

Kajian Perbandingan Biaya Peledakan Menggunakan Detonator *Electronic* dan *Non-Electric Detonator* di PT Tambang Semen Sukabumi, Kabupaten Sukabumi, Provinsi Jawa Barat

Beni Kurniawan*, Yuliadi, Yunus Ashari

Prodi Teknik Pertambangan, Fakultas Teknik, Universitas Islam Bandung, Indonesia.

*benikurniawan347@gmail.com, yuliadi@unisba.ac.id, yunus_ashari@unisba.ac.id

Abstract. There are several things that must be considered in determining the success of a blasting activity, including the fragmentation of rock resulting from blasting, because if the rock fragmentation resulting from blasting is too large (boulder), then secondary blasting or blasting will be carried out to reduce the rock chunks to form rock fragmentation of the appropriate size. with subsequent work, and secondary blasting causes additional costs, therefore the blasting process must be in accordance with the planning target and avoid additional cost. In this research, a comparative study of blasting costs using electronic detonators and non-electric detonators was carried out. There are several fixed parameters used by PT TSS, namely burden 2.5 m, spacing 3.3 m, drill hole diameter 4 inches and 3.5 inches, blast hole depth 7 m, vertical drilling direction, Staggered Patten drilling pattern, charging system Bottom priming + booster with limestone. The cost calculation includes explosive costs, drilling costs, breaker cost and labor salaries. Based on the calculation, the total cost per blast using a non-electric detonator is IDR 147,282,104 and the average cost per blast incurred is IDR 73,641,052 with the total average cost per blast hole being IDR 1,306,597 and the total volume revealed is IDR 5,215.13 BCM with an average rock fragmentation of 26.29%, while the total cost per blasting using an electronic detonator is IDR 517,135,828 and the average cost per blasting is IDR 64,641,978 with an average total cost per blast hole amounting to IDR 1,880,686 and the total volume revealed was 15,813.70 BCM with an average stone fragmentation of 36.82%.(Chiappetta, 2004; Hamdan et al., 2023; USBM, 1950)

Keywords: *Blasting Geometry, Explosive Cost, Electronic Detonator, Non-Electric Detonator, Blast Hole.*

Abstrak. Ada beberapa hal yang harus diperhatikan dalam menentukan keberhasilan suatu kegiatan peledakan diantaranya yaitu fragmentasi batuan hasil peledakan, karena jika fragmentasi batuan hasil peledakan berukuran terlalu besar (boulder), maka akan dilakukan secondary blasting atau peledakan untuk memperkecil bongkahan batuan agar terbentuk fragmentasi batuan yang berukuran sesuai dengan pekerjaan selanjutnya, dan secondary blasting menyebabkan penambahan biaya, karena itu proses peledakan harus sesuai dengan target perencanaan dan menghindari penambahan biaya. Pada penelitian ini dilakukan kajian perbandingan biaya peledakan menggunakan electronic detonator dan non-electric detonator. Ada beberapa parameter tetap yang digunakan oleh PT TSS yaitu burden 2,5 m, spasi 3,3 m, diameter lubang bor 4 inch dan 3,5 inch, kedalaman lubang ledak 7 m, arah pemboran vertikal, pola pemboran Staggered Patten, sistem charging Bottom priming + booster dengan batuan limestone. Pada perhitungan biaya meliputi explosive cost, drilling cost, breaker cost dan gaji tenaga kerja. Berdasarkan perhitungan didapatkan total biaya per peledakan menggunakan non-electric detonator sebesar Rp 147.282,104 dan biaya rata-rata per peledakan yang dikeluarkan yaitu Rp 73.641,052 dengan total biaya rata-rata per lubang ledak yaitu Rp 1.306,597 dan total volume yang terbongkar sebanyak 5.215,13 BCM dengan rata-rata fragmentasi boulder sebesar 26,29% sedangkan untuk total biaya per peledakan menggunakan electronic detonator sebesar Rp 517.135,828 dan rata-rata biaya per peledakan yang dikeluarkan yaitu Rp 64.641,978 dengan total biaya rata-rata per lubang ledak yaitu Rp 1.880,686 dan total volume yang terbongkar sebanyak 15.813,70 BCM dengan rata-rata fragmentasi boulder sebesar 36,82%.

