



## Analisis Kinerja Alat Bor dalam Penyediaan Lubang Ledak untuk Mencapai Target Produksi Pembongkaran *Overburden* di Pit.7 Pt. Insani Bara Perkasa Kabupaten Kutai Kertanegara Provinsi Kalimantan Timur

Muh. Iskandar Rahman<sup>1\*</sup>, Revia Oktaviani<sup>2</sup>, Agus Winarno<sup>3</sup>, Tommy Trides<sup>4</sup>, Albertus Juvensius Pontus<sup>5</sup>

<sup>1-5</sup>Program Studi S1 Teknik Pertambangan, Fakultas Teknik, Universitas Mulawarman, Indonesia

\*Penulis Korespondensi: [muhammadiskandar0209@gmail.com](mailto:muhammadiskandar0209@gmail.com)

**Abstract.** Blast hole drilling is an initial stage that plays a critical role in determining the success of blasting activities in mining and construction operations. Drilling quality directly affects rock fragmentation, drilling equipment efficiency, drilling equipment productivity, as well as blasting safety and costs. This study aims to analyze the influence of drilling parameters on blast hole quality, including hole diameter, drilling depth, hole inclination, and the suitability of drilling patterns with respect to the planned blasting design. The research methodology involves field observations, actual measurements of drill holes, and analysis of data obtained from drilling and blasting productivity. The results show that deviations in hole depth and direction can lead to irregular distribution of blasting energy, resulting in suboptimal rock fragmentation and an increased potential for flyrock and overbreak. In addition, the selection of appropriate drilling methods and equipment based on rock mass characteristics has been proven to improve productivity and blast hole quality. Therefore, controlling drilling parameters and implementing proper operational procedures are essential to enhance the overall effectiveness and productivity of blasting activities. This study is expected to serve as a reference for the planning and evaluation of blast hole drilling activities to achieve more efficient, safe, and economical operations.

**Keywords:** Blast Hole; Drilling; Effectiveness; Operational; Productivity.

**Abstrak.** Pemboran lubang ledak merupakan tahapan awal yang sangat menentukan keberhasilan kegiatan peledakan pada operasi pertambangan dan konstruksi. Kualitas pengeboran berpengaruh langsung terhadap fragmentasi batuan, efisiensi kerja alat bor, produktivitas alat bor serta tingkat keselamatan dan biaya peledakan. Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis pengaruh parameter pengeboran terhadap kualitas lubang ledak, meliputi diameter lubang, kedalaman pengeboran, kemiringan lubang, serta kesesuaian pola pengeboran terhadap rencana desain peledakan. Metode penelitian dilakukan melalui pengamatan lapangan, pengukuran aktual lubang bor, serta analisis data hasil produktivitas pengeboran dan peledakan. Hasil penelitian menunjukkan bahwa penyimpangan kedalaman dan arah lubang bor dapat menyebabkan ketidakteraturan distribusi energi peledakan yang berdampak pada fragmentasi batuan yang tidak optimal dan meningkatnya potensi *flyrock* serta *overbreak*. Selain itu, pemilihan metode dan peralatan pengeboran yang sesuai dengan karakteristik massa batuan terbukti mampu meningkatkan produktivitas dan kualitas lubang ledak. Oleh karena itu, pengendalian parameter pengeboran dan penerapan prosedur operasional yang tepat sangat diperlukan guna meningkatkan efektivitas dan produktivitas kegiatan peledakan secara keseluruhan. Penelitian ini diharapkan dapat menjadi referensi dalam perencanaan dan evaluasi kegiatan pengeboran lubang ledak untuk mencapai operasi yang lebih efisien, aman, dan ekonomis.

**Kata kunci:** Efektivitas; Lubang Ledak; Operasional; Pemboran; Produktivitas.

### 1. LATAR BELAKANG

Dalam suatu operasi peledakan batuan, kegiatan pemboran merupakan pekerjaan pertama kali dilakukan dengan tujuan untuk membuat sejumlah lubang ledak dengan geometri dan pola pemboran tertentu pada massa batuan, yang selanjutnya akan diisi dengan bahan peledak untuk diledakkan (Wakim and Cahyono 2020). Alat bor memiliki peran utama dalam menentukan efisiensi dan keberhasilan proses pembongkaran. Kinerja alat bor tidak hanya memengaruhi produktivitas, tetapi juga berpotensi mempengaruhi keamanan dan efektivitas operasi

keseluruhan. Kinerja alat bor dalam proses penyediaan lubang ledak dipengaruhi oleh berbagai faktor, termasuk efisiensi pengeboran, ketersediaan dan ketidaksesuaian alat bor, kondisi geologi yang beragam serta faktor-faktor operasional dan lingkungan lainnya.

