

## METODE PELAKSANAAN, EFISIENSI BIAYA DAN WAKTU PEKERJAAN GALIAN BATU DENGAN METODE PELEDAKAN (*BLASTING*) PADA PROYEK JALAN TOL SIGLI – BANDA ACEH SEKSI 1A

Danu Nugraha<sup>1</sup>, Alexander Tuahta Sihombing<sup>2</sup>, Mahliza Nasution<sup>3</sup>

<sup>1,2</sup>Prodi Teknik Sipil, Fakultas Teknik Universitas Asahan

<sup>3</sup>Prodi Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Medan Area

E-mail: <sup>1</sup>nugrahadanu83@gmail.com (korespondensi)

**ABSTRAK.** Jalan Tol Sigli - Banda Aceh merupakan jalan tol pertama di provinsi Aceh, membentang sepanjang 74,2 Kilometer (Km) dan terdiri atas 6 seksi. Pekerjaan galian batu mencakup galian bongkahan batu dengan volume 1m<sup>3</sup> atau lebih dan seluruh batu atau bahan lainnya yang penggaliannya memerlukan alat bertekanan udara atau pemboran, dan peledakan sesuai petunjuk Direksi Pekerjaan. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui tahapan atau metode dari pekerjaan galian batu dengan metode peledakan (*blasting*) serta menganalisis biaya berdasarkan nilai *Powder Factor* (PF) dan waktu yang diperlukan untuk menyelesaikan pekerjaan galian batu. Berdasarkan hasil penelitian tahapan pekerjaan galian batu dengan metode peledakan (*blasting*) dimulai dengan tahap pembangunan gudang bahan peledak, persiapan pengeboran lubang ledak, pengeboran (*drilling*), mobilisasi bahan peledak, pengisian lubang ledak dengan bahan peledak (*charging*), penyumbatan lubang ledak (*stemming*), penyambungan rangkaian peledakan (*tie up*), persiapan sebelum peledakan, peledakan (*blasting*) dan pengecekan pasca peledakan. Nilai PF yang ekonomis berkisar antara 0,20 – 0,30 kg/m<sup>3</sup> dan perancangan geometri yang ekonomis di dapat dengan “coba-coba” atau trial and error atau rule of thumb sesuai dengan batasan dari ICI Explosives dengan hasil : Diameter Lubang (D) 3,5 inch, Burden (B) 3,5 m, Spasi (S) 5 m, Tinggi Jenjang (H) 6 m, Bahan Peledak 30 Kg, dan PF 0,29. Waktu yang diperlukan untuk menyelesaikan pekerjaan galian batu pada Proyek Jalan Tol Sigli – Banda Aceh Seksi 1a Sta 15+350 – Sta 15+750 dengan desain geometri rencana awal membutuhkan waktu selama 3,77 Bulan dengan biaya Rp. 40.336.928.850,00 sedangkan jika dengan desain geometri yang efisien membutuhkan waktu selama 1,62 Bulan dengan biaya Rp. 39.678.466.850,00..

**Kata Kunci :** Galian Batu, Peledakan, Metode Pelaksanaan, Geometri Peledakan, Biaya dan Waktu.

**ABSTRACT.** The Sigli - Banda Aceh Toll Road is the first toll road in Aceh province, stretching 74.2 kilometers (km) and consisting of 6 sections. Rock excavation work includes excavation of rock chunks with a volume of 1m<sup>3</sup> or more and all rocks or other materials whose excavation requires air pressure tools or drilling, and blasting according to the instructions of the Work Director. This study aims to determine the stages or methods of rock excavation work using the blasting method and to analyze costs based on the Powder Factor (PF) value and the time required to complete the rock excavation work. Based on the results of the study, the stages of rock excavation work using the blasting method begin with the construction of an explosives warehouse, preparation for drilling

