat. Jarak lokasi penambangan dengan kota Padang + 90 km, dan bisa ditempuh melalui jalan darat ± 3 jam dari Kota Padang.



Gambar 1 : Peta Koordinat Wilayah PT. AIC

Untuk lebih mengetahui lokasi kesampaian daerah PT. Allied Indo Coal dapat kita lihat pada gambar 2:



Sumber : PT. Allied Indo Coal

Gambar 2. Peta Lokasi dan Kesampaian Daerah

Batas-batas lokasi penambangan:

a. Sebelah Utara

- 1) Wilayah Desa Batu Tanjung dan Desa Tumpuak Tengah, kecamatan Talawi, Kota Sawahlunto.
- 2) Kuasa pertambangan eksploitasi PT Sumatera Berjaya Serasi.

b. Sebelah Timur

Batas sebelah timur meliputi wilayah Jorong Bukik Bua dan Koto Panjang, Nagari V Koto VII, kabupaten Sawahlunto/Sijunjung.

c. Sebelah Selatan

Batas sebelah selatan meliputi wilayah Desa Salak, Kecamatan Talawi, Kota Sawahlunto.

d. Sebelah Barat

Batas sebelah barat meliputi wilayah Desa Salak dan Sijantang Koto, kecamatan Talawi, Kota Sawahlunto.

3. Geologi dan Sumberdaya Batubara

a. Geologi Daerah Penambangan

Endapan batubara Parambahan berada pada formasi Sawahlunto berumur tersier di dalam cekungan Ombilin, yang terdiri dari tanah penutup, batu lempung (*claystone*), batu lanau (*siltstone*), batu pasir (*sandstone*), *coal clay*, dan batubara. Endapan batubara tersebut memiliki lapisan utama yang mengandung batubara yaitu lapisan A, lapisan B, dan lapisan C. Lapisan A terdiri dari empat lapisan, lapisan B terdiri dari lima lapisan dan lapisan C terdiri dari tiga lapisan. Jarak antara lapisan A dan lapisan B adalah rata-rata 15 m, sedangkan jarak antara lapisan B dan lapisan C adalah rata-rata 35 m. Lapisan yang potensial untuk ditambang hanya lapisan B1, dan C1 + C2 yang memperlihatkan kemiringan batubara berkisar antara 50-150° ke arah selatan dan timur.

b. Morfologi, Stratigrafi, dan Hidrogeologi Daerah Konsesi Penambangan

1) Morfologi

Wilayah konsesi penambangan PT.AIC berada pada wilayah yang terletak pada rangkaian pegunungan bukit barisan yang merupakan morfologi perbukitan ini ketinggiannya bisa

mencapai 560 M dari permukaan laut dengan kemiringan yang agak landai ke arah Timur. Sementara sungai yang ada disekitar kawasan ini adalah sungai sinama dan sungai ombilin yang alirannya bersifat denritik.

2) Stratigrafi

Cekungan Ombilin merupakan cekungan sedimen tersier yang terletak pada median gradien diantara east barisan range dan west barisan range, dan dapat kita lihat stratigrafi ombilin berikut:

JUTA THN	KRONOSTRATIGRAFI	LITOSTRATIGRAFI	FORMASI	TEKTONIK	SEDIMENTASI
1.6	Kuarter	Plistosen	BAHAU	KOMPRESI	Endapan Tufa vulkanik
9.3	NEOGEN	Plistosen	OMBILIN 1600 meter	EKSTENSI	Endapan pantai-laut dangkal Bps ga, glasikontan, napal, Bps f
		Aktir			Berikuthnya pusat endapan dari barat laut ke tenggara cek
		Miosen			
		Tengah			
23.7	TERSIER	Awal			
		Aktir			
		Aktir	SAWAHTAMBANG 1500 meter		Erosi pada batuan Paleogen
		Aktir			Meander - Braided stream Bps vol, Bps ff, Bps, Batubara Erosi pada batuan Pratersier-Eosen
26.7	PALEOGEN	Aktir	SAWAHLUNTO 300 meter		
		Aktir			
		Aktir			
		Aktir			
54.6	Eosen	Aktir	SANGKAREWANG 350 meter	KOMPRESI	Endapan kipas aluvium-danau Briku, Kgl, Bps kgl Erosi pada batuan Pratersier-Eosen
57.9		Aktir			
		Aktir			
		Aktir			
63.8	Eosen	Aktir	BRANI 500 meter	EKSTENSI	
		Aktir			
		Aktir			
		Aktir			
	PRATERSIER		GRANIT TUHUR SILUNGKANG KUANTAN	?	?

Gambar 3. Stratigrafi Cekungan Ombilin

Secara umum outline dari cekungan Ombilin membentang dari NW-SE. Cekungan Ombilin dibentuk dari dua situasi yaitu umur pelogen dan neogen, dibatasi oleh trend Utara – Selatan dari patahan Tanjung Ampalu, Barat Laut – Tenggara dibatasi oleh strike sitangkan dan patahan Silungkang. Sedangkan Bagian Barat oleh jalur vulkanis Gunung Marapi, Gunung Singgalang, dan Gunung Malintang.

Litologi regional yang terdapat di PT. AIC adalah

a) Formasi Brani

Konglomerat dengan sisipan batu pasir, berumur Oligosen.

b) Kuarsa Pasir

Dengan fenokris Kuarsa dan Feldsper, berumur Trias.

3) Hidrogeologi

Secara umum hidrogeologi daerah Sawahlunto terdiri dari akuifer produktif sedang, akuifer produktif kecil, dan air tanah langka. Untuk daerah Parambahan kondisi air tanahnya adalah air tanah langka diman sulit sekali untuk menemukan air karena pada lokasi ini litologi batuanannya adalah batuan intrusi diorit, granit, serta batuan serpih batu lempung, dan gamping napalan dimana semua batu ini memiliki tingkat kelulusan batuan terhadap air sangat kecil.

c. Kualitas Batubara

Batubara PT. AIC Jaya memiliki kualitas yang sangat baik, dari analisa kualitas batubara yang dilakukan oleh PT. Sucofindo dengan klasifikasi ASTM (American Standart for Testing Material) batubara PT. AIC Jaya termasuk tingkat Bituminous High Volatile B dengan nilai kalori ± 7.020 Kcal/Kg.

Adapun kualitas batubara pada PT.AIC dapat kita lihat pada tabel berikut.

Table 1 : Kualitas Batubara PT. AIC Jaya

Parameter	Rata-rata
Total Moisture (%) AR	6,42
Proximate Analisis (ADB) :	
• Inherent Moisture (%)	2,75
• Ash Content (%)	7,30
• Volatile Matter (%)	38,29
• Fixed Carbon	51,66
Total Sulphur (%)	0,88
Calorific Value (Kcal/Kg)	7084
Hardgrove Grindability Index	46
Coal rank	BITUMINOUS

Sumber : PT. Allied Indo Coal

d. Kuantitas Batubara

Dari hasil eksplorasi juga telah diketahui terdapat 2 lapisan utama yaitu B1 dan C, dimana lapisan C mengalami pemisahan (*splitting*) menjadi 2 lapisan yaitu C1 dan C2. kemiringan lapisan batubara berkisar 50 hingga 150. Lapisan B1 merupakan lapisan batubara

dengan ketebalan berkisar 1,30 – 3,13 m. lapisan B1 ini dapat ditambang dengan tambang terbuka dan tambang bawah tanah.

Lapisan C1 merupakan lapisan batubara dengan ketebalan berkisar 2,5 – 4 m berada pada 35 – 40 m di bawah lapisan batubara B1 sehingga selain ditambang secara tambang terbuka juga memungkinkan untuk ditambang dengan tambang bawah tanah. Lapisan C2 merupakan lapisan batubara dengan ketebalan berkisar 3 – 5 m berada hampir sama dengan lapisan batubara C1 namun memiliki sifat yang lebih kompleks. Kualita batubara Aic dapat dilihat dalam Tabel 1, sedangkan Kondisi akhir neraca cadangan batubara PT. AIC Jaya adalah sebagaimana tercantum dalam tabel 2 berikut :

Tabel 2: Neraca Cadangan Batubara.

No	Lokasi Tambang	Sisa cadangan yang dapat ditambang
1	Seam B1	1.359.540,95 Ton
2	Seam C1	1.790.257,85 Ton
3	Seam C2	1.494.794,00 Ton
Total Cadangan		4.644.592,80 Ton

Sumber : PT. Allied Indo Coal Jaya, (2014)

4. Iklim dan Curah Hujan

a. Iklim

Iklim pada daerah konsesi pertambangan Sawahlunto pada umumnya tidak jauh beda dengan kondisi daerah tambang lainnya dengan iklim tropis. Dengan suhu 29-35 o C pada siang hari. Dan 25-31⁰ C pada malam hari.

b. Curah Hujan

Data curah hujan pada daerah ini cukup tinggi, yakni 64.50 MI pada bulan Agustus 2011.

5. Reklamasi

a. Realisasi Reklamasi

Kegiatan reklamasi lahan yang telah dilaksanakan meliputi penataan area waste dump di luar lubang tambang (*out pit dump*). Selanjutnya dilakukan penebaran tanah pucuk dan penanaman. Kemajuan kegiatan reklamasi hingga akhir maret Tahun 2010 sebagaimana disajikan pada table 3 dibawa ini:

Tabel 3: Realisasi Reklamasi

NO	Lokasi	Luas (Ha)	Luas Tanam		Total (Ha)	Sisa Reklamasi
			Waste Dump (Ha)	Inpit Dump (Ha)		
1	Soutem Cross	1,84	0,08	1,76	1,84	
2	Tamasu	36,20	17,93	18,27	36,20	
3	Tamasu Western	32,63	4,43	28,20	32,63	
4	Parambahan Valley	17,08	17,08		17,08	
5	Western Area Dump	12,07	11,09	0,98	12,07	
6	Emplasment	10,05	10,05		10,05	
7	Central Area	5,90	5,76	0,14	5,90	
8	South Western Dump	22,55	5,49	17,06	22,55	
9	Kelok Macan	0,61	0,18	0,43	0,61	
10	Pisang Nanas	13,52	3,15	6,11	9,26	
11	Central/Tambang Aktif	50,66				
12	Fasilitas Tambang	22,58			13,08	
Total		225,69	53,55	72,95	139,58	86,11

Sumber : PT. Allied Indo Coal, (2010)

Pada umumnya daerah yang selesai ditambang dan tidak dimanfaatkan untuk keperluan lain, langsung direklamasi yang mencakup aktifitas pengembalian lapisan batuan penutup, membentuk jenjang atau teras, perataan permukaan, penebaran tanah (*sub soil &*

top soil) dan pembangunan sistem pengaliran air atau SPA dan revegetasi atau penanaman.

Jenis tumbuhan / vegetasi yang dikembangkan untuk penghijauan adalah: *Albizzia falcate* (Sengon), *Acasia Mangium* (Akasia), *Anacardium occidentale* (Mete), *Muntingia calabura* (Ceri). Adapun tanaman penutup (*cover crop*) yang digunakan adalah jenis rumput-rumputan serta kacang-kacangan. Populasi tanaman pokok 175.460 dan tanaman penutup sekitar 700.000 Batang. Data jumlah bibit yang ada sampai dengan Maret 2010.

b. Pemanfaatan Lahan

Luas KP PT. Allied Indo Coal jaya 372,40 hektar. Lahan yang dimanfaatkan untuk usaha pertambangan dan fasilitas pendukung digambarkan pada (Lampiran B).

B. KAJIAN TEORITIS

1. Peledakan

Kegiatan pembongkaran overburden di Tambang terbuka PT. Allied Indo Coal menggunakan metode pemboran dan peledakan. Tujuan kegiatan peledakan yaitu untuk menghancurkan, melepas, ataupun membongkar batuan dari batuan induknya dengan ukuran fragmentasi tertentu, untuk memenuhi target produksi dan memindahkan batuan yang telah hancur menjadi tumpukan material yang siap untuk dimuat ke dalam alat angkut.

Menurut Koesnaryo, operasi peledakan dinyatakan berhasil dengan baik pada kegiatan penambangan apabila :

- a. Target produksi terpenuhi (dinyatakan dalam ton/hari atau ton/bulan)
- b. Penggunaan bahan peledak efisien yang dinyatakan dalam jumlah batuan yang berhasil dibongkar per kilogram bahan peledak (*powder factor*)
- c. Diperoleh fragmentasi batuan berukuran merata dengan sedikit bongkah (kurang dari 15% dari jumlah batuan yang terbongkar per peledakan)
- d. Diperoleh dinding batuan yang stabil dan rata (tidak ada *overbreak*, *overhang*, retakan-retakan)
- e. Dampak terhadap lingkungan (*flyrock*, getaran, kebisingan, gas beracun, debu) minimal.

Kegiatan pemboran dan peledakan dilakukan salah satunya untuk mengejar target produksi yang diinginkan. Maka dari itu kegiatan pemboran dan peledakan harus dilakukan dengan seefisien dan seefektif mungkin serta dengan *cost* (biaya) yang minimal. Dengan demikian perlu dilakukan kajian atas geometri peledakan dan *powder factor* yang digunakan serta fragmentasi hasil peledakan menjadi lebih optimal.

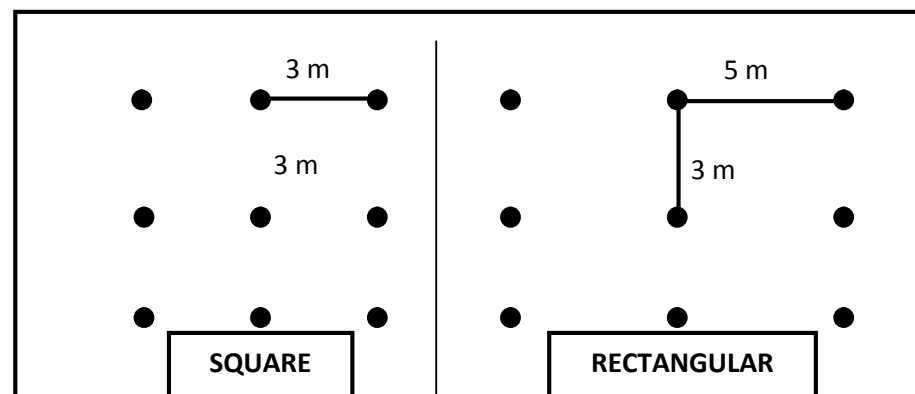
2. Pemboran

Pada umumnya ada dua macam pola pemboran lubang ledak, yaitu pola pemboran sejajar (*parallel*) dan pola pemboran selang-seling (*staggered*). Pola pemboran sejajar adalah pola dengan penempatan lubang bor yang sejajar pada setiap kolomnya, sedangkan pola pemboran selang-

seling adalah pola dengan penempatan lubang bor secara berselang-seling pada setiap kolomnya.

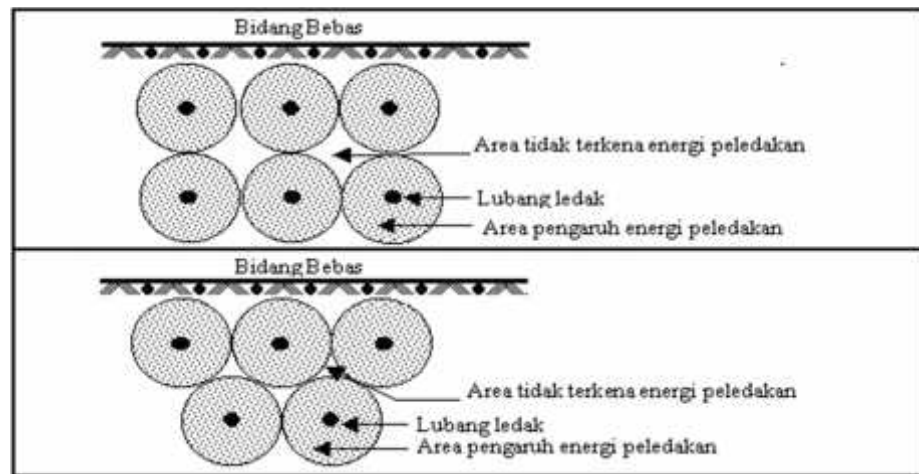
Pola pemboran sejajar merupakan pola yang lebih mudah diterapkan di lapangan, tetapi perolehan fragmentasi batuan nya kurang seragam. Sedangkan pola pemboran selang-seling lebih sulit penanganannya di lapangan namun fragmentasi batuan nya lebih baik dan seragam, hal ini disebabkan karena distribusi energi peledakan yang dihasilkan lebih optimal bekerja dalam batuan.