Kata Kunci: *Geometri Peledakan, Biaya Peledakan, Electronic Detonator, Non-Electric Detonator, Lubang Ledak.*

A. Pendahuluan

Dalam industri pertambangan sering dijumpai sifat batuan yang relatif keras dan untuk memberaikan batuan tersebut perlu proses peledakan. Proses peledakan ini bertujuan untuk menghancurkan batuan agar lebih mudah untuk digali dan dimuat kedalam alat angkut. Sehingga operasi penambangan dapat berjalan secara efektif dan efisien.

Dalam kegiatan pembongkaran batuan dengan peledakan, ada beberapa hal yang harus diperhatikan dalam menentukan keberhasilan suatu kegiatan peledakan diantaranya yaitu fragmentasi batuan hasil peledakan, karena jika fragmentasi batuan hasil peledakan berukuran terlalu besar (*boulder*), maka akan dilakukan secondary blasting atau peledakan untuk memperkecil bongkahan batuan agar terbentuk fragmentasi batuan yang berukuran sesuai dengan pekerjaan selanjutnya, dan secondary blasting menyebabkan penambahan biaya, karena itu proses peledakan harus sesuai dengan target perencanaan dan menghindari penambahan biaya, karena terjadi secondary blasting dan miss fire atau gagal ledak yang salah satu penyebabnya adalah banyaknya bongkahan batuan yang terlalu besar, sehingga sumbu ledak terjepit dan tidak bisa mengalirkan energi panas kepada detonator akibatnya primer tidak jadi meledak.

Tetapi pemilihan metode peledakan harus dipertimbangkan dengan sangat matang. Hal ini menyangkut ongkos atau biaya yang akan dikeluarkan oleh perusahaan tambang untuk membeli alat dan bahan yang akan dipergunakan untuk proses peledakannya sangat mahal. Sehingga perusahaan harus memperhitungkan pengeluaran tersebut dengan hasil pendapatan dari hasil penjualan hasil tambangnya.

Tujuan Penelitian

1. Mengetahui total biaya per peledakan yang dikeluarkan terhadap pemberaian batuan.
2. Mengetahui total biaya per lubang ledak yang dikeluarkan.
3. Mengetahui total biaya breaker terhadap pemberaian batuan menggunakan electronic detonator dan non-electric detonator.
4. Mengetahui nilai ekonomis dari kedua jenis detonator tersebut terhadap pemberaian batuan.

B. Metodologi Penelitian

Batubara merupakan bahan bakar hidrokarbon padat yang terbentuk dari proses penggabutan dan pembatubaraan di dalam suatu cekungan (daerah jawa) dalam jangka waktu geologis yang meliputi aktivitas bio-geokimia terhadap akumulasi flora di alam yang mengandung selulosa dan lignin. Proses pembatubaraan juga dibantu oleh faktor tekanan (hubungan dengan kedalaman) dan suhu (berhubungan dengan pengurangan kadar air batubara) (Sukandarrumidi, 1995).

Metode dalam penelitian ini adalah pengambilan data dengan cara membaca literatur yang tersedia mengenai biaya peledakan seta pengamatan langsung dilapangan lalu dianalisis secara teoritis. Pengumpulan data primer merupakan pengamatan yang langsung dilakukan di lokasi penelitian, dimana pengamatan yang dilakukan meliputi geometri peledakan, pola peledakan, hasil fragmentasi peledakan, drilling cost, explosive cost, manpower cost dan breaker cost. Data sekunder dilakukan melalui studi kepustakaan yaitu dengan mempelajari melalui beberapa studi literatur seperti laporan terdahulu, handbook ataupun website yang bersangkutan dengan kegiatan penelitian. Adapun data yang didapat dari data sekunder yaitu data spesifikasi bahan peledak, data dan harga aksesoris peledakan, gaji tenaga kerja pengeboran dan peledakan.

