

TUGAS AKHIR

**EVALUASI PENGARUH PENGGUNAAN BAHAN PELEDAK
TERHADAP FRAGMENTASI BATUAN HASIL PELEDAKAN
OVERBURDEN PIT 2 BANKO BARAT
PT BUKIT ASAM TBK**



ORIN ARNETA

2022310058

**PROGRAM STUDI TEKNIK PERTAMBANGAN
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS PRABUMULIH
2025**

TUGAS AKHIR

EVALUASI PENGARUH PENGGUNAAN BAHAN PELEDAK TERHADAP FRAGMENTASI BATUAN HASIL PELEDAKAN *OVERBURDEN* PIT 2 BANKO BARAT PT BUKIT ASAM TBK

**Diajukan Sebagai Salah Satu Syarat Untuk Mendapatkan Gelar Ahli
Madya Pada Program Studi Teknik Pertambangan Fakultas Teknik
Universitas Prabumulih**



ORIN ARNETA

2022310058

Dosen Pembimbing:

Ridho Yovanda, S.T., M.T.

Dedi Yansen, S.Si., M. Pd

**PROGRAM STUDI TEKNIK PERTAMBANGAN
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS PRABUMULIH**

2025

ABSTRAK
EVALUASI PENGARUH PENGGUNAAN BAHAN PELEDAK
TERHADAP FRAGMENTASI BATUAN HASIL PELEDAKAN
***OVERBURDEN* PIT 2 BANKO BARAT**
PT BUKIT ASAM TBK

Orin Arneta,

2022310058, 2022

Prodi Teknik Pertambangan

Fakultas Teknik, Universitas Prabumulih

Xiv + 55 Halaman, 2 Tabel, 50 Gambar, 2 Lampiran

Penelitian ini bertujuan untuk mengevaluasi aspek penting dalam kegiatan peledakan di bidang pertambangan, khususnya di PT Bukit Asam, Pit 2 Banko Barat. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengetahui distribusi *fragmentasi* dengan melakukan analisa menggunakan *Software split desktop*. Evaluasi efektivitas dan efesiensi penggunaan bahan peledak dalam proses penambangan terbuka guna mendapatkan Fragmentasi yang optimal. Metodologi penelitian melibatkan observasi lapangan, pengumpulan data primer dan sekunder, serta analisis data menggunakan perangkat lunak *split dekstop*. Proses peledakan melibatkan beberapa tahapan, mulai dari persiapan hingga pengecekan pasca peledakan. Hasil penelitian menunjukkan bahwa rancangan peledakan yang diterapkan melibatkan bahan peledak utama seperti ANFO dan *powergel*, dengan pola peledakan yang disesuaikan dengan kondisi lapangan. Analisis distribusi *fragmentasi* menggunakan perangkat lunak *split dekstop* menunjukkan efektivitas peledakan yang dilakukan.

Kata Kunci: Bahan Peledak, Distribusi *Fragmentasi*, Optimalisasi hasil peledakan

HALAMAN PERNYATAAN INTEGRITAS

Yang bertanda tangan dibawah ini:

Nama : Orin Arneta

NIM : 2022310058

Prodi : Teknik Pertambangan

Judul : Evaluasi Pengaruh Penggunaan Bahan Peledak Terhadap
Fragmentasi Batuan Hasil Peledakan *Overburden* Pit 2 Banko
Barat PT Bukit Asam Tbk.

Menyatakan bahwa laporan Tugas Akhir saya merupakan hasil karya sendiri didampingi tim pembimbing dan bukan hasil penjiplakan/*plagiat*. Apabila ditemukan unsur penjiplakan/*plagiat* dalam laporan Tugas Akhir ini, maka saya bersedia menerima sanksi akademik dari Universitas Prabumulih sesuai aturan yang berlaku.

Demikian, pernyataan ini saya buat dalam keadaan sadar dan tanpa ada paksaan dari siapapun

Prabumulih 7 Agustus 2025

Yang bersangkutan,



HALAMAN PENGESAHAN

EVALUASI PENGARUH PENGGUNAAN BAHAN PELEDAK TERHADAP FRAGMENTASI BATUAN HASIL PELEDAKAN OVERBURDEN PIT 2 BANKO BARAT PT BUKIT ASAM TBK

Diajukan Sebagai Salah Satu Syarat Untuk Mendapatkan Gelar Ahli Madya Pada
Program Studi Teknik Pertambangan
Fakultas Teknik Universitas Prabumulih

Oleh:
ORIN ARNETA
2022310058

Prabumulih, 7 Agustus 2025

Pembimbing I



Ridho Yovanda, S.T., M.T.
NIDN. 0216099302

Pembimbing II



Dedi Yansen, S.Si., M. Pd
NIDN. 0213128501



HALAMAN PERSETUJUAN

Tugas akhir dengan judul "EVALUASI PENGARUH PENGGUNAAN BAHAN PELEDAK TERHADAP FRAGMENTASI BATUAN HASIL PELEDAKAN OVERBURDEN PIT 2 BANKO BARAT PT BUKIT ASAM TBK." telah diseminarkan di hadapan Tim Penguji Seminar Laporan Tugas Akhir Program Studi Teknik Pertambangan Fakultas Teknik Kamis, 7 Agustus 2025, dan telah diperbaiki, diperiksa, serta disetujui sesuai dengan masukan Tim penguji sidang Laporan Tugas Akhir.

Prabumulih, 7 Agustus 2025

Tim Penguji Sidang Laporan Tugas Akhir

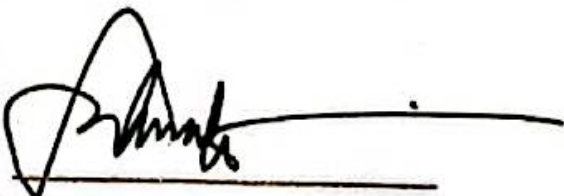
Ketua:

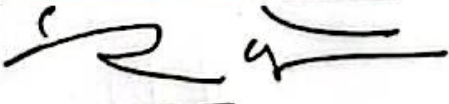
1. Ahmad Husni, S.T., M.T.
NIDN. 0206106903



Anggota:

1. Suhardiman Gumanti, S.T., M.T.
NIDN. 0221027003
2. Aris Susilo, S.T., M.T.
NIDN. 0212067701






Ketua Program Studi
Teknik Pertambangan

Ridha Yovanda, S.T., M.T.
NIDN. 0218099302

KATA PENGANTAR

Puji dan syukur penulis ucapkan kehadirat Allah SWT atas limpahan rahmat dan karunia-Nya, sehingga penulis dapat menyelesaikan tugas akhir yang berjudul *Evaluasi Pengaruh Penggunaan Bahan Peledak Terhadap Fragmentasi Batuan Hasil Peledakan Overburdendi Pit 2 Banko Barat PT Bukit Asam Tbk, Tanjung Enim Sumatera Selatan.*

Tugas akhir ini merupakan salah satu syarat untuk mendapatkan gelar Ahli Madya di Program Studi Teknik Pertambangan Fakultas Teknik Universitas Prabumulih. Penulis banyak menerima bantuan, arahan, dan bimbingan dari berbagai pihak. Penulis mengucapkan terima kasih kepada:

1. Rektor Universitas Prabumulih Ibu Dr. Yuniar Pratiwi, S.Si., M.Si.
2. Bapak Ahmad Husni, S.T., M.T. selaku Dekan Fakultas Teknik Universitas Prabumulih.
3. Bapak Ridho Yovanda, S.T., M.T. selaku Ketua Program Studi Teknik Pertambangan sekaligus sebagai pembimbing I.
4. Bapak Dedi Yansen, S.Si., M.Pd. sebagai pembimbing II.
5. Bapak/Ibu Tim Penguji.
6. Bapak dan Ibu Dosen Program Studi Teknik Pertambangan Fakultas Teknik Universitas Prabumulih.
7. Bapak/Ibu staf administrasi Fakultas Teknik Universitas Prabumulih.
8. PT Bukit Asam Tbk, yang telah mengizinkan kami melaksanakan Tugas Akhir
9. Bapak Mirwan Fahlefi, selaku Assisten Vice President Satuan Kerja Penambangan Swakelola 1 yang telah membimbing serta mengizinkan kami mengambil data Tugas Akhir.
10. Bapak Erik saputra, selaku asisten Manager sekaligus pembimbing dalam pelaksanaan Tugas Akhir.
11. Bapak Natanail Ginting, Aidil Triando, Hendrik Kustiadi, M. Novaldi zuhri, Wahyu Nur Hidayatullah, Efy Maftazani, dan Azizil Alim selaku Supervisor dan pengawas di pit 2 Banko barat yang telah membimbing dalam pelaksanaan Tugas Akhir.

12. Teristimewah penulis ucapkan terima kasih kepada orang tua tercinta penulis yakni Ayahanda Agus Sapari dan Ibunda Suhartini terima kasih atas setiap tetes keringat dalam setiap langkah pengorbanan dan kerja keras yang dilakukan untuk memberikan yang terbaik kepada penulis, mengusahakan segala kebutuhan penulis, mendidik, membimbing, dan selalu memberikan kasih sayang yang tulus, motivasi, serta dukungan dan mendoakan penulis dalam keadaan apapun agar penulis mampu bertahan untuk melangkah setapak demi setapak dalam meraih mimpi dimasa depan. Terima Kasih untuk selalu berada di sisi penulis penulis dan menjadi alasan bagi penulis dalam menyelesaikan penulisan Tugas Akhir ini.
13. Rekan-rekan Mahasiswa Program Studi Teknik Pertambangan Fakultas Teknik Universitas Prabumulih khususnya angkatan 2022 serta semua pihak yang telah membantu penulis dalam menyelesaikan tugas akhir ini yang tidak dapat penulis sebutkan satu persatu.
14. Untuk seseorang yang belum bisa penulis tuliskan dengan jelas namanya disini, namun sudah tertulis di Lauhul Mahfudz untukku. Terima kasih sudah menjadi salah satu sumber motivasi penulis dalam menyelesaikan Tugas Akhir ini sebagai bentuk penulis untuk memantaskan diri.
15. Sahabat-Sahabat terbaik penulis, Resti Rahmawati dan Ameliya Maharani, yang selalu memberikan semangat, doa, dan serta kebersamaan yang tak ternilai harganya. Kehadiran kalian menjadi sumber kebahagiaan bagi penulis.

Penulisan tugas akhir ini masih terdapat kekurangan yang belum penulis sadari. Kritik dan saran yang bersifat membangun penulis harapkan dari semua pihak untuk kesempurnaan tugas akhir ini. Akhir kata penulis berharap semoga tugas akhir ini dapat memberikan manfaat bagi penulis dan pembaca. Aamiin.

Prabumulih, 7 Agustus 2025

Orin Arneta
2022310058

DAFTAR ISI

	Halaman
TUGAS AKHIR.....	i
ABSTRAK	ii
HALAMAN PERNYATAAN INTEGRITAS.....	iii
HALAMAN PENGESAHAN.....	iv
HALAMAN PERSETUJUAN	v
KATA PENGANTAR.....	vi
DAFTAR ISI.....	viii
DAFTAR GAMBAR	x
DAFTAR TABEL	xiii
LAMPIRAN.....	xiv
BAB I PENDAHULUAN.....	1
1.1 Latar Belakang.....	1
1.2 Batas Masalah	2
1.3 Tujuan Penelitian	2
1.4 Manfaat Penelitian	2
1.5 Metode Penelitian	2
BAB II TINJAUAN UMUM	6
2.1 Sejarah Perusahaan	6
2.2 Lokasi Kesampaian Daerah	7
2.3 Keadaan Geologi Regional Tanjung Enim	8
2.4 Struktur Organisasi Satuan Kerja Swakelola 1	9
2.5 Peta <i>Sequence</i> PIT 2	10
2.6 Visi, Misi, dan Tata nilai kerja perusahaan	11
2.7 Iklim dan Curah Hujan	12
BAB III TINJAUAN PUSTAKA	14
3.1 Pemboran	14
3.2 <i>Blasting</i> (Peledakan).....	15
3.3 Faktor-faktor yang mempengaruhi kegiatan Peledakan	16
3.4 Bahan Peledak	16

3.4.1 Klasifikasi Bahan Peledak	17
3.4.2 Jenis dan Tipe Bahan Peledak	17
3.4.3 Sifat fisik bahan peledak	18
3.5 Karakter Detonasi Peledak	19
3.6 Geometri Peledak.....	19
3.7 Pola Peledakan.....	21
3.8 Peralatan dan Pelengkapan Peledak.....	25
3.9 Proses Peledakan	25
3.10 <i>Software split desktop 2.0</i>	33
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN.....	35
4.1 Fragmentasi Aktual menggunakan <i>Software Split Dekstop 2.0</i>	35
4.1.1 Geometri Peledakan.....	35
4.2 Evaluasi Penggunaan Bahan Peledak	37
BAB V PENUTUP	39
5.1 Kesimpulan	39
5.2 Saran	39
DAFTAR PUSTAKA	
LAMPIRAN	

DAFTAR GAMBAR

	Halaman
Gambar 1.1 Diagram Alir Penelitian.....	4
Gambar 2.1 Peta Lokasi Kesampaian Daerah.....	8
Gambar 2.2 Peta Keadaan Geologi Regional Tanjung Enim	9
Gambar 2.3 Struktur Organisasi Swakelola 1	9
Gambar 2.4 Peta <i>Sequence</i> Pit 2	10
Gambar 3.1 Alat <i>Drilling</i>	15
Gambar 3.2 Pola Peledakan <i>Corner Cut</i>	22
Gambar 3.3 Pola Peledakan <i>V-cut</i>	22
Gambar 3.4 Pola Peledakan <i>Box Cut</i>	23
Gambar 3.5 <i>Blasting Machine</i>	25
Gambar 3.6 <i>Ohm Meter</i>	26
Gambar 3.7 Timbangan Bahan Peledak	26
Gambar 3.8 Plastik <i>Linier</i>	27
Gambar 3.9 <i>PowerGel</i>	27
Gambar 3.10 <i>Inhole Delay</i>	28
Gambar 3.11 <i>Surface Delay</i>	28
Gambar 3.12 <i>Safety Line</i>	29
Gambar 3.13 <i>Mobile Manufacturing Unit</i> (MMU).....	29
Gambar 3.14 Papan Peringatan	30
Gambar 3.15 Bahan Peledak	30
Gambar 3.16 Mobil <i>Box</i>	31
Gambar 3.17 Tampilan <i>Software Split Dekstop 2.0</i>	34
Gambar A.1 Hasil Fragmentasi Tanggal 10 Maret 2025.....	40
Gambar A.2 Grafik Fragmentasi	40
Gambar A.3 Hasil Fragmentasi Tanggal 11 Maret 2025	41
Gambar A.4 Grafik <i>Fragmentasi</i>	41
Gambar A.5 Hasil Fragmentasi Tanggal 13 Maret 2025.....	42
Gambar A.6 Grafik Fragmentasi	40
Gambar A.7 Hasil Fragmentasi Tanggal 22 Maret 2025.....	43

Gambar A.8 Grafik Fragmentasi	43
Gambar A.9 Hasil Fragmentasi Tanggal 23 Maret 2025	44
Gambar A.10 Grafik Fragmentasi	44
Gambar A.11 Hasil Fragmentasi Tanggal 8 April 2025	45
Gambar A.12 Grafik Fragmentasi	45
Gambar A.13 Hasil Fragmentasi Tanggal 10 April 2025	46
Gambar A.14 Grafik Fragmentasi	46
Gambar A.15 Hasil Fragmentasi Tanggal 11 April 2025	47
Gambar A.16 Grafik Fragmentasi	47
Gambar A.17 Hasil Fragmentasi Tanggal 11 April 2025	48
Gambar A.18 Grafik Fragmentasi	48
Gambar A.19 Hasil Fragmentasi Tanggal 15 April 2025	49
Gambar A.20 Grafik Fragmentasi	49
Gambar A.21 Hasil Fragmentasi Tanggal 17 April 2025	50
Gambar A.22 Grafik Fragmentasi	51
Gambar B.1 Lokasi <i>Blasting</i>	52
Gambar B.2 Mengukur <i>Burden & Spasi</i>	52
Gambar B.3 Jarak 500m pada saat <i>Blasting</i>	52
Gambar B.4 Proses Pengisian Bahan Bakar Peledak Ke Lubang Ledak	53
Gambar B.5 Fragmentasi setelah peledakan	53

DAFTAR TABEL

	Halaman
Tabel 2.1 Curah Hujan Banko Barat Bulan Maret	13
Tabel 4.1 Data Fragmentasi menggunakan Metode <i>Image Analysis</i>	36
Tabel 4.4 Data Penggunaan Bahan Peledak	37

LAMPIRAN

	Halaman
Lampiran A. Fragmentasi Aktual Menggunakan <i>Software Split Desktop 2.0</i>	48
Lampiran B. Dokumentasi Penelitian	51

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Penambangan dengan sistem tambang terbuka (*open pit mining*) dilakukan dengan cara pengupasan tanah penutup bahan tambang. Tanah penutup dikeluarkan dari areal tambang dan bahan tambang digali dan diangkut keluar. Banyak cara yang dapat dipergunakan untuk membongkar batuan atau material yang bersifat keras tergantung dari mudah tidaknya batuan tersebut untuk digali atau dibongkar. Apabila batuan susah untuk dibongkar atau digali maka alternatif lainnya yaitu menggunakan metode peledakan.

