

ANALISIS KECEPATAN PENGEBORAN ANTARA JUMBO DRILL TIPE AXERA 7 DAN TIPE DD422I PADA AREA DEVELOPMENT DI TAMBANG BAWAH TANAH GBC-KL PT FREEPORT INDONESIA

Singgih Saptono¹, Ahmad Azkal Azkiya^{1*}, Barlian Dwinagara¹, Bagus Wiyono¹, Juanita R. Horman²

¹Jurusan Teknik Pertambangan, Fakultas Teknologi Mineral dan Energi, UPN “Veteran” Yogyakarta

²Prodi Teknik Pertambangan, Universitas Papua

^aemail: ahmadazkal118@gmail.com

ABSTRACT

PT Freeport Indonesia (PTFI) is a company that has a special mining business permit (IUPK) to operate copper and gold ore production through an underground mining system. One of PTFI's mining areas is the Grasberg Block Cave-Kucing Liar (GBC-KL) underground mine. Until now, the GBC-KL underground mine is still carrying out development activities. In the cycle time development stage, one of the activities carried out is the drilling process where the tool used is a jumbo drill. The drilling activity aims to create blast holes that will be used in the blasting process later. PT Freeport Indonesia has several types of jumbo drills including Axera 6, Axera 7, Axera 8, and a new type, namely DD422i. The use of this type of jumbo drill is adjusted to the size and condition of the openings that will be made during the drilling process. So with this new type of jumbo drill, an analysis of the drilling speed of the new type DD422i jumbo drill is required. We can compare this analysis with the old type of jumbo drill, especially the Axera 7 type jumbo drill which has specifications and sizes that are close to the new type DD422i. The aim of this research is to obtain the drilling speed of the Axera 7 type and DD422i jumbo drill tools. Apart from that, this research aims to obtain factors that influence the drilling activities of the Axera 7 type and DD422i jumbo drill. The research method used in this research is a statistical method by grouping the drill rate values for the Axera 7 type and DD422i type jumbo drill which have been obtained based on the rock conditions of the drilling area. Then an analysis was carried out regarding the factors that influenced the drilling activities. Based on the results of the discussion, the average drill rate for jumbo drills between the Axera 7 and DD422i types was obtained. In the good rock area, the average drill rate for the Axera 7 type was 1.58 meters/minute, while for the DD422i type it was 1.63 meters/minute. In the fair rock area, the average drill rate for the Axera 7 type was 2.09 meters/minute, while for the DD422i type it was 2.14 meters/minute. In the poor rock area, the average drill rate for the Axera 7 type was 2.14 meters/minute, while for the DD422i type it was 2.29 meters/minute. The DD422i type jumbo drill tends to have a higher average drill rate than the Axera 7 type jumbo drill in various rock conditions. The relationship between the Drill Rate and the RMR value of the drilling area is obtained by the equation $y = -0.0184x + 3.0238$. Factors that influence drilling activities include the type of jumbo drill used, the depth of the blast hole, the condition of the rock in the drilling area, and the obstacles (delays) that occur.

Keywords: Cycle Time, Jumbo Drill, Drill Rate

ABSTRAK

PT Freeport Indonesia (PTFI) merupakan perusahaan yang memiliki izin usaha pertambangan khusus (IUPK) operasi produksi bijih tembaga dan emas melalui sistem penambangan bawah tanah. Salah satu area penambangan yang berada PTFI adalah tambang bawah tanah Grasberg Block Cave-Kucing Liar (GBC-KL). Sampai saat ini tambang bawah tanah GBC-KL masih terus melakukan kegiatan development. Dalam cycle time tahap development salah satu kegiatan yang dilakukan yaitu proses drilling dimana alat yang digunakan yakni jumbo drill. Kegiatan pengeboran tersebut bertujuan untuk membuat lubang ledak yang akan digunakan pada proses peledakan nantinya. PT Freeport Indonesia memiliki beberapa tipe jumbo drill diantaranya yaitu Axera 6, Axera 7, Axera 8, dan tipe baru yaitu DD422i. Penggunaan tipe jumbo drill ini disesuaikan dengan ukuran dan kondisi lubang bukaan yang akan dilakukan pada proses pengeboran. Sehingga dengan adanya jumbo drill tipe baru ini diperlukan analisis terhadap kecepatan pengeboran jumbo drill tipe baru DD422i. Analisis tersebut dapat kita bandingkan terhadap jumbo drill tipe lama khususnya jumbo drill tipe Axera 7 yang memiliki spesifikasi dan ukuran yang mendekati tipe baru DD422i. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mendapatkan kecepatan pengeboran alat jumbo drill tipe Axera 7 dan tipe DD422i. Selain itu, penelitian ini bertujuan untuk Mendapatkan faktor yang berpengaruh pada kegiatan pengeboran jumbo drill tipe Axera 7 dan tipe DD422i. Adapun metode penelitian yang digunakan pada penelitian ini yaitu metode statistik dengan mengelompokkan nilai drill rate jumbo drill tipe Axera 7 dan tipe DD422i yang telah diperoleh berdasarkan kondisi batuan area pengeboran. Kemudian dilakukan analisis terkait faktor-faktor yang berpengaruh pada kegiatan pengeboran tersebut. Berdasarkan hasil pembahasan, diperoleh rata-rata drill rate jumbo drill antara tipe Axera 7 dan DD422i. Pada area

