

Penggunaan Teknologi Drone untuk Meningkatkan Safety dan Analisa pada Kegiatan Peledakan

Santika Adi Pradhana¹, Singgih Saptono¹, Shenny Linggasari¹ Stefanus Jagad²

¹Program Studi Teknik Pertambangan, Jurusan Teknik Pertambangan, UPN “Veteran” Yogyakarta

²PT DNX Indonesia

email: sapradhana@mail.com

ABSTRACT

Blasting activity is one of the activities with the highest risk in mining activities. Blasters and blasting personnel face hazards such as collapse of mine walls, exposure to toxic gases, unstable surfaces every day when blasting is carried out. In addition to ensuring that detonation activities are carried out safely, it is still necessary for the detonator to enter the blasting area to ensure that all the explosive holes have been safely detonated.

With advances in technology, the use of drones in mining areas has been widely used. Drone technology is commonly used for mapping and monitoring slope stability. This paper will describe the use of drones for blasting activities at a mine in East Kalimantan

The use of drones not only increases safety or security in activities, but also increases operational efficiency and technical analysis. The time needed to carry out post-blasting checks can be reduced because drones can directly aim at the blasting location. Blasting technical analysis can also be carried out in a comprehensive manner such as documentation before and after blasting with broad and comprehensive views and can be used for rock fly analysis and fragmentation.

The use of drones in blasting activities still requires developments. The weather condition factor is very influential because currently drones are unable to fly in rainy conditions. For blasting activities in more than one location, drone operators need to find the most appropriate location for drone positions, or even use more than one drone. Overall the use of drones provides advantages in aspects of safety and operational productivity.

Keywords: Post blasting checks, drones, safety

ABSTRAK

Kegiatan peledakan merupakan salah satu kegiatan dengan resiko tertinggi pada kegiatan penambangan. Juru ledak dan personel peledakan menghadapi bahaya seperti longsornya dinding tambang, paparan gas beracun, permukaan yang tidak stabil setiap hari ketika peledakan dilakukan. Selain itu untuk memastikan kegiatan peledakan telah berjalan dengan aman, juru ledak masih perlu memasuki area peledakan untuk memastikan seluruh lubang ledak telah meledak dengan aman.

Adanya kemajuan teknologi, penggunaan *drone* di area penambangan sudah banyak digunakan. Teknologi *drone* sudah biasa digunakan untuk pemetaan, pemantauan stabilitas lereng. Tulisan ini akan memaparkan mengenai pemanfaatan *drone* untuk kegiatan peledakan di suatu tambang di Kalimantan Timur

Penggunaan *drone* tidak hanya meningkatkan safety atau keamanan pada kegiatan, namun juga meningkatkan efisiensi operasional dan analisa teknikal. Waktu yang diperlukan untuk melakukan pemeriksaan pasca peledakan bisa dikurangi karena *drone* dapat secara langsung mengarah pada lokasi peledakan. Analisa teknis peledakan juga bisa dilakukan secara komprehensif seperti dokumentasi sebelum dan setelah peledakan dengan penampakan yang luas dan menyeluruh serta dapat digunakan untuk analisa batu terbang dan fragmentasi.

Penggunaan *drone* pada kegiatan peledakan masih memerlukan pengembangan-pengembangan. Faktor kondisi cuaca sangat mempengaruhi karena saat ini drone tidak mampu terbang pada kondisi hujan. Untuk kegiatan peledakan yang lebih dari satu lokasi, operator *drone* perlu mencari lokasi yang paling tepat untuk posisi *drone*, atau bahkan menggunakan lebih dari satu *drone*. Secara keseluruhan penggunaan *drone* memberikan keuntungan pada aspek keselamatan maupun produktifitas operasional.

Kata kunci : Pengecekan pasca peledakan , drone, keselamatan

I. PENDAHULUAN

Kegiatan peledakan adalah salah satu kegiatan dengan resiko tertinggi pada proses penambangan. Blasting is one of the activities with the highest risk in mining operation. Juru ledak dan kru peledakan menghadapi potensi bahaya dari kegagalan lereng, gas dan asap beracun, atau kondisi tanah yang tidak stabil setiap hari setelah peledakan dilakukan, terutama dalam proses pasca ledakan. Cara konvensional yang dilakukan adalah minimal dua personel yang berkompeten memasuki lokasi secara manual untuk mengecek semua lubang yang telah diinisiasi. Hal tersebut tergantung pada aturan masing-masing lokasi tambang, tetapi umumnya personel membawa radio genggam untuk berkomunikasi dan memastikan mereka dapat saling berkomunikasi setiap saat. Kemudian setelah memastikan lokasi aman, mereka memberitahu koordinator peledakan untuk membuka blokade atau pengamanan area peledakan.