Peledakan (*Blasting*) adalah blasting adalah proses menghancurkan batuan atau tanah menggunakan bahan peledak yang ditempatkan dalam lubang bor untuk memecahnya menjadi fragmen yang lebih kecil agar mudah diangkut dan diolah.

Distribusi *fragmen* di daerah penelitian dipengaruhi oleh jenis bahan peledak, jumlah bahan peledak yang digunakan, faktor batuan, dan arah peledakan searah dengan orientasi bidang lemah atau searah atau arah peledakan berlawanan dengan orientasi bidang lemah arah atau berlawanan saat peledakkan. Pengaturan dan pengawasan dalam penggunaan Bahan peledak di dalam pertambangan sebagaimana di dalam Peraturan Kapolri No 2 tahun 2008 Tentang Pengawasan, Pengendalian, dan Pengawasan bahan Peledak Komersial.

Pemilihan bahan peledak didasarkan pada sifat material *overburden*, kedalaman lapisan, dan dampak lingkungan yang dihasilkan. Beberapa bahan peledak yang umum digunakan meliputi ANFO (*Ammonium Nitrate Fuel Oil*), *emulsi*, dan bahan peledak *slurry*. Keunggulan dari bahan peledak modern seperti emulsi adalah stabilitas tinggi, efisiensi energi, serta pengendalian dampak getaran dan suara. Menurut Munawir, dkk (2020) Dalam proses peledakan ada beberapa indikator keberhasilan dari peledakan itu sendiri, salah satunya adalah *fragmentasi* dimana ukuran *fragmentasi* yang dihasilkan berpengaruh terhadap proses penggalian dan pemuatan material yang terledakkan Tujuan dilakukannya penelitian ini adalah Mengevaluasi bahan peledakan terhadap fragmentasi batuan hasil peledakan.

Hal ini lah yang menjadi latar belakang penelitian dengan judul “Evaluasi Pengaruh Penggunaan Bahan Peledak Terhadap *Fragmentasi* Batuan Hasil Peledakan *Overburden* PT Bukit Asam Tbk, Tanjung Enim Sumatera Selatan”.

1.2 Batasan Masalah

Batasan Masalah merupakan pertanyaan penelitian yang akan di cari jawabannya melalui penelitian. Pada penelitian ini dibatasi pada Evaluasi Pengaruh penggunaan bahan Peledak Terhadap *Fragmentasi* batuan pada Lapisan Tanah Penutup (*Overburden*) di Pit 2 Banko Barat.

1.3 Tujuan Penelitian

Secara teoritis, tujuan penelitian adalah sebuah usaha yang dilakukan oleh peneliti untuk mengetahui sesuatu. Tujuan penelitian yang dilakukan di perusahaan tambang batubara di PT Bukit Asam Tbk yaitu sebagai berikut:

1. Mengetahui distribusi fragmentasi dengan melakukan analisa menggunakan *Software split desktop*.
2. Evaluasi penggunaan bahan peledak dalam proses penambangan terbuka guna mendapatkan fragmentasi batuan yang optimal.

1.4. Manfaat Penelitian

Penelitian dilakukan untuk meningkatkan pemahaman kita. Penelitian memberikan informasi dan pengetahuan yang dibutuhkan untuk memecahkan masalah dan membuat keputusan. Secara spesifik, manfaat penelitian di bidang apapun mencakup tiga aspek, yaitu:

1. Manfaat Teoritis

Manfaat secara akademik, hasil penelitian ini diharapkan dapat memberikan kontribusi kepada pengembangan ilmu pengetahuan di bidang teknik pertambangan khususnya bidang peledakan. Penelitian ini juga diharapkan dapat membantu sebagai bahan untuk melanjutkan penelitian terkait kinerja bahan peledak batuan.

2. Manfaat Praktis

Manfaat secara praktis, hasil dari penelitian ini diharapkan dapat memberikan masukan kepada perusahaan pertambangan maupun pemerintah terkait tentang pengaruh penggunaan bahan peledak terhadap Fragmentasi batuan.

3. Manfaat bagi perusahaan

Bagi perusahaan, dapat menjadi bahan masukan bagi perusahaan untuk menentukan kebijakan perusahaan dimasa yang akan datang.

1.5 Metode Penelitian

Metode yang penulis gunakan untuk mengambil data yang dibutuhkan untuk keperluan penyelesaian proposal tugas akhir ini:

1. *Observasi* lapangan

Observasi lapangan adalah kegiatan yang berupa kunjungan dan pengamatan langsung. Tujuan dari *observasi* langsung untuk mengumpulkan data yang terkait dengan penelitian Tugas Akhir. Data dapat berupa data *primer* dan data *sekunder*.

2. Pengambilan data

Korelasi yang terjadi pada perusahaan data yang diambil pada saat rencana penelitian dapat dikelompokkan menjadi data *primer* dan data *sekunder* sebagai berikut.

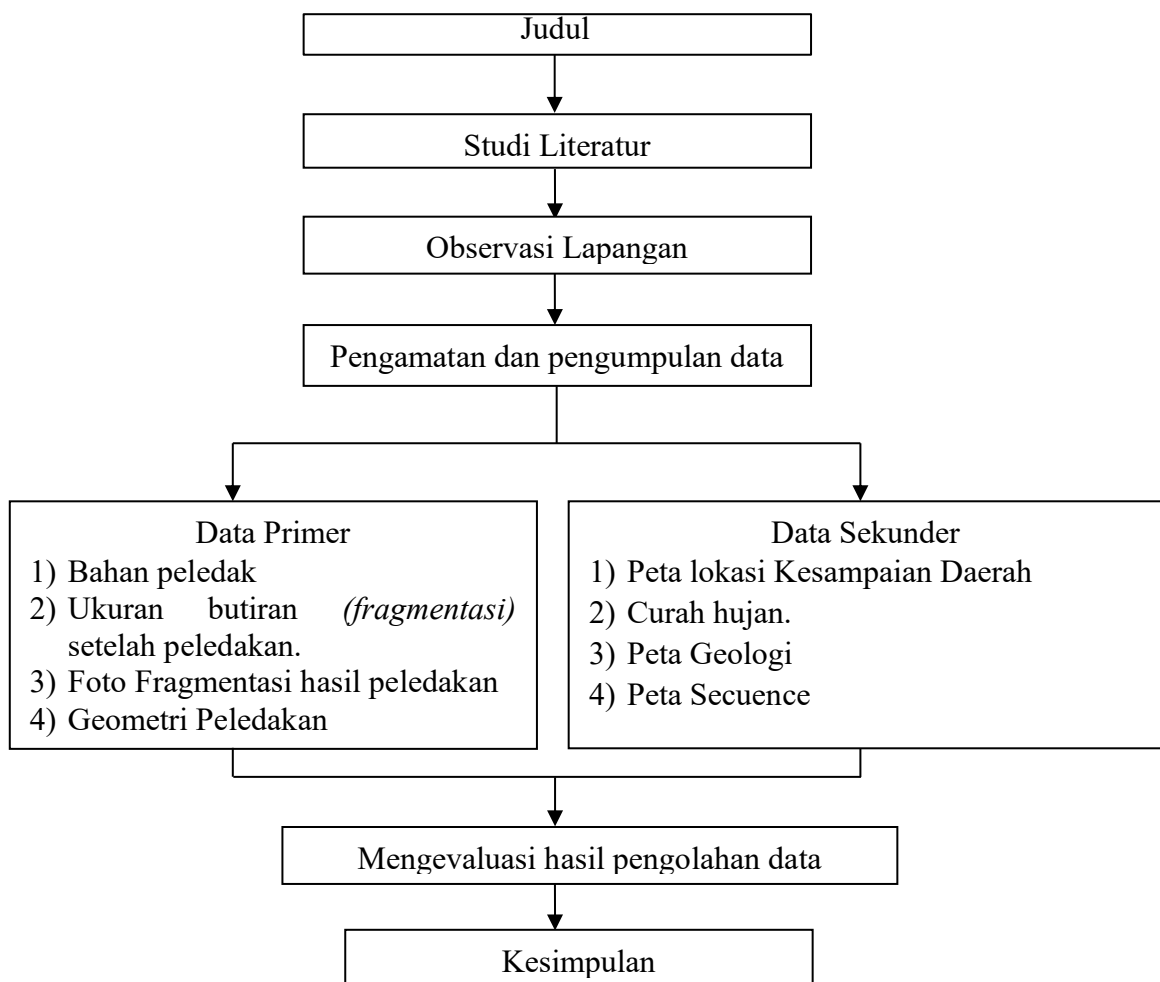
a. Data *Primer*, merupakan sumber data yang diperoleh secara langsung dari sumber asli atau pihak pertama. Pengambilan data dilakukan dengan pengamatan langsung ke lapangan yang meliputi:

- 1) Jumlah Bahan peledak.
- 2) Ukuran butiran (*fragmentasi*) setelah peledakan.
- 3) Foto *Fragmentasi* hasil peledakan
- 4) Geometri Peledakan, adapun Geometri peledakan yang diambil yaitu; *Burden*, *Spacing*, Kedalaman lubang bor, *Powder factor*.

Mengambil dokumentasi foto *fragmentasi* sebagai hasil peledakan, foto yang di ambil langsung dari lokasi peledakan dengan menggunakan Handphone dengan jarak kurang lebih dari satu meter dengan menggunakan Helm *safety* dan bola sebagai pembanding *Fragmentasi*.

- b. Data *Sekunder*, pada umumnya berupa bukti, catatan, atau laporan *historis* yang telah tersusun dalam arsip perusahaan, meliputi:
- 1) Peta lokasi Kesampaian Daerah
 - 2) Curah hujan.
 - 3) Peta Geologi
 - 4) Peta *Secuence*
3. Pengolahan Data

Pengolahan data dapat dilakukan dengan *mereview* secara mendalam setiap data yang didapat. Untuk memperjelas tahapan pengolahan data dibuat diagram alir pengolahan data pada Gambar 1.1 Berikut:



Sumber: Penulis (2025)

Gambar 1. 1 Diagram Alir Penelitian

4. Hasil Pengolahan Data

Data yang telah didapatkan dari hasil pengamatan selama dilapangan akan dilakukan pengolahan data. Hasil pengolahan data dapat berbentuk angka, tabel-tabel atau grafik yang berhubungan dengan penelitian Tugas Akhir.

1.6 Alokasi Waktu Kegiatan Penelitian

Rencana pelaksanaan penelitian ini adalah selama 2 bulan, yaitu mulai 3 Maret 2025 sampai dengan 3 Mei 2025. Rencana pelaksanaan penelitian yang akan dilakukan secara jelas dapat dilihat pada tabel rencana penelitian pada Tabel 1.1 Berikut:

Tabel 1.1 Jadwal Rencana Kegiatan Penelitian

Jadwal Pelaksanaan									
Minggu									
No.	Kegiatan	1	2	3	4	1	2	3	4
1.	Observasi Lapangan								
2.	Pengumpulan Referensi dan Data								
3.	Pengolahan data								
4.	Konsultasi dan Bimbingan								

Sumber: Penulis, 2025

BAB II

TINJAUAN UMUM

2.1. Sejarah Perusahaan

PT Bukit Asam Tbk (PTBA) adalah bagian dari MIND ID yang terutama bergerak di bidang pertambangan batu bara. Perusahaan ini memulai sejarahnya pada 1919 saat Tambang Air Laya di Tanjung Enim mulai dioperasikan dengan menggunakan metode penambangan terbuka.

Pada 1923, Tambang Air Laya mulai dioperasikan dengan menggunakan metode penambangan bawah tanah. Pada 1938, Tambang Air Laya mulai beroperasi secara komersial. Setelah Indonesia merdeka, pada 1961, pemerintah membentuk sebuah perusahaan negara (PN) bernama PN Tambang Arang Bukit Asam (TABA). PN TABA berubah status menjadi perseroan terbatas dengan nama PT Bukit Asam (Persero).

Mining Industri Indonesia (MIND ID) adalah BUMN *Holding* Industri Pertambangan Indonesia yang beranggotakan PT ANTAM Tbk, PT Bukit Asam Tbk, PT Freeport Indonesia, PT INALUM, dan PT Timah Tbk. PT Bukit Asam Tbk (PTBA) merupakan perusahaan tambang batubara terkemuka berbasis di Indonesia yang didirikan pada tahun 1981. Perusahaan ini memiliki sejarah panjang dalam industri pertambangan dan telah berperan penting dalam pengelolaan sumber daya batubara di provinsi Sumatera Selatan dengan operasi utama di daerah Bukit Asam, Tanjung Enim, dan Lahat. PT Bukit Asam Tbk melaksanakan seluruh rangkaian kegiatan pertambangan, dari eksplorasi hingga pengiriman batubara kepada pelanggan.

Pada tahun 1923 hingga 1940, PT Bukit Asam, yang awalnya bernama Air Laya, menerapkan metode penambangan bawah tanah dan mulai memproduksi batubara secara komersial pada tahun 1938. Pada tahun 1950, terjadi pengesahan pembentukan PN TABA sebagai respons terhadap akhir kekuasaan kolonial Belanda di Indonesia. Karyawan Indonesia berjuang untuk mengubah status tambang menjadi pertambangan nasional, yang kemudian diakui oleh pemerintah Republik Indonesia dengan membentuk Perusahaan Negara Tambang Arang Bukit Asam (PN TABA).

Pada tahun 1970-an saat melambungnya harga minyak, mata dunia terbuka bahwa batubara merupakan sumber energi alternatif yang murah dan memiliki cadangan besar. Di awal tahun 1976, Unit Produksi TABA yang merupakan bagiandari perum Batubara mendapatkan kunjungan dari pihak Bank Dunia. Unit yang memiliki kapasitas produksi tahunan 122,000ton saat itu telah memiliki studi kelayakan sederhana dan memiliki angka produksi yang tidak melebihi 1 juta tonper tahun. Kemudian diputuskan untuk mengubah coal mining project menjadi coal mining transportation atau pertambangan terpadu.

Pertambangan terpadu ini dalam perencanaannya transportasi batubara akan menempuh perjalanan darat sejauh 420 km dan perjalanan laut 100 km dari lokasi awal (hulu) di area penambangan batubara Tanjung Enim, dan berujung (hilir) di PLTU Suralaya. Untuk studi kelayakan terpadu program pengembangan ini sendiri, Bank Dunia dan pemerintahan RI masing-masing mengeluarkan anggaran 10 juta dolar AS.