Dengan demikian, perlu dilakukan penelitian ini untuk menganalisis secara mendalam terkait kinerja alat bor dalam penyediaan lubang ledak untuk mencapai target produksi pembongkaran *overburden* dan dapat menjadi rekomendasi untuk mengoptimalkan kinerja alat bor dalam menyediakan lubang ledak yang telah direncanakan.

## **2. KAJIAN TEORITIS**

### **Aktivitas Pemboran**

Pemboran merupakan suatu kegiatan dalam peledakan yang bertujuan untuk membuat beberapa lubang ledakan yang berisi bahan peledak. Keberhasilan peledakan sangat dipengaruhi oleh operasi pengeboran (Safitri, Marsudi, and Syafrianto 2014).

Kegiatan Pemboran lubang ledakan biasanya dilakukan dengan mesin bor mekanis (*percussive, rotary, rotary-percussive*) yang ukuran dan karakteristiknya bervariasi tergantung pada kapasitas produksi yang diinginkan (Prastio et al. 2017).

### **Kuat Tekan Batuan**

Kekuatan mekanik batuan adalah sifat kekuatan atau ketahanan terhadap gaya luar, kekuatan batuan tergantung pada komposisi mineralnya. Uji *UCS* merupakan salah satu metode untuk menentukan sifat mekanik batuan skala laboratorium. Dari uji ini dihasilkan beberapa informasi yaitu kurva tegangan regangan, kuat tekan uniaksial (*UCS*) ( $\sigma_c$ ), *modulus Young* ( $E$ ), *nisbah Poisson* ( $\nu$ ), fraktur energi, dan spesifik fraktur energi. Kuat tekan benda dapat dihitung dengan persamaan, sebagai berikut (SNI 2825:2008) :

$$f^c C = \frac{P}{A}$$
$$f^c C_a = \frac{f^c C}{(0,88 + (0,24 \frac{D}{H}))}$$

### **Parameter Pemboran**

Parameter pemboran adalah data-data yang akan digunakan untuk menentukan produktivitas pemboran dan untuk melihat kinerja alat pemboran yang ada di lapangan. Adapun parameter-parameter yang harus diketahui dalam menentukan produktivitas yaitu.

**Tabel 1.** Parameter Pemboran.

No	Nama	Persamaan
1	<i>Cycle Time</i>	$CT = T + JD + Bt + Lt + JU$
2	<i>Hole Depth</i>	$L = H + J$
3	Kecepatan Pemboran	$Gdr = Hr / Ctr$
4	Produksi Harian	$Produksi \text{ Perjam} = 60 / CT$
4	Produksi Harian	$Produksi \text{ Harian} = Produksi \text{ Perjam} \times$ $Jam \text{ Kerja Tersedia}$

Jam kerja efektif alat bor Jam kerja efektif pemboran adalah bagian dari total jam kerja alat bor yang digunakan secara langsung untuk kegiatan pengeboran.

### Nilai Ketersediaan dan Produktivitas Alat Bor

Ketersediaan Alat Bor Setelah jam kerja diketahui maka selanjutnya dilakukan perhitungan untuk mengetahui keadaan alat bor dalam penggunaannya. Adapun parameter yang harus diketahui yaitu :

**Tabel 2.** Nilai Ketersediaan Alat Bor.

No	Nama	Persamaan
1	Physical Availability (PA)	$PA = WRES \times 100\%$
2	Mechanical Availability (MA)	$MA = WR \times 100\%$
3	Use of Availability (UA)	$UA = W \times 100\%$
4	Effective Utilization (EU)	$EU = W / (W + R + S) \times 100\%$