Berikut ini adalah gambar pola pemboran persegi dan persegi panjang:



Sumber: Diktat Teknik Pembezaian Batuan Pada Penambangan Bahan Galian 2010

Gambar 4. Pola Pemboran



Sumber: Diktat Teknik Pembersihan Batuan Pada Penambangan Bahan Galian 2010

Gambar 5. Perbedaan Pola Sejajar dan Pola Selang Seling

3. Sifat – Sifat Bahan Peledak

Bahan peledak mempunyai bermacam-macam sifat. Untuk jenis bahan peledak Sifat fisik bahan peledak merupakan suatu kenampakan nyata dari sifat bahan peledak ketika menghadapi perubahan kondisi lingkungan sekitarnya. Kenampakan nyata inilah yang harus diamati dan diketahui tanda-tandanya oleh seorang juru ledak untuk mengidentifikasi suatu bahan peledak yang rusak, rusak tapi masih bisa dipakai, dan tidak rusak. Sifat fisik bahan peledak yang harus diperhatikan adalah :

a. Densitas

Densitas secara umum adalah angka yang menyatakan perbandingan berat per volume.

b. Sensitivitas

Sensitivitas adalah sifat yang menunjukkan tingkat kemudahan atau kerentanan suatu bahan peledak untuk terinisiasi (meledak) akibat adanya dorongan dari luar dalam bentuk benturan (*impact*), gelombang

kejut (*shock wave*), panas (*flame*), atau gesekan (*friction*) (sumber: *Diktat Teknik Pemberaian Batuan Pada Penambangan Bahan Galian*, 2010)

c. Ketahanan Terhadap Air (*Water Resistance*)

Ketahanan bahan peledak terhadap air adalah ukuran kemampuan suatu bahan peledak untuk melawan air disekitarnya tanpa kehilangan sensitivitas. Apabila suatu bahan peledak larut dalam air dalam waktu yang pendek berarti bahan peledak tersebut mempunyai ketahanan terhadap air yang buruk, sebaliknya bila tidak larut dalam air disebut sangat baik (*excellent*). Contoh bahan peledak yang mempunyai ketahanan terhadap air yang buruk adalah ANFO (*Ammonium Nitrat, Fuel Oil*), sedangkan bahan peledak yang mempunyai ketahanan terhadap air yang sangat baik adalah emulsi, *watergel, slurries*.

1) Kestabilan Kimia (*Chemical Stability*)

Kestabilan kimia bahan peledak adalah kemampuan untuk tidak berubah secara kimia dan tetap mempertahankan sensitivitas selama dalam penyimpanan di dalam gudang dengan kondisi tertentu. Faktor-faktor yang mempercepat ketidak stabilan kimiawi antara lain panas, dingin, kelembaban, kualitas bahan baku, kontaminasi, pengepakan dan fasilitas gudang bahan peledak.

2) Karakteristik Gas (*Fumes Charateristic*)

Detonasi bahan peledak akan menghasilkan *fume*, yakni gas hasil peledakan yang mengandung racun (*toxic*), apabila proses

pencampuran ramuan bahan peledak tidak sempurna yang menyebabkan terjadinya kelebihan atau kekurangan oksigen selama proses dekomposisi kimia bahan peledak berlangsung. Gas hasil peledakan yang tergolong *fume* antara lain *nitrogen monoksida (NO)*, *nitrogen oksida (NO₂)*, dan *karbon monoksida (CO)*.

Sangat diharapkan dari detonasi suatu bahan peledak komersial tidak menghasilkan gas-gas beracun, namun kenyataannya di lapangan hal tersebut sulit dihindari akibat beberapa faktor antara lain:

- a) Pencampuran ramuan bahan peledak yang meliputi unsur oksida dan bahan bakar tidak seimbang, sehingga tidak mencapai *Zero Oxygen Balance*.
- b) Letak primer tidak tepat.
- c) Kurang tertutup karna pemasangan *Stemming* kurang padat dan kuat.
- d) Adanya air dalam lubang ledak.
- e) Sistem waktu tunda (*delay time system*) tidak tepat.
- f) Kemungkinan adanya reaksi antara bahan peledak dengan batuan.

4. Pola Peledakan

Pola peledakan merupakan urutan waktu peledakan antara lobang-lobang tembak dalam satu baris dengan lobang tembak pada baris

berikutnya ataupun antara lobang tembak yang satu dengan lobang tembak yang lainnya.

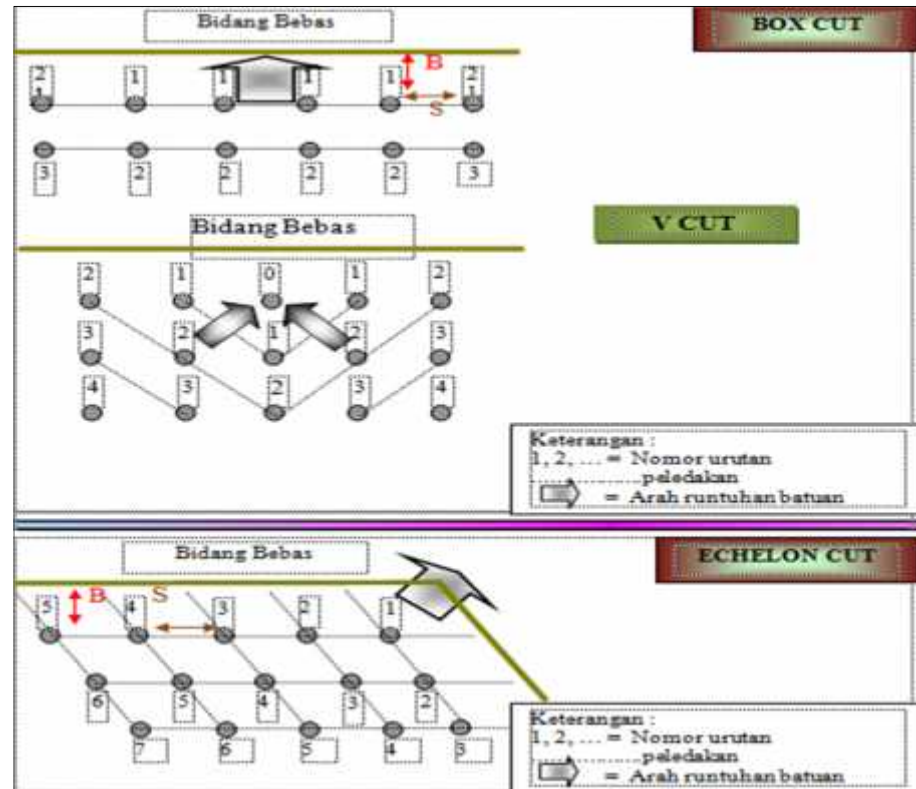
Pola peledakan ini ditentukan berdasarkan urutan waktu peledakan serta arah runtuh material yang diharapkan. Ada beberapa hal yang harus diperhatikan dalam merencanakan pola peledakan sebagai berikut:

- a. Kuat tekan batuan yang akan diledakkan
- b. Fragmentasi hasil peledakan yang diinginkan.
- c. Bidang bebas yang ada serta arah jatuhnya batuan
- d. Jenis bahan peledak yang akan digunakan.

Berdasarkan arah runtuh batuan pola peledakan diklasifikasikan sebagai berikut:

- a. *Box cut*, yaitu pola peledakan yang arah runtuh batunya kedepan dan membentuk kotak
- b. *Corner cut*, yaitu pola peledakan yang arah runtuh batunya ke salah satu sudut dari bidang bebas.
- c. *“V” cut*, yaitu pola peledakan yang arah runtuh batunya kedepan dan membentuk huruf V.

Untuk lebih jelasnya dapat kita lihat pola peledakan seperti gambar 6 berikut:



(Sumber : Kursus Juru Ledak Kelas II)

Gambar 6 . Pola peledakan berdasarkan arah runtuhannya

Berdasarkan urutan waktu peledakan, maka pola peledakan diklasifikasikan sebagai berikut:

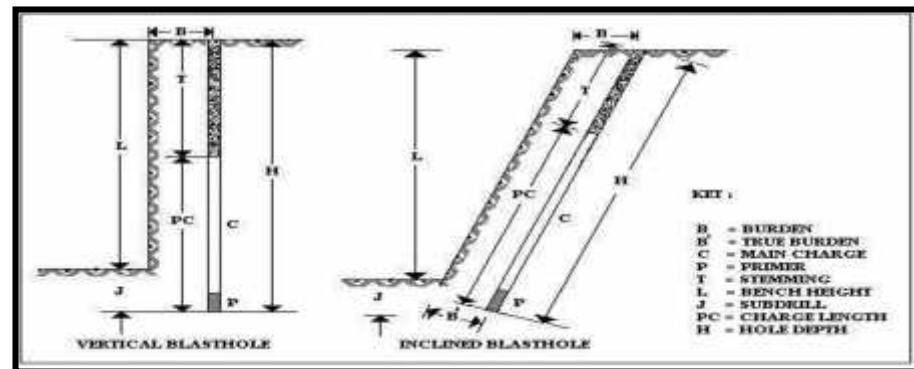
- Pola peledakan serentak, yaitu suatu pola yang menerapkan peledakan secara serentak untuk semua lobang tembak.
- Pola peledakan beruntun, yaitu pola peledakan yang menerapkan peledakan dengan waktu tunda antara baris setiap lobang tembak yang akan diledakkan harus memiliki ruang yang cukup ke arah bidang bebas terdekat agar energi terkonsentrasi secara maksimal sehingga lobang tembak akan terdesak, mengembang dan pecah.

5. Geometri Peledakan

Geometri peledakan merupakan suatu hal yang sangat menentukan hasil peledakan dari segi fragmentasi yang dihasilkan, rekahan yang diharapkan maupun dari segi jenjang yang terbentuk.

a. Rancangan Geometri Peledakan Rumusan R.L Ash

Dalam kegiatan peledakan, yang termasuk geometri peledakan adalah :*burden*, *spasi*, *stemming*, *subdrilling*, kedalaman lubang ledak, panjang kolom isian, diameter lubang ledak dan tinggi jenjang.



Sumber: Diktat Teknik Pemberaian Batuan Pada Penambangan Bahan Galian, 2013

Gambar 7. Geometri peledakan Menurut R.L. ASH (1963)

Ada beberapa metode yang dikembangkan oleh para ahli peledakan untuk menentukan besaran-besaran geometri peledakan. Salah satu diantaranya adalah metode yang dikembangkan oleh R.L Ash (1963) tentang perhitungan geometri peledakan secara teoritis.

a. *Burden* (B)

Burden merupakan jarak tegak lurus terpendek antara lubang tembak yang diisi bahan peledak dengan bidang bebas atau ke arah mana batuan hasil peledakan akan terlempar.

Jarak *burden* yang baik adalah jarak dimana energi ledakan bisa menekan batuan secara maksimal sehingga pecahnya batuan dapat sesuai dengan *fragmentasi* batuan yang direncanakan dengan mengupayakan sekecil mungkin terjadinya batu terbang, bongkah, dan retaknya batuan pada batas akhir jenjang.

Batuan *standard* mempunyai bobot isi 160 lb/ft³, bahan peledak *standard* memiliki berat jenis 1,2, kecepatan detonasi 12000 fps, dan Kb *standard* (*burden ratio*) yaitu 30. Tetapi jika batuan dan bahan peledak yang akan diledakkan tidak sama dengan ukuran *standard* maka harga Kb *standard* itu harus dikoreksi menggunakan faktor penyesuaian (*adjustment factor*).

a) Faktor penyesuaian (*adjustment factor*)

$$AF1 = \sqrt[3]{\frac{S_{na}}{S_{na}} \frac{(V_{na})^2}{(V_{na})^2}}$$

$$AF2 = \sqrt[3]{\frac{D}{D}}$$

b) Kb terkoreksi = Kb *standart* x AF₁ x AF₂ Jadi :

$$B = \frac{K \times D}{12}$$

Dimana :

AF1 = faktor yang disesuaikan untuk bahan peledak yang dipakai

AF2 = faktor yang disesuaikan untuk batuan yang akan diledakkan

De = diameter lubang tembak (inchi)

D = bobot isi batuan yang diledakkan (lb/ft³)

D_{std} = bobot isi batuan standard (160 lb/ ft³)

B = *burden* (ft)

Kb = *burden ratio*

Kb_{std} = *burden ratio* standard (30)

SG = berat jenis bahan peledak yang dipakai (ANFO = 0,8)

SG_{std} = berat jenis bahan peledak *standard*

VOD = VOD bahan peledak yang dipakai

VOD_{std} = VOD bahan peledak *standard* (12.000 fp/s)

b. *Spasi* (S)

Spasi adalah jarak terdekat antara dua lubang tembak yang berdekatan di dalam satu baris (*row*).

Apabila jarak spasi terlalu kecil akan menyebabkan batuan hancur menjadi halus, tetapi bila spasi lebih besar daripada ketentuan akan menyebabkan banyak terjadi bongkah dan tonjolan diantara 2 lubang ledak setelah diledakkan.

$$S = K_s \times B$$

Dimana :

$$K_s = \text{spacing ratio (1,00 – 2,00)}$$

$$S = \text{spasi(meter)}$$

$$B = \text{burden (meter)}$$

Berdasarkan cara urutan peledakannya, pedoman penentuan spasi adalah sebagai berikut:

a) Peledakan serentak, $S = 2B$

b) Peledakan beruntun dengan delay interval lama (*second delay*)

$$S = B$$

c) Peledakan dengan *millisecond delay*, S antara 1B hingga 2B.

d) Peledakan terdapat kekar yang tidak saling tegak lurus, S antara 1,2B hingga 1,8B

e) Peledakan dengan pola *equilateral* dan beruntun tiap lubang ledak dalam baris yang sama, $S = 1,15B$

c. Stemming (T)

Stemming adalah tempat material penutup di dalam lubang bor, yang letaknya di atas kolom isian bahan peledak.

Fungsi *stemming* adalah supaya terjadi keseimbangan tekanan dalam lubang tembak dan mengurung gas – gas hasil ledakan sehingga dapat menekan batuan dengan energi yang maksimal.

Stemming yang cukup panjang dapat mengakibatkan terbentuknya bongkah apabila energi ledak tidak mampu untuk

menghancurkan batuan di sekitar *stemming* tersebut. Sedangkan *stemming* yang terlalu pendek dapat mengakibatkan timbulnya batuan terbang (*flying rock*) dan pecahnya batuan akan menjadi kecil.

Untuk penentuan tinggi stemming digunakan rumus seperti di bawah ini:

$$T = K_t \times B$$

Dimana :

$$K_t = \text{stemming ratio (0,75 – 1,00)}$$

$$T = \text{stemming (meter)}$$

$$B = \text{burden(meter)}$$

d. *Subdrilling* (J)

Subdrilling merupakan bagian dari panjang lubang tembak yang terletak lebih rendah dari lantai jenjang. *Subdrilling* diperlukan agar batuan dapat meledak secara keseluruhan dan terbongkar tepat pada batas lantai jenjang, sehingga tonjolan – tonjolan pada lantai jenjang dapat dihindari.

Rumusan yang digunakan adalah :

$$J = K_j \times B$$

Dimana :

$$K_j = \text{subdrilling ratio (0,2 – 0,3)}$$

$$J = \text{subdrilling(meter)}$$

$$B = \text{burden(meter)}$$

e. Kedalaman Lubang Tembak (H)

Kedalaman lubang ledak merupakan jumlah total antara tinggi jenjang dengan besarnya *subdrilling*. Kedalaman lubang ledak biasanya disesuaikan dengan tingkat produksi (kapasitas alat muat) dan pertimbangan geoteknik.

Rumus yang digunakan adalah :

$$H = K_h \times B$$

Dimana :

K_h = *hole depth ratio* (1,5 - 4,0)

L = kedalaman lubang tembak (meter)

B = *burden*(meter)

f. Panjang Kolom Isian (PC)

Panjang kolom isian merupakan panjang kolom lubang tembak yang akan diisi bahan peledak. Panjang kolom ini merupakan kedalaman lubang tembak dikurangi panjang *stemming* yang digunakan.

$$PC = H - T$$

Dimana :

PC = panjang kolom isian (meter)

H = kedalaman lubang tembak (meter)

T = *stemming* (meter)

g. Tinggi Jenjang (L)

Secara spesifik tinggi jenjang maksimum ditentukan oleh peralatan lubang bor dan alat muat yang tersedia. Tinggi jenjang berpengaruh terhadap hasil peledakan seperti fragmentasi batuan, ledakan udara, batu terbang, dan getaran tanah. Berdasarkan perbandingan ketinggian jenjang dengan jarak burden yang diterapkan (*Stiffness Ratio*).