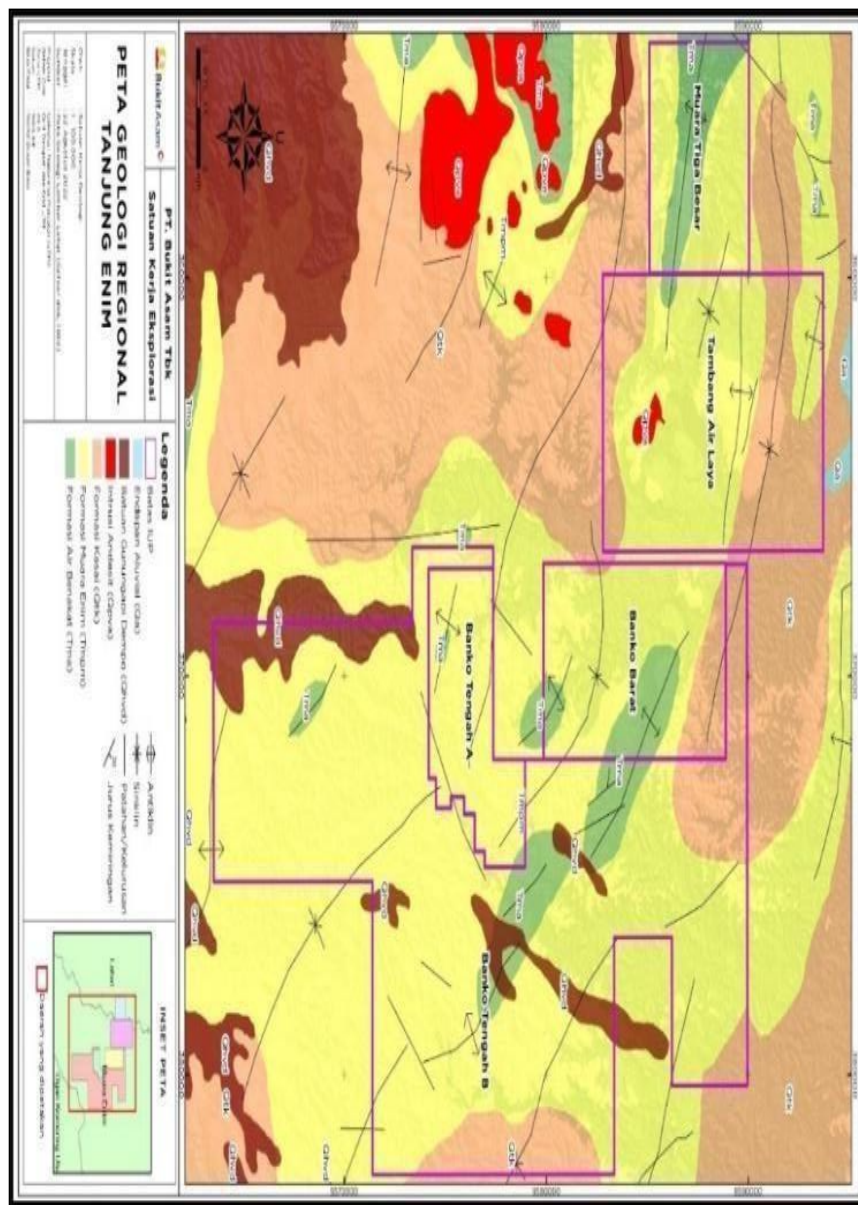
Pemerintah RI memutuskan untuk melanjutkan pembangunan tambang terpadu ini dan dibentuklah PTBA di tahun 1981 untuk melaksanakan pembangunan tambang dan pelabuhan. PTBA mendapat pinjaman 185 juta dolarAS, dimana 120 juta dolar AS merupakan pinjaman dari Bank Dunia selaku project sponsor. Sisanya merupakan pinjaman dari beberapa negara seperti Jerman (KFW), Jepang, Kanada dan Belanda. Pemerintah Republik Indonesia (RI) pun turut memberikan pinjaman dengan nilai yang sama dalam bentuk mata uang rupiah. Selain itu pemberi pinjaman lainnya dari dalam negeri adalah Bank BNI 46. Berdasarkan data dari Laporan Tahunan 2014, produksi PTBA di tahun 2014 sudah mencapai angka 16,3 juta ton per tahun dengan net profit 2,02 Triliun rupiah.

2.2 Lokasi Kesempaan Daerah

Wilayah PT Bukit Asam Tbk. terletak pada posisi 103°50'54.978° BT dan 3°45'1.510 LS *Universal Transverse Mecator* (UTM). Secara administrasi lokasi PT Bukit Asam Tbk.di Desa Tanjung Enim, Kecamatan Lawang Kidul, Kabupaten Muara Enim, Provinsi Sumatera Selatan. Jarak tempuh lewat jalan raya ± 97 km dari kota Prabumulih. Agar dapat sampai ke lokasi penelitian jika dimulai dari kota Prabumulih ditempuh dengan transportasi darat menuju ke kota Muara Enim

2.3 Keadaan Geologi Regional Tanjung Enim

Struktur geologi daerah penelitian didominasi oleh *Antiklinorium* Muaraenim dengan arah relatif barat-timur. Lipatan tersebut berasosiasi dengan sesar naik yang terbentuk akibat rezim inversi *Plio-Plistosen* seiring dengan pengangkatan orogen gunung api muda. Adapun ditemukan sesar normal dan sesar mendatar yang memotong lipatan dengan arah relatif utara-selatan. Peta keadaan Geologi Regional Tanjung Enim dapat dilihat pada Gambar 2.2 berikut:

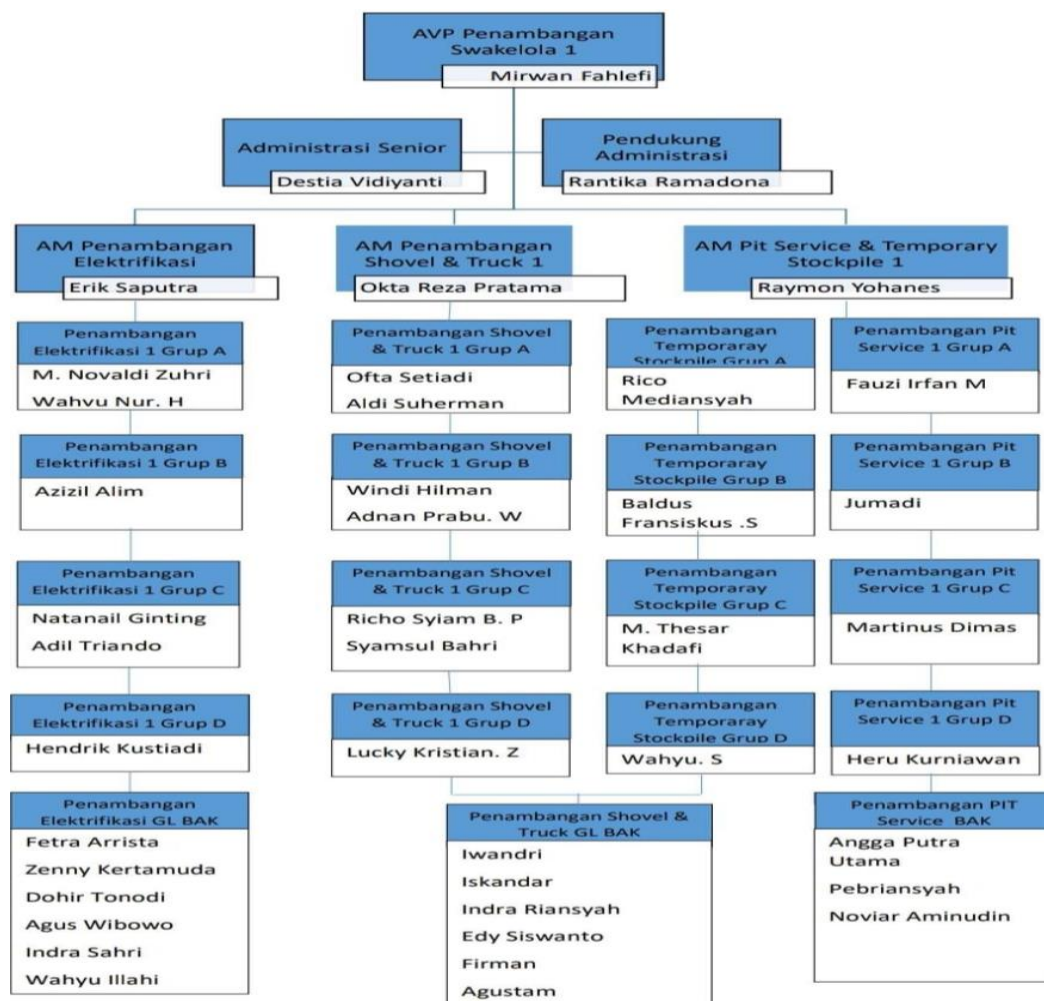


Sumber: Penulis, 2025

Gambar 2.2 Peta Keadaan geologi Regional Tanjung Enim

2.4 Struktur Organisasi Satuan Kerja Swakelola 1

Setiap divisi terdiri dari beberapa unit atau seksi yang fokus pada fungsi khusus seperti perencanaan tambang, pengupasan tanah penutup, penggalian batubara, hingga pengangkutan dan pengolahan. Dengan struktur ini, PT Bukit Asam memastikan kelancaran, efisiensi, dan keselamatan dalam pelaksanaan penambangan swakelola. Struktur Organisasi Swakelola 1 dapat dilihat pada gambar 2.3 berikut:

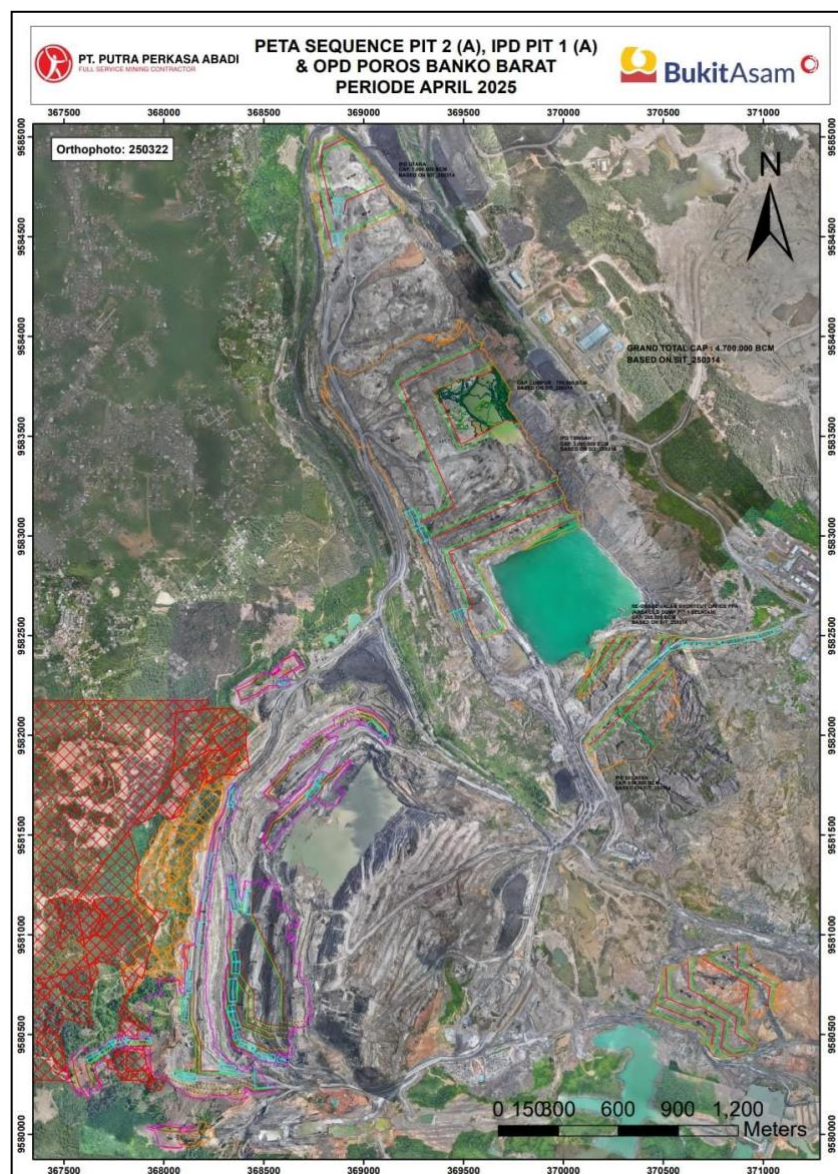


Sumber: Satuan Kerja Swakelola 1, 2025

Gambar 2. 3 Struktur Organisasi Swakelola 1

2.5 Peta *Sequence* PIT 2

Peta *sequence* Pit 2 PT Bukit Asam menunjukkan tahapan penambangan yang berurutan, dimulai dari area sisi barat menuju timur, dengan pola kemajuan bertahap berdasarkan periode produksi. Tiap blok pengupasan lapisan tanah penutup dan penambangan batubara ditandai dengan warna berbeda, menampilkan urutan kerja yang terencana untuk mengoptimalkan kestabilan lereng, efisiensi alat berat, serta target produksi tahunan. Peta *Sequence* pit 2 dapat dilihat pada Gambar 2.4 berikut ini:



Sumber: Satuan Kerja Swakelola

Gambar 2. 4 Peta *Sequence* pit 2

2.6 Visi, Misi, dan Tata nilai kerja perusahaan

PT. Bukit Asam Tbk. terus transparan membangun energi bersih untuk Peradaban, Kemakmuran dan Masa Depan Lebih Cerah melalui inovasi, kualitas, dan keberlanjutan. Inovasi dan transformasi adalah kunci kami untuk menyambut masa depan. Bukit Asam semakin memantapkan fondasi untuk mencapai visinya menjadi perusahaan energi kelas dunia yang peduli lingkungan. Adapun visi, misi, dan tata nilai kerja perusahaan sebagai berikut:

1. Visi

Menjadi perusahaan energi kelas dunia yang peduli lingkungan.

2. Misi

Mengelola sumber energi dengan mengembangkan kompetensi korporasi dan keunggulan insani untuk memberikan nilai tambah maksimal bagi stakeholder dan lingkungan.

3. Tata Nilai Kerja Perusahaan

Tata nilai yang diambil PT Bukit Asam Tbk melalui Badan Usaha Milik Negara (BUMN) yang menganut AKHLAK, adapun penjelasan dari AKHLAK sebagai berikut:

a. Amanah

Memegang teguh kepercayaan yang diberikan dengan cara:

- 1) Memenuhi janji dan komitmen.
- 2) Bertanggung jawab atas tugas, keputusan, dan tindakan yang dilakukan.
- 3) Berpegang teguh kepada nilai moral dan etika.

b. Kompeten

Terus belajar dan mengembangkan kapabilitas dengan cara:

- 1) Meningkatkan kompetensi diri untuk menjawab tantangan yang selalu berubah.
- 2) Membantu orang lain belajar.
- 3) Menyelesaikan tugas dengan kualitas terbaik.

c. Harmonis

Saling peduli dan menghargai perbedaan dengan cara:

- 1) Menghargai setiap orang apapun latar belakangnya.
- 2) Suka menolong orang lain.

3) Membangun lingkungan kerja yang kondusif.

d. Loyal

Berdedikasi dan mengutamakan kepentingan Bangsa dan Negara dengan cara:

- 1) Menjaga nama baik sesama karyawan, pimpinan, BUMN, dan Negara. Rela berkorban untuk mencapai tujuan yang lebih besar.
- 2) Patuh kepada pimpinan sepanjang tidak bertentangan dengan hukum dan etika.

e. Adaptif

Terus berinovasi dan antusias dalam menggerakkan ataupun menghadapi perubahan dengan cara:

- 1) Cepat menyesuaikan diri untuk menjadi lebih baik.
- 2) Terus-menerus melakukan perkembangan teknologi
- 3) Bertindak proaktif.

f. Kolaboratif

Perbaikan Membangun kerja sama yang sinergis dengan cara mengikuti

- 1) Memberi kesempatan kepada berbagai pihak untuk berkontribusi.
- 2) Terbuka dalam bekerja sama untuk menghasilkan nilai tambah.
- 3) Menggerakkan pemanfaatan berbagai sumber daya untuk tujuan bersama.