Produktivitas Pemboran Jumlah produksi yang dihasilkan setiap alat bor per jam. Untuk menghitung produktivitas mesin bor digunakan persamaan sebagai berikut (Koesnaryo 1996):

$$P \text{ perjam} = Gdr \times 60$$

$$P \text{ Harian} = P \text{ perjam} \times \text{Jam Kerja Efektif}$$

## 3. METODE PENELITIAN

### Jenis dan Metode Penelitian

Dalam penelitian ini penulis menggunakan metodologi penelitian kuantitatif. Metode kuantitatif merupakan metode penelitian yang berlandaskan *positivistic* (data konkrit), data penelitian berupa angka-angka yang akan diukur menggunakan statistik sebagai alat uji perhitungan, berkaitan dengan masalah yang diteliti untuk menghasilkan suatu kesimpulan.

Metode penelitian kali ini yaitu metode kuantitatif dengan mengolah data ketetapan perusahaan perusahaan sesuai dengan literatur yang akan diambil. Sehingga dapat dilakukan perencanaan pemboran lubang ledak usulan.

## **Tahapan Penelitian**

Pelaksanaan penelitian ini menggunakan gabungan antara teori dengan data-data yang akan diambil di lapangan, sehingga diharapkan didapatkan pendekatan penyelesaian masalah. Dalam pelaksanaannya terdapat beberapa tahapan yaitu tahap pra lapangan, tahap lapangan dan, tahap pasca lapangan serta tahapan penutup. Adapun mekanisme tahapan tersebut antara lain :

### **a. Tahap Pra Lapangan**

Tahapan pra lapangan merupakan tahap awal yang dilakukan guna mempersiapkan hal-hal yang nantinya diperlukan dalam pengujian serta pengambilan data lapangan.

### **b. Tahap Lapangan**

Tahap ini dilakukan pengumpulan data-data yang nantinya akan digunakan untuk membandingkan perencanaan dengan kondisi aktual di lapangan, sumber data yang digunakan pada penelitian ini terbagi menjadi 2 yaitu data primer dan sekunder.

### **c. Tahap Pasca Lapangan**

Adapun pada tahap pasca lapangan memuat beberapa hal, yaitu proses pengolahan data dan proses analisis data. Pada tahapan ini data primer dan sekunder dilakukan perhitungan dan dikelola lebih lanjut untuk mendapatkan data kuantitatif lebih rinci. Pada analisis data dilakukan serangkaian korelasi terhadap data primer dan data sekunder sehingga diperoleh suatu data yang representatif dan dapat dijadikan dasar dalam pengambilan keputusan akhir.

### **d. Tahap Penutup**

Tahap penutup terdiri dari kesimpulan dan saran. Penarikan kesimpulan yang didapat merupakan jawaban dari tujuan penelitian ini yang didasarkan pada rasionalis dan integritas peneliti terhadap data yang didapatkan

## **4. HASIL DAN PEMBAHASAN**

### **Kondisi Daerah Penelitian**

Lokasi Penelitian berada di PT. Insani Bara Perkasa *Site* Berambai. Berdasarkan pengamatan yang dilakukan dilapangan tahapan penambangan yang dikerjakan menggunakan sistem penambangan terbuka “*open pit*” yaitu penambangan yang dikerjakan dengan menggali kearah bawah sehingga membentuk cekungan atau pit.



**Gambar 1.** Kondisi Lapangan.

### Parameter Pemboran

Peralatan pemboran lubang ledak dilapangan menggunakan peralatan tipe Sandvik Ranger DX-800 dan Sandvik Tiger DG-810 dengan menggunakan mata bor *top hammer*. Diameter lubang ledak yang digunakan 5 inchi atau 127 mm. Kemampuan pengeboran dilapangan maksimal kedalaman 5 meter dengan menyambung dua batang bor. Mekanisme pengeboran termasuk dalam system pengeboran mekanik dengan metode *top hammer*.

### Faktor Yang Mempengaruhi Pemboran

#### Geometri Pemboran

Dalam kegiatan pemboran di PT. IBP menerapkan rancangan geometri pemboran dengan jarak *burden* 5 meter, *spacing* 5 meter dengan kedalaman lubang 3 sampai 5 meter dengan menggunakan pola pemboran zig-zag (*staggered pattern*) pada *rectangular drill pattern*.