Penentuan ukuran tinggi jenjang berdasarkan *Stiffness Ratio* digunakan rumus sebagai berikut :

$$L = 5 \times D_e$$

Dimana :

L = tinggi jenjang minimum (ft)

D_e = diameter lubang tembak (inchi)

b. Rancangan Geometri Peledakan Rumusan C.J Konya

1) Burden (B)

Burden dihitung berdasarkan diameter lubang ledak, jenis batuan dan jenis bahan peledak yang diekspresikan dengan densitasnya. Rumus dari *burden* ialah:

$$B = 3,15 \times d_e \times \sqrt[3]{\left(\frac{r_e}{r_r}\right)}$$

Keterangan :

B = *Burden (meter)*

D_e = Diameter Lubang Ledak

r_e = Densitas Bahan Peledak

r_r = Densitas Batuan Yang Akan Diledakan

2) Tinggi Jenjang (H)

$$H = 5 \times D$$

Keterangan :

H = Tinggi jenjang (ft)

D = Diameter lobang ledak (Inc)

3) Spacing (S)

Serentak tiap baris lubang ledak (*instantaneous single-row blastholes*).

$$H < 4B \rightarrow S = \frac{H + 2B}{3}$$

$$H > 4B \rightarrow S = 2B$$

Berurutan dalam tiap baris lubang ledak (*sequenced single-row blastholes*)

$$H < 4B \rightarrow S = \frac{H + 7B}{8}$$

$$H > 4B \rightarrow S = 1,4B$$

Keterangan :

S = Spacing(meter)

H = Tinggi Jenjang (meter)

B = Burden (meter)

4) Steming (T)

Batuan massif $T = B$

Batuan berlapis $T = 0,7B$

Keterangan :

$T = \text{Stemming (meter)}$

$B = \text{Burden (meter)}$

5) *Subdrilling* (J)

$$\text{Subdrilling (J)} = 0,3 B$$

Keterangan :

$J = \text{Subdrilling (meter)}$

$B = \text{Burden (meter)}$

c. Rancangan Geometri Peledakan Rumusan I.C.I Explosives

Salah satu cara merancang geometri peledakan dengan “coba-coba” atau *trial and error* atau *rule of thumb* yang akan diberikan adalah dari *ICI Explosives*. Tinggi jenjang (H) dan diameter lubang ledak (D) merupakan pertimbangan pertama yang disarankan. Jadi cara ini menitikberatkan pada alat yang tersedia atau yang akan dimiliki. Untuk hubungan tinggi jenjang dengan diameter lubang ledak yang akan digunakan dapat dilihat pada Gambar 23, dan terminologi geometri peledakan pada Gambar 24 di halaman 61. Selanjutnya untuk menghitung parameter lainnya sebagai berikut:

1) Tinggi Jenjang (H) Secara Empiris

$$H = 60 Ds/d \ 140 D$$

2) Burden (B) Antar Baris

$$B = 25 Ds/d \ 40 D$$

3) Spasi Antar Lubang (S)

$$S = 1 B \text{ s/d } 1,5 B$$

4) Subgrade/Subdrill (J)

$$J = 8 D \text{ s/d } 12 D$$

5) Stemming (T)

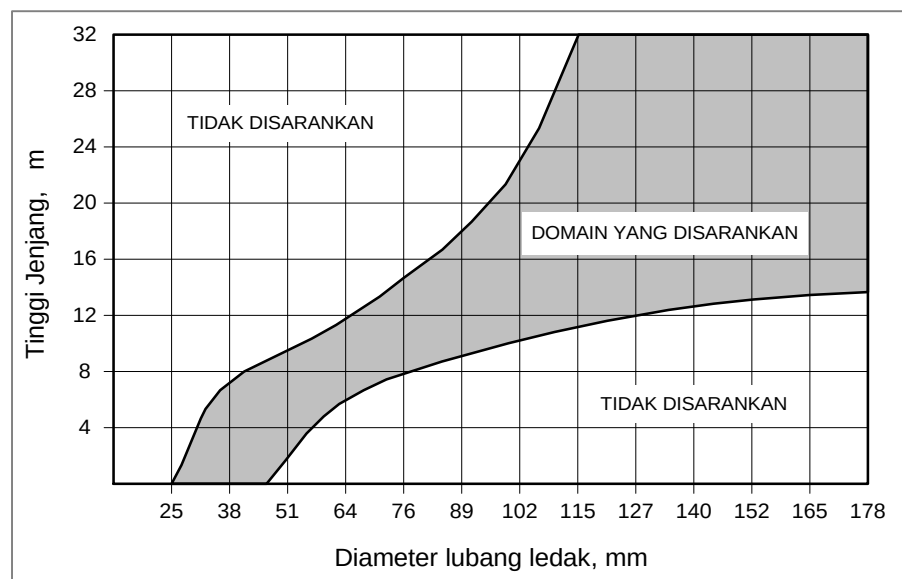
$$T = 20 D \text{ s/d } 30 D$$

6) Kedalaman Lubang (L)

$$L = H + J$$

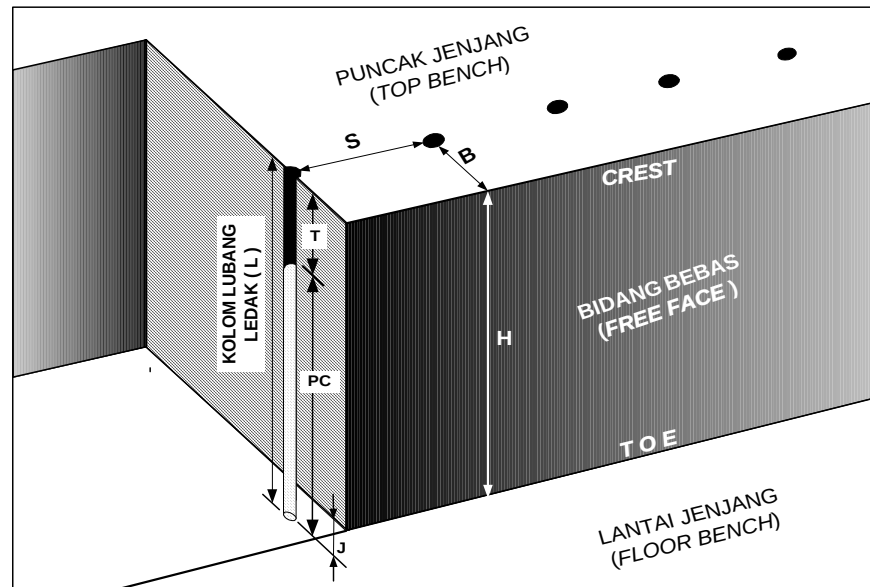
7) Panjang Kolom Isian (PC)

$$PC = L - T$$



Sumber :Kursus Juru Ledak Kelas II

Gambar 8. Hubungan Variasi Diameter Lubang Ledak Dengan Tinggi Jenjang



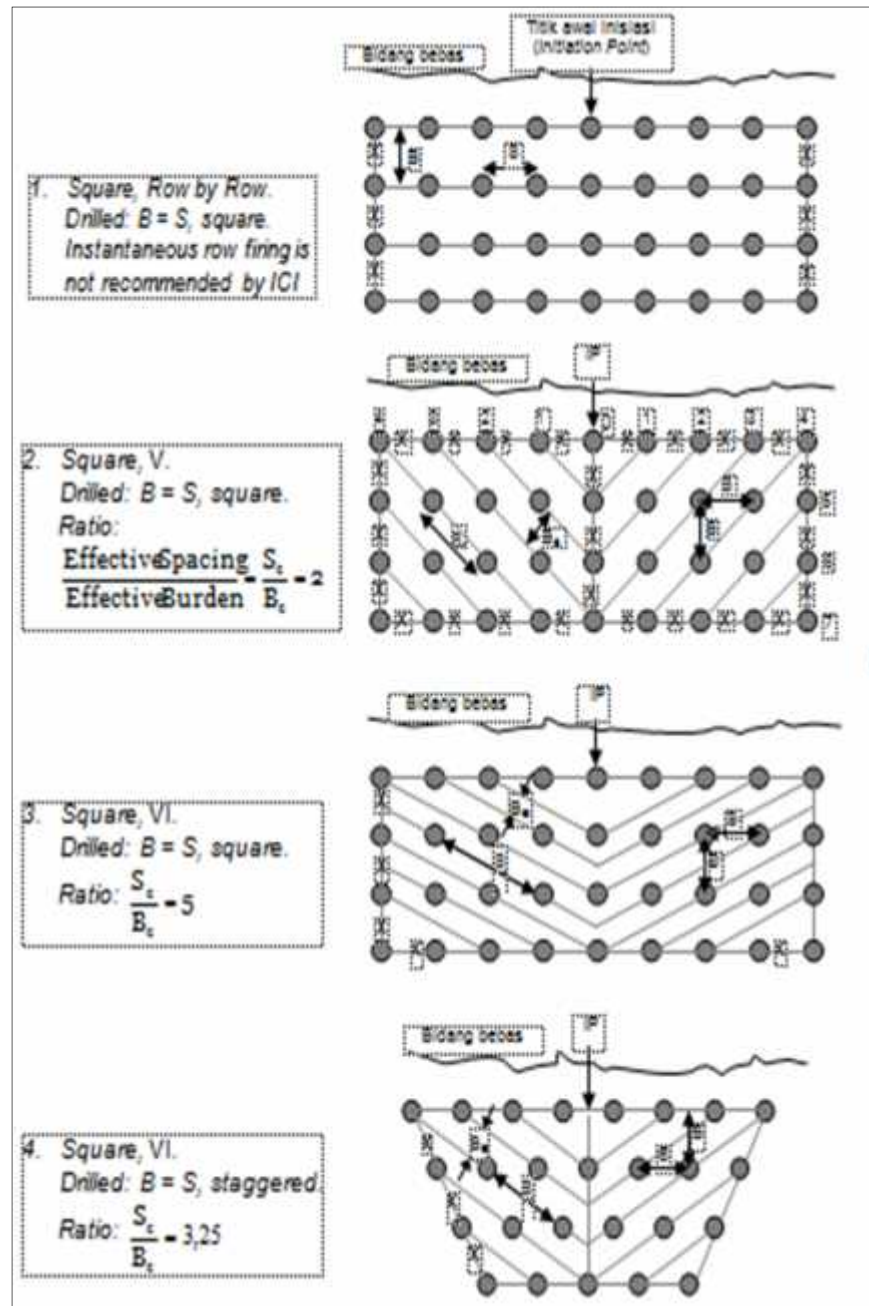
Sumber :Kursus Juru Ledak Kelas II

Gambar 9. Terminologi Dan Simbol Geometri Peledakan

Burden dan spasi dapat berubah tergantung pada sekuen inisiasi yang digunakan seperti terlihat pada Gambar 10.

- a) Tipe sistem inisiasi tergantung pada bahan peledak yang dipilih dan peraturan setempat yang berlaku.
- b) Waktu tunda antar lubang sepanjang baris yang sama disarankan minimal 4 ms per meter panjang spasi
- c) Waktu tunda minimum antara baris lubang yang berseberangan antara 4 ms – 8 ms per meter. Dikhawatirkan apabila lebih kecil dari angka ms tersebut tidak cukup waktu untuk batuan bergerak ke depan dan konsekuensinya bagian bawah setiap baris material akan tertahan.
- d) Waktu tunda dalam lubang (*in-hole delay*) untuk sistem inisiasi nonel direkomendasikan tidak meledak terlebih dahulu sampai

detonator tunda di permukaan (*surface delay*) terpropagasi seluruhnya.



Sumber :Kursus Juru Ledak Kelas II

Gambar 10. Tipe-Tipe Sekuen Inisiasi (Dari ICI Explosives)

6. Loading Density

Loading Density merupakan banyaknya bahan peledak untuk setiap panjang kolom lubang ledak yang dinyatakan dalam kg/m. (*diktat kuliah teknik peledakan, UNP*)

$$de = 1/4 \times 3,14 (De)^2 \times SG \times 1000$$

Keterangan :

de = *Loading Density* (Kg/m)

De = Diameter Lubang tembak (Inchi)

SG = *Spesific Gravity*

7. Powder Factor (Pf)

Powder faktor merupakan suatu bilangan untuk menyatakan jumlah material yang diledakkan atau dibongkar oleh sejumlah bahan peledak yang dapat dinyatakan dalam kg/ton. (*Raimon Kopa, diktat kuliah teknik pertambangan*)

$$Pf = \frac{\text{berat bahan peledak}}{\text{volume batuan yang diledakkan}}$$

$$= \frac{B}{\frac{A}{B \times S \times H} + B}$$

Pf biasanya sudah ditetapkan oleh perusahaan karena merupakan hasil dari beberapa penelitian sebelumnya dan juga karna berbagai pertimbangan.

a. Perhitungan volume batuan yang diledakkan

Volume batuan yang akan diledakkan tergantung pada dimensi spasi, burden, tinggi jenjang, dan jumlah lubang ledak yang tersedia.

Dimensi atau ukuran spasi, burden dan tinggi jenjang memberikan peranan yang penting terhadap besar kecilnya volume peledakan. Artinya volume hasil peledakan akan meningkat bila ukuran ketiga parameter tersebut diperbesar, sebaliknya untuk volume yang kecil. Sedangkan pada tambang bawah tanah, baik pembuatan terowongan atau jenis bukaan lainnya, volume hasil peledakan diperoleh dari perkalian luas permukaan kerja atau front kerja atau face dengan kedalaman lubang ledak rata-rata. Prinsip volume yang akan diledakkan adalah perkalian burden (B), spasi (S) dan tinggi jenjang (H) yang hasilnya berupa balok dan bukan volume yang telah terberai oleh proses peledakan. Volume tersebut dinamakan volume padat (solid atau insitu atau bank), sedangkan volume yang telah terberai disebut volume lepas (loose). Konversi dari volume padat ke volume lepas menggunakan faktor berai atau swell factor, yaitu suatu faktor peubah yang dirumuskan (*Sumber: Kursus Juru Ledak Kelas II*).

$$SF = \frac{V_s}{V_L} \times 100 \%$$

$$V_S = B \times S \times H$$

$$V_L = \frac{B \times S \times H}{SF}$$

Keterangan:

SF = Swell Factor (%)

VS = Volume Solid (m³)

VL = Volume Loose (m³)

Apabila ditanyakan berat hasil peledakan, maka dihitung dengan mengalikan volume dengan densitas batuan yang dirumuskan (*Sumber: Kursus Juru Ledak Kelas II*):

$$W = VL \times \rho$$

Keterangan:

W = Berat Hasil Peledakan (ton)

VL = Volume Loose (m³)

ρ = Densitas masa batuan (gr/cc)

Perlu diingat bahwa berat hasil peledakan baik dalam volume padat maupun volume lepas bernilai sama, tetapi densitasnya berbeda, di mana densitas pada kondisi lepas akan lebih kecil dibanding padat.

b. Perhitungan jumlah bahan peledak (*Loading density*)

Loading density yaitu jumlah bahan peledak setiap meter kedalaman kolom lubang ledak. Densitas pengisian digunakan untuk menghitung jumlah bahan peledak yang diperlukan setiap kali peledakan. Disamping itu, perhatikan pula kolom lobang ledak (L) yang terbagi menjadi “penyumbat” atau *stemming* (T) dan “isian utama” (PC). Bahan peledak hanya terdapat sepanjang kolom PC, sehingga keperluan bahan peledak setiap kolom adalah perkalian PC dengan densitas pengisian (ρ_d) (*Sumber: Kursus Juru Ledak Kelas II*).

$$W_{\text{handak}} = PC \times \rho_d$$

$$W_{\text{total handak}} = n \times PC \times \rho_d$$

Keterangan:

n = Jumlah seluruh lubang tembak

PC = Isian Utama (m)

ρ_d = Densitas pengisian(gr/cc)

Menggunakan Tabel 4 yaitu angka yang diperoleh dari hasil perpotongan kolom diameter lubang ledak dengan baris densitas bahan peledak. Misalnya berapa ρ_d bila diameter lubang ledak 102 mm (4 inci) dan bahan peledak berdensitas 1,0 gr/cc. Caranya adalah dengan menarik garis horizontal dari angka 102 mm pada kolom diameter dan berpotongan dengan garis vertikal dari densitas bahan peledak 1,0 gr/cc pada angka 8,17, jadi $\rho_d = 8,17$ kg/m. Untuk lebih jelasnya dapat kita lihat pada tabel 4 berikut:

Tabel 4. Densitas pengisian untuk berbagai diameter lubang ledak dan *densitas* bahan peledak dalam kg/m

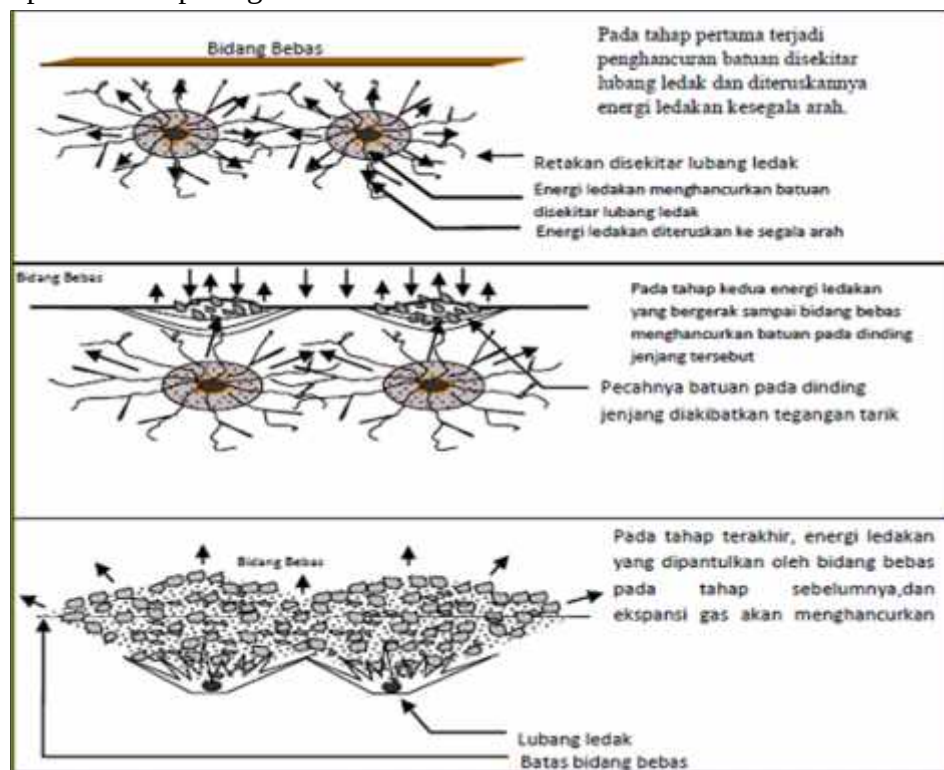
densitas bahan peledak dalam kg/m										
Diameter lubang ledak		Densitas bahan peledak, gr/cc								
mm	inci	0.70	0.80	0.85	0.90	1.00	1.15	1.20	1.25	1.30
76	3.00	3.18	3.63	3.86	4.08	4.54	5.22	5.44	5.67	5.90
89	3½	4.35	4.98	5.29	5.60	6.22	7.15	7.47	7.78	8.09
102	4.00	5.72	6.54	6.95	7.35	8.17	9.40	9.81	10.21	10.62
108	4¼	6.41	7.33	7.79	8.24	9.16	10.54	10.99	11.45	11.91
114	4½	7.14	8.17	8.68	9.19	10.21	11.74	12.25	12.76	13.27
121	4¾	8.05	9.20	9.77	10.35	11.50	13.22	13.80	14.37	14.95
127	5.00	8.87	10.13	10.77	11.40	12.67	14.57	15.20	15.83	16.47
130	5 ⅛	9.29	10.62	11.28	11.95	13.27	15.26	15.93	16.59	17.26
140	5½	10.78	12.32	13.08	13.85	15.39	17.70	18.47	19.24	20.01
152	6.00	12.70	14.52	15.42	16.33	18.15	20.87	21.78	22.68	23.59
159	6¼	13.90	15.88	16.88	17.87	19.86	22.83	23.83	24.82	25.81
165	6½	14.97	17.11	18.18	19.24	21.38	24.59	25.66	26.73	27.80
178	7.00	17.42	19.91	21.15	22.40	24.88	28.62	29.86	31.11	32.35
187	7 ⅜	19.23	21.97	23.34	24.72	27.46	31.58	32.96	34.33	35.70
203	8.00	22.66	25.89	27.51	29.13	32.37	37.22	38.84	40.46	42.08
210	8¼	24.25	27.71	29.44	31.17	34.64	39.83	41.56	43.30	45.03
229	9.00	28.83	32.95	35.01	37.07	41.19	47.37	49.42	51.48	53.54

(Sumber: Kursus Juru Ledak Kelas II)

8. Mekanisme Pecahnya Batuan Akibat Peledakan

Menurut dokumen Supervisory (1996:Rancangan Peledakan-1) menyatakan bahwa proses pecahnya batuan akibat energi ledakan dapat dibagi dalam tiga tingkat, yaitu proses pemecah tingkat I (*Dynamic Loading*), proses pemecahan tingkat II (*Quasi-static Loading*) dan proses pemecahan tingkat III (*Release of Loading*).

Bagaimana mekanisme pecahnya batuan akibat peledakan diperlihatkan pada gambar 11 dibawah ini.



(Sumber : Supervisory,1996)

Gambar 11. Mekanisme pecahnya batuan akibat peledakan

9. Faktor Yang Mempengaruhi Kegiatan Peledakan

Faktor yang berpengaruh dalam pemboran dan peledakan ada yang bersifat tidak dapat dikendalikan dan faktor yang dapat dikendalikan oleh

manusia, karena proses terjadi secara alamiah. Faktor-faktor tersebut sebagai berikut:

a. Faktor Yang Tidak Dapat Dikendalikan :

1) Sifat Fisik Batuan

a) Specific Gravity Influence (SGI)

SGI adalah sifat batuan terkait berat jenis dan porositas. Batuan dengan bobot isi kecil pada umumnya lebih mudah mengalami deformasi dan memerlukan energi peledakan yang rendah untuk pemecahannya.

b) Hardness

Sifat mekanis batuan yang berhubungan dengan kekuatannya adalah kuat tekan uniaksial dan kekerasan batuan. Kuat tekan uniaksial batuan merupakan ukuran kemampuan batuan untuk menahan beban atau gaya yang bekerja pada arah uniaksial. Kekerasan dapat dipakai dalam menyatakan besarnya tegangan yang diperlukan untuk menyebabkan kerusakan pada batuan. Skala Mohs merupakan ukuran daya tahan mineral terhadap goresan (*Scratching*).

Tabel 5. Hubungan antara kekerasan batuan dengan kuat tekan uniaksial

Klasifikasi	Kekerasan (skala Moh's)	Kuat Tekan Uniaksial (MPa)
Sangat keras	> 7	> 200
Keras	$6 - 7$	$120 - 200$
Agak keras	$4,5 - 6$	$60 - 120$
Agak lunak	$3 - 4,5$	$30 - 60$
Lunak	$2 - 3$	$10 - 30$
Sangat lunak	$1 - 2$	< 10

(Sumber : Bahan Ajar : Teknik Peledakan)

2) Bidang lemah massa batuan

a) *Rock Massa Description* (RMD)

RMD merupakan parameter ruang digunakan untuk menunjukkan kualitas massa batuan dengan melakukan pengamatan terhadap struktur batuan yang melakukan pengamatan terhadap struktur batuan dan hancurnya (*muckpile*). RMD dikategorikan ke dalam 3 kelas, yaitu rapuh (*powderyl friable*), struktur blok terkekarkan (*blocky*), dan sangat pejal (*totally massive*).

b) *Joint Plane Spacing* (JPS)

JPS adalah jarak tegak lurus antar dua bidang lemah yang berurutan. Attewel mengklasifikasikan jarak antar bidang lemah seperti terlihat pada tabel 6 di bawah ini :

Tabel 6. Klasifikasi Jarak Antar Bidang Lemah

Deskripsi	Struktur Bidang	Jarak (mm)
Spasi sangat lebar	Perlapisan sangat tebal	> 2000
Spasi lebar	Perlapisan tebal	600 – 2000
Spasi moderat lebar	Perlapisan sedang	200 – 600
Spasi dekat	Perlapisan tipis	60 - 200
Spasi sangat dekat	Perlapisan sangat tipis	20 - 60
Spasi ekstrim dekat	Laminasi tipis (sedimentasi)	< 20

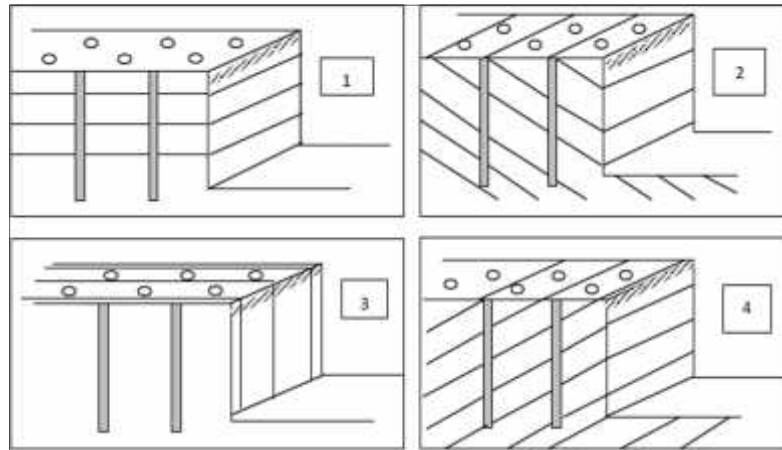
(Sumber : Sitanggang, 2008)

c) *Joint Plane Orientation (JPO)*

Dalam operasi peledakan, orientasi bidang lemah pada massa batuan dapat mengakibatkan hal-hal tersebut

- (1) *Horizontal* (orientasi bidang diskontinuitas sejajar bidang bebas), menghasilkan kemantapan lereng dan arah lemparan yang terkontrol.
- (2) *Dip Out of Face* (orientasi bidang ke arah pit), menyebabkan ketidakmantapan lereng dan menghasilkan backbreak berlebih.
- (3) *Strike normal to face* (orientasi bidang diskontinuitas menyudut terhadap bidang bebas), akan menghasilkan muka jenjang berblok-blok dan terjadi hancuran yang berlebih.

(4) *Dip into Face* (orientasi bidang diskontinuitas kearah massa batuan), menyebabkan toe tidak hancur dan potensi batuan akan mengganggu.



(Sumber : Drill and Blast Department PT.TCM)

Gambar 12. Orientasi Bidang Diskontinuitas

3) Pengaruh Air Tanah

Kandungan air dalam jumlah yang cukup banyak dapat mempengaruhi stabilitas kimia bahan peledak yang sudah diisikan kedalam lubang ledak. Kerusakan sebagian isian bahan peledak dapat mengurangi kecepatan reaksi bahan peledak sehingga akan mengurangi energi peledakan, atau bahkan isian akan gagal meledak (*missfire*). Misalnya ANFO yang dapat larut dalam air, tidak dapat digunakan untuk zona peledakan yang banyak airnya. Untuk mengatasi pengaruh air, dapat menggunakan pompa untuk mengeluarkan air tersebut dari lubang ledak kemudian membungkus bahan peledak menggunakan plastik. Penutupan pada lubang ledak pada saat hujan juga merupakan salah satu cara mengurangi pengaruh air. Alternatif lain dalam mengatasi adanya

pengaruh air dalam lubang ledak adalah dengan menggunakan bahan peledak yang tahan terhadap air atau dengan kata lain bahan peledak tersebut mempunyai ketahanan terhadap air (*water resistance*) yang sangat baik., contohnya emulsi, *watergel* atau *slurries*.

4) Kondisi Cuaca

Kondisi cuaca mempunyai pengaruh besar terhadap kegiatan pembongkaran batuan, hal ini berkaitan dengan jadwal waktu kerja efektif rata-rata. Dalam suatu operasi peledakan, proses pengisian dan penyambungan rangkaian lubang ledak dilakukan pada cuaca normal, dan harus dihentikan ketika cuaca mendung (akan hujan) apalagi disertai kilat, dan hal ini sangat membahayakan apabila menggunakan metode peledakan listrik, karena kilatan dapat mengaktifasi aliran listrik, sehingga akan terjadi peledakan prematur. Pada daerah tropik, semakin banyak hari hujan berarti jumlah jam kerja efektif untuk operasi peledakan menjadi semakin pendek. Semuanya itu demi kelancaran proses peledakan dan disamping itu akan menjamin keamanan para pekerja.

b. Faktor-faktor yang dapat dikendalikan

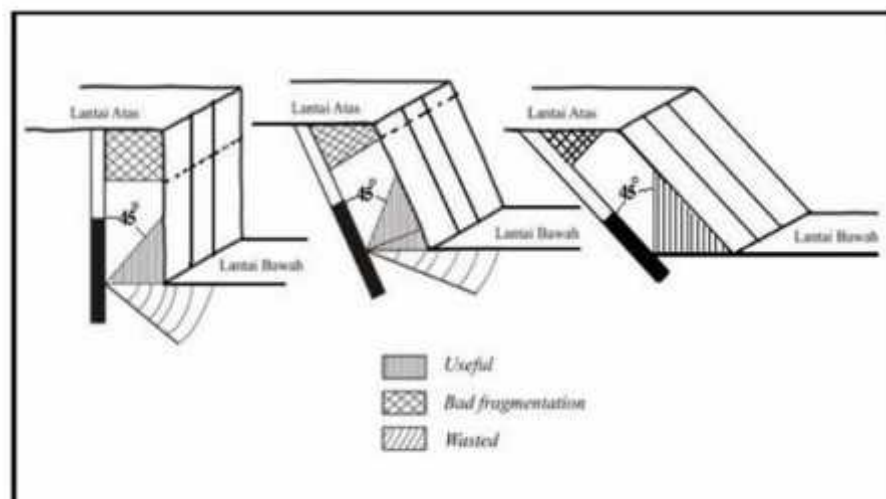
Merupakan faktor -faktor yang dapat dikendalikan oleh kemampuan manusia dalam merancang suatu peledakan untuk memperoleh hasil peledakan yang diharapkan. Adapun faktor-faktor

tersebut merupakan geometri peledakan sebagai berikut:

1) Kemiringan Lubang Ledak

Kemiringan lubang ledak secara teoritis ada dua, yaitu lubang ledak tegak dan lubang ledak miring. Rancangan peledakan yang menerapkan lubang ledak tegak, maka gelombang tekan yang dipantulkan oleh bidang bebas lebih sempit, sehingga kehilangan gelombang tekan akan cukup besar pada lantai jenjang bagian bawah, hal ini dapat menyebabkan timbulnya tonjolan pada lantai jenjang. Sedangkan pada peledakan dengan lubang ledak miring akan membentuk bidang bebas yang lebih luas, sehingga akan mempermudah proses pecahnya batuan dan kehilangan gelombang tekan pada lantai jenjang menjadi lebih kecil.

Penerapan lubang ledak yang biasanya diterapkan di lapangan dapat dilihat pada gambar 10 berikut ini:



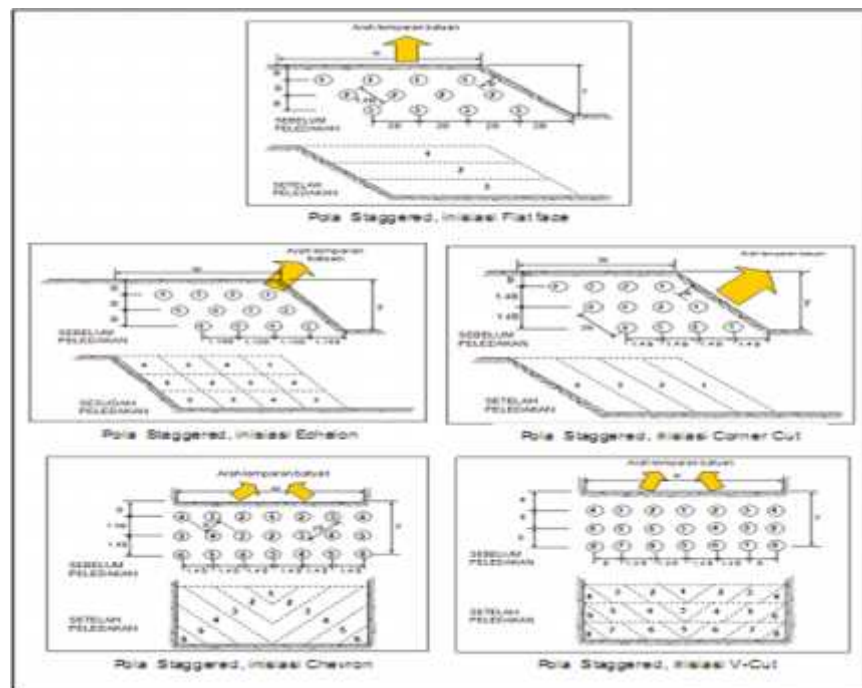
Gambar 13. Pemboran Lubang Ledak Tegak dan Miring

2) Pola Pemboran

Suatu rancangan peledakan untuk memperoleh hasil fragmentasi yang baik, bentuk dan perpindahan tumpukan dan pengontrolan dinding pada kondisi geologi tertentu juga dipengaruhi oleh metode inisiasi yang diterapkan pada rancangan tersebut. Pola penyalan dengan waktu tunda bertujuan untuk memberi kesempatan pada batuan hasil peledakan terlempar kearah bidang bebas sebelum lubang tembak atau baris berikutnya meledak.