2.7 Iklim dan Curah Hujan

Daerah Desa Tanjung Enim, Kabupaten Muara Enim, Sumatera Selatan memiliki iklim yang sama dengan iklim di daerah Indonesia pada umumnya, yaitu iklim tropis dengan kelembaban serta temperatur yang tinggi. Seperti kebanyakan daerah Tanjung Enim memiliki iklim tropis dengan kelembaban dan temperatur tinggi, yaitu berkisar antara 23°C sampai dengan 36°C. Dengan menggunakan metode penambangan terbuka seluruh aktivitas pekerjaan berhubungan langsung dengan udara bebas, sehingga iklim yang ada berdampak langsung pada operasional. Daerah ini memiliki dua musim yaitu musim kemarau dan musim hujan. Data Curah Hujan Banko Barat Bulan maret dapat dilihat pada Tabel 2.1 Berikut:

Tabel 2.1 Curah Hujan Banko Barat Bulan Maret

TGL	Banko Barat - Pit 2								
	Rencana	Curah	%	Rencana	Jam	%	Rencana	Frekuensi	%
1	10.99	3.50	32%	1.26	5.93	471%	1	2	213%
2	16.23	33.49	206%	6.25	2.70	43%	2	2	126%
3	28.94	81.57	282%	6.13	7.20	117%	2	1	41%
4	21.34	0.17	1%	7.59	1.30	17%	1	1	90%
5	5.01	10.19	203%	2.47	3.57	144%	1	1	171%
6	39.68	4.81	12%	5.82	1.53	26%	3	1	32%
7	26.90	0.00	0%	9.15	0.00	0%	3	0	0%
8	4.93	3.02	61%	4.01	4.25	106%	1	1	81%
9	6.55	6.31	96%	1.27	5.20	408%	2	3	176%
10	17.70	32.35	183%	1.91	4.77	250%	2	2	114%
11	13.70	34.65	253%	5.48	7.27	133%	2	4	244%
12	22.20	0.94	4%	3.99	4.98	125%	2	1	46%
13	16.51	15.48	94%	5.20	5.83	112%	2	2	103%
14	14.90	26.79	180%	2.73	5.63	206%	2	2	103%
15	4.63	0.92	20%	3.54	1.12	32%	1	2	284%
16	7.22	0.07	1%	3.54	0.03	1%	3	1	40%
17	12.44	4.55	37%	2.84	2.60	92%	1	1	122%
18	4.30	2.51	58%	1.29	2.03	158%	1	1	78%
19	8.87	1.95	22%	4.65	0.33	7%	2	1	50%
20	13.13	0.00	0%	5.26	0.00	0%	2	0	0%
21	7.30	0.00	0%	3.83	0.00	0%	1	0	0%
22	4.95	14.02	283%	2.77	2.00	72%	2	1	49%
23	8.27	4.80	58%	2.67	0.95	36%	1	1	95%
24	6.77	0.00	0%	5.98	0.00	0%	2	0	0%
25	27.73	14.77	53%	6.10	4.75	78%	2	3	176%
26	28.94	0.00	0%	7.40	0.00	0%	2	0	0%
27	4.86	0.00	0%	3.61	0.00	0%	1	0	0%
28	13.45	0.00	0%	2.86	0.00	0%	1	0	0%
29	9.13	0.00	0%	3.39	0.00	0%	1	0	0%
30	23.66	0.00	0%	4.80	0.00	0%	1	0	0%
31	13.37	0.00	0%	2.98	0.00	0%	1	0	0%
Jumlah	444.6	296.9	67%	130.8	74.0	57%	50	34	69%

Sumber: Satuan kerja Swakelola 1, 2025

BAB III

TINJAUAN PUSTAKA

3.1 Pemboran

Pemboran merupakan suatu rangkaian *preparasi* (persiapan) sebelum melakukan kegiatan peledakan. kegiatan pengeboran merupakan aktivitas pertama kali yang dilakukan sebelum memulai peledakan, yang bertujuan untuk membuat lubang ledak dengan geometri dan pola peledakan yang sudah ditentukan untuk selanjutnya diisi dengan bahan peledak Geometri peledakan meliputi: diameter lubang ledak, kedalaman lubang ledak, dan kemiringan ledak dan pola pemboran.

1. Diameter lubang bor

Diameter ukuran lubang bor merupakan faktor yang sangat penting dalam hasil peledakan, diameter lubang bor akan mempengaruhi dalam penentuan jarak *burden* dan jumlah bahan ledak yang akan digunakan pada saat peledakan disetiap lubangnya. Penentuan lubang bor yang disesuaikan besar kecil nya, hal ini mempengaruhi tingkat sulitnya untuk membongkar batuan yang akan diledakkan.

2. Kedalaman lubang bor

Kedalaman lubang ledak akan disesuaikan pada ketinggian jenjang. Kelebihan lubang bor dimaksudkan untuk mendapatkan jenjang yang relative lebih rata

3. Kemiringan lubang bor

Arah pengeboran ada dua yaitu pengeboran tegak dan pengeboran mring. Pengeboran jenjang dengan posisi dari suatu lubang bor akan memberikan keuntungan dan kerugian dari hasil pengeboran yang di dilakukan. Perusahaan tambang akan menggunakan alat bor dengan jenis (*rotary percussive*) menerapkan sistem pengeboran miring, akan tetapi pada tambang terbuka tepatnya pada lokasi daerah penambangan besar cenderung menggunakan sistem lubang bor tegak. Gambar Alat *Drilling* dapat dilihat pada Gambar 3.1 berikut:



Sumber: Penulis, 2025

Gambar 3. 1 Alat *Drilling*

Perusahaan tambang akan menggunakan alat bor dengan jenis (*rotary percussive*) menerapkan sistem pengeboran miring, akan tetapi pada tambang terbuka tepatnya pada lokasi daerah penambangan besar cenderung menggunakan sistem lubang bor tegak karena lubang bor tegak memudahkan pengaturan pola peledakan (*burden, spacing, stemming*) agar fragmentasi batuan lebih seragam dan mengurangi *boulder*. Adapun spesifikasi alat bor *drilling Sandvik d245x*:

- b. *Hole Diameter* : 127.00 – 203.00 mm (5.00 – 8.00 in)
- c. *Weighton bit* : Upto 21,319 kg (47,000 lbs)
- d. *Singlepassholedepth* : Upto 8.66 m (28.50 ft)
- e. *Drillingmethod* : Rotary
- f. *Max. Holedepth* : Upto 27.00 m (88.50 ft)
- g. *Pulldownforce* : Upto 185 ton (41,500 lbf)
- h. *Engine Power* : 403.000 kw (540.000 hp)
- i. *Compressor* : 29.7 m³/min @6.9 bar (1,050 CFM @100 psi)

3.2 *Blasting (Peledakan)*

Peledakan adalah suatu aktivitas penghancuran dengan menggunakan bahan peledak agar tanah penutup terberaikan sehingga mempermudah pembongkaran oleh alat mekanis (Bhandari, 1997).

Menurut PERMENHAN RI No 5 Tahun 2016 Pasal 1 ayat 4 Bahan Peledak adalah bahan atau zat yang berbentuk padat, cair, gas atau campurannya, yang apabila dikenai suatu aksi berupa panas, benturan atau gesekan akan berubah secara

kimiaawi menjadi zat-zat lain yang sebagian besar atau seluruhnya berbentuk gas dan perubahan tersebut berlangsung dalam waktu yang sangat singkat disertai efek panas dan tekanan yang sangat tinggi.

3.3 Faktor-Faktor yang Mempengaruhi Kegiatan Peledakan

Tambang bawah tanah dan tambang terbuka memiliki pola pemboran yang berbeda yang dipengaruhi oleh luas area, volume hasil peledakan, suplai udara segar dan keselamatan kerja. Perencanaan pekerjaan penambangan yang baik, mencakup pemilihan alat bor yang tepat, penentuan geometri peledakan, pola pemboran dan peledakan, pemilihan bahan peledak serta pelaksanaan di lapangan yang sesuai dengan sistem operasional prosedur penambangan dan pengawasan yang bertanggung jawab akan sangat menentukan keberhasilan proses pembongkaran sehingga akan diperoleh hasil peledakan yang baik. Secara umum kegiatan peledakan dipengaruhi dua faktor yaitu:

1. Faktor Rancangan yang Tidak Dapat Dikendalikan

Faktor – faktor yang tidak dapat dikendalikan oleh kemampuan Manusia, hal ini disebabkan karena prosesnya terjadi secara alamiah yang termasuk faktor-faktor ini adalah karakteristik massa batuan, struktur geologi, Pengaruh air, dan kondisi cuaca.

2. Faktor Rancangan yang Dapat Dikendalikan

Faktor Rancangan yang Dapat Dikendalikan faktor-faktor yang dapat dikendalikan oleh kemampuan manusia dalam merancang suatu peledakan untuk memperoleh hasil peledakan yang diharapkan. Adapun faktor-faktor tersebut adalah diameter lubang ledak, kedalaman lubang ledak, kemiringan lubang ledak, pola pemboran, dan pola peledakan Sujiman (2021).

3.4 Bahan Peledak

Bahan peledak (Ir.S. Koesnaryo 1988) adalah bahan yang berbentuk padat, cair, gas atau campuran yang apabila dikenai suatu aksi atau panas, gesekan atau ledakan akan berubah secara kimia menjadi zat – zat lain yang lebih stabil yang sebagian atau seluruhnya berbentuk gas dan perubahan tersebut berlangsung dalam waktu yang sangat singkat disertai efek panas dan tekanan yang tinggi.

3.4.1 Klasifikasi Bahan Peledak

Menurut R.L. Ash (1962), bahan peledak kimia dibagi menjadi:

1. Bahan peledak kuat (*high explosive*) bila memiliki sifat detonasi atau meledak dengan kecepatan reaksi antara 5.000 – 24.000 fps (1.650 – 8.000 m/s).
2. Bahan peledak lemah (*low explosive*) bila memiliki sifat deflagrasi atau terbakar kecepatan reaksi kurang dari 5.000 fps (1.650 m/s).

3.4.2 Jenis dan Tipe Bahan Peledak

Jenis dan tipe bahan peledak ada empat yaitu:

1. Agen peledakan (*Blasting Agent*)

Agen Peledakan adalah campuran bahan-bahan kimia yang tidak diklasifikasikan sebagai bahan peledak, di mana campuran tersebut terdiri dari bahan bakar (*fuel*) dan oksida. Seperti *Ammonium nitrat* (NH₄NO₃), ANFO, dan *slurries*.

2. Bahan peledak berbasis *nitrogliserin*

Kandungan utama dari bahan peledak ini adalah *nitrogliserin*, *nitoglikol*, *Nitrocotton* dan *material selulosa*. Kadang-kadang ditambah juga Ammonium atau sodium nitrat. Nitrogliserin merupakan zat kimia berbentuk cair yang tidak stabil dan mudah meledak, sehingga pengangkutannya sangat beresiko tinggi.

3. Bahan peledak *permissible*

Bahan peledak *permissible* adalah bahan peledak yang khusus digunakan pada tambang batubara bawah tanah. Bahan peledak ini harus lulus beberapa tahapan uji keselamatan yang ketat sebelum dipasarkan. Pengujian terutama diarahkan pada keamanan peledakan dalam tambang batubara bawah tanah yang umumnya berdebu agar bahan peledak tersebut tidak menimbulkan kebakaran tambang. Bahan peledak ini biasanya dibuat dengan persentase NG kecil ditambah bahan bakar dan sodium nitrat serta *Ammonium chloride*, reaksinya adalah:



Hasilnya adalah *ammonium nitrat* sebagai oksidator dan *sodium chloride* yang mempunyai daya pendinginan yang besar, bahkan lebih besar dibanding dengan pencampuran yang pertama.

4. *Black powder* atau *gunpowder*

Black powder atau *gunpowder* pertama kali dibuat pada abad ke 13 dan digunakan baik untuk keperluan militer ataupun penambangan. Komposisi *black powder* adalah serbuk batubara, garam, dan belerang. Bahan peledak ini terbakar cepat sekali, bisa mencapai kecepatan rambat 100 ± 10 detik per meter atau 60 meter per detik pada kondisi terselubung, tetapi tidak bisa meledak. Oleh sebab itu *black powder* diklasifikasikan sebagai bahan peledak lemah (*low explosive*).

3.4.3 Sifat Fisik Bahan Peledak

Sifat fisik bahan peledak merupakan suatu kenampakan nyata dari sifat bahan peledak ketika menghadapi perubahan kondisi lingkungan sekitarnya. Ada beberapa sifat bahan peledak yang perlu diketahui antara lain:

1. *Densitas*, yaitu angka yang menyatakan perbandingan berat per volume.
2. *Sensitifity* (kepekaan) adalah sifat yang menunjukkan tingkat kemudahan inisiasi bahan peledak atau ukuran minimal booster yang diperlukan. Ada beberapa macam kepekaan, yaitu:
 - a. *Sensitifity to shock (Impact)*, yaitu kepekaan bahan peledak terhadap benturan.
 - b. *Sensitifity to head*, yaitu kepekaan bahan peledak terhadap panas (suhu).
 - c. *Sensitifity to initiation*, yaitu kepekaan bahan peledak terhadap ledakan pendahuluan (initiator).
 - d. *Sensitifity to cap*, yaitu kepekaan bahan peledak terhadap gelombang ledakan yang letaknya berjauhan.
 - e. *Water Resistance*, adalah kemampuan bahan pedeladak untuk menahan perembesan air.
 - f. *Chemical Stability*, adalah ukuran kestabilan bahan peledak dalam penyimpanan.

- g. *Fumes Characteristic*, adalah sifat bahan peledak yang menggambarkan banyak sedikitnya gas-gas beracun yang terjadi sesudah peledakan seperti CO (*Carbon Monoksida*) dan NO (*Nitrogen Oksida*).

3.5 Karakter Detonasi Peledak

Karakter detonasi peledak menggambarkan perilaku suatu bahan peledak Ketika meledak untuk menghancurkan batuan. Beberapa karakter detonasi yang penting dikenal meliputi:

1. *Strength*, yaitu persentase atau kekuatan (daya ledak) bahan peledak yang dinyatakan dalam prosentase berat nyata dari NG (*Nitroglycerin*) dari total berat bahan peledak jenis *Straight Dinamit*. Pada pengukuran *strength* digunakan dua metode pengukuran, yaitu:
 - a. *Weigh Strength* (berdasarkan berat bahan peledak)
 - b. *Volume Strength* (berdasarkan volume bahan peledak)
2. *Velocity of Detonation* (VOD), adalah sifat bahan peledak yang mempunyai perambatan yang tinggi atau kecepatan perambatan peledakan dari bahan peledak. Pengukuran cepat rambat bahan peledak. Pengukuran cepat rambat bahan peledak dapat dilakukan dengan menggunakan sumbu ledak yang diketahui kecepatannya.
3. *Detonation Pressure*, adalah tekanan yang terjadi disepanjang zona reaksi peledakan hingga terbentuk reaksi kimia seimbang sampai ujung bahan peledak yang disebut dengan bidang *Chapman – Jouguet (C-J Plane)*.
4. *Borehole Pressure*, yaitu tekanan dari gas hasil peledakan yang akan mendorong batuan terlempar dan terlepas dari batuan induknya. Besarnya sekitar 50% tekanan detonasi.

3.6 Geometri Peledakan

Menurut Ash R.L. (1990) Geometri peledakan adalah jarak lubang tembak yang dibuat pada area yang akan dilakukan peledakan. Geometri peledakan sangat berpengaruh pada hasil peledakan, jika geometri peledakannya optimal dan sesuai tentu akan menghasilkan fragmentasi batuan yang baik juga. Hal ini juga berpengaruh pada keselamatan pekerja, kondisi jenjang yang stabil, serta fragmentasi batuan yang sesuai. Berikut Geometri Peledakan Menurut R L Ash (1990):

1. Kedalaman Lubang Bor.

Kedalaman lubang bor tidak boleh lebih kecil dari *burden*, hal ini untuk menghindari terjadinya

2. *Burden*

Burden (Menurut R.L. Ash) adalah jarak antara lubang bor atau lubang tembak yang relatif tegak lurus terhadap *free face*. Untuk menentukan *burden* R.L. Ash (1967) mendasar pada acuan yang dibuat secara empirik, yaitu adanya batuan standar dan bahan peledak standar.

- b. Batuan Standar adalah batuan yang mempunyai berat jenis atau densitas 160 lb/cuft (2,56 ton/m³) tidak lain dari densitas batuan rata-rata.
- c. Bahan peledak standar adalah bahan peledak yang mempunyai berat jenis (SG) 1,20 dan kecepatan detonasi (V_e) 12.000fps (3657,60m/detik).

Jika batuan yang akan diledakan sama dengan batuan standar dan bahan peledak standar maka digunakan *burden ratio* (K_b) 30, tetapi jika batuan yang akan diledakan bukan bahan peledak standar maka harga K_b itu harus dikoreksi menggunakan faktor penyesuaian (*adjustment faktor*).

3. *Spasi*

Spasi adalah jarak diantara lubang ledak dalam suatu garis yang sejajar dengan bidang ledak, persamaan yang digunakan.

Pedoman Penentuan jarak spacing sebagai berikut:

- b. Peledakan serentak $S = 2 B$
- c. Peledakan beruntun dengan interval lama (*Second delay*) $S=B$
- d. Peledakan dengan *millisecond delay*, S antara 1B-2B
- e. Jika terdapat kekar yang saling tidak tegak lurus S antara 1,2-1,8 B

4. *Subdrilling*

Subdrilling (perpanjangan lubang bor) adalah merupakan panjang lubang ledak yang berbeda di bawah permukaan lantai jenjang. Sedangkan fungsi dari perpanjangan lubang bor adalah untuk membuat lantai jenjang relatif rata setelah peledakan.

5. *Stemming*

Stemming (pemampat) adalah tempat material penutup didalam lubang bor di atas kolom isian bahan peledak. Pemampat yang terlalu pendek dapat mengakibatkan batu terbang dan suara ledakan yang keras sedangkan pemampat yang terlalu panjang akan mengakibatkan retakan ke belakang

jenjang dan bongkah di sekitar dinding jenjang. Secara teori panjang pemampat sama dengan panjang beban, agar tekanan ke arah bidang bebas dan samping seimbang.

6. *Loading Density*

Loading density (densitas pengisian), adalah jumlah bahan peledak setiap meter kedalaman kolom lubang ledak. Densitas pengisian digunakan untuk menghitung jumlah bahan peledak yang diperlukan setiap kali peledakan.