good rock diperoleh rata-rata drill rate untuk tipe Axera 7 sebesar 1,58 meter/menit, sedangkan untuk tipe DD422i sebesar 1,63 meter/menit. Pada area fair rock diperoleh rata-rata drill rate untuk tipe Axera 7 sebesar 2,09 meter/menit, sedangkan untuk tipe DD422i sebesar 2,14 meter/menit. Pada area poor rock diperoleh rata-rata drill rate untuk tipe Axera 7 sebesar 2,14 meter/menit, sedangkan untuk tipe DD422i sebesar 2,29 meter/menit. Jumbo drill tipe DD422i cenderung memiliki nilai rata-rata drill rate yang lebih tinggi daripada jumbo drill tipe Axera 7 pada berbagai kondisi batuan. Hubungan Drill Rate dengan Nilai RMR area pengeboran diperoleh persamaan $y = -0,0184x + 3,0238$. Faktor-faktor yang berpengaruh pada kegiatan pengeboran diantaranya yaitu Tipe jumbo drill yang digunakan, kedalaman lubang ledak, kondisi batuan area pengeboran, dan hambatan (delay) yang terjadi.

Kata kunci: Cycle Time, Jumbo Drill, Drill Rat

I. PENDAHULUAN

PT Freeport Indonesia (PTFI) adalah perusahaan yang memiliki izin usaha pertambangan khusus (IUPK) operasi produksi bijih tembaga dan emas melalui sistem penambangan bawah tanah. Beberapa area penambangan bawah tanah di PT Freeport Indonesia diantaranya yaitu tambang bawah tanah Deep Ore Zone (DOZ), Deep Mill Level Zone (DMLZ), Big Gossan, Grasberg Block Cave (GBC), dan Kucing Liar yang masih dalam tahap development. Sampai saat ini tambang bawah tanah GBC-KL masih terus melakukan kegiatan development. Area GBC-KL development menggunakan metode pengeboran dan peledakan untuk pembongkaran batuan. Area ini berada pada litologi batuan diorite dengan densitas rata-rata 2,7 ton/m³. Area development ini memiliki ukuran lubang bukaan yang bervariasi tergantung dari kegunaan lubang bukaan tersebut nantinya. PT Freeport Indonesia menggunakan geometri lubang bukaan yang bervariasi untuk setiap peledakan di area ini.

Dalam cycle time tahap development salah satu kegiatan yang dilakukan yaitu proses pengeboran dimana alat yang digunakan yaitu jumbo drill. Kegiatan pengeboran tersebut bertujuan untuk membuat lubang ledak yang akan digunakan pada proses peledakan nantinya. PTFI memiliki beberapa tipe jumbo drill diantaranya yaitu Axera 6, Axera 7, Axera 8, dan tipe baru yaitu DD422i. Penggunaan tipe jumbo drill ini disesuaikan dengan ukuran dan kondisi lubang bukaan yang akan dilakukan proses pengeboran.

Dengan adanya jumbo drill tipe baru ini diperlukan analisis terhadap kecepatan pengeboran jumbo drill tipe baru DD422i. Analisis tersebut dapat kita bandingkan terhadap jumbo drill tipe lama khususnya jumbo drill tipe Axera 7 yang memiliki kesamaan dengan tipe baru DD422i. Analisis kecepatan pengeboran jumbo drill tersebut diharapkan dapat memberikan masukan dan rekomendasi bagi perusahaan guna mengetahui performa alat dan dapat meningkatkan produktivitas alat jumbo drill di tambang bawah tanah Grasberg Block Cave-Kucing Liar (GBC-KL) PT Freeport Indonesia. Oleh karena itu, perlu dilakukan penelitian mengenai analisis kecepatan pengeboran

antara jumbo drill tipe Axera 7 dan tipe DD422i pada area development di tambang bawah tanah Grasberg Block Cave-Kucing Liar (GBC-KL) PT Freeport Indonesia.

II. METODE

Dalam penyelesaian permasalahan penelitian ini, tahap-tahap yang dilakukan adalah sebagai berikut :

Studi literatur dilakukan dengan cara mencari dan mengumpulkan informasi yang berkaitan dengan bahasan dalam penelitian ini melalui jurnal nasional maupun internasional, buku referensi, skripsi, dan literatur materi penelitian yang dilakukan oleh peneliti sebelumnya.

Observasi lapangan dilakukan dengan cara melakukan pengamatan secara langsung di lapangan untuk mencari informasi sebagai data pendukung penelitian dengan bimbingan dari pembimbing lapangan. Observasi lapangan yang dilakukan diantaranya yaitu kegiatan operator jumbo drill ketika mempersiapkan alat, proses ketika melakukan kegiatan pengeboran, dan kegiatan ketika selesai proses pengeboran.

Pengambilan data di lapangan dilakukan setelah studi literatur, orientasi, dan observasi lapangan telah selesai dilakukan. Pengambilan data pada penelitian ini terdiri dari data primer dan data sekunder. Data yang dikumpulkan sebagai berikut:

- a. Primer
 - 1) Data waktu cycle time pengeboran alat jumbo drill tipe Axera 7
 - 2) Data waktu cycle time pengeboran alat jumbo drill tipe DD422i
- b. Sekunder
 - 1) Profil Perusahaan PT Freeport Indonesia
 - 2) Peta lokasi penelitian
 - 3) Keadaan geologi daerah penelitian
 - 4) Peta tambang bawah tanah Grasberg Block Cave (GBC) dan Kucing Liar
 - 5) Spesifikasi alat jumbo drill tipe Axera 7 dan tipe DD422i
 - 6) SOP penggunaan alat jumbo drill

Setelah data primer dan sekunder telah selesai dikumpulkan, tahapan selanjutnya yaitu pengolahan dan analisis data. Pengolahan dan analisis data dilakukan dengan cara menggabungkan antara data

primer dan data sekunder untuk mendapatkan hasil yang sesuai dengan tujuan penelitian. Pengolahan dan analisis data dilakukan dengan cara :

a. Menghitung cycle time alat jumbo drill tipe Axeara 7 dan tipe DD422i

b. Menghitung drill rate penetration dan efektifitas alat jumbo drill tipe Axeara 7 dan tipe DD422i.

c. Melakukan analisis data menggunakan metode statistik untuk mendapatkan drill rate penetration alat jumbo drill tipe Axera 7 dan tipe DD422i

d. Melakukan analisis data menggunakan metode statistik untuk mendapatkan faktor yang berpengaruh pada kegiatan pengeboran jumbo drill tipe Axera 7 dan tipe DD422i.