Pola tunda peledakan pada dasarnya dibedakan atas pola tunda *Row by row (ms flat face)*, pola tunda *ms V Cut*, pola tunda *Box Cut* dan pola tunda *ms echelon*.

Beberapa contoh pola peledakan berdasarkan sistem inisiasi dapat dilihat pada gambar 14 berikut ini:



Gambar 14. Pola Peledakan berdasarkan Sistem Inisiasi

3) Diameter Lubang Ledak

Pemilihan diameter lubang ledak tergantung pada tingkat produksi yang diinginkan. Pemilihan ukuran lubang ledak secara tepat sangat penting untuk memperoleh hasil fragmentasi secara maksimal dengan biaya rendah. Diameter lubang ledak berpengaruh pada penentuan jarak *burden* dan jumlah bahan peledak yang digunakan pada setiap lubangnya.

Faktor-faktor yang mempengaruhi penentuan diameter lubang ledak antara lain:

- 1) Volume massa batuan yang akan dibongkar
- 2) Tinggi jenjang dan konfigurasi isian
- 3) Fragmentasi yang diinginkan
- 4) Unit *drill* yang tersedia
- 5) Kapasitas alat muat yang akan menangani material hasil

10. Fragmentasi Batuan

Indikator lainnya yang menentukan keberhasilan suatu kegiatan pemboran dan peledakan adalah tingkat fragmentasi batuan yang dihasilkan dari kegiatan pemboran dan peledakan tersebut. Hal ini sejalan dengan pendapat Koesnaryo (2001: 8) “Suatu operasi peledakan dinyatakan berhasil dengan baik pada kegiatan penambangan apabila diperoleh fragmentasi batuan berukuran merata dengan sedikit bongkah (kurang dari 15 % dari jumlah batuan yang terbongkar per peledakan)”. Fragmentasi adalah istilah umum yang menunjukkan ukuran setiap bongkah batuan hasil peledakan. Ukuran fragmentasi

tergantung pada proses selanjutnya. Untuk tujuan tertentu ukuran fragmentasi yang besar atau *boulder* diperlukan, misalnya sebagai penghalang ditepi jalan tambang. Namun kebanyakan diinginkan ukuran fragmentasi yang sesuai dengan makanan unit alat muat yang digunakan pada tambang batubara.

Pengukuran terhadap fragmentasi dan tumpukan yang terbentuk akan memberikan masukan dalam penentuan desain peledakan dan pemilihan bahan peledak yang cocok untuk kondisi tambang tertentu.

Permasalahan fragmentasi yang timbul dapat disebabkan oleh beberapa hal berikut ini yaitu:

- a. Ketidakesesuaian desain peledakan terhadap kondisi lapangan.
- b. Penerapan desain peledakan yang buruk di lapangan
- c. Kondisi massa batuan yang bervariasi.

Ukuran fragmentasi yang diperlukan untuk tanah penutup (*overburden*) dan bahan galian berbeda sebab ukuran fragmentasi yang diinginkan untuk *overburden* adalah yang sesuai dengan ukuran *bucket* dan kemampuan mesin gali untuk menghasilkan produktivitas dan laju penggalian yang tinggi sedangkan untuk endapan bahan galian bergantung pada kebutuhan untuk proses berikutnya.

Ada dua prinsip yang harus digunakan untuk mengontrol ukuran fragmentasi, yaitu cukupnya jumlah energi yang dihasilkan bahan peledak terpakai di dalam massa batuan dan saat pelepasan energi juga tepat agar terjadi interaksi yang tepat. Lebih jauh, distribusi energi di dalam

massa batuan terpecah ke dalam dua tahap yang berbeda. Pertama harus ada energi yang cukup untuk menghancurkan massa batuan dengan menggunakan jumlah bahan peledak yang tepat. Bahan peledak juga harus ditempatkan dalam konfigurasi geometri sehingga energi optimum untuk fragmentasi. Konfigurasi geometri ini biasanya disebut dengan pola peledakan. Pelepasan energi pada waktu yang salah dapat mengubah hasil akhir, bahkan meskipun sejumlah energi yang tepat ditempatkan dengan strategis diseluruh massa batuan dalam pola yang tepat. Jika waktu inisiasi tidak tepat, maka dapat terjadi perbedaan pada pecahan batuan, getaran, airblast, flyrock dan backbreak.

a. Metode Pengukuran Fragmentasi

Empat metode pengukuran fragmentasi peledakan (Hustrulid, 1999;38-42) adalah sebagai berikut:

1) Pengayakan (sieving)

Metode ini menggunakan ayakan dengan ukuran saringan berbeda untuk mengetahui persentase lolos fragmentasi batuan hasil peledakan.

2) Boulder counting (production statistic)

Metode ini mengukur hasil peledakan melalui proses berikutnya, apakah terdapat kendala dalam proses tersebut, misalnya melalui pengamatan digging rate, secondary breakage dan produktivitas crusher.

3) Image analysis (photographic)

Metode ini menggunakan perangkat lunak (software) dalam melakukan analisis fragmentasi. Software tersebut antara lain Fragsize, Split Engineering, gold size, power sieve, fragscan, wipfrag, dan lain - lain.

4) Manual (Measurement)

Dilakukan pengamatan dan pengukuran secara manual di lapangan, dalam satuan luas tertentu yang dianggap mewakili (representatif).

b. Klasifikasi Ukuran Partikel Fragmentasi

Fragmentasi adalah bentuk material hasil peledakan berdasarkan ukuran tertentu. Analogi dengan mekanisme penggerusan, energi diteruskan pada batuan oleh bahan peledak dan terjadi pemantulan gelombang kejut berkali-kali yang melibatkan serangkaian interaksi dalam individual blok. Hal tersebut mengakibatkan blok tersebut pecah menjadi ukuran yang lebih kecil dan terbentuklah permukaan-permukaan baru.

Dalam peledakan ukuran partikel fragmentasi hasil peledakan dapat diklasifikasikan sebagai berikut:

1) *Over Size*

Boulder size (ukuran bongkah) yang membutuhkan *Secondary blasting* atau disebut juga peledakan ulang.

2) *Fines*

Ukuran batuan yang sangat kecil dan halus, dan *product* menjadi susah dalam *transport*, dikarenakan *loose material*.

3) *Mid-Range*

Ukuran rata-rata partikel yang ekonomis dan dapat dilakukan transportasi yang sesuai dengan kriteria perusahaan.

c. Perhitungan Fragmentasi Peledakan dengan persamaan Kuz-Ram

Kuznetsov melakukan penelitian tentang fragmentasi. penelitiannya ini menghubungkan ukuran rata-rata fragmentasi dengan *powder factor* TNT dan struktur geologi (Model Kuz-ram).

Model Kuz-Ram merupakan gabungan dari persamaan *Kuznetsov* dan persamaan *Rossin – Rammler*. Persamaan *Kuznetsov* memberikan ukuran fragmen batuan rata-rata dan persamaan *Rossin – Rammler* menentukan persentase material yang tertampung di ayakan dengan ukuran tertentu. Persamaan *Kuznetsov* (1973) adalah sebagai berikut :

$$X = A_o \times \left[\frac{V}{Q} \right]^{1,8} \times Q^{0,17} \times \left[\frac{E}{1} \right]^{-1,6}$$

Keterangan :

X = Rata-rata ukuran fragmentasi

Ao = Faktor batuan (*Rock Factor*)

V = Volume batuan per lubang

Q = Jumlah bahan peledak ANFO tiap lubang

E = *Relative Weight Srength* bahan Peledak, untuk ANFO =

Menurut Konya (1990), untuk menentukan distribusi fragmen batuan hasil peledakan digunakan persamaan Rossin – Rammler, yaitu :

$$R = e^{-\left(\frac{X}{X_c}\right)^n}$$

Keterangan :

R = Persentase massa batuan yang lolos dengan ukuran X (cm)

X_c = Karakteristik ukuran (cm)

X = Ukuran Ayakan (cm)

N = Indeks Keseragaman

X_c dihitung dengan menggunakan rumus berikut ini :

$$X_c = \frac{X}{(0,693)^{1/n}}$$

Indeks n adalah indeks keseragaman yang dikembangkan oleh Cunningham dengan menggunakan parameter dari desain peledakan.

Indeks keseragaman (n) ditentukan dengan persamaan di bawah ini :

$$n = \left(2,2 - \frac{14B}{D}\right) \left(1 - \frac{W}{B}\right) \left(1 + \frac{A-1}{2} \left(\frac{PC}{H}\right)\right)$$

Keterangan :

B = Burden (m)

D = Diameter (m)

W = Standar deviasi lubang bor (m)

A = Ratio spasi/burden

PC = Panjang muatan handak (m)

H = Tinggi jenjang (m)

d. Pembobotan Faktor Batuan

Salah satu data masukan untuk model Kuz-Ram adalah faktor batuan yang diperoleh dari indeks kemampusedakkan atau *Blastability index* (BI). Nilai BI ditentukan dari penjumlahan bobot lima parameter yang diberikan oleh Lily (dalam Hustrulid, 1999), yaitu : *Rock mass description* (RMD), *join plane spacing* (JPS), *joint plane orientation* (JPO), *specific gravity influence* (SGI), dan *Moh's hardness* (H) (**lampiran C**). Parameter-parameter tersebut kenyataanya sangat bervariasi. Secara lebih jelasnya dapat dilihat pada tabel berikut :

Tabel 7. Pembobotan Massa Batuan

PARAMETER	PEMBOBOTAN
1. <i>Rock mass description</i> (RMD)	
a. <i>Powdery/friable</i>	10
b. <i>Blocky</i>	20
c. <i>Totally massive</i>	50
2. <i>Joint plane spacing</i> (JPS)	
a. <i>Close</i> (spasi < 0,1 m)	10
b. <i>Intermediate</i> (spasi 0,1 – 1 m)	20
c. <i>Wide</i> (spasi > 1 m)	50
3. <i>Joint plane orientation</i> (JPO)	
a. <i>Horizontal</i>	10
b. <i>Dip out of face</i>	20
c. <i>Strike normal to face</i>	30
d. <i>Dip into face</i>	40
4. <i>Specific grafitry influence</i> (SGI)	$SGI = 25 \times SG - 50$
5. <i>Hardness</i> (H)	1 – 10

Nilai *Blastability Index* (BI) dan faktor batuan (RF) dicari dengan persamaan sebagai berikut :

1) Blastability index (BI) = 0,5 (RMD+JPS+JPO+SGI+H

2) Faktor batuan = 0,12 x BI

11. Penggunaan Software *Split Desktop*

Program *Split Desktop* merupakan program yang berfungsi untuk menganalisa ukuran fragmen batuan. *Split Desktop* adalah program penganalisaan gambar yang dikembangkan oleh Universitas Arizona, Amerika Serikat. Pada penelitian ini Program *Split Desktop* digunakan untuk membantu menganalisis gambar fragmen material hasil peledakan, hasilnya berupa grafik prosentase persentase lolos material dan ukuran fragmen rata-rata yang dihasilkan dalam suatu peledakan.

Kelebihan Program *Split Desktop* adalah sebagai berikut (Anomin, 2009).

- a. Dapat membaca file gambar dengan format: *TIF*, *JPEG* atau *Windows BMP*.
- b. Mengambil gambar dari video (*video capture*) dengan *Scion Framegrabber*.
- c. Digital video *capture* dengan IEEE 1394 (*fireware*)
- d. Kelebihan prosesing gambar standar (*Scaling*, *filtering*, dan sebagainya)
- e. Peralatan edit gambar (*Image editing tools*)
- f. Digitasi otomatis partikel halus
- g. Menggunakan ukuran ayakan yang bisa disesuaikan (standar *ISO*, *US*, *UK*)
- h. Hasil berupa grafik distribusi ukuran butir yang bisa disesuaikan

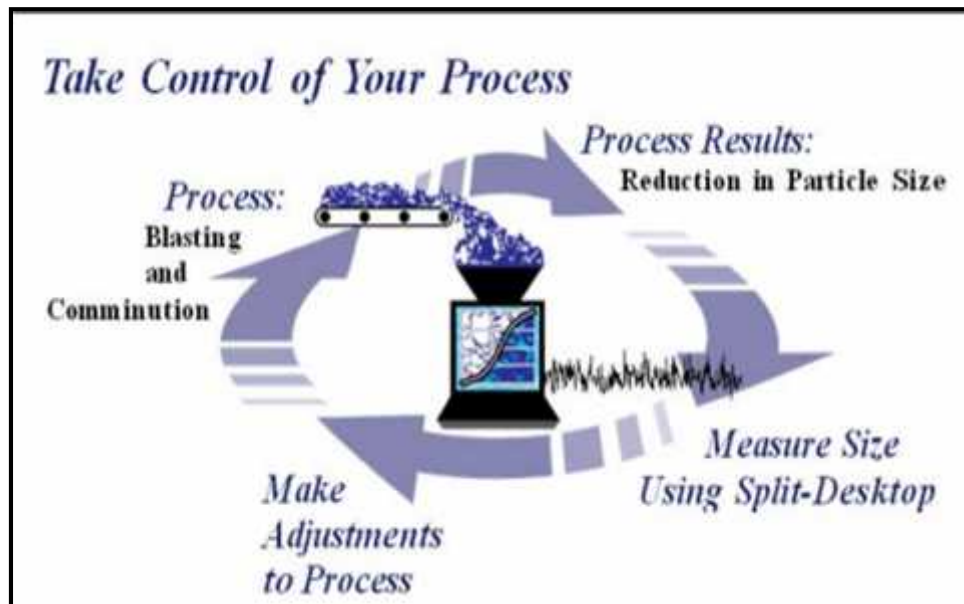
- i. Basis pelaporan dalam *HTML* dan *Text*.
- j. Menggunakan perhitungan algoritma untuk menggabung dua gambar yang berbeda skala.
- k. Kalkulasi *automatik* parameter dengan pendekatan metode distribusi *Rosin-Ramler* atau *Schumann*.

Split Desktop merupakan program pemrosesan gambar (*image analysis*) untuk menentukan distribusi ukuran-ukuran dari fragmen batuan pada proses penghancuran batuan yang terjadi pada proses penambangan.

Program *Split Desktop* dijalankan oleh *engineer* tambang atau teknisi dilokasi tambang dengan mengambil input data berupa foto digital fragmentasi. Sistem *Split Desktop* terdiri dari *software*, komputer, *keyboard* dan monitor. Terdapat mekanisme untuk mengunduh gambar dari kamera digital ke dalam komputer.

Split Desktop memiliki siklus sesuai dengan tujuannya, dapat dilihat pada gambar 11 yaitu:

- a. Proses awal, baik peledakan maupun kominusi
- b. Hasil proses, berupa fragmentasi material
- c. Pengukuran, menggunakan *Split Desktop*
- d. Penyesuaian, analisis dari *Split Desktop* digunakan untuk proses berikutnya.



Gambar 15. Siklus Dalam *Split Desktop*

Untuk melakukan perhitungan distribusi ukuran fragmentasi dengan menggunakan program komputer *Split Desktop V-2*, secara garis besar terdiri dari: menentukan gambar, mencari partikel, memperbaiki hasil pencarian, melakukan perhitungan ukuran dan menampilkan grafik dan hasil. Adapun langkah kerja program *Split Desktop V-2*.