7. *Powder Factor*

Powder factor atau dalam istilah lain bisa disebut dengan *specific charge* adalah suatu bilangan yang menunjukkan jumlah bahan peledak yang digunakan untuk membongkar sejumlah batuan. *Powder factor* ini merupakan salah satu petunjuk untuk memperkirakan baik atau tidaknya suatu operasi peledakan. Hal ini disebabkan dari harga *powder factor* ini dapat diketahui tingkat efisien bahan. *Fragmentasi* Untuk memperkirakan fragmentasi batuan hasil peledakan dapat digunakan rumusan yang dikemukakan oleh Kuznetsov (1973):

$$X = A \left(\frac{V}{Q} \right)^{0,8} \times Q^{0,17} \times \left(\frac{E}{115} \right)^{0,63} \dots\dots\dots (3.1)$$

Keterangan:

- X = Ukuran rata – rata fragmentasi batuan, (cm)
- A = Faktor batuan
- V = Volume batuan yang terbongkar, m³
- Q = Berat bahan peledak tiap lubang ledak, kg
- E = Relatif Weight Strength (ANFO = 100) (EMULSI 120 -180)

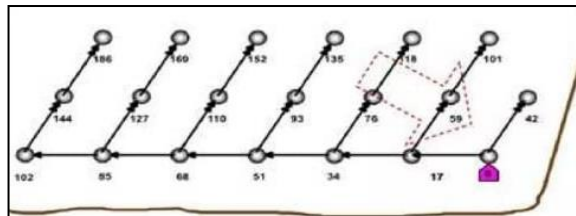
3.7 Pola Peledakan

Pola peledakan merupakan urutan waktu peledakan antar lubang-lubang bor dalam satu baris dengan lubang bor pada baris berikutnya ataupun antar lubang bor yang satu dengan lubang bor yang lainnya. Pola peledakan ini ditentukan berdasarkan urutan waktu peledakan serta arah runtuh material yang diharapkan.

Pola peledakan berdasarkan sistem inisiasi dibedakan menjadi tiga berdasarkan arah lemparan material hasil peledakan yaitu *Box cut*, *Vcut*, *corner cut*

Atau *echelon*. (Nubatonis, dkk, 2020). Adapun pola peledakan yang bisa diterapkan Pada tambang terbuka adalah sebagai berikut:

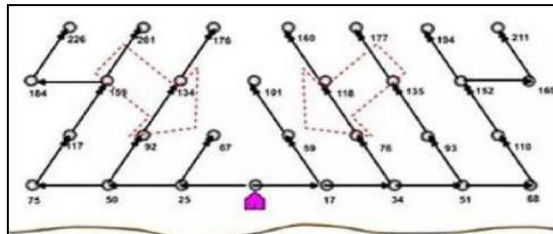
1. Pola *Corner cut (echelon)* merupakan pola peledakan yang diterapkan untuk Lokasi peledakan yang hanya mempunyai satu bidang bebas (*free face*) dilokasi Peledakan. Pola peledakan *corner cut* dapat dilihat pada Gambar 3.2 berikut:



Sumber: William Hustrulid (1999)

Gambar 3. 2 Pola peledakan *corner cut*

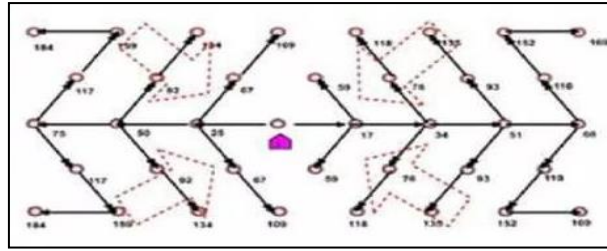
2. Pola *V-cut* yaitu pola peledakan yang arah runtuhannya ke depan dan Membentuk huruf V. Pola peledakan dengan *V-cut* ini dipakai disaat terdapat Dua bidang bebas (*free face*) arah lemparan hasil peledakan dengan Menggunakan pola ini kearah tengah (*center*). Pola peledakan *V-cut* dapat dilihat Pada Gambar 3.3 berikut:



Sumber: William Hustrulid (1999)

Gambar 3. 3 Pola Peledakan V-cut

3. Pola *Box Cut*, yaitu pola peledakan yang arah runtuhannya ke tengah. Pola box cut digunakan ketika hanya terdapat satu bidang bebas (*free face*) di Lokasi peledakan. Pola *Box Cut* dapat lihat pada Gambar 3.4 berikut:



Sumber: William Hustrulid (1999)

Gambar 3.4 Pola Peledakan *Box cut*

3.8 Distribusi Energi Peledakan

Bentuk lubang bor yang biasanya berupa lingkaran akan memberikan radius influence di sekitar lubang ledak yang berasal dari tekanan yang dihasilkan oleh bahan peledak. Bagian yang berada di luar radius juga akan terkena pengaruh peledakan tetapi dalam skala yang relatif kecil. Pemilihan pola pengeboran sangat berpengaruh terhadap sebaran radial dari energi hasil peledakan. Pola pengeboran selang-seling atau zig-zag mampu memberikan cakupan yang lebih luas. Pola selang-seling dapat mengurangi lebih besar bagian dari batuan yang berada di luar radius pengaruh daripada pola sejajar. Cakupan energi peledakan juga tergantung pada ukuran *burden* dan *spacing* yang digunakan di suatu lokasi peledakan (Hustrulid, 1999). Semakin kecil ukuran *burden* dan *spacing* akan meningkatkan cakupan energi peledakan. Namun, ukuran *burden* dan *spacing* yang terlalu dekat dapat menyebabkan banyaknya energi terbuang apabila telah melewati cakupan energi peledakan lebih besar dibandingkan luasan daerah yang akan diledakkan

Rumus untuk mencari cakupan energi (*energy coverage*) peledakan yaitu:

$$\%I = \frac{AI}{AH} \times 100\% \dots\dots\dots(3.2)$$

$$AH = S \times B \dots\dots\dots(3.3)$$

$$AI = \pi \times R^2 \dots\dots\dots(3.4)$$

Keterangan:

AH : Luas Batuan yang akan diledakkan untuk setiap lubang ledak (m²)

- AI : Luas batuan yang mendapat pengaruh dari energi peledakan (m²)
 B : *Burden* (m)
 S : *Spacing* (m)
 R : S/2 (m)
 %I : Persentase daerah yang terpengaruh energi peledakan

Selain cakupan energi (*energy coverage*), penentuan geometri peledakan yang optimal berdasarkan distribusi energi peledakan dapat dianalisis melalui perhitungan *vertical energy distribution* (VED). VED merupakan persentase energi yang terdistribusi vertikal dari bawah ke atas yang dihasilkan akibat kegiatan peledakan. Secara teori, VED merupakan persentase perbandingan antara panjang kolom bahan peledak terhadap ketinggian jenjang peledakan. Semakin besar persentase VED akan menghasilkan *fragmentasi* batuan yang semakin kecil.

Sebaliknya, semakin kecil persentase VED akan menghasilkan fragmentasi batuan yang semakin besar. Namun, nilai VED yang terlalu besar akan menyebabkan stemming ejection karena ukuran stemming terlalu kecil sehingga mengakibatkan hilangnya energi yang dihasilkan bahan peledak ke atmosfer. Nilai VED terbaik untuk diterapkan pada kegiatan peledakan yaitu kurang dari 80% (Fadel, 2021). Rumus mencari persentase dari *vertical energy distribution* (VED) yaitu:

$$VED = \frac{pc}{H} \times 100\% \dots \dots \dots (3.5)$$

Keterangan:

- VED : *Vertical Energy Distribution* (%)
 PC : *Powder Column* (m)
 H : *Bench Heigh* (m)

3.9 Peralatan dan Perlengkapan Peledakan

Peralatan dan perlengkapan yang dibutuhkan pada saat proses peledakan, yaitu sebagai berikut:

1. *Blasting Machine*

Blasting Machine merupakan alat untuk memicu ledakan. Alat ini digunakan sebagai penimbul arus listrik pada pekerjaan peledakan serangkaian detonator elektrik.



Sumber: Penulis, 2025

Gambar 3. 5 *Blasting Machine*

Adapun spesifikasi alat Blasting Machine kobla BM200D:

- a. Modul BM-200D (*Straight series circuit / 1ohm resistance per cap / max 200 shorts*)
- b. *Power 1,5 Volt Dry Battery x 6 pcs = 6 Volt*
- c. *Charging Time 4 sec*
- d. *Power Source DC 6V Dry Battery*
- e. *Output Energy 16 Joules*
- f. *Output Voltage DC 1500 V*
- g. *Electric Capacity 15 uF*
- h. *Size 195x95x175 mm*
- i. *Weight 2100 g*

2. *Ohm Meter*

Ohm Meter adalah alat ukur Listrik yang digunakan untuk mengukur resistansi suatu komponen dalam suatu rangkaian. Alat ini memberikan nilai resistansi dalam satuan ohm (Ω) dan membantu identifikasi integritas komponen elektronik seperti resistor atau kawat.



Sumber: Penulis, 2025

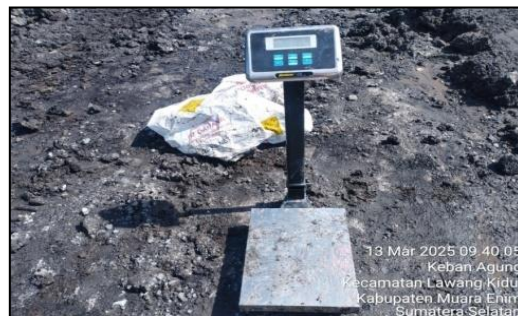
Gambar 3. 6 Ohm Meter

Adapun spesifikasi Ohm Meter BO1999-1:

- a. *Range 0-1999ohms*
- b. *Accuracy 1 ohm*
- c. *Maximum Test Current 2 Miliamperes*
- d. *Size 10,5 x 3,4 x 9 cm*
- e. *Power source 9Volt Alkaline battery or equal*

3. Timbangan Bahan Peledak

Fungsi timbangan dalam kegiatan *blasting* (peledakan) sangat penting untuk keselamatan, efisiensi, dan hasil akhir yang diinginkan untuk memastikan jumlah bahan peledak sesuai dengan desain peledakan. Kelebihan atau kekurangan bisa menyebabkan hasil peledakan yang Tidak optimal atau bahkan berbahaya.



Sumber: Penulis, 2025

Gambar 3. 7 Timbangan Bahan Peledak

4. *Plastik Linier*

Plastic linier ialah kantong plastik yang digunakan sebagai pembungkus bahan peledak ANFO, apabila lubang kedak dalam keadaan terisi air atau basah.



Sumber: Penulis, 2025

Gambar 3. 8 Plastik Linier

5 *Powergel*

Merupakan sebuah jenis bahan peledak emulsi yang memiliki kekuatan tinggi dan responsif terhadap detonator. Produk ini dikembangkan oleh *Energetic Material Center* (EMC) Dahana dan terbukti sangat efisien baik untuk operasi di dalam tanah maupun di permukaan.



Sumber: Penulis, 2025

Gambar 3. 9 *PowerGel*

6. *Inhole delay*

Inhole delay memiliki waktu tunda yang bervariasi, di PT Bukit Asam Tbk menggunakan *inhole delay* jenis LP (*Long Period*) dengan waktu tunda 500 ms, 3000 ms dan 6000 ms



Sumber: Penulis, 2025

Gambar 3. 10 *Inhole Delay*

7. *Surface Delay*

Surface delay atau yang dikenal *nonel surface* digunakan untuk membuat rangkaian peledakan sebagai penghubung antara *inhole* detonator dan *nonel starter*. Waktu tunda permukaan yang digunakan bervariasi mulai dari 25 ms, 42 ms, 67 ms, dan 109 ms, untuk membedakan masing-masing sistem waktu tunda ditandai dengan warna, nama seri atau nama khusus.



Sumber: Penulis, 2025

Gambar 3. 11 *Surface Delay*

8. *Safety line*

Dalam sebuah industri pertambangan, kegunaan dari pemasangan *safety line* tersebut sebagai tanda bahwa suatu area dalam kondisi bahaya atau kritis dan kemudian dikasih pembatas.



Sumber: Penulis, 2025

Gambar 3. 12 *Safety Line*

9. *Mobil Mixer/Manufacturing Unit (MMU)*

Mobile Manufacturing Unit (MMU) Merupakan alat yang berfungsi untuk mengetahui produktivitas MMU mengisi lubang ledak sehingga dapat mengetahui jumlah MMU yang digunakan sesuai target produksi peledakan. Metode penelitian yang dilakukan dengan cara melakukan pengamatan, pencatatan, pengukuran dan pengumpulan data hasil kegiatan lapangan (Amperadi, dkk, 2017).



Sumber: Penulis, 2025

Gambar 3. 13 *Mobile Manufacturing Unit (MMU)*

10. Papan Peringatan

Papan peringatan merupakan alat yang digunakan sebagai tanda peringatan bahwa akan dilaksanakan peledakan.



Sumber: Penulis, 2025

Gambar 3. 14 Papan Peringatan

11. Bahan peledak

Bahan peledak yang digunakan di pit 2 adalah ANFO dengan komposisi *Ammonium Nitrate* (AN) adalah 94,5% dan *Fuel Oil* (FO) adalah 5,5% umumnya *fuel oil* yang digunakan menggunakan berbahan jenis solar.



Sumber: Penulis, 2025

Gambar 3. 15 Bahan Peledak ANFO

12. Mobil *box*

Kendaraan ini berfungsi membawa perlengkapan peledakan, mobil *box* ini juga mengantar juru ledak yang akan melakukan aktivitas peledakan.



Sumber: Penulis, 2025

Gambar 3. 16 Mobil Box

3.10 Proses Peledakan

Proses peledakan dalam kegiatan penambangan merupakan tahapan penting yang harus dilakukan secara terencana, sistematis, dan sesuai prosedur keselamatan kerja. Setiap langkah dalam proses ini memiliki tujuan agar pelaksanaan peledakan dapat berlangsung aman, efektif, serta menghasilkan fragmentasi batuan yang sesuai dengan kebutuhan. Secara umum, proses peledakan terdiri dari beberapa tahapan, yaitu:

1. Persiapan sebelum dilakukannya peledakan

Mengamankan lokasi peledakan dengan memasang bendera peringatan, papan peringatan, pemberitahuan dengan alat komunikasi dan papan informasi sebagai tanda peringatan bahwa akan ada pelaksanaan peledakan, memastikan kembali keadaan lubang ledak sesuai dengan rencana peledakan, mempersiapkan serta memeriksa peralatan dan perlengkapan peledakan dalam keadaan baik, pengawas atau juru ledak memastikan bahwa tidak ada penambangan, juru ledak dan pekerja peledakan mendistribusikan bahan peledak yang sudah sampai di lokasi peledakan pada setiap lubang ledak sesuai dengan kebutuhan bahan peledak yang akan digunakan

2. Pembuatan Primer (*Priming*)

Juru ledak memeriksa *inhole delay* detonator sebelum dimasukkan ke dalam bahan peledak (*powergel*), memasukkan detonator kedalam *powergel* dan mengikatnya duakali sehingga tidak mudah lepas.

3. Pengisian lubang ledak (*Charging*)

Apabila lubang ledak berisi air maka bahan peledak dimasukkan kedalam plastic *linier*, memasukkan isian (primer) kedalam lubang ledak kemudian bahan peledak ANFO kedalam lubang ledak menggunakan MMU sesuai dengan kebutuhan yang telah direncanakan, pekerja dilokasi menutup lubang bagian

atas yang tidak diisi bahan peledak (*stemming*) dengan bantuan alat tongkat/stik dari bambu.

4. Perangkaian pola peledakan (*tie up*)

Juru ledak akan menyesuaikan rencana perangkaian pola peledakan dengan kondisi yang *actual* pada area peledakan untuk menentukan arah lemparan, setelah itu mendistribusikan *surface delay* detonator pada setiap lubang ledak dan melakukan *tie up*.

5. Evakuasi dan pengamanan sebelum proses peledakan dilakukan

Pengawas memastikan unit dan manusia telah di evakuasi pada jarak aman serta seluruh *road blocker* berada pada semua akses (jalan tambang) masuk ke area peledakan.