Dari hasil pengolahan dan analisis data dapat diberikan kesimpulan dan saran terhadap suatu permasalahan yang dibahas dalam penelitian ini. Kesimpulan disesuaikan dengan tujuan penelitian agar tujuan dari penelitian ini dapat tercapai. Saran diberikan sebagai evaluasi agar hasil penelitian yang telah dan akan dilakukan menjadi lebih baik.

III. HASIL

Lokasi Penelitian ini dilakukan pada tambang bawah tanah GBC-KL yang teletak di Kabupaten Mimika, Provinsi Papua. Pengambilan data dilakukan pada beberapa titik lokasi heading yang sedang dalam proses tahap development diantaranya yaitu (lihat tabel 1).

Tabel 1. Lokasi Penelitian

No	Lokasi	Ukuran Heading (Lebar x Tinggi) (Meter)
1	Kucing Liar 2570 Intake 2 West	7,0x7,0
2	Kucing Liar 2570 Intake Drift Settling Sump	6,0x5,5
3	Kucing Liar 2530 Haulage Access	5,5x6,0
4	Kucing Liar_KL VIR 02 Bottom Access	7,0x7,0
5	Kucing Liar 2695 KL BGA Waste Pass Top	5,5x7,0
6	Kucing Liar 2530 Ecad Remuck	5,5x5,5
7	Kucing Liar 2515 KLBGA-1 Spur	6,8x6,0
8	Kucing Liar 2595 Ecad Panel 31	5,0x5,0
9	Kucing Liar 2515 KLBGA	6,8x6,0
10	Grasberg Block Caving 2830 Panel 18 From Draw Point 57 to West	4,8x4,0
11	Kucing Liar 2515 KLBGA-1 from KLBGA Ramp to North	6,8x6,0
12	Kucing Liar 2570 Intake 2 West	7,0x7,0
13	Kucing Liar 2515 KLBGA-1 Spur	6,8x6,0
14	Kucing Liar_2515_KLBGA-1 from KLBGA Ramp to South	6,8x6,0
15	Kucing Liar_2570_Intake 2 West	7,0x7,0
16	Grasberg Block Caving_2830_Panel 25	4,8x4,0
17	Kucing Liar_2515_KLBGA	6,8x6,0
18	Kucing Liar_2515_KLBGA-1 from KLBGA Ramp to South	6,8x6,0
19	Grasberg Block Caving_2830_Panel 18 From Draw Point 57 to West	4,8x4,0
20	Kucing Liar_2530_Ecad Exhaust Raise 01	5,0x5,0
21	Kucing Liar_2515_KLBGA-1 from KLBGA Ramp to South	6,8x6,0

22	Grasberg Block Caving_2830_Panel 24 Draw Point 27 South	4,8x4,0
23	Grasberg Block Caving_2830_Panel 24 Draw Point 52 South	4,8x4,0
24	Kucing Liar_2595_Ecad Panel 31	5,0x5,0
25	Kucing Liar_2555_Vent Exhaust Drift	5,0x7,0
26	Kucing Liar_2530_Hydrology Drill Bay	6,0x6,0
27	Kucing Liar_2595_Ecad Panel 31	5,0x5,0
28	Kucing Liar_2530_Haulage Access	5,5x6,0
29	Kucing Liar_2515_KLBGA-1 Spur	6,8x6,0
30	Kucing Liar_2595_Ecad Panel 31	5,0x5,0

Pada lokasi penelitian memiliki kondisi massa batuan yang bervariasi tergantung pada lokasi pengambilan data itu sendiri. Berdasarkan lokasi-lokasi pengambilan data, terdapat kondisi massa batuan good, fair, dan poor rock tergantung dari nilai RMR pada lokasi pengambilan data. Berikut merupakan kondisi massa batuan lokasi pengambilan data (lihat tabel 2).