**Journal homepage:** <http://jurnal.una.ac.id/index.php/batas>

blast holes, drilling, mobilization of explosives, filling blast holes with explosives (charging), blocking blast holes (stemming), connecting the blasting series (tie up), preparation before blasting, blasting and post-blasting checks. The economical PF value ranges from 0.20 - 0.30 kg/m<sup>3</sup> and economical geometry design is obtained by "trial and error" or rule of thumb according to the limits of ICI Explosives with the results: Hole Diameter (D) 3.5 inches, Burden (B) 3.5 m, Spacing (S) 5 m, Height of Tier (H) 6 m, Explosives 30 Kg, and PF 0.29. The time required to complete the rock excavation work on the Sigli - Banda Aceh Toll Road Project Section 1a Sta 15 + 350 - Sta 15 + 750 with the initial planned geometry design takes 3.77 months at a cost of Rp. 40,336,928,850.00 while with an efficient geometric design it takes 1.62 months with a cost of Rp. 39,678,466,850.00.

**Keywords:** Rock Quarry, Blasting, Implementation Method, Blasting Geometry, Cost and Time.

## 1. PENDAHULUAN

Pekerjaan konstruksi pada pembangunan jalan tol mencakup pekerjaan galian, dimana pekerjaan tersebut merupakan salah satu bagian dari pekerjaan tanah. Pekerjaan galian dalam pembangunan jalan tol dilakukan dengan memotong dan menggali muka tanah asli dalam memperoleh elevasi atau penampang yang diinginkan. Pada pembangunan jalan tol ruas Sigli – Banda Aceh Seksi 1A, terdapat 3 (tiga) pekerjaan galian tanah yaitu galian biasa, galian batu dan galian struktur.

Pekerjaan galian batu mencakup galian bongkahan batu dengan volume 1m<sup>3</sup> atau lebih dan seluruh batu atau bahan lainnya yang penggaliannya memerlukan alat bertekanan udara atau pemboran, dan peledakan sesuai petunjuk Direksi Pekerjaan [1].

Hasil penelitian terhadap *Rock Mass Rating* (RMR) pada Ruas Tol Sigli – Banda Aceh Seksi 1 termasuk kedalam kelas III (*Fair Rock*) dan Kelas II (*Good Rock*) yang memiliki karakter secara masa batuan *Easy to Hard Ripping* hingga *Blasting* dimana memiliki kualitas masa batuan yang sukar di garu. Ditambah dengan sifat batuan pasir yang berbutir menambah efek *abrasive* [2].

Metode galian batu dengan teknik peledakan (*blasting*) diawali dengan pekerjaan persiapan pengeboran, pekerjaan pengeboran (*drilling*), mobilisasi bahan peledak, pengisian bahan peledak (*charging*), penutupan lubang ledak (*stemming*), penyambungan rangkaian (*tie up*), pelaksanaan penembakan (*firing*), dan diakhiri dengan pengecekan pasca peledakan [3].

Manfaat yang logis didapat dalam hal ini adalah untuk mengetahui tingkat efektivitas, efisiensi biaya dan waktu pelaksanaan bertujuan untuk mengetahui perbandingan volume produksi, analisa biaya dan waktu produksi galian batuan keras dengan metode peledakan (*blasting*) dan metode alat mekanis (*excavator hydrolic breaker*) [4].

Berdasarkan latar belakang diatas, untuk mencapai hasil yang optimal suatu operasi peledakan membutuhkan ketepatan pemboran, pola geometri, bahan peledak yang digunakan, perlengkapan dan pemakaian peralatan yang sesuai dengan metode peledakan yang diaplikasikan.