Tidak seperti negara lainnya, tambang di Indonesia biasanya melakukan kegiatan peledakan setiap hari, sehingga frekuensi terpaparnya personel peledakan terhadap bahaya-bahaya yang timbul dari aktifitas peledakan semakin tinggi. Saat ini banyak cara yang dilakukan untuk melindungi personel dari bahaya akibat kegiatan peledakan seperti mengurangi konsentrasi dari gas beracun yang timbul, dengan menunggu dan melihat kemana gas beracun tersebut mengarah sehingga personel dapat melewati jalur yang berlawanan dari gas beracun tersebut untuk ke lokasi peledakan (Mainiero et al, 2007). Kemajuan teknologi seperti penggunaan *drone* bisa digunakan untuk mengurangi resiko tersebut. Saat ini *drone* telah banyak digunakan secara umum untuk pemetaan dan pemantauan lereng. Dengan meningkatnya penggunaan *drone*, hal itu juga bisa digunakan pada kegiatan peledakan. Tulisan ini akan memaparkan memaparkan mengenai pemanfaatan *drone* untuk kegiatan peledakan di suatu tambang di Kalimantan Timur.

dilakukan secara komprehensif seperti dokumentasi sebelum dan setelah peledakan dengan penampakan yang luas dan menyeluruh serta dapat digunakan untuk analisa batu terbang dan fragmentasi

II. METODE PENELITIAN

Banyak hal yang dapat didapatkan dengan

penggunaan *drone*. Selain meningkatkan unsur keselamatan, penggunaan *drone* juga dapat meningkatkan efisiensi operasional dan mendukung analisa teknis. Waktu yang diperlukan untuk melakukan pemeriksaan pasca peledakan bisa dikurangi karena *drone* dapat secara langsung mengarah pada lokasi peledakan. Analisa teknis peledakan juga bisa Pada kegiatan peledakan harian, efisiensi pada kegiatan dibawah ini dapat ditingkatkan dengan penggunaan *drone* :

- Dokumentasi sebelum dan setelah peledakan
- Analisa Vidio Peledakan
- Pengecekan Pasca Peledakan
- Analisa *Fly Rock*
- Analisa Fragmentasi

III. HASIL PENELITIAN

Penggunaan *drone* sangat umum dilakukan untuk mengambil dokumentasi. Pada kegiatan peledakan, pengisian bahan peledak bisa dilakukan pengamatan dengan lebih detail dan gambaran yang lebih luas. Dengan melakukan evaluasi kondisi lokasi peledakan, seperti pada gambar 1, setiap potensi-potensi yang dapat menyebabkan anomaly pada kegiatan peledakan bisa dengan mudah teridentifikasi, seperti hanya perbedaan elevasi, potensi *gap*, deviasi geometri, rongga, dan hal lainnya. Selanjutnya pengambilan dokumentasi dengan *angle* yang sama untuk sebelum dan setelah peledakan, akan sangat membantu untuk membandingkan hasil peledakan seperti halnya pada gambar 2.

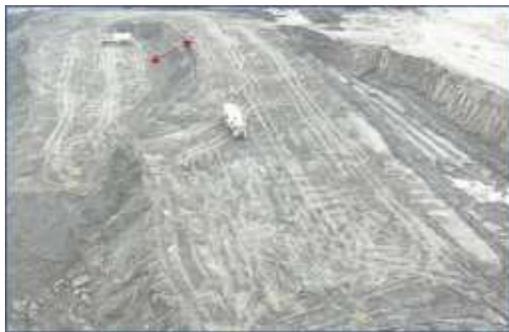


Gambar 1. Evaluasi lokasi peledakan dengan gambaran yang lebih luas



Gambar 2. Membandingkan lokasi sebelum dan setelah peledakan dengan *angle* yang sama

Dalam proses penembakan, dokumentasi video peledakan dapat mempermudah untuk memastikan seluruh lubang ledak telah terinisiasi. Ketinggian dan proses pengambilan gambar perlu dilakukan dengan tepat, baik posisi, ketinggian, sehingga keseluruhan lokasi peledakan dapat terlihat. Kualitas hasil peledakan sendiri dapat langsung dilakukan evaluasi. Jika terdapat *stemming* ejection, misfire / gagal ledak, *face bursting*, lubang ledak dapat ditandai untuk di analisa lebih lanjut. Gambar 3 menunjukkan contoh dari analisa video peledakan.