Tabel 2. Kondisi Massa Batuan

No	Lokasi	RMR	
		Nilai	Deskripsi
1	Kucing Liar 2570 Intake 2 West	53	Fair
2	Kucing Liar 2570 Intake Drift Settling Sump	47	Fair
3	Kucing Liar 2530 Haulage Access	69	Good
4	Kucing Liar_KL VIR 02 Bottom Access	57	Fair
5	Kucing Liar 2695 KL BGA Waste Pass Top	72	Good
6	Kucing Liar 2530 Ecad Remuck	57	Fair
7	Kucing Liar 2515 KLBGA-1 Spur	58	Fair
8	Kucing Liar 2595 Ecad Panel 31	37	Poor
9	Kucing Liar 2515 KLBGA	42	Fair
10	Grasberg Block Caving 2830 Panel 18 From Draw Point 57 to West	51	Fair
11	Kucing Liar 2515 KLBGA-1 from KLBGA Ramp to North	68	Good
12	Kucing Liar 2570 Intake 2 West	53	Fair
13	Kucing Liar 2515 KLBGA-1 Spur	58	Fair
14	Kucing Liar 2515 KLBGA-1 from KLBGA Ramp to South	76	Good
15	Kucing Liar 2570 Intake 2 West	53	Fair
16	Grasberg Block Caving 2830 Panel 25	57	Fair
17	Kucing Liar 2515 KLBGA	42	Fair
18	Kucing Liar 2515 KLBGA-1 from KLBGA Ramp to South	76	Good
19	Grasberg Block Caving 2830 Panel 18 From Draw Point 57 to West	51	Fair
20	Kucing Liar 2530 Ecad Exhaust Raise 01	48	Fair
21	Kucing Liar 2515 KLBGA-1 from KLBGA Ramp to South	76	Good
22	Grasberg Block Caving 2830 Panel 24 DP 27 South	56	Fair
23	Grasberg Block Caving 2830 Panel 24 DP 52 South	56	Fair
24	Kucing Liar 2595 Ecad Panel 31	37	Poor
25	Kucing Liar_2555_Vent Exhaust Drift	32	Poor
26	Kucing Liar 2530 Hydrology Drill Bay	59	Fair
27	Kucing Liar_2595_Ecad Panel 31	37	Poor
28	Kucing Liar 2530 Haulage Access	69	Good
29	Kucing Liar 2515 KLBGA-1 Spur	58	Fair
30	Kucing Liar_2595_Ecad Panel 31	37	Poor

Waktu edar merupakan waktu yang diperlukan untuk melakukan satu daur kerja. Pada penelitian ini waktu edar alat yang diambil merupakan waktu edar aktivitas pengeboran alat *jumbo drill* tipe Axera 7 dan DD422i. Pengambilan data di lapangan dilakukan pada *shift* pagi. Data waktu edar yang diambil dari aktivitas pengeboran alat *jumbo drill* diantaranya yaitu *positioning time*, *boring time*, *stopping time*, dan *delay time* alat *jumbo drill*. Adapun data-data yang telah diperoleh tersebut dapat dilihat pada Lampiran C. Berdasarkan hasil pengambilan data maka dapat diperoleh data *cycle time* alat *jumbo drill* yang dapat dilihat pada tabel 3.

Operating efficiency merupakan persentase yang menunjukkan banyaknya waktu kerja alat dalam satu *shift*. Untuk dapat menghitung *operating efficiency* diperlukan data kerja alat. Dari hasil pengambilan data didapatkan rata-rata jam kerja alat *jumbo drill* untuk tipe Axera 7 adalah sebesar 3,3 jam setiap *heading*, sedangkan untuk tipe DD422i adalah sebesar jam 3,6 jam setiap *heading* dalam satu *shift*. Dari data waktu kerja alat yang telah dikumpulkan maka dapat dihitung *operating efficiency* alat *jumbo drill* rata-rata untuk tipe Axera 7 adalah sebesar 73,71% dan untuk tipe DD422i adalah sebesar 80%. Ketersediaan alat mekanis merupakan salah satu bagian penting dari kegiatan penambangan.

Drill Rate merupakan perbandingan kedalaman lubang bor yang dicapai terhadap waktu yang diperlukan untuk membuat lubang bor. Untuk dapat menghitung *drill rate* diperlukan data waktu pengeboran alat *jumbo drill* dan kedalaman lubang bor. Dari hasil pengambilan data didapatkan rata-rata *drill rate* alat *jumbo drill* untuk tipe Axera 7 adalah sebesar 2,01 meter/menit setiap *heading* dan untuk tipe DD422i adalah sebesar 2,02 meter/menit setiap *heading*. Nilai *Drill rate* yang diperoleh berbeda-beda dipengaruhi oleh beberapa faktor diantaranya tipe *jumbo drill* yang digunakan, kedalaman lubang ledak, hambatan (*delay*) yang terjadi, dan kondisi massa batuan pada lokasi pengambilan data.

IV. PEMBAHASAN

Berdasarkan hasil pengolahan data, maka diperoleh nilai *drill rate jumbo drill* baik pada tipe Axera 7 maupun tipe DD422i. Pada lokasi penangambilan data, didapatkan data sekunder terkait kondisi massa batuan. Kondisi massa batuan pada lokasi pengambilan data bervariasi, diantaranya terdapat *heading* dengan kondisi massa batuan *good*, *fair*, dan *poor rock*. Kondisi massa batuan tersebut diperoleh dari nilai RMR pada lokasi pengeboran (Tabel 4.2.). Kondisi batuan *good rock* diperoleh dari nilai RMR (61-80), kondisi batuan *fair rock* diperoleh dari nilai RMR (41-60), dan kondisi batuan *poor rock* diperoleh dari nilai RMR (21-40). Berikut merupakan pengelompokan nilai *drill rate* yang diperoleh berdasarkan kondisi massa batuan pada area pengeboran.

Tabel 4. *Drill Rate* pada Area *Good Rock*

No	Type of Jumbo	Drill Rate (Meter/Menit)
1	DD422I (740189)	1,67
2	DD422I (740189)	1,71
3	DD422I (740189)	1,78
4	DD422I (740188)	1,22
5	Axera 7 (740103)	1,61
6	Axera 7 (740073)	1,54
7	DD422I (740189)	1,77
Axera 7		1,58
DD422I		1,63

Berdasarkan nilai *drill rate* yang diperoleh pada area *good rock*, diperoleh nilai *drill rate* paling tinggi sebesar 1,78 meter/menit dengan *jumbo drill* yang beroperasi tipe DD422i. Pada area *good rock* ini, diperoleh rata-rata nilai *drill rate jumbo drill* tipe Axera 7 sebesar 1,58 meter/menit. Untuk *jumbo drill* tipe DD422i diperoleh rata-rata nilai *drill rate* sebesar 1,63 meter/menit.