## 2. METODOLOGI PENELITIAN

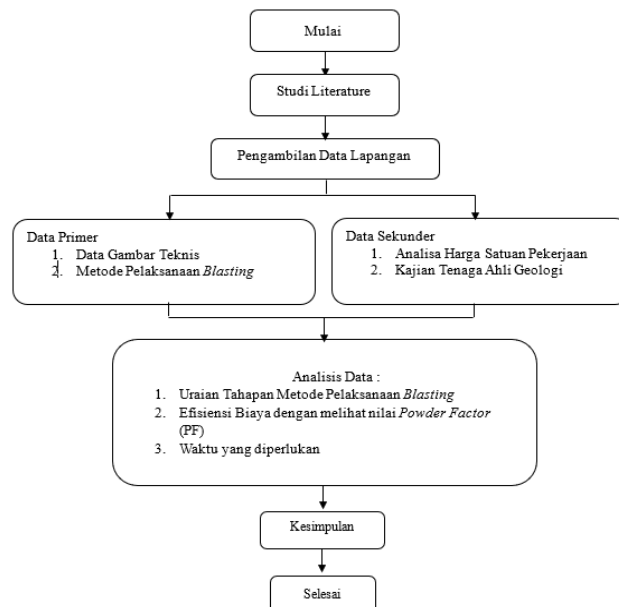
### Tempat Peneliatian

Proyek Jalan Tol Sigli-Banda Aceh terletak di ujung barat pulau Sumatera. Seksi 1A Sta 15+350 sampai Sta 15+750 terletak pada titik koordinat  $5^{\circ}21'0,93''$  N  $95^{\circ}43'29.35''$  E.



Gambar 1. Lokasi STA 15+350 – STA 15+750  
(Sumber : Google Earth, 2024)

Langkah-langkah dalam penelitian ini dapat dilihat pada diagram alir dibawah ini :



Gambar 2. Diagram Alir Penelitian  
(Sumber : Dokumentasi Peneliti, 2024)

## Analisa Pengolahan Data

Data-data di peroleh dari kontraktor pelaksana PT. Adhi Karya (Persero) Tbk Departemen Infrastruktur – 1 sebagai pelaksana pembangunan proyek jalan tol Sigli – Banda Aceh. Data-data tersebut dikumpulkan dengan berdasarkan parameter-parameter analisis yang dibutuhkan, sehingga data yang diperoleh relevan dengan maksud dan tujuan penelitian.

1. Menguraikan tahapan metode pelaksanaan peledakan (*blasting*).
2. Menganalisis efisiensi biaya dengan melihat nilai *Powder Factor* (PF).
3. Menghitung waktu yang diperlukan untuk menyelesaikan pekerjaan galian batu.

## 3. HASIL DAN PEMBAHASAN

### a. Uraian Tahapan Pekerjaan Galian Batu Metode Peledakan (*Blasting*)

1. Pembangunan Gudang Bahan Peledak
2. Persiapan Pengeboran Lubang Ledak
  - a. Pembersihan Lahan
  - b. Menentukan rencana geometri peledakan yang akan diterapkan sesuai lokasi peledakan, termasuk ukuran lubang pengeboran dan kedalamannya, pola peledakan yang digunakan, jarak spacing (S) dan Burden (B).
  - c. Survey and Marking
  - d. Survey and Marking dilakukan untuk melakukan batas dari galian, untuk menentukan titik-titik koordinat yang dibutuhkan untuk pekerjaan pengeboran (*drilling*) dengan menggunakan alat ukur berupa total station.
  - e. Menyiapkan alat pengeboran beserta kelengkapannya. Pada kegiatan persiapan ini mencakup juga pengecekan alat.
  - f. Mobilisasi peralatan pengeboran ke lokasi.
  - g. Pemasangan Blockade Area/ Pemasangan Rambu.
3. Pengeboran (*Drilling*)
4. Mobilisasi Bahan Peledak
5. Pengisian lubang ledak dengan bahan peledak (*Charging*)
6. Penyumbatan Lubang Ledak (*Stemming*)
7. Penyambungan Rangkaian Peledakan (*Tie Up*)
8. Persiapan Sebelum Peledakan
  - a. Dilakukan proses evakuasi para pekerja serta alat berat yang berada disekitar area peledakan.
  - b. Juru ledak (*blasting master*) melakukan *final check* terhadap kesiapan seluruh kegiatan sebelum dilakukan penembakan.
  - c. Pengamanan dalam operasi peledakan dilakukan melalui komunikasi dengan radio genggam (*handy talky*)
9. Peledakan (*Blasting*)
10. Pasca *Blasting*