Pengolahan dan analisis data dibuat dengan menggunakan data -data yang telah didapatkan di lokasi penelitian lalu dilakukan pengolahan dan juga hasil dari pengumpulan data sekunder yang berkaitan dengan penelitian, sehingga dari data-data tersebut dilakukanlah perhitungan menggunakan rumus serta pembahasan tertentu yang nantinya dapat menganalisis nilai ekonomis dari kedua jenis detonator tersebut terhadap pemberaian batuan yang dilakukan dari kegiatan drilling sampai dengan secondary breaking (hydraulic breaker) terhadap hasil fragmentasi yang dihasilkan sehingga didapatkan nilai biaya ekonomis yang lebih optimal.

C. Hasil Penelitian dan Pembahasan

Data dan Harga Aksesoris Peledakan

Data pemakaian aksesoris peledakan yang dilakukan dilokasi penelitian menggunakan nonel dan elektronik detonator didapat sebagai berikut :

Tabel 1. Penggunaan Aksesoris Nonel

No	Tanggal	Lokasi	Aksesoris Nonel					
			Diameter (inch)	Dynamite (kg)	IHD 500/15 m (Pcs)	TLD 67/5 m (Pcs)	TLD 109/5 m (Pcs)	EDD HEBS 9 m (Pcs)
1	12 Juli 2023	C Produksi	4	12,3	41	38	3	1
2	17 Juli 2023	C Produksi	4	27,6	69	64	4	1

Tabel 2. Harga Penggunaan Aksesoris Nonel

No	Tanggal	Lokasi	Harga					
			Diameter (inch)	Dynamite (Rp)	IHD 500/15 m (Rp)	TLD 67/5 m (Rp)	TLD 109/5 m (Rp)	EDD HEBS 9 m (Rp)
1	12 Juli 2023	C Produksi	4	725.024	2.943.800	1.919.912	151.572	276.000
2	17 Juli 2023	C Produksi	4	1.626.882	4.954.200	3.233.536	202.096	276.000
Total Harga				2.351.906	7.898.000	5.153.448	353.668	552.000

Tabel 3. Penggunaan Aksesoris Elektronik

No	Tanggal	Lokasi	Aksesoris Elektronik		
			Diameter (inch)	Dynamite (kg)	EDD HEBS 9 m (Pcs)
1	10 Juli 2023	C Produksi	4	24	60
2	13 Juli 2023	C Produksi	4	16	40
5	20 Juli 2023	C Produksi	4	14,4	36
			3,5	14	35
6	24 Juli 2023	C Produksi	4	15,2	38
			3,5	12,4	31
7	27 Juli 2023	C Produksi	4	3,6	9
			3,5	20,4	51

Tabel 4. Harga Penggunaan Aksesoris Elektronik

No	Tanggal	Lokasi	Harga		
			Diameter (inch)	Dynamite (kg)	EDD HEBS 9 m (Pcs)
1	10 Juli 2023	C Produksi	4	1.414.680	16.560.000
2	13 Juli 2023	C Produksi	4	943.120	11.040.000
5	20 Juli 2023	C Produksi	4	848.808	9.936.000
			3,5	825.230	9.660.000
6	24 Juli 2023	C Produksi	4	895.964	10.488.000
			3,5	730.918	8.556.000
7	27 Juli 2023	C Produksi	4	212.202	2.484.000
			3,5	1.202.478	14.076.000
Total				7.073.400	82.800.000

Perhitungan biaya penggunaan aksesoris peledakan dapat dihitung dengan cara :

$$\text{Jumlah penggunaan aksesoris (Pcs)} \times \text{Harga satuan aksesoris (Rp)}$$

Geometri Peledakan

Data pemakaian aksesoris peledakan yang dilakukan dilokasi penelitian menggunakan nonel dan elektronik detonator didapat sebagai berikut :

Tabel 5. Geometri Aktual Nonel

No	Lokasi	Diameter (Inch)	Drilling		Geometri		
			Jumlah Lubang	Total Kedalaman (m)	Burden (m)	Spacing (m)	Kedalaman (m)
1	C Produksi	4	41	243,3	2,09	3,44	5,93
2	C Produksi	4	69	459,1	2,49	3,03	6,65