Tabel 3. *Cycle Time Jumbo Drill*

No	Type of Jumbo	Location	Positioning Time (Pt)	Boring Time (Bt)	Stopping Time (St)	Delay Time (Dt)	Cycle Time
			Minute	Minute	Minute	Minute	Minute
1	DD422I (740189)	Kucing Liar_2570_Intake 2 West	28.58	179.87	23.73	11.50	243.68
2	DD422I (740188)	Kucing Liar_2570_Intake Drift Settling Sump	24.77	141.18	18.93	16.75	201.63
3	Axera 7 (740103)	Kucing Liar_2530_Haulage Access	21.72	121.50	17.25	20.25	180.72
4	DD422I (740189)	Kucing Liar_KL_VIR_02 Bottom Access	34.73	160.52	20.60	0.00	215.85
5	Axera 7 (740073)	Kucing Liar_2695_KL_BGA_Waste Pass Top	40.65	181.87	27.25	0.00	249.77
6	DD422I (740188)	Kucing Liar_2530_Ecad Remuck	28.47	153.20	20.38	0.00	202.05
7	DD422I (740187)	Kucing Liar_2515_KLBGA-1 Spur	36.17	194.90	24.90	9.75	265.72
8	Axera 7 (740103)	Kucing Liar_2595_Ecad Panel 31	34.58	130.15	18.30	0.00	183.03
9	DD422I (740188)	Kucing Liar_2515_KLBGA	27.83	147.65	21.03	0.00	196.52
10	Axera 7 (740125)	Grasberg Block Caving_2830_Panel 18 From Draw Point 57 to West	37.68	133.83	22.17	6.25	199.93
11	DD422I (740189)	Kucing Liar_2515_KLBGA-1 from KLBGA Ramp to North	24.75	143.95	17.85	0.00	186.55
12	Axera 7 (740103)	Kucing Liar_2570_Intake 2 West	15.15	67.28	9.87	0.00	92.30
13	DD422I (740187)	Kucing Liar_2515_KLBGA-1 Spur	34.88	189.72	24.85	11.33	260.78
14	DD422I (740189)	Kucing Liar_2515_KLBGA-1 from KLBGA Ramp to South	43.10	229.80	28.93	0.00	301.83
15	DD422I (740191)	Kucing Liar_2570_Intake 2 West	30.20	178.10	23.65	0.00	231.95
16	Axera 7 (740125)	Grasberg Block Caving_2830_Panel 25	41.72	137.20	14.32	13.50	206.73
17	DD422I (740188)	Kucing Liar_2515_KLBGA	31.13	158.80	24.05	14.50	228.48
18	DD422I (740189)	Kucing Liar_2515_KLBGA-1 from KLBGA Ramp to South	29.17	182.12	22.22	8.92	242.42
19	Axera 7 (740125)	Grasberg Block Caving_2830_Panel 18 From Draw Point 57 to West	37.95	128.95	22.08	8.25	197.23
20	DD422I (740188)	Kucing Liar_2530_Ecad Exhaust Raise 01	27.27	148.70	19.77	14.08	209.82
21	DD422I (740188)	Kucing Liar_2515_KLBGA-1 from KLBGA Ramp to South	25.65	142.05	20.33	10.25	198.28
22	Axera 7 (740125)	Grasberg Block Caving_2830_Panel 24 Draw Point 27 South	37.25	127.00	21.50	21.58	207.33
23	Axera 7 (740158)	Grasberg Block Caving_2830_Panel 24 Draw Point 52 South	45.88	148.85	24.20	17.50	236.43
24	Axera 7 (740073)	Kucing Liar_2595_Ecad Panel 31	41.78	143.40	23.05	0.00	208.23
25	DD422I (740189)	Kucing Liar_2555_Vent Exhaust Drift	37.08	136.62	19.97	13.25	206.92
26	DD422I (740191)	Kucing Liar_2530_Hydrology Drill Bay	25.65	102.92	17.95	18.58	165.10
27	Axera 7 (740073)	Kucing Liar_2595_Ecad Panel 31	36.43	131.78	19.23	0.00	187.45
28	DD422I (740189)	Kucing Liar_2530_Haulage Access	15.87	110.43	16.63	0.00	142.93
29	Axera 7 (740073)	Kucing Liar_2515_KLBGA-1 Spur	35.52	169.38	20.98	13.25	239.13
30	DD422I (740189)	Kucing Liar_2595_Ecad Panel 31	32.02	136.22	19.20	0.00	187.43

Tabel 5. Drill Rate pada Area Fair Rock

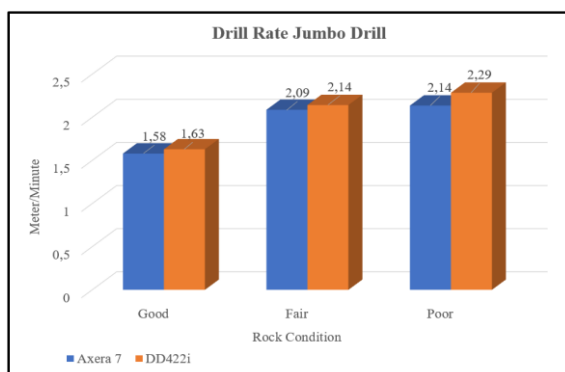
No	Type of Jumbo	Drill Rate (Meter/Menit)
1	DD422I (740189)	2,18
2	DD422I (740188)	2,29
3	DD422I (740189)	1,88
4	DD422I (740188)	2,17
5	DD422I (740187)	2,01
6	DD422I (740188)	2,39
7	Axera 7 (740125)	2,18
8	Axera 7 (740103)	1,97
9	DD422I (740187)	2,07
10	DD422I (740191)	2,20
11	Axera 7 (740125)	2,13
12	DD422I (740188)	2,35
13	Axera 7 (740125)	2,17
14	DD422I (740188)	2,24
15	Axera 7 (740125)	2,20
16	Axera 7 (740158)	2,14
17	DD422I (740191)	1,80
18	Axera 7 (740073)	1,82
Axera 7		2,09
DD422I		2,14