Gambar 3. Dokumentasi Video Proses Peledakan

Setelah peledakan dilaksanakan, pengecekan pasca peledakan perlu dilakukan. Metode saat ini mengharuskan 2 orang personel yang memiliki kompetensi harus memasuki lokasi peledakan untuk memastikan seluruh detonator telah meledak. Namun dengan menggunakan *drone* pemeriksaan tersebut dapat dilakukan dengan lebih cepat, karena sesaat setelah peledakan drone bisa dengan segera memasuki lokasi peledakan. Juru ledak tidak perlu kembali dari lokasi penembakan untuk melakukan pengecekan pasca peledakan. Jika terdapat lubang dengan kenampakan minimal

(tidak terberai) bisa dilakukan pengecekan dengan memeriksa ulang video peledakan. Dengan demikian paparan bahaya dan resiko yang dihadapi dapat dikurangi secara signifikan. Gambar 4 mengunjukkan contoh dari kegiatan pengecekan pasca peledakan yang dilakukan dengan bantuan *drone*.



Gambar 4. Pengecekan Pasca Peledakan dengan *Drone*

IV. PEMBAHASAN

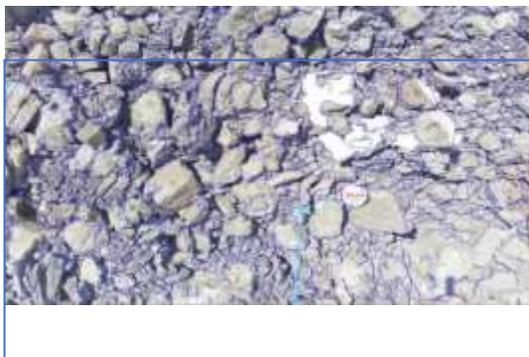
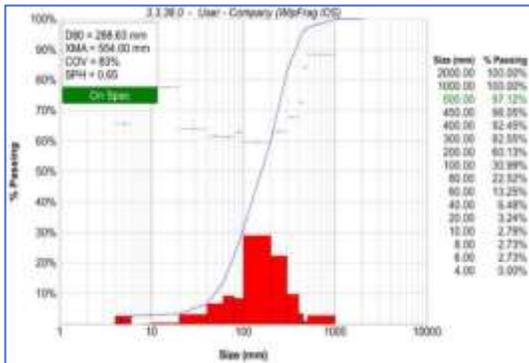
Untuk menghitung efektivitas dengan penggunaan drone terhadap metode konvensional, pengukuran waktu pengecekan dilakukan selama 1 bulan. Tabel I menunjukkan perbandingan waktu yang dibutuhkan pada proses pengecekan pasca peledakan dengan drone terhadap metode konvensional. Penggunaan drone dapat mempercepat waktu pengecekan lokasi peledakan sampai 57%. Sehingga selain mengurangi paparan resiko dan bahaya yang timbul dengan metode konvensional, penggunaan drone juga terbukti menurunkan durasi pengecekan pasca peledakan dan meningkatkan efisiensi kegiatan.

Tabel 1. Jangka Waktu Antara Konvensional dan Penggunaan Drone pada Kegiatan Pengecekan Pasca Peledakan

Day	MAN			DRONE		
	A	B	Total (min)	A	B	Total (min)
1	2	3	5	-	2	2
2	3	3	6	-	2.5	2.5
3	2	2	4	-	2	2
4	2	2	4	-	2	2
5	3	3	6	-	2	2
6	2	2	4	-	2	2
7	3	3	6	-	2.5	2.5
8	2	3	5	-	2	2
9	2	3.5	5.5	-	3	3
10	2	2.5	4.5	-	2	2
11	2	2	4	-	1.5	1.5
12	4	2	6	-	1.5	1.5
13	3	2	5	-	2	2
14	2	2	4	-	2	2
Avg		4.9 min			2.1 min	