**b. Perhitungan Geometri Peledakan**

Diameter lubang	3,5 inch (0,0889 m)
Tinggi jenjang (H)	$H = 60d - 140d.$
<i>Burden (B)</i>	$B = 25d - 40d$
Spasi antar lubang	$S = 1B - 1,5B$
<i>Sub Drilling atau Subgrade</i>	$J = 8d - 12d$
<i>Stemming</i>	$T = 20d - 30d$
Kedalaman kolom lubang ledak	$L = H + J$
<i>Power Column</i>	$PC = L - T$
Volume Ledakan Rencana	$V_s = B \times S \times H$
	$V_{S \text{ total}} = B \times S \times H \times n$
Jumlah Bahan Peledak	$W_{\text{handak}} = 30 \text{ Kg}$
Berat Bahan Peledak	$W_{\text{handak}} = PC \times \rho_d$
	$W_{\text{total handak}} = n \times PC \times \rho_d$
<i>Power Factor :</i>	$PF = \frac{\text{Berat bahan peledak}}{\text{Volume batuan}}$
	$PF = \frac{W_{\text{handak}}}{B \times S \times H}$

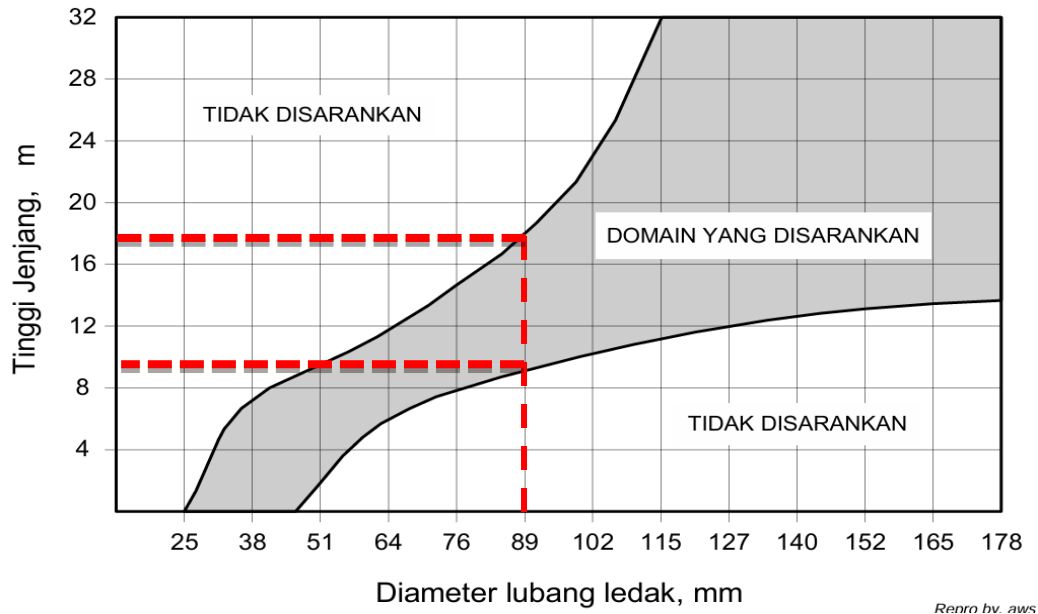
Tabel 1. Perancangan Geometri Peledakan

No	Geometri Peledakan	Rumus	Range	Sat	Geometri Rencana Awal	Geometri Realisasi	Expand Geometri	Geometri Efisien
1	Diameter Lubang Ledak (D)			m	0,0889 m (3,5 inch)	0,0889 m (3,5 inch)	0,0889 m (3,5 inch)	0,0889 m (3,5 inch)
2	Jumlah Lubang Ledak (n)			lubang	80,00	98,00	80,00	80,00
3	Tinggi Jenjang (H)	$60D - 140D$	5,33 - 12,45	m	6,00	6,00	6,00	6,00
4	Burden (B)	$25D - 40D$	2,22 - 3,56	m	2,50	2,50	3,00	3,50
5	Spasi (S)	$1B - 1,5B$	2,22 - 5,33	m	3,00	3,00	3,50	5,00
6	Sub Drilling (J)	$8d - 12d$	0,71 - 1,07	m	0,00	0,00	0,00	0,00
7	Stemming (T)	$20d - 30d$	1,78 - 2,67	m	2,00	2,00	2,00	2,00
8	Kedalaman kolom lubang ledak (L)	$L = H + J$	6,05 - 13,51	m	6,00	6,00	6,00	6,00
9	Power Column (PC)	$PC = L - T$	4,27 - 10,85	m	4,00	4,00	4,00	4,00
10	Volume Ledakan (Vs)	$B \times S \times H$	26,32 - 236,07	m <sup>3</sup>	45,00	45,00	63,00	105,00
11	Volume Ledakan Total (Vs total)	$V_s \times n$		m <sup>3</sup>	3600,00	4410,00	5040,00	8400,00
12	Jumlah Bahan Peledak (Whandak)	$PC \times \rho_d$	13,57 - 63,99	Kg	30,00	30,00	30,00	30,00
13	Berat Bahan Peledak (Wtotal handak)	$n \times PC \times \rho_d$		Kg	2400,00	2940,00	2400,00	2400,00
14	Power Factor (PF)	$Whandak / (B \times S \times H)$	0,52 - 0,27	Kg/m <sup>3</sup>	0,67	0,67	0,48	0,29