Tabel 6. Geometri Aktual Elektronik

No	Lokasi	Diameter (Inch)	Drilling		Geometri		
			Jumlah Lubang	Total Kedalaman (m)	Burden (m)	Spacing (m)	Kedalaman (m)
1	C Produksi	4	60	402,1	2,66	3,25	6,70
2	C Produksi	4	40	273,4	2,19	3,32	6,84
3	C Produksi	4	36	256,7	2,41	3,04	7,13
		3,5	35	246,2	2,62	3,20	7,03
4	C Produksi	4	38	254	2,37	3,06	6,68
		3,5	31	208,4	2,36	3,20	6,72
5	C Produksi	4	9	56,2	2,26	3,12	6,24
		3,5	51	345,5	2,52	2,98	6,77

Gaji Tenaga Kerja

Biaya yang dibutuhkan untuk tenaga kerja yang didapat dari hasil penelitian dilokasi kegiatan yaitu biaya tenaga kerja pengeboran dan peledakan.

a. Gaji Pekerja Pengeboran

Kegiatan pengeboran dilakukan oleh 2 orang pekerja, dimana satu orang bertindak sebagai operator yang mengoperasikan mesin bor dan satu orang lagi bertindak sebagai pembantu (helper) yang bertugas mengarahkan posisi bit pada proses pengeboran. Untuk biaya pengeboran di lokasi penelitian ini menggunakan kontraktor dengan harga yang telah disepakati yaitu Rp 50.000 per meter x total kedalaman.

b. Gaji Pekerja Peledakan

Kegiatan peledakan memerlukan 12 orang tenaga kerja yang terdiri dari 2 orang juru ledak dan 10 orang pekerja harian lepas (helper). Juru ledak memiliki gaji Rp 3.000.000/bulan dan pekerja harian lepas memiliki gaji Rp 8.186/lubang x total lubang yang akan dilakukan peledakan.

Biaya Pengeboran

Berdasarkan hasil perhitungan ada beberapa faktor yang mempengaruhi biaya pengeboran (*drilling cost*) yaitu total kedalaman aktual dan *rate drill*. Untuk mencari biaya pengeboran dapat menggunakan perhitungan sebagai berikut :

$$\text{Total Kedalaman (m)} \times \text{Rate Drill (Rp)}$$

Tabel 7. Biaya Pengeboran Nonel

No	Tanggal	Drilling Records		
		Total Kedalaman (m)	Diameter (inch)	Drilling Cost (Rp)
1	12 Juli 2023	243,3	4	12.165.000
2	17 Juli 2023	459,1	4	22.955.000

Tabel 8. Biaya Pengeboran Elektronik

No	Tanggal	Drilling Records		
		Total Kedalaman (m)	Diameter (inch)	Drilling Cost (Rp)
1	10 Juli 2023	402,1	4	20.105.000
2	13 Juli 2023	273,4	4	13.670.000
3	20 Juli 2023	256,7	4	12.835.000
		246,2	3,5	12.310.000
4	24 Juli 2023	254	4	12.700.000
		208,4	3,5	10.420.000
5	27 Juli 2023	56,2	4	2.810.000
		345,5	3,5	17.275.000

Perbandingan Explosive Cost Nonel dan Elektronik

Berdasarkan data hasil penelitian, diketahui bahwa tujuh kali peledakan sejak 10 Juli 2023 sampai 27 Juli 2023, bahwa total biaya peledakan untuk penggunaan detonator nonel menghabiskan biaya sebesar Rp 89.975.654 dengan jumlah lubang ledak sebanyak 110. Sedangkan untuk total biaya peledakan untuk penggunaan detonator elektronik menghabiskan biaya sebesar Rp 101.245.391 dengan jumlah lubang sebanyak 100.

Biaya peledakan/lubang terendah yaitu peledakan detonator nonel sebesar Rp 1.617.413 dan diameter lubang ledak 4 inch menghasilkan volume material yang terbongkar sebanyak 5.215 m³. Sedangkan biaya peledakan/lubang tertinggi yaitu peledakan dengan elektronik detonator sebesar Rp 2.029.376 dan diameter 4 inch menghasilkan volume material yang terbongkar sebanyak 5.464 m³.