6. Pelaksanaan peledakan

Pengawas melakukan seluruh rangkaian lubang ledak terhubung satu sama lain, pekerja akan menarik kabel pemicu ledakan lead wire dari lokasi peledakan ke titikaman lokasi peledakan (lokasi *blasting machine*), memasang detonator pada *initiating point* (IP) sebelum dilakukan dilakukannya pemasangan, dipastikan untuk bagian kabel utama terhubung satu sama yang lain, dilakukannya pengecekan dengan kembali dengan *ohmmeter* untuk memastikan ada atau tidaknya kabel yang putus atau lepas agar meminimalisir risiko yang tidak diinginkan, selanjutnya memastikan kondisi dalam keadaan aman dengan menyampaikan informasi kepada semua pihak bahwa peledakan akan di laksanakan, proses yang terakhir pengawas menghubungkan kabel utama dan memastikan dalam keadaan on.

7. Pengecekan pasca peledakan

Pengawas melakukan pemeriksaan setelah peledakan setelah gas-gas hasil peledakan hilang, untuk memastikan semua lubang ledak meledak dan tidak terjadi *misfire*.

8. Penanganan *misfire*

Apabila terjadi *misfire*, pengawas harus segera melaporkan kepada pihak yang terkait untuk dilakukan peledakan ulang atau dilakukan pengecekan kedua, area peledakan harus diamankan dan pihak lain tidak diperbolehkan untuk mendekati daerah *misfire* kecuali tugas penanggung jawab, hingga *misfire* tersebut diledakkan. Pemeriksaan *misfire* dilakukan 5 menit setelah peledakan dilaksanakan untuk menghindari risiko yang tidak diinginkan, pengawas akan

memberi sekitar lubang ledak dengan bendera merah dan menganalisa penyebab terjadinya *misfire*, antara lain:

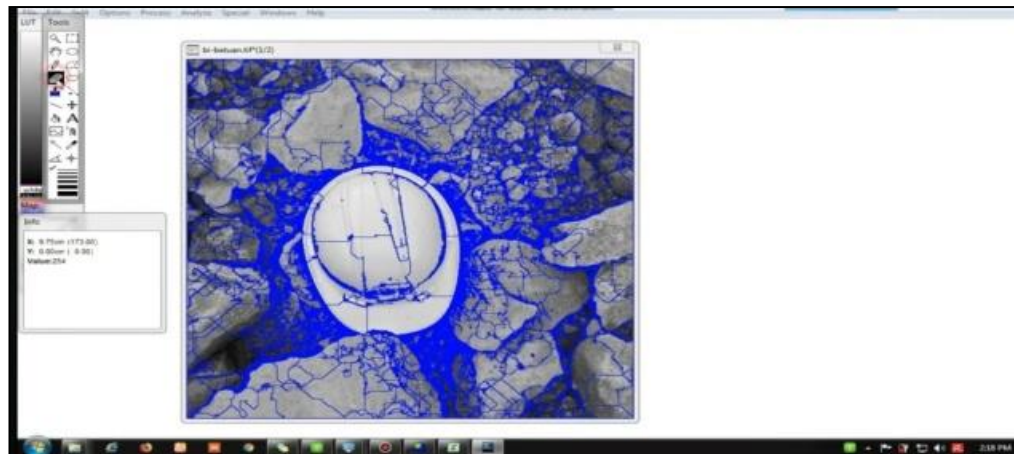
- a. memeriksa adanya rangkaian yang tidak terhubung
- b. memeriksa *ultrasonic* seal sumbu (terputus atau tidak), dan kandungan serbuk pada detonator untuk memastikan apakah terdapat *misproduct* atau *cut off* kemudian pengawas mengambil bahan peledak kembali ke Gudang dan menentukan cara penanganannya, antara lain:
 - 1) Apabila kondisi primer terjangkau dan dapat diledakkan ulang, dilakukan penggantian *surface delay*.
 - 2) Apabila kondisi primer tidak dapat diledakkan ulang (tertimbun atau hilang), *stemming* dikeluarkan dengan *sompessor* udara bertekanan tinggi atau memakai air, setelah dikeluarkan kemudian dipasang *primer* baru dan diledakkan sesuai prosedur. Tidak dibenarkan melakukan pemboran ulang oada lubang tersebut atau menggali keluar material *stemming*, karena terdapat risiko bahan peledak meledak akibat dari gerakan atau guncangan.
 - 3) Apabila dilakukan pembuatan lubang ledak baru, maka jarak minimal lubang ledakdengan lubang misfire yaitu 50-100 cm, dan arahnya tidak menembus lubang *misfire*, kemudian disisi dengan bahan peledak dan diledakkan sesuai prosedur.

9. Pembuatan berita acara atau laporan

Pengawas membuat berita acara setelah peledakan dilakukan, mulai dari keterangan jam ledak, pengambilan bahan peledak, dan keterangan bahwa peledakan sudah aman.

3.11 *Software Split Desktop 2.0*

Software Split Desktop digunakan untuk menganalisis ukuran fragmentasi batuan dengan memberikan garis tengah pada foto sampel, menghitung skala berdasarkan jarak yang diketahui, melihat fragmentasi, mengedit dengan memberi arsir dan border, menghitung distribusi ukuran, membuat grafik hasil, dan menyimpan data serta grafik. Tampilan menu *Software Split Dekstop 2.0* dapat dilihat pada Gambar 3.17 berikut:



Sumber: Penulis, 2025

Gambar 3. 17 Tampilan menu *Software Split Dekstop 2.0*

BAB IV

HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 Fragmentasi Aktual menggunakan *Software Split Dekstop*

Fragmentasi yang baik merupakan tujuan utama dalam peledakan, oleh karena itu untuk mencapai *fragmentasi* yang baik diperlukannya kajian terhadap hal-hal yang membuat *fragmentasi* yang lebih baik seperti geometri peledakan. Kemudian untuk mengetahui ukuran fragmentasi aktual hasil peledakan di lapangan diperlukannya pengambilan foto pada masing masing area peledakan yang diambil pada blok tertentu sehingga dapat mewakili ukuran fragmentasi pada area peledakan tersebut. Pengambilan foto fragmentasi dengan menggunakan kamera *smartphone*. Gambar yang dihasilkan harus menggunakan skala pembanding yang akurat, seperti helm *safety* dan bola, yang telah diketahui ukuran aslinya. Hasil *Fragmentasi* dapat dilihat pada Tabel 4.1 berikut:

Tabel 4.1 Data Fragmentasi menggunakan Metode *Image Analysis*

Tanggal Peledakan	Lokasi	Distribusi Fragmentasi	
		P20 (mm)	Top Size (mm)
10/3/2025	6103-PPA	72, 66	215, 24
11/3/2025	6103-PPA	149, 99	648, 59
13/3/2025	6103-PPA	204, 55	662,30
22/3/2025	6104-PPA	118, 01	342, 27
23/3/2025	6104-PPA	77, 12	217, 32
8/4/2025	6103-PPA	118, 81	363, 30
10/4/2025	6103-PPA	195, 40	510, 87
11/4/2025	1229-BA	192, 05	658, 70
11/4/2025	1229-BA	112, 71	307, 25
15/4/2025	3001-BA	150, 45	441, 42
17/4/2025	2007-PPA	149, 00	405, 96
Rata-Rata		140, 06	433,92

Berdasarkan data pada tabel diatas ukuran fragmentasi paling baik pada tanggal 10 Maret 2025 dengan distribusi ukuran 72, 66 mm dengan *top size* sebesar 215,24 mm, hal ini menunjukkan bahwa hasil fragmentasi pada peledakan tersebut mencapai target yang diinginkan yaitu <400mm sedangkan ukuran fragmentasi paling buruk terjadi pada peledakan tanggal 13 maret 2025 dengan distribusi fragmentasi ukuran 204,55 mm dan *top size* sebesar 662,30 mm dan diketahui target fragmentasi yang distandarkan oleh PTBA yaitu ± 400 mm dengan distribusi fragmentasi perbandingan 85% : 15%.

4.1.1 Geometri Peledakan

Geometri peledakan merupakan suatu rancangan awal yang harus diperhatikan agar peledakan dapat berjalan dengan baik. Pola pemboran yang digunakan adalah pola pemboran *straggered pattern* atau *zig-zag* dan pola peledakan yang digunakan adalah *echelon* dan *box cut*. Peledakan dari tanggal 10 Maret 2025 sampai 17 April 2025. Data Geometri Peledakan dapat dilihat pada Tabel 4.2 Berikut:

Tabel 4. 2 Data Geometri Peledakan

Tanggal	Fleet	Burden	Spasi	Diameter Lubang	Kedalaman	Pf (Kg/Bcm)	Jumlah Lubang
10/3/2025	6163-PPA	6,1	7	158	5,6	0,08	113
11/3/2025	6163-PPA	5,8	6,8	158	5,2	0,09	78
13/3/2025	6103-PPA	5,54	6,60	158	6,0	0,08	86
22/3/2025	6104-PPA	5,92	6,70	158	6,0	0,10	124
23/3/2025	6164-PPA	5,85	7,42	158	6,0	0,08	69
8/4/2025	6163-PPA	6,23	7,16	158	5,5	0,08	98
10/4/2025	6163-PPA	5,8	6,88	158	5,0	0,10	78
11/4/2025	1229-BA	5,9	7,0	158	5,0	0,05	39
11/4/2025	1229-BA	6,2	7,1	158	5,0	0,05	60
15/4/2025	3001-BA	5,94	6,99	158	5,0	0,05	75
17/4/2025	2007-PPA	5,90	6,85	158	6,0	0,10	138

Sumber: Penulis, 2025

4.2 Evaluasi Penggunaan Bahan Peledak

Bahan peledak yang digunakan dalam kegiatan peledakan juga memengaruhi keberhasilan dari kegiatan peledakan. Semakin banyak bahan peledak yang digunakan dalam setiap lubang ledak akan meningkatkan energi yang dihasilkan. Sebaliknya, semakin sedikit bahan peledak yang digunakan dalam setiap lubang ledak akan menurunkan energi yang dihasilkan. Data penggunaan Bahan Peledak dapat dilihat pada Tabel 4.4 berikut.

Tabel 4. 3 Data penggunaan Bahan Peledak

Tanggal	DETONATOR							BAHAN PELEDAK			
	LIL				Nonel			Ammonium Nitrate	Fuel Oil	Dayagel	Powder Faktor (PF)
	6000 ms (pcs)	3000 ms (pcs)	176 ms (pcs)	109 ms (pcs)	67 ms (pcs)	42 ms (pcs)	25 ms (pcs)				
10/3/2025	113	14	78	0	21	0	0	2000	149	113	0.08
11/3/2025	78	9	39	0	30	0	0	1575	116	78	0.09
13/3/2025	86	9	44	0	33	0	0	1625	119	86	0.08
22/3/2025	124	10	77	0	0	0	37	2900	215	124	0.10
23/3/2025	69	5	0	36	0	0	28	1275	96	69	0.08
8/4/2025	98	9	0	37	29	0	23	1675	125	98	0.08
10/4/2025	79	9	0	37	12	0	19	1500	113	78	0.10
11/4/2025	39	2	0	24	14	0	0	400	29	39	0.05
11/4/2025	60	4	0	36	22	0	0	600	44	60	0.05
15/4/2025	82	0	0	31	0	37	0	825	60	75	0.055
17/4/2025	139	11	0	59	45	0	22	3175	239	139	0.10

Dari data harian yang tercatat selama periode 10 Maret sampai 17 April 2025, penggunaan bahan peledak utama yaitu, *Ammonium Nitrate* (AN) berkisar antara 825kg hingga 3175kg, *Fuel Oil* (FO) berkisar antara 29 Liter hingga 239 liter, Dayagel berkisar antara 39 pcs hingga 139 pcs. Puncak penggunaan AN dan FO terjadi pada tanggal 17/4/2025 dengan nilai AN= 3175 kg, FO = 239 liter, Dayagel= 139 pcs. Ini menunjukkan bahwa volume peledakan pada hari tersebut tergolong besar, dengan Powder Factor (PF) tertinggi yaitu 0.10. Sebaliknya, penggunaan bahan peledak terendah terjadi pada tanggal 11/4/2025, dengan AN hanya 400 kg, FO 29 liter, dan Dayagel 39 pcs, serta PF=0.05. Ini menunjukkan kegiatan peledakan yang minimal pada hari tersebut. Volume dan efisiensi bahan peledak bervariasi menyesuaikan kebutuhan peledakan harian. Hari dengan volume tinggi seperti 17/4/2025 mencerminkan kegiatan peledakan besar dengan hasil fragmentasi yang lebih luas.

Efisiensi Energi Berdasarkan *Powder Factor* (PF) tertinggi 0.10 (tanggal 22/3 & 17/4/2025) dan terendah 0.05 (tanggal 11/4/2025). Nilai PF yang lebih tinggi menunjukkan penggunaan bahan peledak yang lebih besar terhadap volume batuan yang dibongkar, yang mengindikasikan peledakan yang kuat dan luas. Nilai PF

yang terlalu rendah (<0.06) seperti pada tanggal 11 dan 14 April bisa mengindikasikan risiko fragmentasi batuan yang buruk, karena energi yang dihasilkan mungkin tidak cukup optimal. *Powder Factor* yang dijaga antara 0.05–0.10 menunjukkan pengendalian penggunaan energi cukup baik, meskipun nilai $PF < 0.06$ perlu diwaspadai karena bisa mengakibatkan fragmentasi yang kurang optimal.

Penggunaan detonator sistem yang digunakan terdiri dari dua jenis yaitu, LIL (*Long Instantaneous Length*), digunakan secara konsisten, terutama *delay* 6000 ms dan 176 ms dan nonel (*non-elektrik*) dengan kombinasi *delay* 25 ms hingga 109 ms, Penggunaan kombinasi *delay* ini menunjukkan pendekatan *controlled blasting* untuk mengatur arah dan waktu ledakan guna meminimalkan getaran ke lingkungan sekitar (terutama ke arah rumah warga). Terlihat bahwa sistem *nonel delay* (67 ms dan 42 ms) paling sering digunakan pada tanggal-tanggal tertentu (contohnya 17/4/2025), mendukung peledakan bertahap (*staggered detonation*). Penggunaan *delay* yang beragam memperlihatkan pendekatan aman dan terkontrol, yang cocok diterapkan di area dekat pemukiman seperti di Pit 2 Banko Barat.

BAB V

PENUTUP

5.1 Kesimpulan

Berdasarkan hasil pengamatan dari uraian pada bab sebelumnya, maka dapat ditarik kesimpulan sebagai berikut:

1. Berdasarkan analisis distribusi menggunakan *Software split desktop 2.0* didapatkan dengan ukuran fragmentasi paling baik dengan distribusi ukuran 72,66 mm dengan *top size* sebesar 215,24 mm, sedangkan paling buruk dengan distribusi fragmentasi ukuran 204,55 mm dan *top size* 662,30 mm.
2. Berdasarkan data harian bahan peledak menunjukkan bahwa penggunaan jumlah bahan peledak masih ada yang belum efisiensi mengingat fragmentasi masih banyak yang diatas 400mm sedangkan standar Perusahaan ± 400 mm.

5.2 Saran

Berdasarkan hasil pengamatan dari uraian pada bab sebelumnya, maka dapat ditarik saran sebagai berikut:

1. Pengawasan dalam kegiatan pengeboran sangat penting untuk memastikan bahwa geometri peledakan yang direncanakan sesuai dengan kondisi aktual di lapangan. Hal ini bertujuan untuk:
 - a. Memastikan lubang bor sesuai dengan desain yang telah direncanakan, baik dalam hal kedalaman, diameter, maupun posisi.
 - b. Menghindari kesalahan yang dapat menyebabkan hasil peledakan tidak optimal, seperti fragmentasi yang tidak merata atau kerusakan pada struktur sekitarnya.
 - c. Meningkatkan efisiensi penggunaan bahan peledak dan mengurangi risiko keselamatan.
2. Pengawasan yang detail selama proses pengisian bahan peledak (*charging*) sangat diperlukan untuk memastikan bahwa:
 - a. Isian bahan peledak sesuai dengan rencana yang telah dibuat, baik dari segi jumlah maupun distribusi.
 - b. Energi yang dihasilkan dari peledakan sesuai dengan kebutuhan, untuk mencapai hasil fragmentasi yang optimal

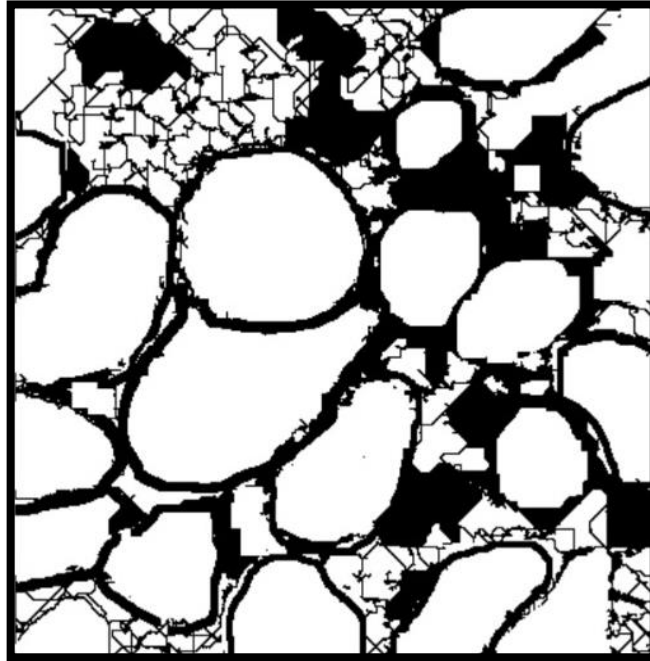
- c. Menghindari kelebihan atau kekurangan bahan peledak yang dapat mempengaruhi hasil peledakan dan keselamatan di lapangan.