Berdasarkan nilai *drill rate* yang diperoleh pada area *fair rock*, diperoleh nilai *drill rate* paling tinggi sebesar 2,39 meter/menit dengan *jumbo drill* yang beroperasi tipe DD422i. Pada area *fair rock* ini, diperoleh rata-rata nilai *drill rate jumbo drill* tipe Axera 7 sebesar 2,09 meter/menit. Untuk *jumbo drill* tipe DD422i diperoleh rata-rata nilai *drill rate* sebesar 2,14 meter/menit.

Tabel 6. Drill Rate pada Area Poor Rock

No	Type of Jumbo	Drill Rate (Meter/Menit)
1	Axera 7 (740103)	1,98
2	Axera 7 (740073)	2,34
3	DD422I (740189)	2,46
4	Axera 7 (740073)	2,09
5	DD422I (740189)	2,12
Axera 7		2,14
DD422I		2,29

Berdasarkan nilai *drill rate* yang diperoleh pada area *poor rock*, diperoleh nilai *drill rate* paling tinggi sebesar

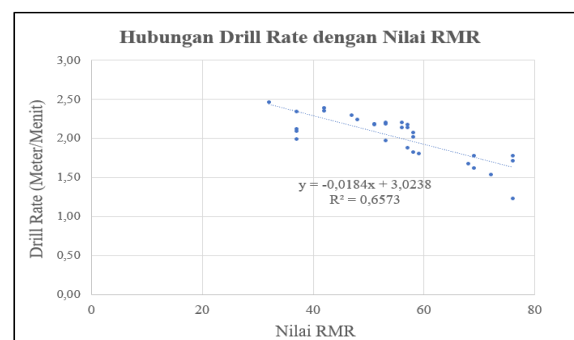


2,46 meter/menit dengan *jumbo drill* yang beroperasi tipe DD422i. Pada area *poor rock* ini, diperoleh rata-rata nilai *drill rate jumbo drill* tipe Axera 7 sebesar 2,14 meter/menit. Untuk *jumbo drill* tipe DD422i

diperoleh rata-rata nilai *drill rate* sebesar 2,29 meter/menit

Gambar 1. Grafik Drill Rate Jumbo Drill pada Kondisi Massa Batuan yang Bervariasi

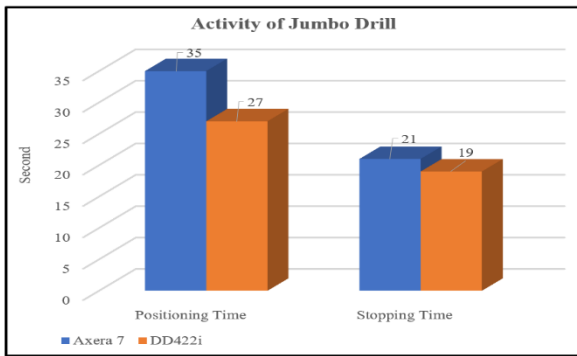
Berdasarkan grafik pada gambar 1. maka kita dapat mengetahui bahwa kondisi massa batuan pada suatu area pengeboran mempengaruhi kecepatan pengeboran. Area pengeboran dengan kondisi massa batuan good rock memiliki nilai rata-rata *drill rate* yang lebih kecil daripada area pengeboran dengan kondisi massa batuan fair maupun poor rock. Semakin baik atau keras kondisi batuan pada suatu area pengeboran maka cenderung akan menghasilkan kecepatan pengeboran (*drill rate*) yang lebih kecil begitu pula sebaliknya. Selain itu, berdasarkan grafik pada gambar 1. kita dapat mengetahui bahwa *jumbo drill* tipe DD422i cenderung memiliki nilai rata-rata *drill rate* yang lebih tinggi daripada *jumbo drill* tipe Axera 7 pada berbagai kondisi batuan.



Gambar 2. Grafik Hubungan Drill Rate dengan Nilai RMR

Kecepatan pengeboran *jumbo drill* bergantung pada nilai klasifikasi massa batuan (Rock Mass Rating) area pengeboran. Area development memiliki banyak bukaan tambang (heading) dengan nilai RMR yang bervariasi sehingga mempengaruhi kecepatan pengeboran *jumbo drill* yang beroperasi di area tersebut. Untuk mengetahui korelasi antara kecepatan pengeboran *jumbo drill* dengan nilai RMR area pengeboran, digunakan pendekatan regresi linier. Berdasarkan gambar yang terlihat pada gambar 2. memiliki persamaan $y = -0,0184x + 3,0238$. Diperoleh koefisien determinasi (R^2) sebesar 0,6573 yang berarti 65,73% variabel nilai RMR mempengaruhi nilai *drill rate*, sedangkan 34,27% dipengaruhi oleh faktor lain. Koefisien korelasi sebesar 0,6573 yang berarti tingkat hubungan antara variabel nilai RMR dan nilai *drill rate* memiliki nilai kuat.