Tabel 9. Explosive Cost Nonel

No	Tanggal	Jenis Detonator	Diameter Lubang (inch)	Jumlah Lubang Ledak	AN/ANFO (Kg)	Dynamite (Kg)	Explosive Cost (Rp)	Explosive Cost/Lubang (Rp)	Volume (m ³)	Cost Per m ³ (Rp)
1	12 Juli 2023	Nonel	4	41	1.057,74	12,30	31.666.437	772.352	1.751,97	18.075
2	17 Juli 2023	Nonel	4	69	1.980,06	27,60	58.309.218	845.061	3.463,16	16.837
Total				110	3.037,80	39,90	89.975.654	1.617.413	5.215,13	34.912

Tabel 10. Explosive Cost Elektronik

No	Tanggal	Jenis Detonator	Diameter Lubang (inch)	Jumlah Lubang Ledak	AN/ANFO (Kg)	Dynamite (Kg)	Explosive Cost (Rp)	Explosive Cost/Lubang (Rp)	Volume (m ³)	Cost Per m ³ (Rp)
1	10 Juli 2023	EDD	4	60	1.057,74	24,00	60.211.111	1.003.519	3.479,37	17.305
3	13 Juli 2023	EDD	4	40	1.197,99	16,00	41.034.281	1.025.857	1.985,10	20.671
Total				100	2.255,72	40,00	101.245.391	2.029.376	5.464	37.976

Total Breaker Cost Nonel dan Elektronik

Berdasarkan hasil pengamatan dilokasi penelitian dan perhitungan aktual didapat data *breaker* dan total biaya *breaker cost*/peledakan. Total biaya *breaker cost*/peledakan menggunakan detonator nonel sebesar Rp 22.186.45000 dan tonase *boulder* rata-rata 1.759,17 ton dengan fragmentasi *boulder* rata-rata 26,29%. Sedangkan total biaya *breaker cost*/peledakan tertinggi yaitu peledakan dengan menggunakan elektronik detonator sebesar Rp 74.060.050 dan tonase *boulder* rata-rata 2.926,91 ton dengan fragmentasi *boulder* rata-rata 36,82%. Untuk mencari tonase *boulder* yaitu tonase aktual (ton) x fragmentasi *boulder* (%).

Tabel 11. Breaker Cost Nonel

No	Tanggal	Lokasi	Jenis Detonator	Total HM/Hari (Hours)	Cost Breaker (Rp)	Total Cost Breaker/ Peledakan (Rp)	Total Cost Breaker /Peledakan (Rp/Ton)
1	12 Juli 2023	C Produksi	Electronic Detonator	4,5	2.418.200	4.531.450	4.280
				3,9	2.113.250		
2	17 Juli 2023	C Produksi	Electronic Detonator	8,6	4.627.750	17.655.000	7.178
				8,65	4.627.750		
				8,05	4.306.750		
				7,65	4.092.750		
Total						22.186.450	11.458
Rata-rata						11.093.225	5.729

Tabel 12. Breaker Cost Elektronik

No	Tanggal	Lokasi	Jenis Detonator	Total HM/Hari (Hours)	Cost Breaker (Rp)	Total Cost Breaker/ Peledakan (Rp)	Total Cost Breaker /Peledakan (Rp/Ton)
1	10 Juli 2023	C Produksi	Electronic Detonator	4,1	2.209.550	6.890.800	2.3.20
				8,8	4.681.250		
2	13 Juli 2023	C Produksi	Electronic Detonator	5,8	3.076.250	19.367.000	9.542
				7,8	4.181.917		
				7,3	3.878.750		
				8,7	4.663.417		
				6,7	3.566.667		
3	20 Juli 2023	C Produksi	Electronic Detonator	8,75	4.681.250	17.976.000	4.803
				8,8	4.681.250		
				8,6	4.627.750		
				7,5	3.985.750		
4	24 Juli 2023	C Produksi	Electronic Detonator	8,5	4.574.250	12.331.750	2.630
				8,3	4.413.750		
				6,3	3.343.750		
5	27 Juli 2023	C Produksi	Electronic Detonator	8,3	4.413.750	17.494.500	14.551
				8,3	4.413.750		
				8,1	4.360.250		
				8,1	4.306.750		
Total						74.060.050	31.526
Rata-rata						14.812.010	7.882