**Tabel 3.** Geometri Pemboran.

No	Geometri	Ketetapan Perusahaan		Aktual	
		Sandstone	Claystone	Sandstone	Claystone
1	<i>Burden</i> (m)	4	5	4,61	5,29
2	<i>Spacing</i> (m)	5	5,5	4,98	5,48
3	Kedalaman Lubang (m)	5	5	5,2	5,19

Ketidaksesuaian ini disebabkan oleh beberapa faktor, seperti penandaan titik lubang yang tidak konsisten serta adanya cutting yang masih tertumpuk ke permukaan, sehingga mempengaruhi ketepatan kedalaman lubang. Kondisi tersebut menyebabkan operator mengalami kesulitan dalam menjaga keseragaman pola pemboran.

#### Sifat Batuan

**Tabel 4.** Sifat Batuan SANDVIK TIGER DG-810.

Klasifikasi Batuan SANDVIK TIGER DG-810				
Kode Sample	Batuan	Kuat Tekan Batuan Mpa	Skala Mohs	Kekerasan
M3-1	SANDSTONE	23,08	3	Lunak
M3-2	SANDSTONE	25,76	3	Lunak
M5-1	SANDSTONE	22,37	3	Lunak
M5-2	SANDSTONE	24,51	3	Lunak
N5-3	SANDSTONE	22,04	3	Lunak

M5-4	SANDSTONE	23,88	3	Lunak
O3-1	CLAYSTONE	15,65	2	Lunak
O5-1	CLAYSTONE	15,65	2	Lunak
N5-2	CLAYSTONE	16,07	2	Lunak
O5-3	CLAYSTONE	15,92	2	Lunak

**Tabel 5.** Sifat Batuan SANDVIK RANGER DX-800.

<b>Klasifikasi Batuan Sandstone (SANDVIK RANGER DX-800)</b>				
Kode Sample	Batuan	Kuat Tekan	Skala Mohs	Kekerasan
		Batuan Mpa		
M3-1	SANDSTONE	20,67	3	Lunak
M3-2	SANDSTONE	26,30	3	Lunak
M3-3	SANDSTONE	23,82	3	Lunak
M3-4	SANDSTONE	21,62	3	Lunak
M5-1	SANDSTONE	22,90	3	Lunak
M5-2	SANDSTONE	26,30	3	Lunak
N5-3	SANDSTONE	23,82	3	Lunak
M5-4	SANDSTONE	21,62	3	Lunak
N3-1	CLAYSTONE	11,83	2	Lunak
O3-2	CLAYSTONE	10,22	2	Lunak
N5-1	CLAYSTONE	11,83	2	Lunak
O5-1	CLAYSTONE	10,22	2	Lunak

Berdasarkan hasil uji kuat tekan batuan (*Uniaxial Compressive Strength*), diketahui bahwa material *sandstone* dan *claystone* yang terdapat di lokasi penelitian memiliki tingkat kekerasan yang relatif seragam dan termasuk dalam kategori batuan lunak. Hal ini menunjukkan bahwa kedua jenis alat bor yang digunakan mampu menembus material dengan relatif mudah. Meskipun demikian, perbedaan nilai kuat tekan tetap memberikan pengaruh terhadap kecepatan pemboran, khususnya pada material *sandstone* yang cenderung lebih keras dibandingkan *claystone*.

#### **Jam Kerja Dan Nilai Ketersediaan Alat Bor**

**Tabel 6.** Jam Kerja Alat Bor.

Alat	Jam Kerja Alat Bor		
	Working Menit	Breakdown Menit	Stand By Menit
SANDVIK TIGER DG-810	409,92	310	480
SANDVIK RANGER DX-800	602,7	82,5	515

**Tabel 7.** Nilai Ketersediaan Alat Bor.

Alat	Nilai Ketersediaan			
	Pa %	Ma %	Ua %	Eu %
Sandvik Tiger Dg-810	74%	57%	46%	34%
Sandvik Ranger Dx-800	93%	88%	54%	50%

Hasil analisis menunjukkan bahwa alat bor Sandvik Ranger DX-800 memiliki nilai ketersediaan yang lebih tinggi dibandingkan Sandvik Tiger DG-810. Hal ini menunjukkan bahwa DX-800 memiliki performa operasional yang lebih baik, dengan tingkat kesiapan alat yang lebih tinggi serta gangguan mekanis yang lebih rendah, sehingga berdampak langsung terhadap peningkatan produktivitas pemboran.