Berdasarkan tinjauan di lapangan, tipe *jumbo drill* yang digunakan berpengaruh terhadap kegiatan pengeboran. Hal tersebut dapat dilihat dari positioning time dan stopping time alat *jumbo drill*. Pada saat pengambilan data cycle time *jumbo drill*, *jumbo drill* tipe Axera 7 dan DD422i memiliki perbedaan positioning time dan stopping time.



Gambar 3. Grafik Rata-Rata Positioning Time dan Stopping Time Jumbo Drill

Berdasarkan grafik pada gambar 3. Jumbo drill tipe Axera 7 memiliki rata-rata waktu positioning time lebih besar daripada jumbo drill tipe DD422i. Selain itu, Jumbo drill tipe Axera 7 juga memiliki rata-rata waktu stopping time yang lebih besar daripada jumbo drill tipe DD422i. Hal tersebut mengakibatkan jumbo drill tipe Axera 7 cenderung memiliki waktu cycle time pengeboran yang lebih lama daripada jumbo drill tipe DD422i.

Kedalaman lubang ledak disesuaikan dengan kondisi area pengeboran. Ketika pengambilan data di lapangan, kedalaman lubang ledak yang digunakan berbeda-beda. Lubang ledak yang digunakan diantaranya memiliki kedalaman 4,9 meter, 4,6 meter, dan 3,7 meter. Berdasarkan hasil pengambilan data, lubang ledak dengan kedalaman yang lebih dalam cenderung memiliki waktu pengeboran yang lebih lama. Berikut merupakan waktu pengeboran pada kedalaman lubang yang berbeda dengan tipe jumbo drill dan kondisi batuan yang sama.

Tabel 7. Waktu Pengeboran pada Kedalaman Lubang yang Berbeda

No	Lokasi	Kedalaman Lubang	Waktu (Menit)
1	Kucing Liar 2515 KLBGA-1 Spur	4,9	2,43
2	Kucing Liar_KL VIR 02 Bottom Access	4,3	2,30
3	Kucing Liar_2530_Hydrology Drill Bay	3,7	2,05

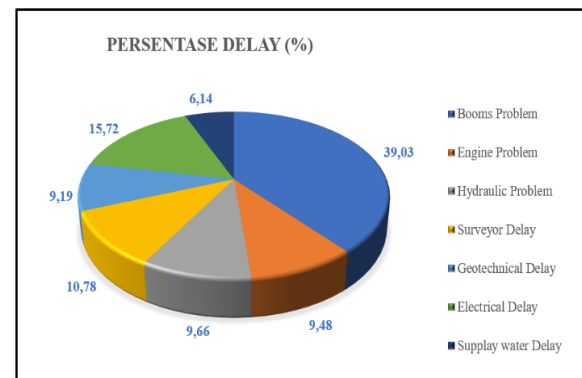
Kondisi batuan area pengeboran dapat ditinjau dari nilai RMR (Rock Mass Rating) area pengeboran tersebut. Area pengeboran dengan nilai RMR (Rock Mass Rating) yang lebih besar cenderung memiliki kekerasan batuan yang lebih besar. Laju pengeboran dipengaruhi oleh nilai RMR (Rock Mass Rating). Hal tersebut dapat dilihat pada gambar 2. (grafik hubungan drill rate dengan nilai RMR). Semakin tinggi nilai RMR pada suatu area pengeboran maka cenderung mengakibatkan kecepatan pengeboran (drill rate) yang lebih lambat begitu pula sebaliknya.

Hambatan (delay) yang terjadi ketika proses pengeboran dapat mempengaruhi waktu cycle time jumbo drill. Delay yang terjadi dapat berasal dari operational delay maupun equipment delay. Operational delay dapat berupa

surveyor survey, geotech survey, electrical or water supply delay, dan lain sebagainya. Equipment delay merupakan hambatan yang terjadi pada alat jumbo drill yang mengakibatkan alat tersebut kurang maksimal bahkan tidak dapat dioperasikan seperti booms problem, hydraulic system problem, dan engine problem. Delay yang terjadi tersebut dapat menghambat proses kegiatan pengeboran.

Tabel 8. Delay yang Terjadi ketika Aktivitas Pengeboran

No	Delay	Waktu (Menit)	Presentase (%)
1	Booms Problem	89,58	39,03
2	Engine Problem	21,75	9,48
3	Hydraulic Problem	22,17	9,66
4	Surveyor Delay	24,75	10,78
5	Geotechnical Delay	21,08	9,19
6	Electrical Delay	36,08	15,72
7	Supply water Delay	14,08	6,14
Total Waktu		229,50	100



Gambar 4. Grafik Presentase Delay yang Terjadi

Berdasarkan delay yang terjadi, diperoleh jenis delay beserta lama waktu dan presentase delay ketika pengambilan data. Delay yang terjadi paling besar pada saat pengambilan data yaitu booms problem dengan total waktu 89,58 menit dengan presentase delay sebesar 39,03%. Delay yang paling sedikit terjadi yaitu supply water delay dengan total waktu 14,08 menit dengan presentase delay sebesar 6,14%.