Adapun langkah-langkah dalam penggunaan Split Desktop adalah :

- a. Pengambilan foto digital fragmentasi hasil peledakan di lapangan,

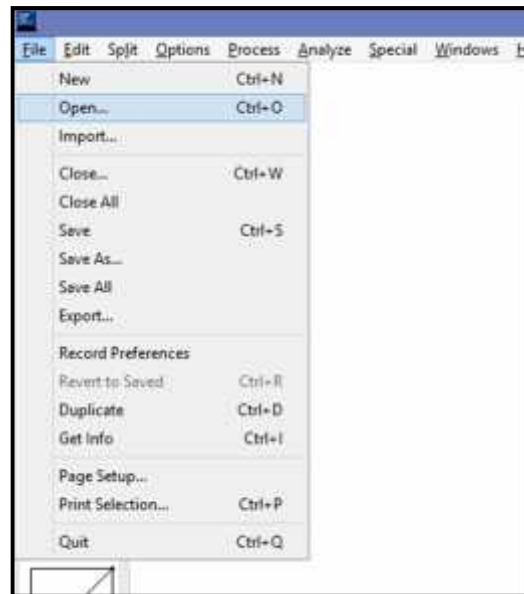


Gambar 16. Foto Digital Fragmentasi Hasil Peledakan

Dalam pengambilan gambar dilapangan agar lebih mendapatkan hasil yang baik maka posisi membelakangi matahari untuk meniadakan bayangan yang akan mengganggu (*noise*) pada gambar yang diambil sehingga ukuran aktual gambar tidak terganggu dan posisi tubuh harus tegak lurus dengan objek (bola). Program *Split Desktop* menggunakan objek (bola) sebagai alat bantu dalam penyekalaan.

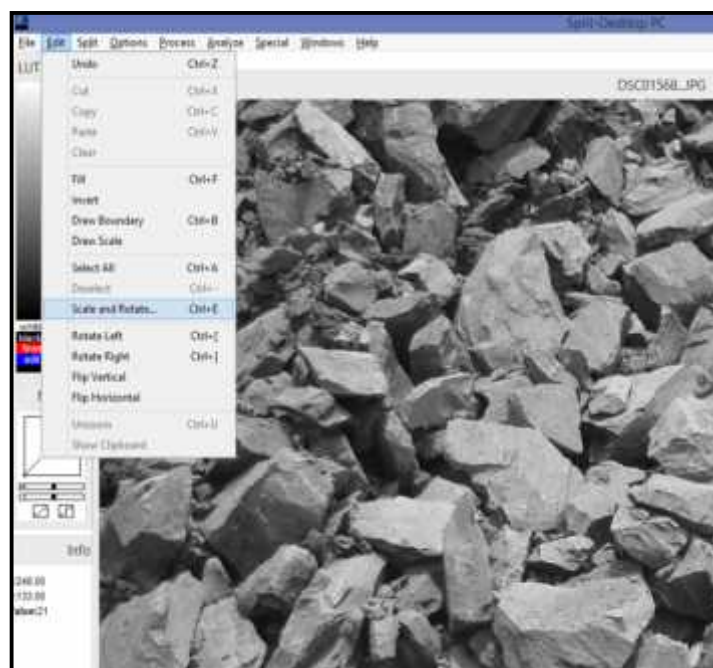
- b. Penyekalaan gambar

1) Buka program *Split Desktop* → pilih menu file → open → masukkan foto yang akan dilakukan proses penyekalaan

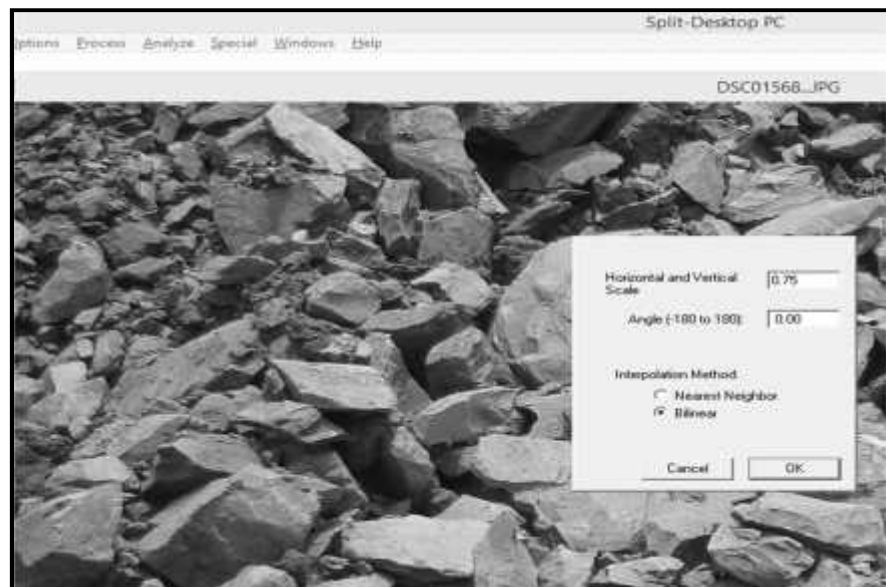


Gambar 17. Tampilan Menu File Pada Program Split Desktop

- 2) Pilih menu edit → *scale and rotate* → muncul dialog box *scale and rotate* → pada dialog box *scale and rotate* isikan angka 0.75 → ok

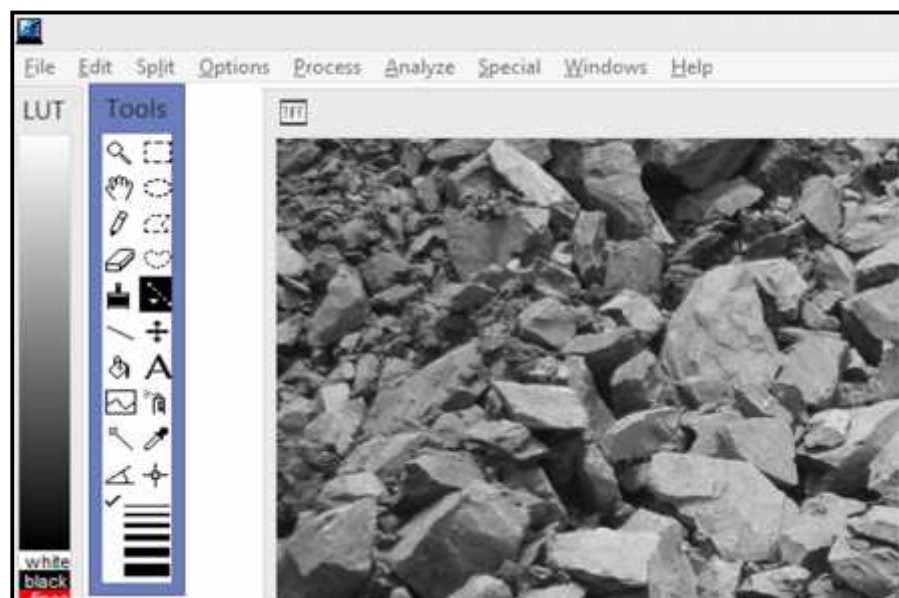


Gambar 18. Tampilan Menu Edit Pada Program Split Desktop



Gambar 19. Tampilan Dialog box scale and rotate

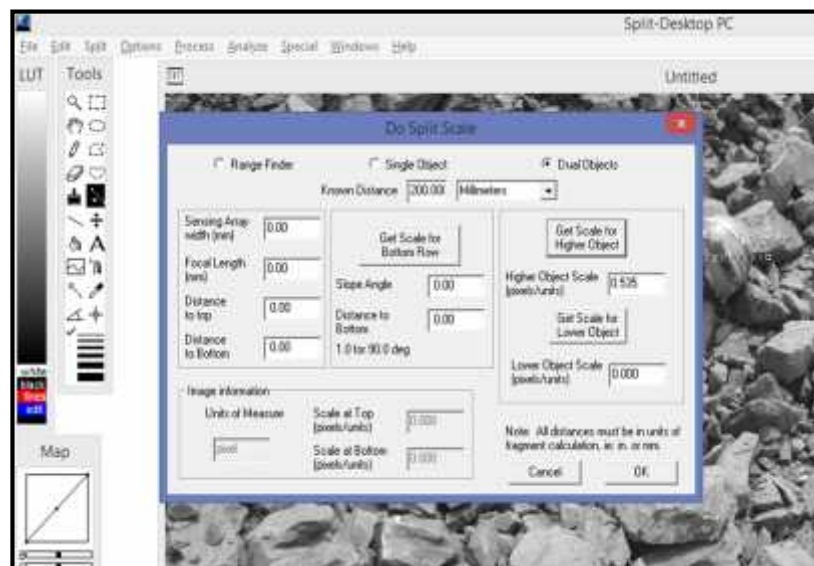
- 3) Penyekalaan bola yang digunakan sebagai alat bantu penyekalaan, dimana *distance* yang akan dimasukkan pada dialog *box scale image* adalah diameter bola yang kita gunakan sebagai alat bantu. Untuk lebih jelasnya lihat langkah berikut ini.



Gambar 20. Penggunaan Toolbar Scanline



Gambar 21. Tampilan Penggunaan Scanline



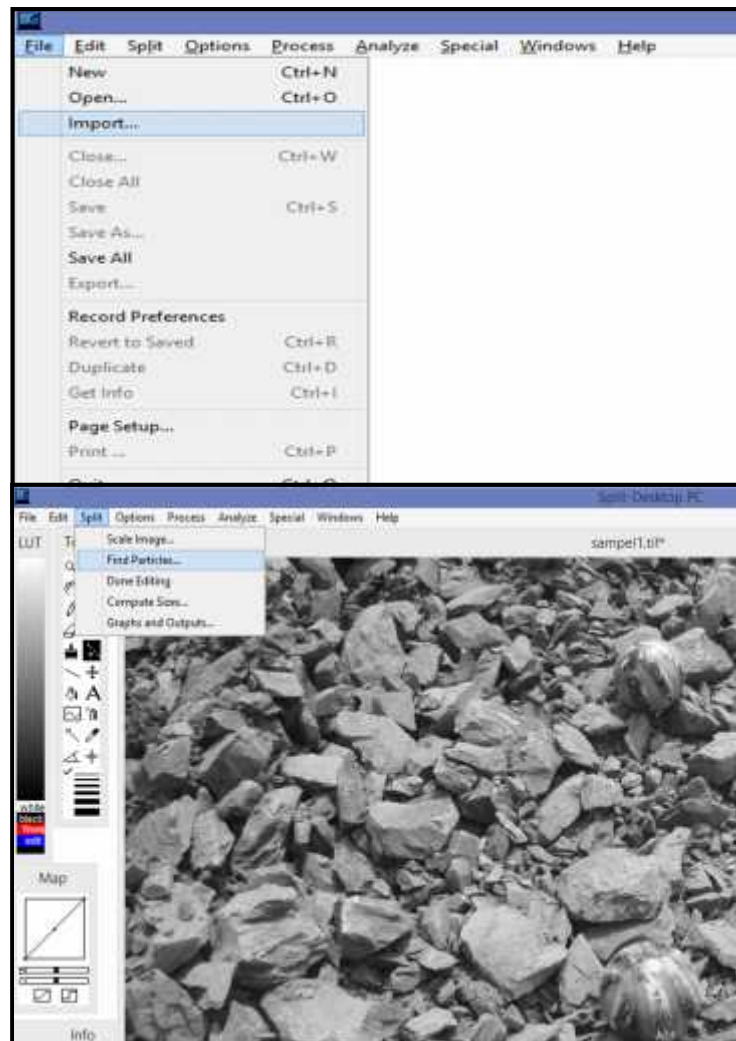
Gambar 22. Tampilan Dialog Box Scale Image

Pada dialog *box scale image*, “*dual object*” artinya jika alat bantu (bola) penyekalaan ada dua buah, dan untuk “*single object*” hanya memiliki 1 alat bantu (bola) penyekalaan. *Know Distance* adalah nilai dari diameter dari bola. Selanjutnya klik “*Get Scale For*

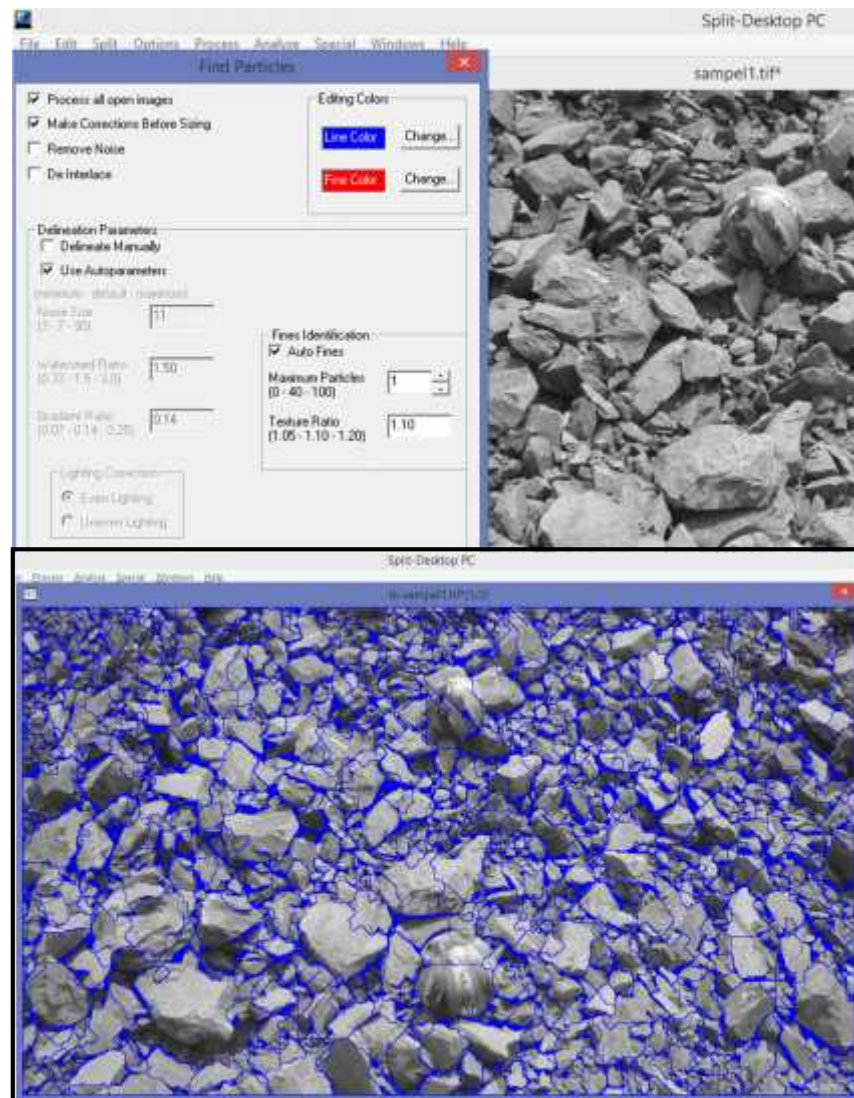
Higher Object” untuk bola yang atas, tanpa menutup dialog *box scale image* lakukan penyekalaan bola untuk yang kedua (bawah) kemudian klik “*Get Scale For Lower Object*” lalu OK dan save.

c. Proses Editing

- 1) Pilih menu file → import → pilih foto yang telah dilakukan penyekalaan → Ok.
- 2) Pilih menu *Split* → *find particles* → isi kan dialog *box fine particles* seperti gambar di bawah ini → klik Go