### Produktivitas Alat Bor

#### *Kedalaman Lubang Ledak*

**Tabel 8.** Kedalaman Lubang Ledak.

No	Material	Kedalaman Lubang Ledak	
		Sandvik Tiger Dg-810 Kedalaman Lubang meter	Sandvik Ranger Dx-800 Kedalaman Lubang Meter
1	Sandstone	3,4	3,6
2	Sandstone	5,2	5,1
3	Claystone	3,3	3,5
4	Claystone	5,1	5,2

Kedalaman lubang ledak di lapangan bervariasi antara 3 hingga 5 meter. Variasi ini dipengaruhi oleh kondisi jenjang serta sifat batuan yang berbeda pada setiap titik pemboran. Kedalaman lubang yang tidak seragam juga berpengaruh terhadap waktu siklus dan kecepatan pemboran.

#### *Cycle Time Pemboran*

**Tabel 9.** Cycle Time Pemboran SANDVIK RANGER DX-800.

Material	Cycle Time Pemboran Sandvik Ranger Dx-800							
	Kedalaman Meter	PT menit	PB1 menit	SP menit	PB2 menit	LP menit	HB menit	CT menit
<i>Sandstone</i>	3,56	0,58	4,46	0,27	0	0	0,06	5,31
	5,13	0,39	3,33	0,21	1,73	0,44	0	6,11
<i>Claystone</i>	3,53	0,47	3,36	0,22	0	0,01	0	4,05
	5,17	0,51	3,28	0,21	1,28	0,61	0,00	5,89

**Tabel 10.** Cycle Time Pemboran SANDVIK TIGER DG-810.

Cycle Time Pemboran Sandvik Tiger Dg-810								
Material	Kedalaman meter	PT menit	PB1 menit	SP menit	PB2 menit	LP menit	HB menit	CT menit
<i>Sandstone</i>	3,44	0,28	3,70	0,22	0	0	0	4,20
	5,16	0,62	3,46	0,22	2,80	0,44	0	7,55
<i>Claystone</i>	3,30	0,41	2,88	0,23	0	0	0	3,52
	5,12	0,37	3,31	0,26	2,08	0,43	0	6,46

Hasil analisis menunjukkan bahwa cycle time dipengaruhi oleh beberapa faktor, seperti kekerasan batuan, kondisi mekanis alat, serta waktu perpindahan antar lubang. Selain itu, hambatan seperti mata bor aus dan proses pembersihan lubang turut memperpanjang waktu siklus pemboran.

### **Kecepatan Pemboran**

**Tabel 11.** Kecepatan Pemboran.

Nama Alat Bor	Material	Kedalaman meter	Kecepatan Pemboran meter/menit
SANDVIK RANGER DX- 800	<i>Sandstone</i>	3,56	0,67
		5,13	0,84
	<i>Claystone</i>	3,53	0,87
		5,17	0,88
SANDVIK TIGER DG-810	<i>Sandstone</i>	3,44	0,93
		5,16	0,69
	<i>Claystone</i>	3,30	1,42
		5,12	0,87

Kecepatan pemboran dipengaruhi oleh kondisi batuan dan cycle time yang terjadi di lapangan. Hasil perhitungan menunjukkan bahwa kecepatan pemboran bervariasi pada setiap jenis material dan kedalaman lubang. Secara umum, kecepatan pemboran pada claystone lebih tinggi dibandingkan sandstone, yang menunjukkan bahwa tingkat kekerasan batuan memiliki pengaruh langsung terhadap kecepatan pemboran alat bor.