(Sumber : Hasil Pengolahan Data, 2024)

Journal homepage: <http://jurnal.una.ac.id/index.php/batas>

Dengan diameter lubang ledak (D) 3,5 inch (89 mm), dari grafik Gambar 4.13 didapat tinggi jenjang yang disarankan yaitu 9-18 m, namun harus diperhatikan juga adalah kestabilan jenjang jangsan sampai runtuh, baik karena daya dukungnya lemah atau akibat getaran peledakan, dan perlu diperhatikan bahwa dengan menambah bahan peledak akan menghasilkan lemparan yang jauh. Untuk itu, percobaan pengeboran dan peledakan harus dilakukan untuk mendapatkan hasil yang optimum.



Gambar 3. Hubungan Variasi diameter lubang ledak dengan tinggi jenjang dengan diameter rencana 3,5 inch [5]

**c. Estimasi Waktu Pekerjaan Galian Batu**

Tabel 2. Estimasi Waktu Pekerjaan Galian Batu Metode Peledakan (*Blasting*)

No	Desain	Estimasi Volume (m <sup>3</sup> )	Kapasitas Produksi (m <sup>3</sup> /hari)	Estimasi Waktu (Hari)	Estimasi Waktu (Bulan)
1	Geometri Awal	339.304,39	3.600,00	94,25	3,77
2	Geometri Efisien	339.304,39	8.400,00	40,39	1,62

(Sumber : Hasil Pengolahan Data, 2024)  
Catatan : Dalam 1 Bulan 25 Hari Efektif

**d. Perhitungan Biaya Pekerjaan Galian Batu**

Tabel 3. Perhitungan Biaya yang diperlukan untuk menyelesaikan pekerjaan galian batu dengan metode peledakan (*blasting*)

No	Desain	Volume Galian (m <sup>3</sup> )	Harga Satuan (Rp)	Waktu (Bulan)	Biaya Umum dan Operasional (Rp)	Jumlah Harga (Rp)
1	Geometri Awal	339.304,39	115.000,00	4,00	329.231.000,00	40.336.928.850,00
2	Geometri yang Efisien	339.304,39	115.000,00	2,00	329.231.000,00	39.678.466.850,00

(Sumber : Hasil Pengolahan Data, 2024)

**4. KESIMPULAN**

Metode pekerjaan galian batu pada Proyek Jalan Tol Sigli – Banda Aceh Seksi 1A dengan metode peledakan (*blasting*) dimulai dengan tahap pembangunan gudang bahan peledak, persiapan pengeboran lubang ledak, pengeboran (*drilling*), mobilisasi bahan peledak, pengisian lubang ledak dengan bahan peledak (*charging*), penyumbatan lubang ledak (*stemming*), penyambungan rangkaian peledakan (*tie up*), persiapan sebelum peledakan, peledakan (*blasting*) dan pengecekan pasca peledakan.