DAFTAR PUSTAKA

- Ardi Kuswanto, Eko Santoso, & Annisa 2022. Kajian pengaruh arah peledakan terhadap fragmentasi batuan *Overburden* hasil peledakan berdasarkan Model Kuz-Ram, Vol. 7, No. 3, Desember 2022: 117.
- Amperadi, T. B., Ahmad. (2017). Kajian Teknis Mmu (Mobile Manufacture Unit) Pada Kegiatan Pengisian Bahan Peledak Di Pt. Ael Indonesia Site MsjSepari Kabupaten Kutai Kartanegara Provinsi Kalimantan Timur. Jurnal Geologi Pertambangan. Vol 21(2).
- Dian, A., S. (2018). Evaluasi Geometri Peledakan Terhadap Fragmentasi Batuan dan Biaya Peledakan Pt. Teguh Sinarabadi, Kabupaten Kutai Barat Provinsi Kalimantan Timur. Vol 6.
- Keputusan Menteri Energi dan Sumber Daya Mineral Republik Indonesia Nomor 1827 K/30/MEM/2018 Tentang Pedoman Pelaksanaan Kaidah Teknik Pertambangan yang Baik. Jakarta.
- Nubatonis Jekson, F. H., Isjudarto, A., Rande, S. A (2020). Analisa Geometri Peledakan Untuk Mendapatkan Fragmentasi Yang Optimal Guna Meningkatkan Digging Time Alat Hydraulic Loading Excavator Komatsu PC 2000. Mining Insight. Vol 1(2): 235-265.
- Satuan Kerja Swakelola 1. 2025, *Laporan Satuan Kerja Swakelola 1*. Tanjung Enim: PT Bukit Asam.
- Sujiman, Ibnu Hasyim, Adi Putri. 2018. Kajian Geometri Peledakan Terhadap Fragmentasi Batuan Hasil Peledakan Di Pit 4 Tuc Pt. Mega Prima Persada Kecamatan Loa Kulu Kutai Kartanegara Kalimantan Timur.
- Undang-Undang Republik Indonesia Nomor 3 Tahun 2020 Tentang Perubahan atas Undang-Undang Nomor 4 Tahun 2009 tentang Pertambangan Mineral dan Batubara. Jakarta.

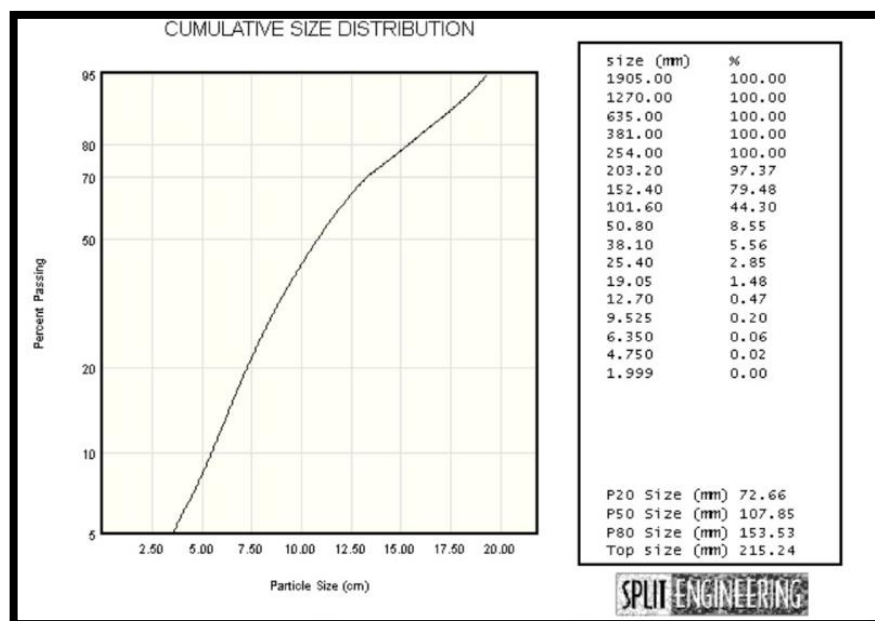
LAMPIRAN A. FRAGMENTASI AKTUAL MENGGUNAKAN *SOFTWARE SPLIT DEKSTOP*

1. Hasil fragmentasi tanggal 10 Maret 2025



Sumber: Penulis, 2025

Gambar A. 1 Hasil fragmentasi tanggal 10 Maret 2025



Sumber: Penulis, 2025

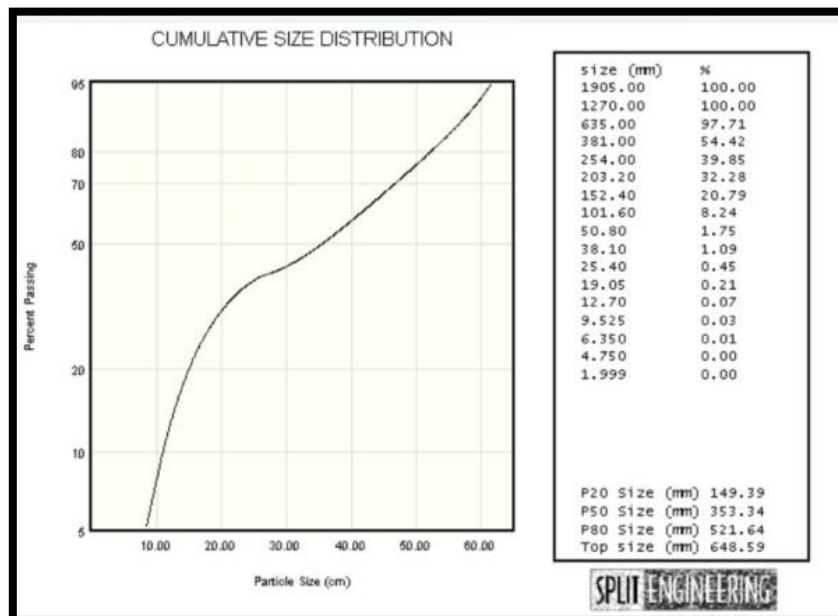
Gambar A. 2 Grafik Fragmentasi

2. Hasil *Fragmentasi* tanggal 11 Maret 2025



Sumber: Penulis, 2025

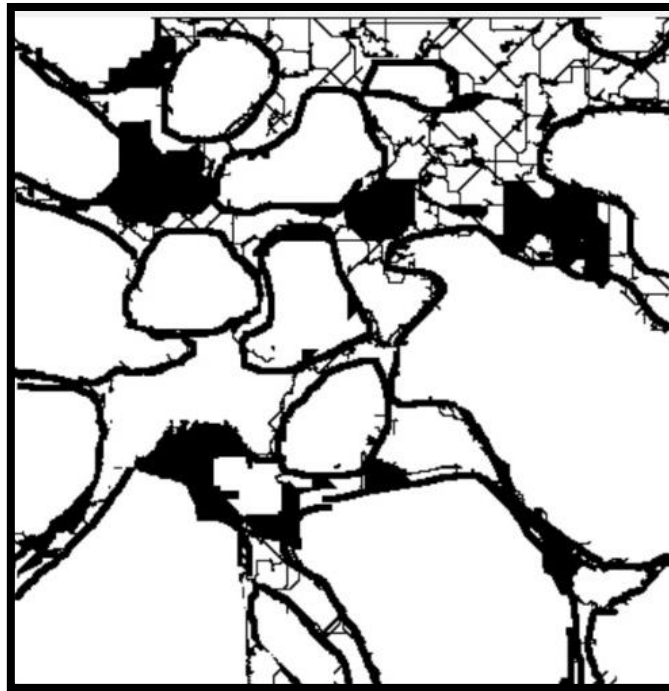
Gambar A. 3 Hasil *Fragmentasi* tanggal 11 Maret 2025