### **Produksi Aktual**

**Tabel 12.** Produksi Aktual Harian.

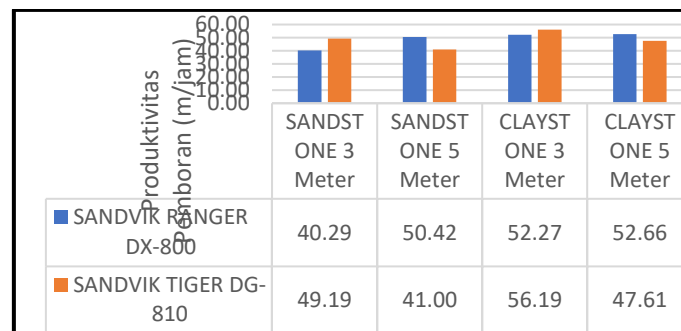
Nama Alat Bor	Produksi Pemboran	
	m/hari	lubang/hari
SANDVIK RANGER DX- 800	492	98
SANDVIK TIGER DG-810	306	61

Produksi pemboran aktual menunjukkan bahwa Sandvik Ranger DX-800 menghasilkan produksi sebesar 492 m/hari dengan 98 lubang/hari, sedangkan Sandvik Tiger DG-810 menghasilkan 306 m/hari dengan 61 lubang/hari. Perbedaan ini dipengaruhi oleh beberapa faktor, antara lain kondisi alat, ketersediaan alat, faktor cuaca, serta kondisi jalan menuju lokasi pemboran.

### ***Perhitungan Produktivitas Pemboran.***

**Tabel 13.** Produktivitas Alat Bor.

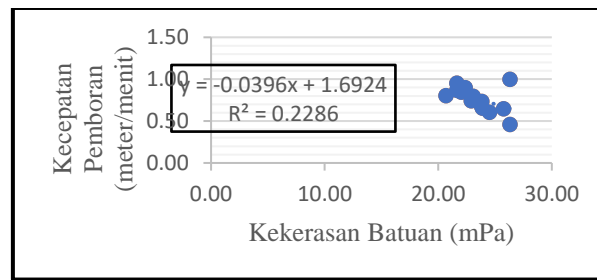
Nama Alat Bor	Material	Kedalaman meter	Produktivitas Pemboran	
			m/jam	Lubang/jam
SANDVIK RANGER DX- 800	Sandstone	3,56	40,29	11
		5,13	50,42	10
	Claystone	3,53	52,27	15
		5,17	52,66	10
SANDVIK TIGER DG-810	Sandstone	3,44	49,19	14
		5,16	41,00	8
	Claystone	3,30	56,19	17
		5,12	47,61	9



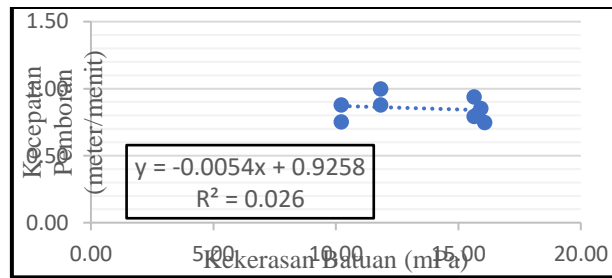
**Gambar 2.** Grafik Produktivitas Pemboran.

Produktivitas pemboran dihitung berdasarkan kecepatan pemboran, jam kerja, dan efisiensi kerja. Hasil analisis menunjukkan bahwa produktivitas Sandvik Ranger DX-800 berada pada kisaran 40,29–52,66 m/jam dengan 10–15 lubang/jam, sedangkan Sandvik Tiger DG-810 berada pada kisaran 41–56,19 m/jam dengan 8–17 lubang/jam. Hal ini menunjukkan bahwa meskipun DX-800 memiliki produksi harian yang lebih tinggi, kedua alat memiliki produktivitas per jam yang relatif sebanding, tergantung pada kondisi operasional di lapangan.

### Pengaruh Kekerasan Batuan Terhadap Kecepatan Pemboran



Gambar 3. Pengaruh Kekerasan Batuan Pasir (*Sandstone*) Terhadap Kecepatan Pemboran.



Gambar 4. Pengaruh Kekerasan Batuan Lempung (*Claystone*) Terhadap Kecepatan Pemboran.

Kekerasan batuan merupakan salah satu faktor utama yang mempengaruhi kecepatan pemboran. Semakin tinggi kekerasan batuan, maka kecepatan pemboran cenderung menurun.

Hasil analisis grafik menunjukkan bahwa pada batuan sandstone, hubungan antara kekerasan batuan dan kecepatan pemboran membentuk tren linear menurun yang cukup signifikan. Hal ini menunjukkan bahwa peningkatan kekerasan batuan secara langsung memperlambat laju pemboran. Sementara itu, pada batuan claystone, tren penurunan kecepatan pemboran juga terjadi, namun tidak terlalu signifikan. Hal ini menunjukkan bahwa meskipun kekerasan batuan tetap berpengaruh, dampaknya terhadap kecepatan pemboran tidak sebesar pada material sandstone.