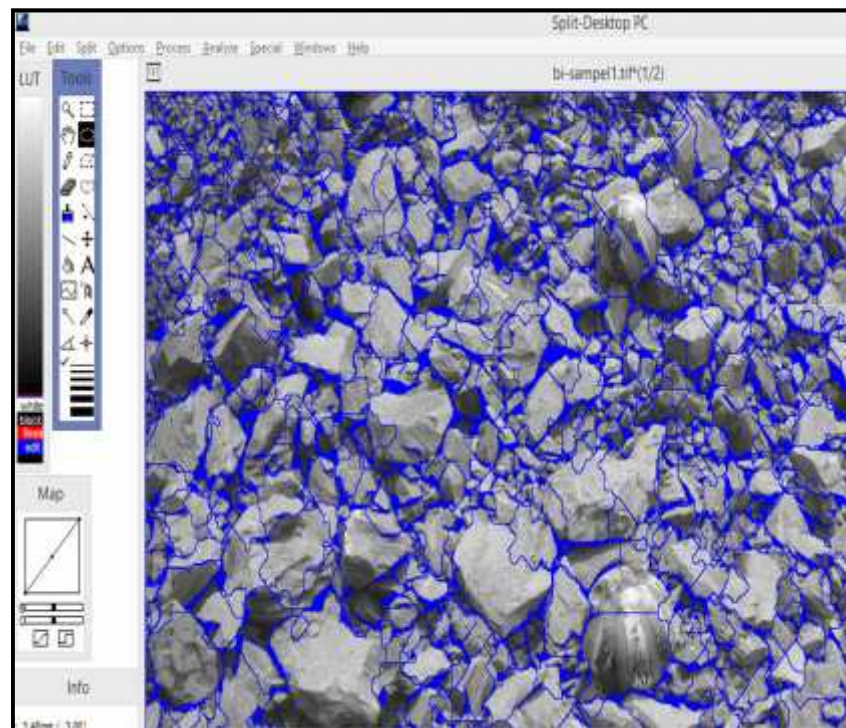


Gambar 23. Tampilan Langkah Kerja *Find Particles*

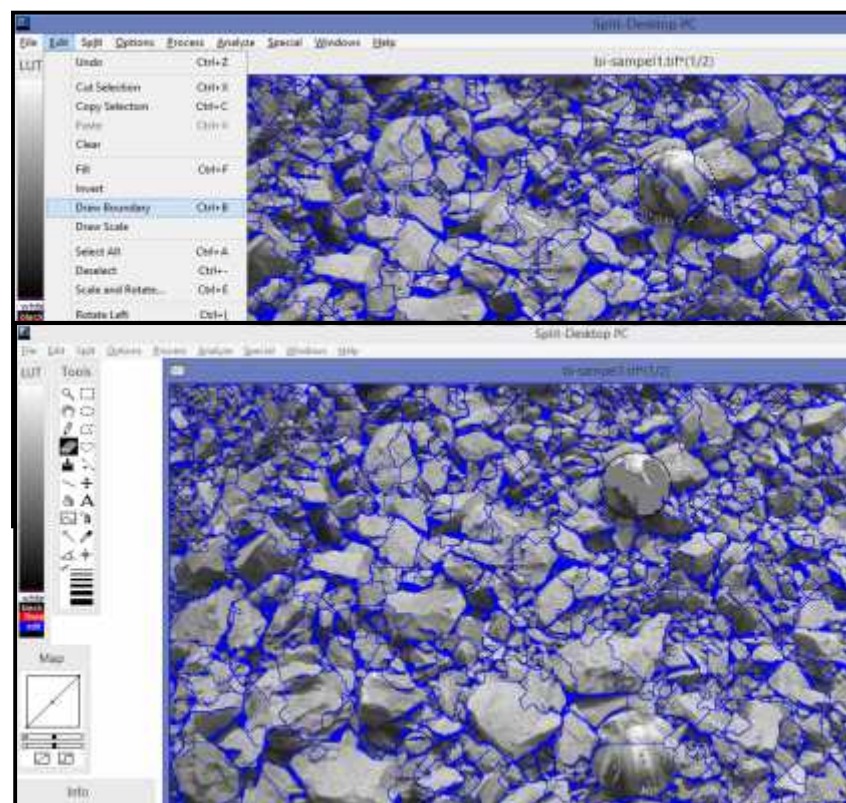


Gambar 24. *Fine particles*

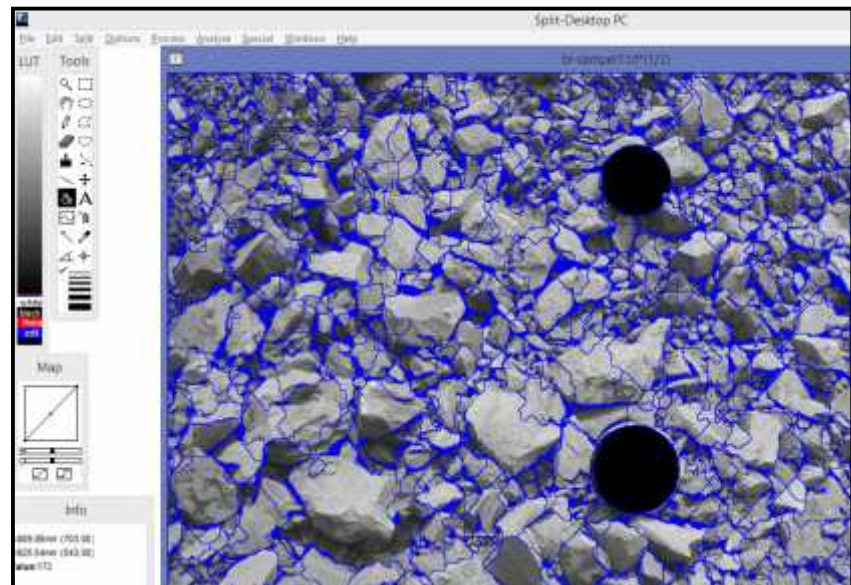
Kemudian lakukan lah proses *editing*. Dengan menggunakan *editing tools* yang tersedia, *Split Desktop* dapat melakukan *paint bucket filling of fines*, *Erasing unwanted delineations*, dan *identifying non – rock features*. Untuk lebih jelasnya lihat gambar dibawah ini.



Gambar 25. Pemilihan *editing* tools untuk boundary bola

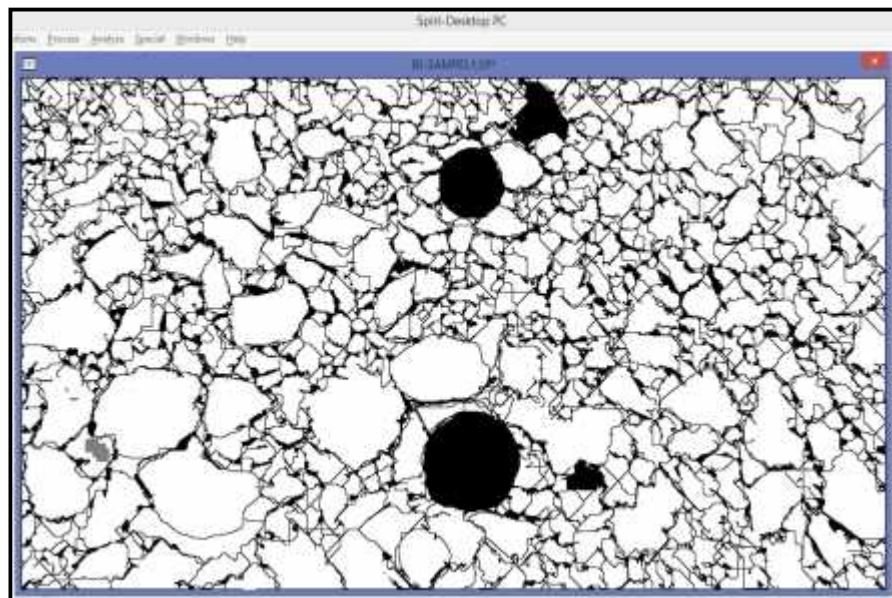


Gambar 26. Penggunaan *Erasing* unwanted delineations



Gambar 27. Penggunaan *paint bucket filling of fines*

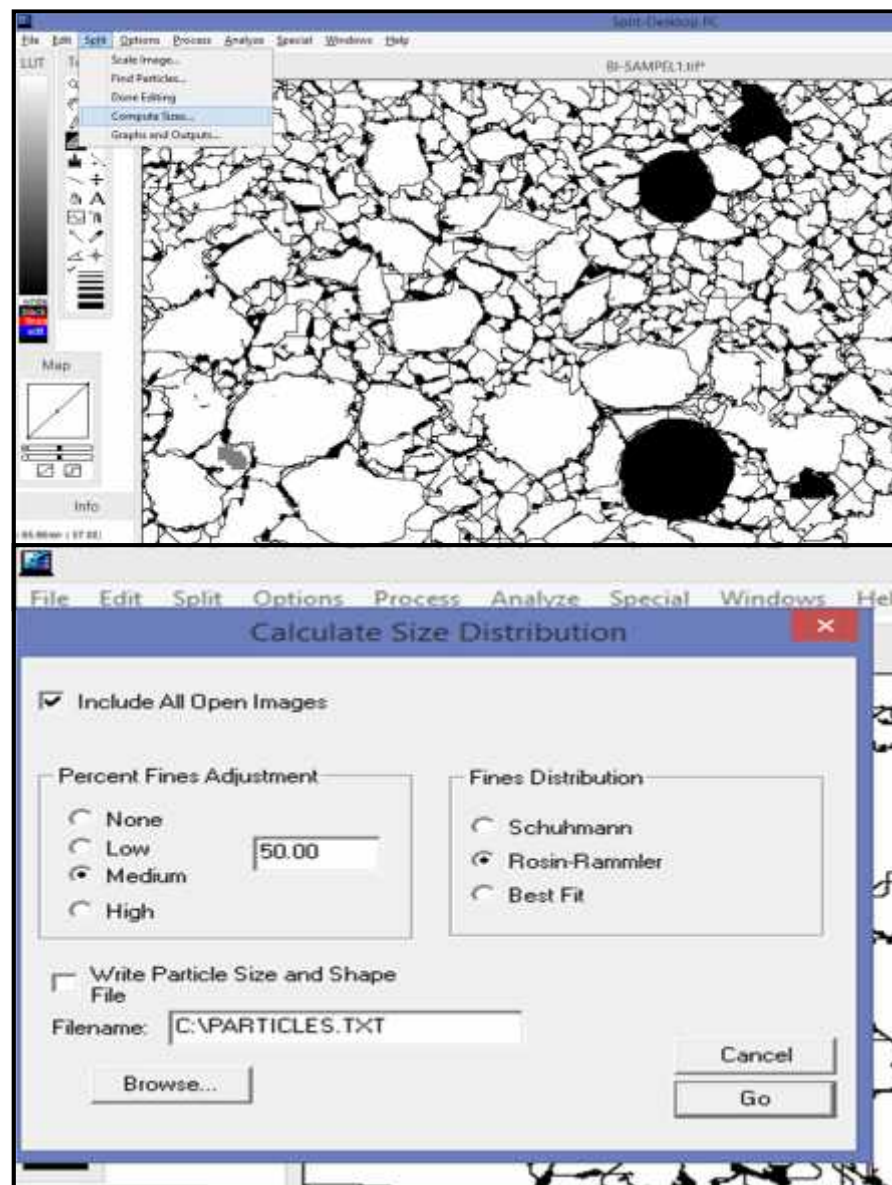
Selanjutnya lakukan editan fragmentasi hasil peledakan dengan bantuan *editing tools*. Jika telah selesai maka pilih menu *Split* → *Done editing*. Maka terlihat seperti gambar dibawah ini.



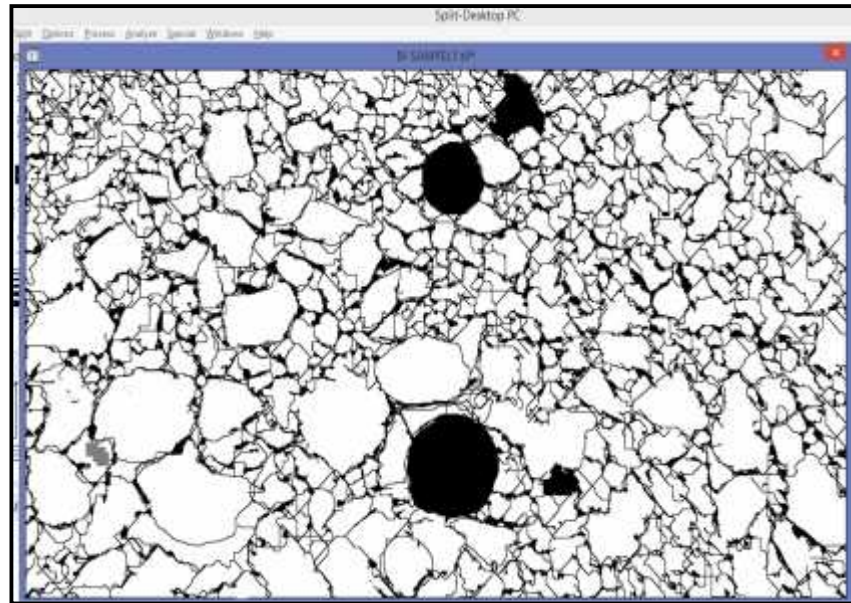
Gambar 28. Contoh Hasil Digitasi Gambar Berupa Binary Image

d. Analisa Ukuran

Setelah gambar telah di digitasi, langkah selanjutnya adalah melakukan pendekatan distribusi untuk material halus. Dua pilihan untuk distribusi tersedia pada *Split Desktop*, yaitu distribusi *Schumann* dan *Rosin-Rammler*. Langkah kerjanya seperti gambar dibawah ini.



Gambar 29. Tampilan Alur Kerja *Compute Sizes*



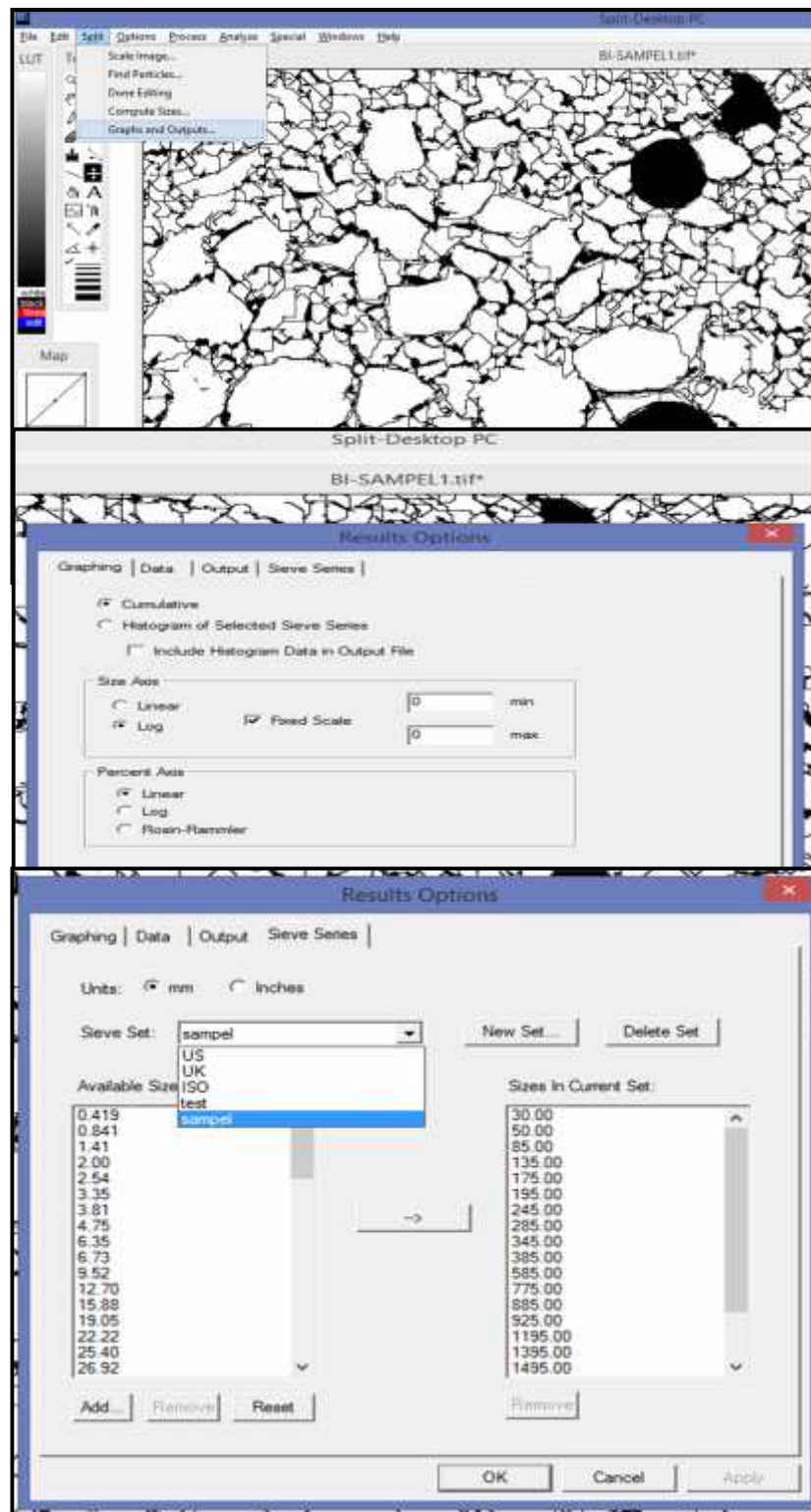
Gambar 30. Proses Analisa Ukuran

e. Hasil (*Result & Output*)

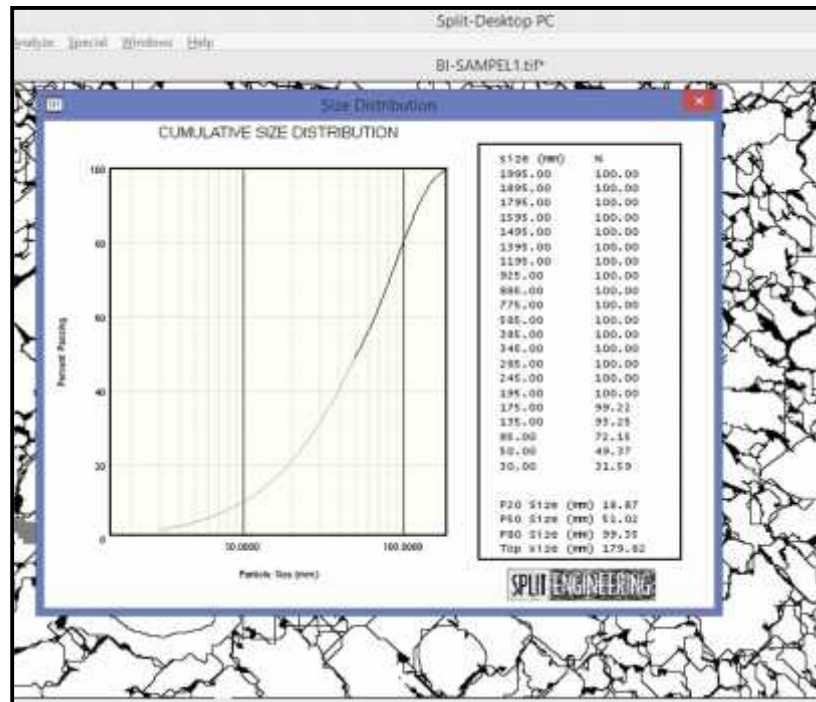
Setelah ukuran partikel telah di kalkulasi, *Split Desktop* dapat menyajikan informasi dalam 4 cara yaitu *linier – linier plot*, *log – linier plot*, *log – log plot*, *linier – log plot*. Kemudian untuk masing – masing plot, distribusi ukuran juga ditampilkan dalam 3 format yaitu standar ISO, standar UK dan standar sendiri.