Sumber: Penulis, 2025

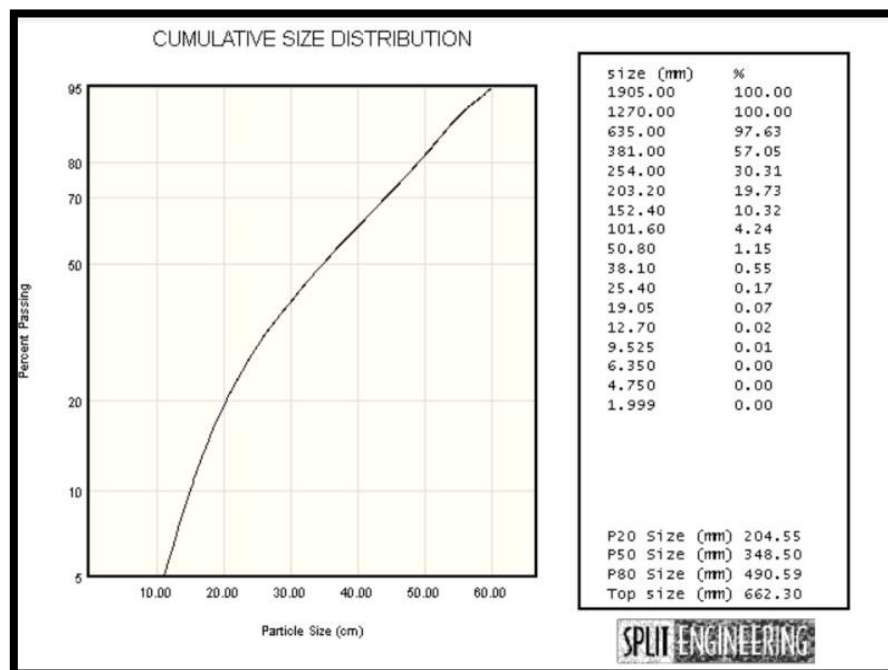
Gambar A. 4 Grafik *Fragmentasi*

3. Hasil fragmentasi 13 Maret 2025



Sumber: Penulis, 2025

Gambar A. 5 Hasil *fragmentasi*



Sumber: Penulis, 2025

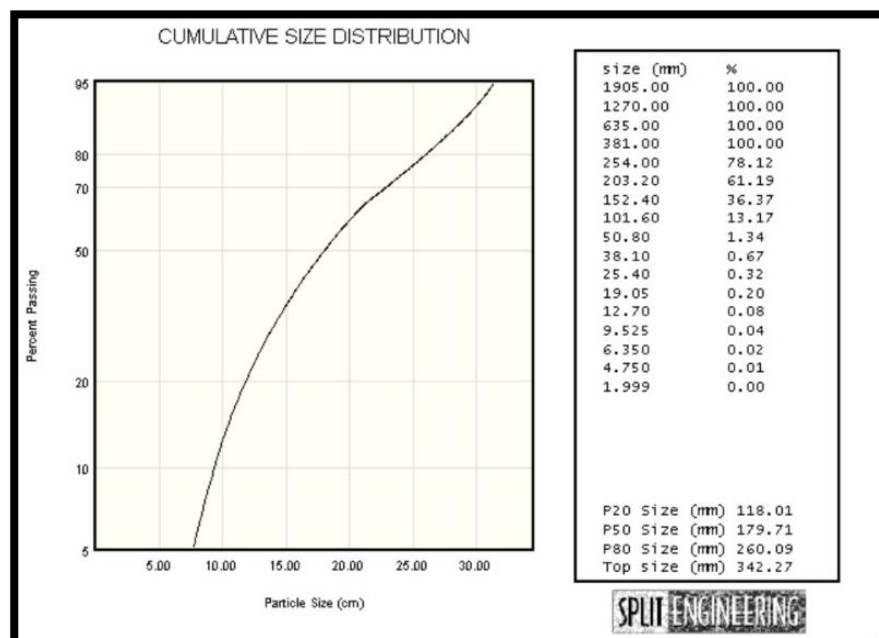
Gambar A. 6 Grafik *Fragmentasi*

4. Hasil Fragmentasi 22 Maret 2025



Sumber: Penulis, 2025

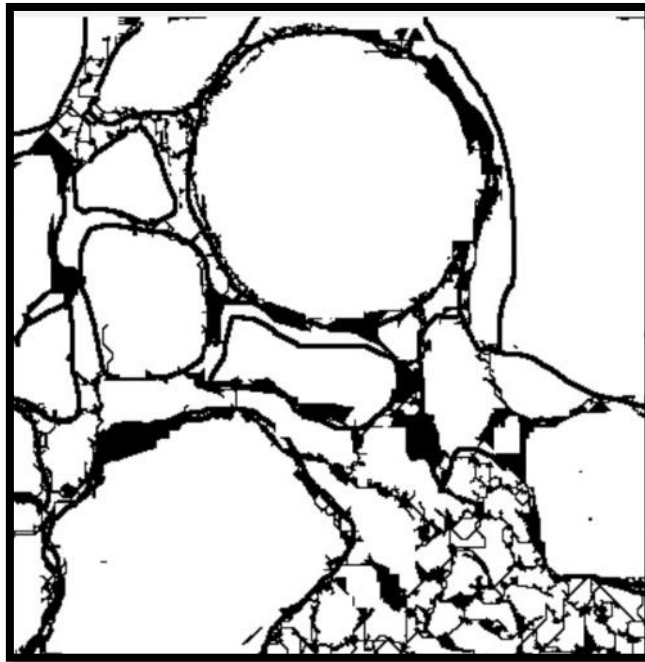
Gambar A. 7 Hasil *fragmentasi*



Sumber: Penulis, 2025

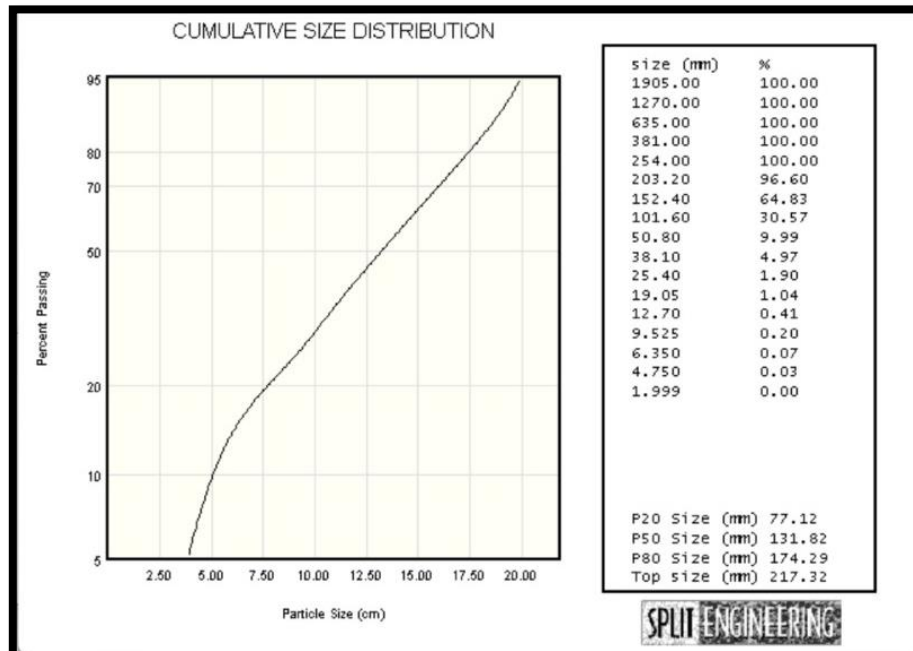
Gambar A. 8 Grafik *Fragmentasi*

5. Hasil Fragmentasi 23 maret 2025



Sumber: Penulis, 2025

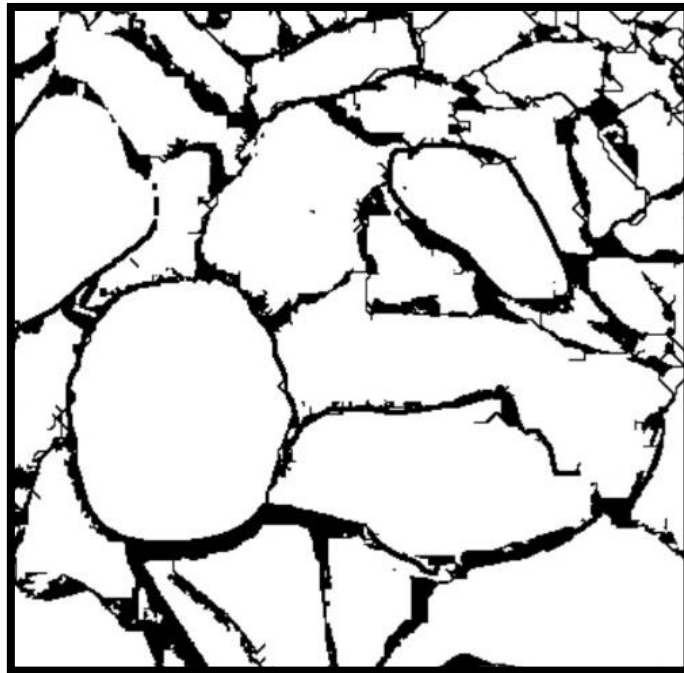
Gambar A. 9 Hasil *fragmentasi*



Sumber: Penulis, 2025

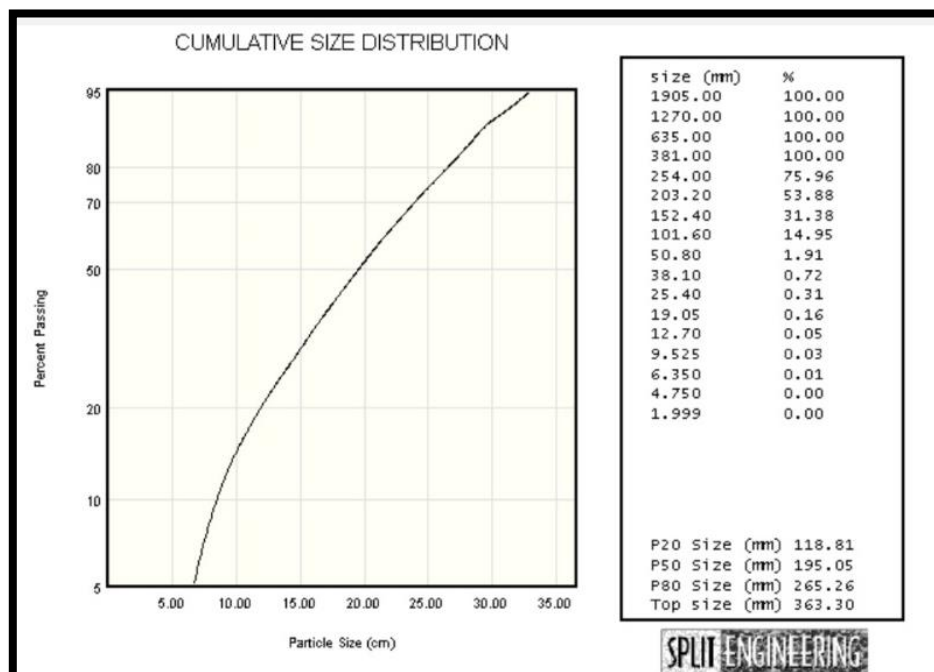
Gambar A. 10 Grafik *Fragmentasi*

6. Hasil Fragmentasi 8 April 2025



Sumber: Penulis, 2025

Gambar A. 11 Hasil *fragmentasi*



Sumber: Penulis, 2025

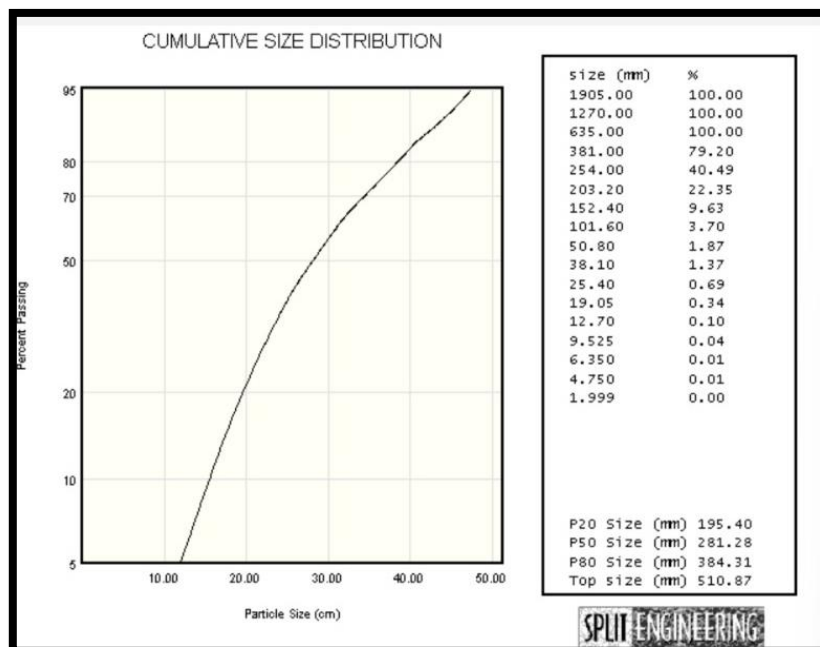
Gambar A. 12 Grafik *Fragmentasi*

7. Hasil Fragmentasi 10 April 2025



Sumber: Penulis, 2025

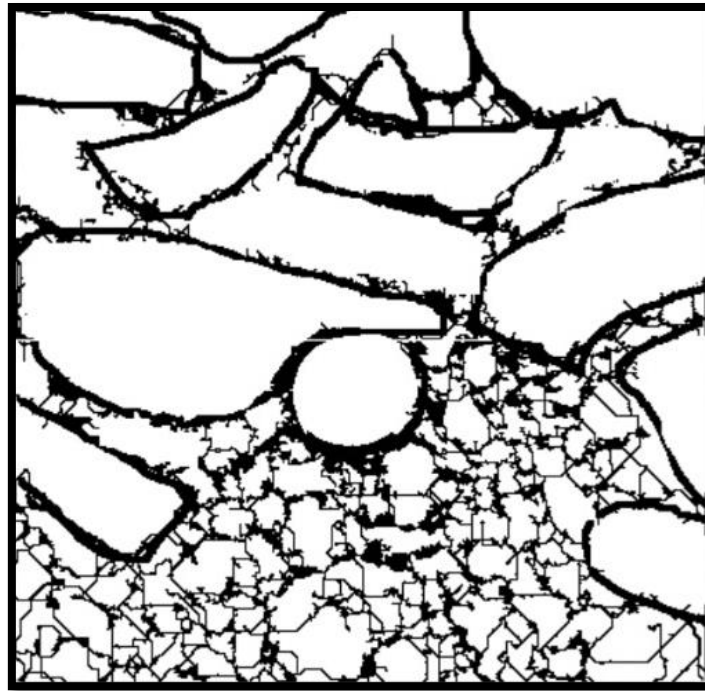
Gambar A. 13 Hasil *fragmentasi*



Sumber: Penulis, 2025

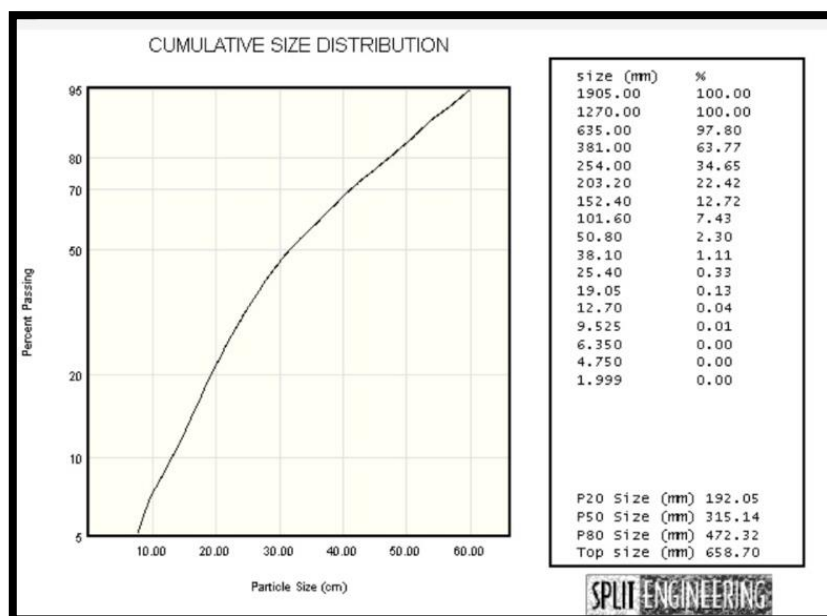
Gambar A. 14 Grafik *Fragmentasi*

8. Hasil Fragmentasi 11 April 2025



Sumber: Penulis, 2025

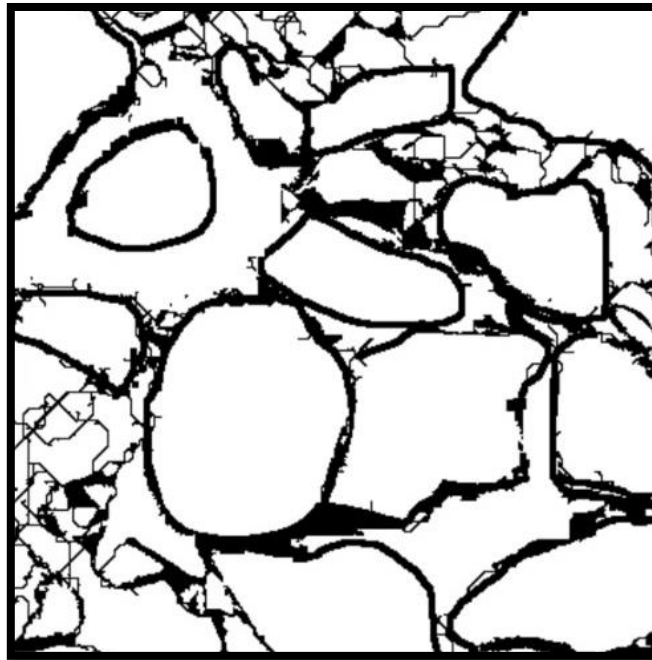
Gambar A. 15 Hasil *fragmentasi*



Sumber: Penulis, 2025

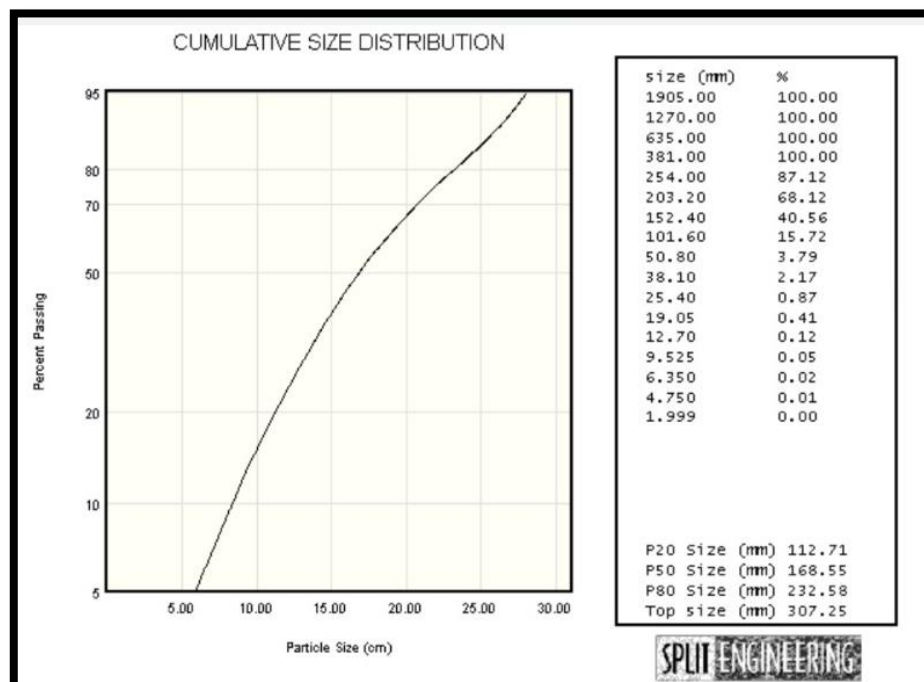
Gambar A. 16. 16 Grafik *Fragmentasi*

9. Hasil Fragmentasi 11 April 2025



Sumber: Penulis, 2025

Gambar A. 17 Hasil *fragmentasi*



Sumber: Penulis, 2025

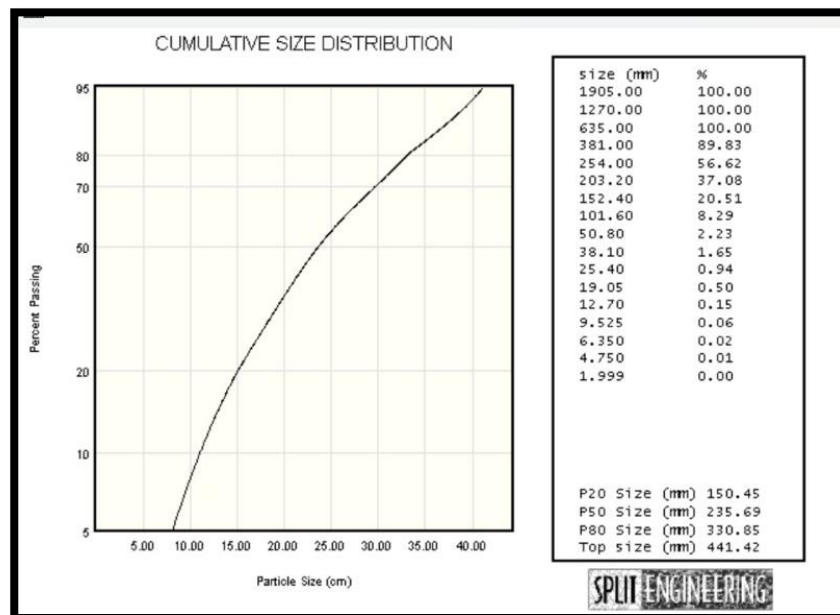
Gambar A. 18 Grafik *Fragmentasi*

10. Hasil Fragmentasi 15 April 2025



Sumber: Penulis, 2025

Gambar A. 19 Hasil *fragmentasi*



Sumber: Penulis, 2025

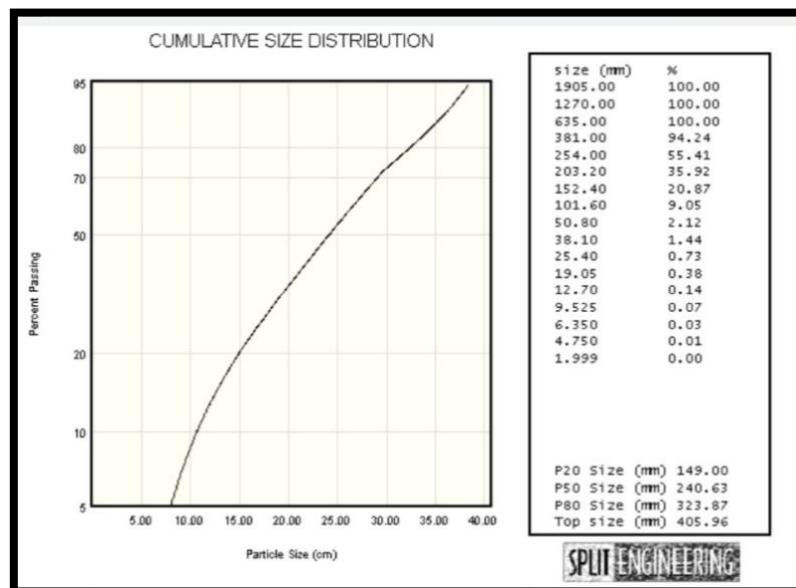
Gambar A. 20 Grafik *Fragmentasi*

11. Hasil Fragmentasi 17 April 2025



Sumber: Penulis, 2025

Gambar A. 21 Hasil *fragmentasi*



Sumber: Penulis, 2025

Gambar A. 22 Grafik *Fragmentasi*

LAMPIRAN B. DOKUMENTASI PENELITIAN



Sumber: Penulis, 2025

Gambar B. 1 Lokasi *Blasting*



Sumber: Penulis, 2025

Gambar B. 2 Mengukur *Burden & Spasi*



Sumber: Penulis, 2025

Gambar B. 3 jarak 500m pada saat *Blasting*



Sumber: Penulis, 2025

Gambar B. 4 proses pengisian bahan peledak ke lubang ledak



Sumber: Penulis, 2025

Gambar B. 5 *Fragmentasi* Setelah Peledakan