Tabel 13. Hasil Fragmentasi *Boulder* Nonel

No	Tanggal	Lokasi	Jenis Detonator	Fragmentasi		Tonase Boulder
				0-40 cm	Boulder	
1	12 Juli 2023	C Produksi	Nonel	75,83%	24,17%	1.058,63
2	17 Juli 2023	C Produksi	Nonel	71,59%	28,41%	2.459,71
Rata-rata				73,71%	26,29%	1.759,17

Tabel 14. Hasil Fragmentasi *Boulder* Elektronik

No	Tanggal	Lokasi	Jenis Detonator	Fragmentasi		Tonase Boulder
				0-40 cm	Boulder	
1	10 Juli 2023	C Produksi	EDD	65,85%	34,15%	2.970,51
2	13 Juli 2023	C Produksi	EDD	59,10%	40,90%	2.029,76
3	20 Juli 2023	C Produksi	EDD	62,08%	37,92%	3.742,64
4	24 Juli 2023	C Produksi	EDD	44,94%	55,06%	4.689,32
5	27 Juli 2023	C Produksi	EDD	83,94%	16,06%	1.202,33
Rata-rata				63,18%	36,82%	2.926,91

Total Explosive Cost/Peledakan Nonel dan Elektronik

Berdasarkan hasil pengolahan data, total biaya per peledakan yang dikeluarkan oleh PT TSS selama 7 kali peledakan didapat total biaya per peledakan untuk detonator elektronik sebanyak 5 kali peledakan sebesar Rp 514.974,583 dan rata-rata Rp 64.371,823 dengan volume batuan yang terbongkar sebesar 15.813,70 BCM sedangkan total biaya per peledakan menggunakan detonator nonel sebanyak 2 kali peledakan sebesar Rp 147.282,104 dan rata-rata Rp 73.641,052 dengan total volume batuan yang terbongkar sebesar 5.215,13 BCM. Total cost/peledakan didapat dari perhitungan menggunakan cara :

$$\text{Explosive Cost} + \text{Drilling Cost} + \text{Breaker Cost}$$

Tabel 15. Total *Explosive Cost/Peledakan* Nonel

No	Tanggal	Diameter Lubang (inch)	Jenis Detonator	Tonase (ton)	Total Cost/Peledakan (Rp)	Cost /Ton Peledakan (Rp/Ton)	Total Cost/Lubang (Rp)	Cost Per m ³ (Rp)
1	12 Juli 2023	4	Nonel	4.379,93	48.362.887	11.042	1.179.583	27.604,81
2	17 Juli 2023	4	Nonel	8.657,90	98.919.218	11.425	1.433.612	28.563,27
Total				13.037,84	147.282.104	22.467	2.613.194	56.168
Rata-rata				6.518,92	73.641.052	11.234	1.306.597	28.084

Tabel 16. Total *Explosive Cost*/Peledakan Elektronik

No	Tanggal	Diameter Lubang (inch)	Jenis Detonator	Tonase (ton)	Total Cost/Peledakan (Rp)	Cost /Ton Peledakan (Rp/Ton)	Total Cost/Lubang (Rp)	Cost Per m ³ (Rp)
1	10 Juli 2023	4	EDD	8.698,42	87.206.911	10.026	1.453.449	25.064,00
3	13 Juli 2023	4	EDD	4.962,75	74.071.281	14.925	1.851.782	37.313,65
5	20 Juli 2023	4	EDD	4.711,00	69.524.459	14.758	1.931.235	36.894,71
		3,5		5.158,84	62.474.783	13.477	1.784.994	30.275,62
6	24 Juli 2023	4	EDD	4.596,07	63.054.320	13.719	1.659.324	34.297,96
		3,5		3.920,68	50.022.345	16.083	1.613.624	31.896,49
7	27 Juli 2023	4	EDD	988,93	28.646.746	28.967	3.182.972	72.418,43
		3,5		6.497,55	79.973.739	4.409	1.568.113	30.770,73
Total				39.534	514.974.583	116.364	15.045.492	298.932
Rata-rata				4.941,78	64.371.823	14.545	1.880.686	37.366