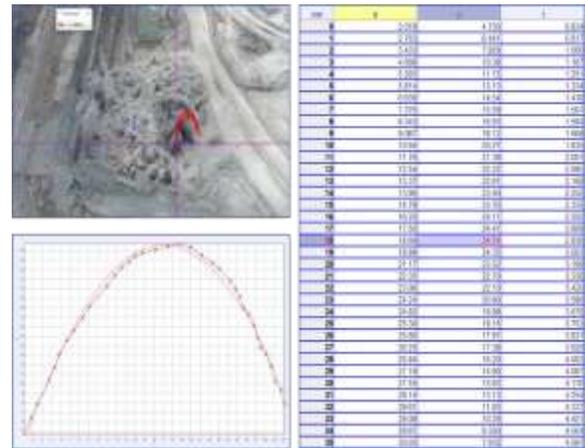
- A : travel time from firing point back to blast location
- B : post blast process

Setelah pengecekan pasca peledakan dilaksanakan, fragmentasi hasil kegiatan peledakan dilakukan analisa dengan mengambil foto dengan bola yang telah dipasangkan kepada drone sebagai skala pembanding. Minimal tiga sampel diperlukan dari depan, tengah dan belakang lokasi peledakan untuk mendapatkan data yang representative. Gambar 5 menunjukkan bagaimana foto dapat dianalisa dengan menggunakan *software* untuk mendapatkan data distribusi ukuran fragmentasi hasil peledakan. Selain di lokasi peledakan, pengukuran fragmentasi juga bisa dilakukan di area penggalian *excavator*.



Gambar 5. Pengambilan foto fragmentasi lokasi peledakan (atas) dan analisa ukuran fragmentasi (bawah)

Untuk analisa hasil peledakan lebih lanjut, video peledakan dapat dimasukkan kedalam software tracking. Jarak maksimal dari *fly rock* baik secara vertical maupun horizontal dapat diukur untuk menganalisa tingkat keterkungungan energi peledakan. Metode dan analisa ini juga dapat membantu ketika mendapatkan masalah *face burst*, *rifling* atau *cratering*, karena lubang ledak terdeteksi anomaly dapat secara langsung diberikan tanda. Dengan pengumpulan data hasil pengukuran *fly rock* di setiap lokasi peledakan, inovasi selanjutnya bisa dilakukan, seperti improvisasi jarak aman unit ketika proses peledakan. Gambar 6 menunjukkan salah satu contoh pada analisa *fly rock*



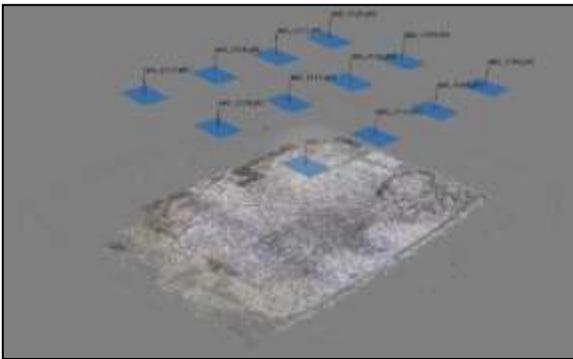
Gambar 6. Analisa Fly Rock dari Video Peledakan dengan Drone

Meskipun banyak manfaat yang diperoleh dari penggunaan *drone*, ada beberapa hal yang perlu diperhatikan untuk pertimbangan selanjutnya seperti halnya :

- Jarak minimal antara operator *drone* dengan lokasi peledakan secara vertical maupun horizontal. *Drone* harus terlihat dan tidak terhalang, karena sinyal komunikasi bisa terdampak bila terbang melebihi jangkauan atau terhalang oleh hal-hal yang lain seperti bangunan dan sebagainya.
- Adanya gangguan dari gelombang elektromagnetik seperti radio pemancar, bisa mengganggu sinyal komunikasi antara operator dan perangkat *drone*
- Kesesuaian jumlah drone yang digunakan dengan lokasi peledakan perlu diperhatikan, beserta jarak antara lokasi peledakannya.
- Kondisi cuaca, dimana kebanyakan *drone* tidak tahan terhadap air

- Komunikasi antara operator drone apabila menggunakan lebih dari 1 drone untuk menghindari potensi tabrakan
- No Fly Zone area. Berdasarkan peraturan Kementerian Perhubungan no 37/2020, *drone* tidak bisa terbang di area terlarang dan terbatas seperti dekat dengan pangkalan tantara, dan radius tiga mil dari bandara