### Pembahasan

Berdasarkan hasil penelitian, dapat diketahui bahwa produktivitas pemboran dipengaruhi oleh kombinasi faktor teknis dan operasional, seperti geometri pemboran, sifat batuan, ketersediaan alat, serta efisiensi kerja.

Sandvik Ranger DX-800 menunjukkan performa yang lebih unggul dalam hal produksi harian, yang didukung oleh nilai ketersediaan alat yang lebih tinggi. Hal ini sejalan dengan teori bahwa tingkat availability alat sangat mempengaruhi output produksi.

Namun demikian, dari sisi produktivitas per jam, kedua alat menunjukkan performa yang relatif sebanding. Hal ini menunjukkan bahwa efisiensi operasional dan kondisi lapangan memiliki peran penting dalam menentukan hasil akhir produktivitas.

Selain itu, pengaruh kekerasan batuan terhadap kecepatan pemboran menunjukkan bahwa kondisi geologi merupakan faktor yang tidak dapat diabaikan dalam perencanaan kegiatan pemboran dan peledakan. Oleh karena itu, diperlukan penyesuaian parameter teknis agar proses pemboran dapat berjalan lebih optimal dan efisien.

## 5. KESIMPULAN DAN SARAN

Berdasarkan hasil penelitian yang dilakukan di PIT 7 PT. Insani Bara Perkasa, dapat disimpulkan bahwa terdapat perbedaan performa antara alat bor Sandvik Ranger DX-800 dan Sandvik Tiger DG-810, di mana DX-800 menunjukkan produksi harian yang lebih tinggi, meskipun keduanya memiliki kisaran produktivitas per jam yang relatif tidak jauh berbeda. Selain itu, tingkat kekerasan batuan berpengaruh terhadap kecepatan pemboran, dengan batuan *sandstone* mengalami penurunan kecepatan yang lebih signifikan dibandingkan *claystone*. Oleh karena itu, pada penelitian selanjutnya disarankan agar pengambilan data *cycle time* dilakukan dengan lebih cermat agar menghasilkan data yang lebih akurat, serta perusahaan dapat mempertimbangkan penentuan parameter *subdrilling* yang tepat untuk mengurangi potensi terbentuknya *boulder* pada bagian *toe* jenjang peledakan.

## DAFTAR REFERENSI

- Andris, G., Guskarnali, G., & Oktarianty, H. (2021). Kajian karakteristik massa batuan terhadap kecepatan pemboran alat bor Sandvik Ranger DX800. *Jurnal Pertambangan*, 5(1), 38–44. <http://ejournal.ft.unsri.ac.id/index.php/JP>
- Ash, R. (1990). Design of blasting round, surface mining. In B. Kennedy (Ed.), *Society for Mining, Metallurgy and Exploration*.
- Biya, D. A. (2022). Optimasi kinerja alat bor hydraulic crawler rockdrill Powerroc Atlas Copco T25 dalam mencapai target produksi pada tambang batu. *Program Studi Teknik Pertambangan*.
- Bonmach, Q. D. (2019). The difference between 3 rock drilling methods: Rotary drilling, DTH drilling, and top hammer drill. <https://medium.com/@qdbonmach/the-difference-between-3-rock-drilling-methods-rotary-drilling-dth-drilling-and-top-hammer-efe5789a08e2>
- Broch, E., & Franklin, J. A. (1972). The point-load strength test. *International Journal of Rock Mechanics and Mining Sciences*, 9(6), 669–676. [https://doi.org/10.1016/0148-9062\(72\)90030-7](https://doi.org/10.1016/0148-9062(72)90030-7)
- Einarsson, C., Norwood, D., Davidson, E., Lindberg, G., Cocchiola, J., Wallsten, M., Inge, M., Viberg, T., & Linder, U. (2012). *Blasthole drilling in open pit mining* (3rd ed.). Ulf Linder. [www.atlascopco.com/blastholedrills](http://www.atlascopco.com/blastholedrills)
- Franklin, J. A. (1985). Suggested method for determining point load strength. *International Journal of Rock Mechanics and Mining Sciences*, 22(2), 51–60. [https://doi.org/10.1016/0148-9062\(85\)92327-7](https://doi.org/10.1016/0148-9062(85)92327-7)