D. Kesimpulan

Hasil penelitian yang dilakukan di PT Tambang Semen Sukabumi mengenai perbandingan biaya peledakan menggunakan detonator elektronik dan nonel didapat kesimpulan sebagai berikut :

1. Berdasarkan hasil pengolahan data, total biaya per peledakan yang dikeluarkan oleh PT Tambang Semen Sukabumi selama 7 kali peledakan didapat total biaya per peledakan untuk detonator elektronik sebanyak 5 kali peledakan sebesar Rp 514.974,583 dan rata-rata Rp 64.371,823 dengan volume batuan yang terbongkar sebesar 15.813,70 BCM sedangkan total biaya per peledakan menggunakan detonator nonel sebanyak 2 kali peledakan sebesar Rp 147.282,104 dan rata-rata Rp 73.641,052 dengan total volume batuan yang terbongkar sebesar 5.215,13 BCM.
2. Total biaya peledakan per lubang yang dikeluarkan PT TSS selama waktu penelitian di bagi menjadi dua jenis yaitu menggunakan detonator nonel dan elektronik. Peledakan dengan menggunakan detonator nonel didapat total biaya per lubang ledak sebesar Rp 2.613,194 dan rata-rata sebesar Rp 1.306,597 dengan biaya per meter kubik sebesar Rp 28.084. Sedangkan peledakan dengan menggunakan detonator elektronik didapat total biaya per lubang ledak sebesar Rp 15.045,492 dan rata-rata yang sebesar Rp 1.880,686 dengan biaya per meter kubik sebesar Rp 37.366.
3. Berdasarkan hasil perhitungan aktual total biaya *breaker* per peledakan yang dikeluarkan untuk detonator elektronik sebesar Rp 74.060,050 dan dengan rata-rata Rp 14.812,010 sedangkan untuk detonator nonel didapat total biaya *breaker* sebesar Rp 22.186,450 dengan rata-rata Rp 11.093,225.
4. Berdasarkan hasil pengamatan dan perhitungan, total biaya peledakan yang ekonomis dan optimal pada saat kegiatan peledakan yaitu dengan menggunakan sistem inisiasi peledakan nonel karena biaya peledakan yang dihasilkan lebih murah dan volume batuan yang dihasilkan juga mencukupi kebutuhan perusahaan yang telah direncanakan yaitu sebesar Rp 147.282,104 didapat volume batuan sebesar 13.037,84 ton dengan menggunakan diameter lubang bor 4 inch dan rata-rata total biaya lubang/peledakan sebesar Rp 1.306,597 dibandingkan dengan peledakan menggunakan elektronik detonator yang memerlukan biaya yang lebih tinggi sebesar Rp 514.974,583 didapat volume batuan sebesar 39.534,24 ton dengan menggunakan diameter lubang bor 4 inch dan rata-rata total biaya lubang/peledakan sebesar Rp 1.880,686.

Acknowledge

Terima kasih kepada keluarga saya khususnya kepada kedua orang tua saya yang telah memberikan segala upaya dan jerih payah serta selalu mendoakan saya untuk dapat menyelesaikan segala sesuatu yang bermanfaat dan meraih cita-cita yang saya inginkan.

Terimakasih kepada Angkatan 2013 beserta rekan-rekan yang selalu menemani dan

memberikan dukungan selama menyelesaikan skripsi ini untuk berdiskusi dalam menanyakan masalah skripsi ini. Adapun seluruh teman-teman saya yang lainnya yang tidak bisa saya sebutkan satu persatu yang telah memberikan dukungan kepada saya.