Selain itu juga dapat diketahui ukuran persentase lolos ayakan P20, P50, P80 dan *Top Size*. Distribusi ukuran dan persentase lolos material juga dapat di simpan ke dalam *hardisk* dalam bentuk *text*.

Proses kerjanya dapat dilihat pada gambar dibawah ini.



Gambar 31. Alur Kerja Result & Output



Gambar 32. Hasil Akhir dari Program Split Desktop

12. Regresi Linier

Regresi adalah pengukur hubungan dua variabel atau lebih yang dinyatakan dengan bentuk hubungan atau fungsi. Untuk menentukan bentuk hubungan (regresi) diperlukan pemisahan yang tegas antara variabel bebas yang sering diberi simbol X dan variabel tak bebas dengan simbol Y. Pada regresi harus ada variabel yang ditentukan dan variabel yang menentukan atau dengan kata lain adanya ketergantungan variabel yang satu dengan variabel yang lainnya dan sebaliknya. Kedua variabel biasanya bersifat kausal atau mempunyai hubungan sebab akibat yaitu saling berpengaruh. Sehingga dengan demikian, regresi merupakan bentuk fungsi tertentu antara variabel tak bebas Y dengan variabel bebas X atau dapat dinyatakan bahwa regresi adalah sebagai suatu fungsi $Y = f(X)$.

Regresi linier adalah metode statistika yang digunakan untuk membentuk model hubungan antara variabel terikat dengan satu atau lebih variabel bebas. Analisis regresi memiliki beberapa kegunaan diantaranya untuk tujuan deskripsi dari fenomena data atau kasus yang sedang diteliti, untuk tujuan kontrol, serta untuk tujuan prediksi. Regresi linier mampu mendeskripsikan fenomena data melalui terbentuknya suatu model hubungan yang bersifat numerik. Regresi juga dapat digunakan untuk melakukan pengendalian terhadap suatu kasus atau hal-hal yang sedang diamati melalui penggunaan model regresi yang diperoleh. Selain itu, model regresi juga dapat dimanfaatkan untuk melakukan prediksi variabel terikat.

Perlu ditekankan bahwa dalam bentuk hubungan tersebut terdapat sebuah variabel tak bebas Y , dengan sekurang-kurangnya sebuah variabel bebas X . Untuk mendapatkan bentuk hubungan yang sesuai antara variabel bebas X dengan variabel tak bebas Y maka kedua variabel tersebut harus dinyatakan dalam nilai yang terukur atau kuantitatif sekurang-kurangnya dengan skala interval.

Dari variable-variabel yang akan dicari bentuk hubungannya terlebih dahulu hendaknya dijelaskan mana yang sebagai variabel bebas X dan mana yang sebagai variabel tak bebas Y . Apabila hubungan antara dua variabel atau lebih bersifat kausal atau hubungan sebab-akibat, maka variabel yang sebagai sebab merupakan variabel bebas atau variabel bebas atau variabel X dan akibat yang ditimbulkannya menjadi variabel tak

bebas atau variabel Y. Setelah jelas mana variabel X dan variabel Y, maka selanjutnya perlu menentukan pola hubungan atau bentuk hubungan yang dinyatakan dalam bentuk persamaan matematik yang menyatakan hubungan fungsionalnya. Sehingga segala statistika yang berkaitan dengan hal tersebut dinamakan dengan analisis regresi. Model analisis regresi sederhana dapat dilihat pada persamaan di bawah ini.

$$Y = a + bX$$

Dimana y = variabel y

a = Konstanta

b = koefisien x

x = variabel x

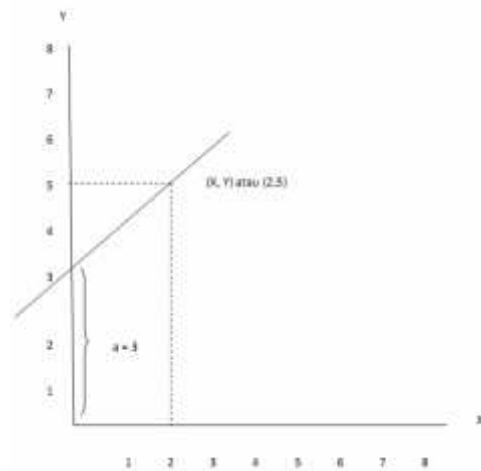
Tujuan utama dari analisis regresi linier adalah untuk memberikan konsep dasar-dasar peramalan atau pendugaan dalam analisis peragam atau analisis kovarian. Analisis regresi linier sebagai alat untuk melakukan peramalan atau prediksi atau estimasi atau pendugaan yang sangat berguna bagi para pembuat keputusan.

Perbedaan analisis regresi linier dengan analisis regresi lainnya terletak dalam analisis keseragaman tidak mencari bentuk hubungan antara variabel-variabel seperti pada analisis regersi melainkan mencari perbedaan pengaruh perlakuan atau objek yaitu perbedaan antara variabel bebas X atau variabel yang dipelajari dengan mengukur respon dari perlakuan atau variabel X yang dinyatakan dengan variabel tak bebas Y yang sering disebut hasil atau akibat perlakuan.

Dalam analisis regresi linier sederhana ada istilah koefisien determinasi. Koefisien determinasi pada regresi linier sering diartikan sebagai seberapa besar kemampuan semua variabel bebas dalam menjelaskan varians dari variabel terkaitnya. Nilai koefisien determinasi berkisar antara 0 s.d 1 . Apabila nilai koefisien determinasi dikalikan dengan 100% maka hal ini akan menunjukkan persentase keseragaman di dalam variabel Y yang diberikan oleh model regresi yang didapatkan. Semakin besar nilai koefisien determinasi semakin baik model regresi yang diperoleh.

Sumbu vertikal dari diagram pencar digunakan untuk menggambarkan nilai-nilai variabel tergantung sedang sumbu horizontal menggambarkan nilai prediktor. Intercept merupakan titik sumbu vertikal yang merupakan nilai variabel tergantung yang diprediksi saat nilai prediktor atau variabel bebas sebesar nol. Nilai yang diprediksi akan sebesar akan sebesar 0 jika koefesien regresi baku digunakan. Itulah sebabnya saat menggunakan IBM SPSS keluaran yang digunakan dalam koefesien regresi menggunakan keluaran pada kolom "*unstandardized coefficient*"(Jonthan Sarwono:2013)

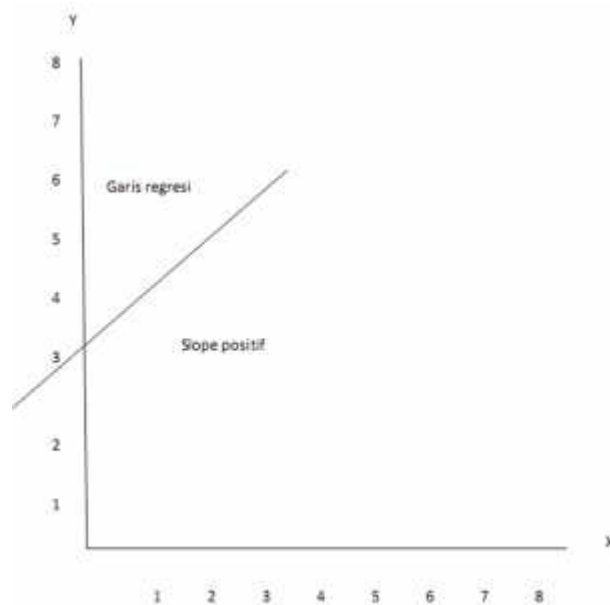
Jika digambarkan akan tampak seperti di bawah ini:



Gambar 33. Garis Regresi

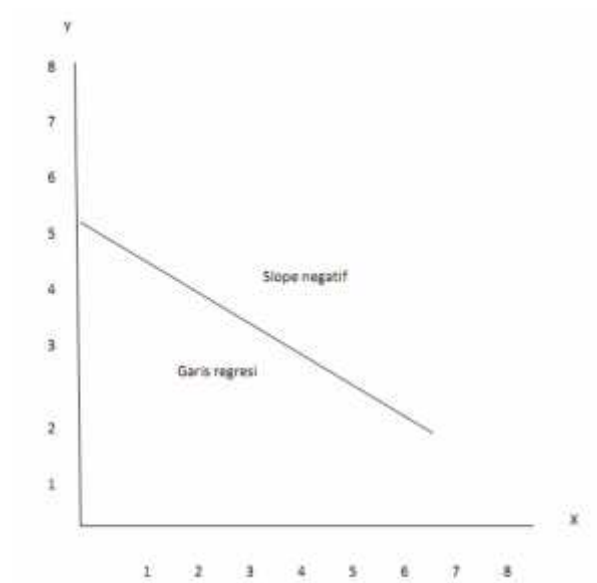
Garis regresi mempunyai 3 kemungkinan:

a. Hubungan Linier Positif



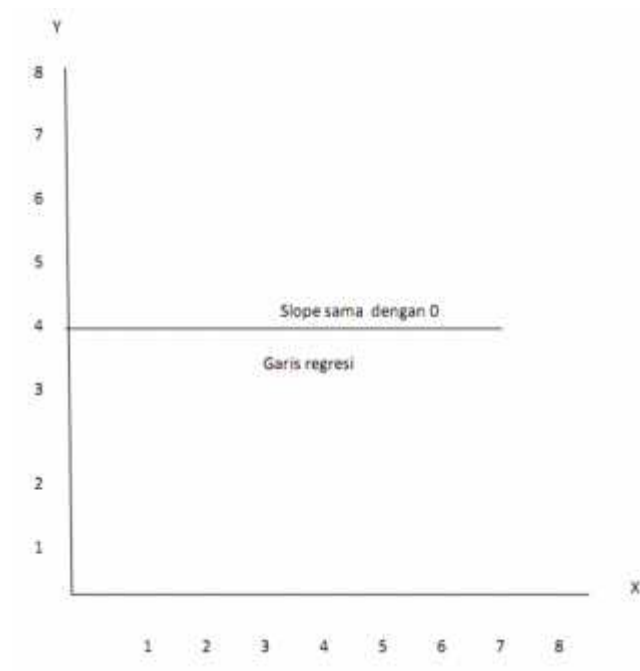
Gambar 34. Hubungan Linier Positif

b. Hubungan Linier Negatif



Gambar 35. Hubungan Linier Negatif

c. Tidak Ada Hubungan Linier



Gambar 36. Tidak Ada Hubungan Linier

BAB V

KESIMPULAN DAN SARAN

A. Kesimpulan

Kesimpulan yang dapat diambil dari Tugas Akhir ini adalah sebagai berikut:

1. Geometri peledakan yang tepat diterapkan pada tambang terbuka PT.Allied Indo Coal yaitu dengan *burden* 2,5 m, *Spasi* 3 m, kedalaman lobang ledak 6 m, *Steaming* 2,3 m, *subdrilling* 0,6 m, tinggi jenjang 5,4 m, panjang isian 3,6 m, *Powder Factor* (PF) 0,13 kg/m³ menghasilkan *boulder* 14,79 %.
2. Dari analisa regresi linier kita dapat mengetahui pengaruh fragmentasi batuan dengan digging time alat gali muat. Nilai R (regeresi) pada peledakan aktual (+0,99) Sedangkan nilai R untuk peledakan usulan (+0,603). Jika nilai R mendekati +1 maka pengaruh fragmentasi batuan dengan *digging time* memiliki korelasi linier yang cukup tinggi dimana semakin besar fragmentasi batuan tertahan ukuran 50 cm maka *digging time* alat gali muat mengalami peningkatan.
3. Dari hasil perhitungan diketahui bahwa prediksi fragmentasi menggunakan persamaan kuzram lebih akurat dibandingkan dengan menggunakan *split desktop*, dimana persentase prediksi dengan menggunakan persamaan kuzram lebih mendekati hasil perhitungan *boulder* secara manual, jika dibandingkan dengan menggunakan split desktop.

B. Saran

Berdasarkan apa yang telah dilakukan penulis selama pengambilan data untuk penelitian maka penulis memiliki beberapa saran, antara lain:

1. Agar ukuran fragmentasi hasil peledakan sesuai dengan yang kita harapkan, sebaiknya pihak perusahaan mengukur terlebih dahulu jarak spasi, burden, maupun kedalaman lobang agar sesuai dengan design peledakan yang diterapkan.
2. Sebaiknya *boulder* yang terdapat pada lokasi penambangan dilakukan penindak lanjutan, karna dapat mengganggu proses penambangan,serta dapat membahayakan apabila berdekatan dengan lokasi peledakan.
3. Alangkah baiknya untuk mencampur ANFO menggunakan alat berupa *molen* sehingga campuran ANFO lebih merata,serta menyesuaikan banyaknya ANFO yang diamsukan tiap lobang,agar daya ledaknya merata.
4. Alat pelindung diri yang masih kurang dan tidak lengkap dapat membahayakan pegawai yang bekerja di area penambangan, Sebaiknya PT Allied Indo Coal melengkapi alat pelindung diri supaya mengurangi dampak kecelakaan kerja.

DAFTAR PUSTAKA

Anonim, 2010. Diktat *Peledakan Pada Kegiatan Penambangan Bahan Galian, Diklat Teknik Pemberaian Batuan* 2013. Pusdiklat Teknologi Mineral dan Batubara, Bandung.

Anonim, *Laporan, Data-data dan Arsip PT. Allied Indo Coal Jaya.*

Anonim, 2016. *Modul Diklat Teknik Pemberaian Batuan Pada Penambangan Bahan Galian. Pusdiklat Teknologi Mineral ESDM* 2016. Bandung.

AM Tunstal. 2009. *Influence of fragmentation on Crushing Performance*. zegred. vol 49

Arvind K. Mishra. (2013). *Unlocking Possibility of Blasting Near Residential Structure Using Electronic Detonator*. Dhanbad. Vol.81

Brahimaj Imer, Brahimaj Frasher, Shkurte. 2015. *Drilling & Blasting Optimal Parameters and the Dismemberment of Limestone in volljak*. Jaha Company. Vol 11.

Branko, BOZIC, 1998. *Control Of Fragmentation By Blasting*. Varazdin: Croatia. vol.10.

C. Crosson, M.J.H Tonking, G. Paterson. (1996) *The Development of Drilling and Blasting practice at Parabola Mining Company Limited*. Sout Afrika Institud of Mining

Fitriani Firman (2012). *"Kajian Teknis Pengaruh Fragmentasi Terhadap Digging Time excavator PC 2000 Pada Peledakan Interburden B2C di Tanjung Enim, Sumatera Selatan*. Skripsi Teknik Pertambangan Universitas Sriwijaya.

<http://teknikelektronika.com/analisis-regresi-linear-sederhana-simple-linear-regression/>

<http://widipaker.blogspot.co.id/2012/12/korelasi-dan-regresi.html>