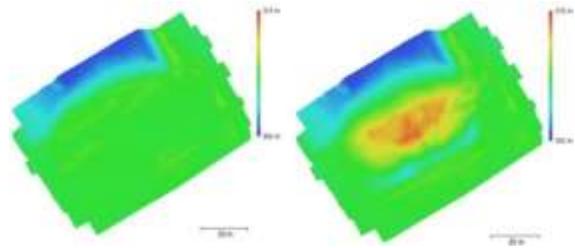
Masih banyak hal yang dapat dikembangkan sehubungan dengan penggunaan drone pada kegiatan peledakan. Dokumentasi penggunaan drone dapat menghasilkan gambar secara ortomosaik. Dimana proses ortomosaik merupakan pengambilan banyak gambar (puluhan hingga ratusan) yang dapat saling berhubungan dan berhimpitan yang memberikan akurasi dan detail yang sangat tinggi. Hal tersebut dapat memberikan kenampakan detail untuk lokasi dan fragmentasi peledakan. Gambar 7 menunjukkan proses ortomosaik dimana drone terbang dengan jalur dan banyaknya gambar yang telah ditentukan sebelumnya. Gambar 8 merupakan contoh dari pengambilan dokumentasi sebelum dan setelah peledakan dalam model tiga dimensi.



Gambar 7. Proses Pengambilan Gambar Orthomosaik

Dengan menggunakan *software*, dokumentasi orthomosaik yang diperoleh dari drone, dapat digunakan perhitungan tinggi heave material pasca peledakan seperti gambar 9, serta dapat digunakan untuk menganalisa fragmentasi hasil peledakan seperti halnya pada gambar 10, atau dapat di konversi menjadi domain file dxf dan dapat di buka untuk penggunaan lanjutan di *software* pengeboran dan peledakan untuk merencanakan pattern selanjutnya dan pola peledakan seperti pada gambar

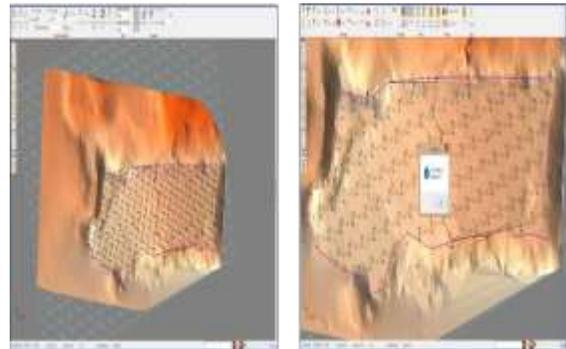
11.



Gambar 8. Menghitung dan Analisa Heave



Gambar 9. Dokumentasi sebelum dan setelah peledakan



Gambar 11. Perencanaan Pengeboran dan Peledakan dengan Gambar Orthomosaik

V. UCAPAN TERIMAKASIH

Terimakasih penulis ucapkan kepada seluruh dosen Jurusan Teknik Pertambangan UPN “Veteran” Yogyakarta yang telah memberikan ilmunya.

VI. KESIMPULAN

Penggunaan Drone dapat meningkatkan faktor

keselamatan pada personel peledakan, terutama pada kegiatan pengecekan pasca peledakan karena juru ledak tidak perlu memasuki area peledakan untuk melakukan pemeriksaan. Hal itu dapat menghilangkan bahaya dan resiko terperosok pada rongga hasil peledakan, terpapar gas beracun yang terbentuk. Pelaksanaan pengecekan pasca peledakan dapat dilakukan dengan waktu yang lebih efektif dimana dilakukan dengan melakukan analisa berdasarkan video pada saat proses penembakan, dan indikasi gagal ledak dapat secara langsung ditemukan lebih cepat. Drone juga dapat membantu proses analisa peledakan seperti halnya identifikasi anomali pada lokasi peledakan, level gas beracun, analisa jarak lemparan *fly rock*, dan analisa fragmentasi material hasil peledakan. Dengan kombinasi dengan *software* yang lain dapat dilakukan pengembangan lebih lanjut, sehingga meskipun beberapa hal perlu diperhatikan dalam pengoperasian drone, banyak keuntungan yang didapatkan dengan penggunaan drone pada kegiatan peledakan.

VII. DAFTAR PUSTAKA

- Mainiero, R.J., Harris, M. L., and Rowland III, J. 2007. *Dangers of Toxic Fumes from Blasting*. Proceedings of the 33rd Annual Conference on Explosives and Blasting Technique. 1. 1-6. Ministry of Transportation. 2020. *Attachment to the Regulation of the Indonesian Minister of* Ministry of Transportation. 2021. *Regulation of the Indonesian Minister of Transportation Number PM 63/2021 concerning Civil Aviation Safety Regulations Section 107 for Small Unmanned Aircraft Systems*. Jakarta.