- Greminger, M. (1982). Experimental studies of the influence of rock anisotropy on size and shape effects in point-load testing. *International Journal of Rock Mechanics and Mining Sciences*, 19(5), 241–246. [https://doi.org/10.1016/0148-9062\(82\)90222-4](https://doi.org/10.1016/0148-9062(82)90222-4)
- Jimeno, C. (1995). *Drilling and blasting of rocks* (pp. 35–36). A.A. Bakema.
- Kahfi, M. Z. (2021). Analisis awal pendugaan nilai UCS dari nilai PLI untuk batu lempung dan batu pasir, PT Arutmin Indonesia Tambang Asam Asam, Kalimantan Selatan. *Prosiding TPT XXX dan Kongres XI PERHAPI*, 27–36.
- Koesnaryo, S. (1996). *Pemboran untuk penyediaan lubang ledak*. UPN “Veteran” Yogyakarta.
- Koesnaryo, S. (2001). *Rancangan peledakan batuan*. Jurusan Teknik Pertambangan, UPN “Veteran” Yogyakarta.
- Nuryadi, Astuti, T. D., Utami, E. S., & Budiantara, M. (2017). *Buku ajar dasar-dasar statistik penelitian*. Sibuku Media.
- Prastio, O., Triantoro, A., Riswan, Kartini, & J. T., Y. P. (2017). Evaluasi pemboran lubang ledak pada tambang limestone. *Jurnal GEOSAPTA*, 2(2), 79–87. <https://doi.org/10.20527/jg.v2i2.4212>
- Pujiyana, A. (2021). Optimasi kinerja alat bor dalam memenuhi target produksi 92 m<sup>3</sup>/jam batu andesit PT. Gunung Bumi Perkasa, Kabupaten Sukabumi, Jawa Barat.
- Safitri, P. A., Marsudi, & Syafrianto, M. K. (2014). Produktivitas mesin bor JUNJUN JD-800 dalam pembuatan lubang ledak pada tambang batu granodiorit di PT. Total Optima Prakarsa Desa Peniraman Kecamatan Sungai Pinyuh Kabupaten Mempawah. *Teknik Pertambangan*, 126–132.
- Saputra, R. A., Nugroho, W., & Trides, T. (2020). Evaluasi kinerja alat bor dalam penyediaan lubang ledak untuk mencapai target produksi pembongkaran overburden di PT. Sims Jaya Kaltim Site PT. Kideco Jaya Agung Kalimantan Timur. *Jurnal Teknologi Mineral FT UNMUL*, 8(1), 14–21.
- Sihombing, H. (2016). Kegiatan pemboran dalam pembuatan lubang ledak pada tambang andesit PT. Ansar Terang Crushindo Sumatera Barat. *Institut Teknologi Medan*, 1(12).
- Supratman, S., Anshariah, A., & Bakri, H. (2017). Produktivitas kinerja mesin bor dalam pembuatan lubang ledak di quarry batugamping B6 Kabupaten Pangkep Propinsi Sulawesi Selatan. *Jurnal Geomine*, 5(2), 59–63. <https://doi.org/10.33536/jg.v5i2.127>
- Tamrock. (1987). *Surface drilling and blasting*.
- Umar, E. F., Syahrudin, & Syafrianto, M. K. (2020). Kajian produktivitas mesin bor Furukawa Rock Drill PCR 200 dalam penyediaan lubang ledak pada penambangan batu andesit PT. Sulenco Wibawa Perkasa Kabupaten Mempawah Provinsi Kalimantan Barat. *JeLAST: Jurnal PWK, Laut, Sipil, Tambang*, 6(3), 1–8.
- Wakim, A. P., & Cahyono, Y. D. G. (2020). Kajian teknis alat bor untuk pembuatan lubang ledak pada tambang batu gamping di PT. Pertama Mina Sutra Perkasa Kabupaten Jember Provinsi Jawa Timur. *Prosiding Seminar Teknologi Kebumihan dan Kelautan*, 2(1), 625–628.