V. KESIMPULAN DAN SARAN

Kesimpulan

a. Berdasarkan hasil pembahasan, diperoleh rata-rata drill rate jumbo drill antara tipe Axera 7 dan DD422i. Pada area good rock diperoleh rata-rata drill rate untuk tipe Axera 7 sebesar 1,58 meter/menit, sedangkan untuk tipe DD422i sebesar 1,63 meter/menit. Pada area fair rock diperoleh rata-rata drill rate untuk tipe Axera 7 sebesar 2,09 meter/menit, sedangkan untuk tipe DD422i sebesar 2,14 meter/menit. Pada area poor rock diperoleh rata-rata drill rate untuk tipe Axera 7 sebesar 2,14 meter/menit, sedangkan untuk tipe DD422i sebesar 2,29 meter/menit. Jumbo drill tipe DD422i cenderung memiliki nilai rata-rata drill rate yang lebih tinggi daripada jumbo drill tipe Axera 7 pada berbagai kondisi

batuan. Hubungan Drill Rate dengan Nilai RMR area pengeboran diperoleh persamaan $y = -0,0184x + 3,0238$.

b. Faktor-faktor yang berpengaruh pada kegiatan pengeboran diantaranya yaitu tipe jumbo drill yang digunakan, kedalaman lubang ledak, kondisi massa batuan area pengeboran, dan hambatan (delay) yang terjadi.

Saran

- a. Untuk Jumbo Drill tipe DD422I ditempatkan di area yang cenderung memiliki standard heading dengan ukuran yang lebih besar dengan kondisi massa batuan dari fair rock sampai dengan very good rock.
- b. Untuk Jumbo Drill tipe Axera 7 ditempatkan di area yang cenderung memiliki standard heading dengan ukuran yang lebih kecil dengan kondisi massa batuan dari fair rock sampai dengan very poor rock.

VI. DAFTAR PUSTAKA

- Amalia, Hasyifa. 2022. *Optimasi Kinerja Alat Bor Hydraulic Crawler Rockdrill dan Pneumatic Crawler Rockdrill dalam Memenuhi Target Produksi Komoditas Batu Andesit pada PT. Gunung Mas Jaya Indah*. Jakarta: UIN Syarif Hidayatullah Jakarta.
- Ary, Dicky. 2019. *Evaluasi Pemboran pada Kegiatan Penurunan Ketinggian Level dari 730M ke 700M di Bukit Karang Putih PT. Semen Padang Sumatra Barat*. Jakarta: UIN Syarif Hidayatullah Jakarta.
- Asmiani, Nur. 2016. *Studi Pemboran dan Peledakan Tambang Bawah Tanah Kabupaten Halmahera Utara Provinsi Maluku Utara*. Makassar: Universitas Muslim Indonesia.
- Bluman, A. G. 2012. *Elementary Statistics : A Step by Step Approach 8th Edition*. Mc Graw Hill. New York.
- Brannon, C. 2020. *Development of and production update for the Grasberg Block Cave mine PT Freeport Indonesia*. Freeport McMoran Inc. USA.
- Darling, P. 2011. *SME Mining Engineering Handbook, 3rd edition*. Society for Mining, Metallurgy and Exploration USA.
- Hartman, H. L. 1987. *Introductory Mining Engineering*. A Wiley-Interscience Publication CRC Press Balkema: United States of America.
- Henage, A.G. 1993. *Mesozoic and Tertiary Tectonics of Irian Jaya: Evidence for Non-rotation of Kepala Burung*. Proceedings of the Indonesian Petroleum Association.
- Hustrulid, A. William & Richard L. Bullock. 2001. *Underground Mining Methods*. Society For Mining, Metallurgy and Exploration, Inc: United States of America.
- Javensha, Romandang. 2014. *Evaluasi Kinerja Alat Bor Commando Drill DC121R dalam Pembuatan Lubang Ledak pada Secondary Blasting Guna Melancarkan Drawpoint di Level Extraction Tambang Bawah Tanah DOZ PT. Freeport Indonesia*. Yogyakarta: UPN "Veteran" Yogyakarta.
- Jimeno C. L., 1995, *Drilling and Blasting of Rocks*, A.A Balkema Brookfield: Rotterdam.
- Koesnaryo S. 2001. *Pemboran Untuk Penyediaan Lubang Ledak*. Yogyakarta: UPN "Veteran" Yogyakarta.
- Ornandi, Jevindo. 2019. *Analisis Penentuan Waktu Standar Operasi Pemboran dan Produktivitas Jumbo Drill pada Pembuatan Lubang Ledak Menggunakan Metode Analisis Elemen Kerja dan Waktu Baku di Tambang Emas Bawah Tanah PT. Cibaliung Sumberdaya, Kabupaten Pandagelang, Provinsi Banten*. Padang: Universitas Negeri Padang
- Prodjosumarto, Partanto. 1996. *Pemindahan Tanah Mekanis*. Bandung: Institut Teknologi Bandung.
- PT Freeport Indonesia. 2008. *Grasberg Block Cave Feasibility Study*. Arizona: PT Freeport Indonesia.
- Saptono, Singgih. 2019. *Sistem Klasifikasi Massa Batuan untuk Tambang Terbuka*. Yogyakarta: LPPM UPN "Veteran" Yogyakarta.
- Sudjana, Prof. Dr. 2003. *Teknik Analisis Regresi dan Korelasi*. Bandung: PT. Tarsito.
- Tatiya, Ratan Raj. 2013. *Surface & Underground Excavations 2nd Edition*. London: CRC Press.
- Untung, Adiyta. 2019. *Kebutuhan Serta Key Performance Indicator Alat Commando Drill dan Mobile Rock Breaker di Tambang Bawah Tanah Deep Mill Level Zone PT. Freeport Indonesia*. Yogyakarta: UPN "Veteran" Yogyakarta.
- Vaus, D. A. D. 2002. *Survey in Social Research 5 Edition*. Allen & Unwin National Library of Australia.
- Wijaya, Gde. 2017. *Analisis Pengaruh Massa Batuan, Peledakan, dan Metode Scaling terhadap Overbreak pada Development di Level Ekstraksi, Grasberg Block Caving (GBC), PT. Freeport Indonesia*. Yogyakarta: UPN "Veteran" Yogyakarta.