Geometri peledakan yang diterapkan pada pekerjaan galian batu di Proyek Jalan Tol Sigli – Banda Aceh Seksi 1A Sta 15+350 – Sta 15+750 antara lain :

- a. Rencana Geometri Awal : Diameter Lubang (D) 3,5 inch, Burden (B) 2,5 m, Spasi (S) 3 m, Tinggi Jenjang (H) 6 m, Bahan Peledak 30 Kg, dan PF 0,67.
- b. Realisasi Geometri : Diameter Lubang (D) 3,5 inch, Burden (B) 2,5 m, Spasi (S) 3 m, Tinggi Jenjang (H) 6 m, Bahan Peledak 30 Kg, dan PF 0,67.
- c. Expand Geometri : Diameter Lubang (D) 3,5 inch, Burden (B) 3 m, Spasi (S) 3,5 m, Tinggi Jenjang (H) 6 m, Bahan Peledak 30 Kg, dan PF 0,48.

Nilai *Powder Factor* (PF) pada desain geometri peledakan didapat nilai PF melebihi 0,3 kg/m<sup>3</sup> yang artinya tidak ekonomis, nilai PF yang ekonomis berkisar antara 0,20 – 0,30 kg/m<sup>3</sup>. Perancangan desain Geometri yang ekonomis dilakukan dengan metode “coba-coba” atau *trial and error* atau *rule of thumb* sesuai dengan batasan dari ICI Explosives dengan hasil : Diameter Lubang (D) 3,5 inch, Burden (B) 3,5 m, Spasi (S) 5 m, Tinggi Jenjang (H) 6 m, Bahan Peledak 30 Kg, dan PF 0,29.

Waktu yang diperlukan untuk menyelesaikan pekerjaan galian batu pada Proyek Jalan Tol Sigli – Banda Aceh Seksi 1a Sta 15+350 – Sta 15+750 dengan desain geometri rencana awal membutuhkan waktu selama 3,77 Bulan dengan biaya Rp. 40.336.928.850,00, sedangkan jika dengan desain geometri yang efisien membutuhkan waktu selama 1,62 Bulan dengan biaya Rp. 39.678.466.850,00.



---

**DAFTAR PUSTAKA**

---

- [1] Kementerian Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat. (2016). “*Spesifikasi Pekerjaan Tanah. In Modul 4 Diklat Spesifikasi Umum Pekerjaan Jalan dan Jembatan*” (p. 45).
- [2] Ghaniansah, A. F. (2022). “*Analisis Kemampugaruan Masa Batuan Berdasarkan Rock Mass Rating Dalam Penentuan Metode Galian Ruas Tol Sigli - Banda Aceh (Seksi 1)*”.
- [3] Siswanto, A. D. (2023). “*Metode Galian Batu Dengan Teknik Peledakan (Blasting Method) Dan Analisa Efisiensi Geometri Peledakan Pada Main DAM Proyek Pembangunan Bendungan Bener Kabupaten Purworejo*” Skripsi. Universitas Gajah Mada
- [4] Irfan, M. (2020). “*Analisa Perbandingan Pekerjaan Galian Batuan Keras Bendungan Utama Ditinjau Dari Segi Biaya Dan Waktu Dengan Metode Peledakan (Blasting) dan Excavator Hydraulic Breaker Proyek Bendungan Tapin Kabupaten Tapin Kalimantan Selatan*”. Diploma thesis, Universitas Islam Kalimantan MAB.
- [5] Kementerian Energi dan Sumber Daya Mineral (2004). “*Pendidikan dan Pelatihan Juru Ledak Penambangan Bahan Galian (Juru Ledak Kelas II)*”. In Modul 1 Pengetahuan Dasar Bahan Peledak (pp. 1–50).