Daftar Pustaka

- [1] Afrilia, Elsa Rahma, 2017. “Analisis Biaya Produksi Penambangan Batu Kapur Pada Bulan April 2017 Di Bukit Karang Putih PT Semen Padang”. Jurusan Teknik Pertambangan, Universitas Negeri Padang, Padang.
- [2] Fauzy, M., Widodo, S., dan Jafar, N. 2015. “Analisa Biaya Peledakan Pada Proses Pembongkaran Batuan Gamping PT Semen Bosowa Maros Provinsi Sulawesi Selatan”. *Jurnal Geomine*, Vol. 03.
- [3] Ihsa, Afni Datul, 2018, “Evaluasi Biaya Pemboran Dan Peledakan Batu Kapur Di Quarry Bukit Karang Putih PT Semen Padang”. Jurusan Teknik Pertambangan, Sekolah Tinggi Teknologi Industri, Padang.
- [4] Indry Agnesty, dkk. 2019. “Kajian Biaya Peledakan Pada Proses Pembongkaran Batuan Granit Di PT Hansindo Mineral Persada”. *Jurnal Geomine*, Vol 06, No 02.
- [5] Kursus Juru Ledak Kelas II. “Diktat Teknik Peledakan Pada Kegiatan Penambangan Bahan Galian”. Pusdiklat Teknologi Mineral dan Batubara : Bandung (2014).
- [6] Tamzy, Aguante, “Modul Simulasi Teknik Peledakan”, Teknik Pertambangan, Universitas Islam Bandung, Bandung.
- [7] Tom Morris, 2019, “Kajian Teknis Dan Ekonomis Pemboran-Peledakan Untuk Mendapatkan Fragmentasi Yang Diinginkan Guna Meningkatkan Produktifitas Di Lokasi Pre-Bench Tambang PT Pama Persada Nusantara Job Site Tanjung Enim Sumatera Barat”, Universitas Sriwijaya, Palembang.
- [8] Waluyo, dkk, 2017. “PT Semen Padang Tbk Hard Limestone Pada Quarry Batu Bukit Karang Putih Menerapkan Non-Electric Blasting”.
- [9] Agnesty, Indry, dkk, 2019, “Kajian Biaya Peledakan Pada Proses Pembongkaran Batuan Granit Di PT Hansindo Mineral Persada”. Universitas Tanjungpura, Pontianak.
- [10] Cahyanto, Heru, dkk, 2016, “Optimalisasi Cost Peledakan Pada Pembongkaran Limestone Di PT Pama Indo Mining”. Universitas Lambung Mangkurat, Banjarmasin.
- [11] Agnesty, Indry, dkk, 2019, “Kajian Biaya Peledakan Pada Proses Pembongkaran Batuan Granit Di PT Hansindo Mineral Persada”. Universitas Tanjungpura, Pontianak.
- [12] Abdul, Aziz, Ginanjar, 2020, “Kajian Teknis Perbandingan Antara Kinerja Detonator Elektronik Austin E-Star Dan Detonator Nonel Terhadap Kontrol Vibrasi Dan Fragmentasi Pada Peledakan PT Dahana Di Pit Tutupan PT Sapta Indra Sejati Jobsite PT Adaro” Universitas Islam Bandung, Bandung.
- [13] Rizani, Ahmad, dkk, 2017, “Observasi Hasil Peledakan Menggunakan Metode Peledakan Nonel dan Electronic Detonator” Politeknik Negeri Banjarmasin, Banjarmasin.
- [14] Syafardan, Deffal, 2023, “Analisis Geometri Peledakan Terhadap Fragmentasi Hasil Material Blasting Pada PT Gunung Bumi Perkasa” Universitas Islam Negeri Syarif Hidayatullah, Jakarta.
- [15] Chiappetta, R. F. (2004). New Blasting Technique to Eliminate Subgrade Drilling, Improve Fragmentation, Reduce Explosive Consumption & Lower Ground Vibration.
- [16] Hamdan, D. F., Yuliadi, & Zaenal. (2023). Optimasi Explosive Charge per Delay untuk Mengontrol Getaran Tanah pada Peledakan Tambang Semen. *Jurnal Riset Teknik Pertambangan*, 63–70. <https://doi.org/10.29313/jrtp.v3i1.2141>
- [17] USBM. (1950). Explosive and Blasting Procedures Manual.