



**PARAMETER YANG MEMPENGARUHI PRODUKTIVITAS
PENGEBORAN, PELEDAKAN, DAN SISTEM SHOVEL-DUMP TRUCK
PADA TAMBANG ANDESIT**

***PARAMETER AFFECTING PRODUCTIVITY DRILLING, BLASTING, AND
SHOVEL-DUMP TRUCK SYSTEM IN ANDESITE MINING***

A. E. Purwandanu¹, M. T. Toha², Bochori³

¹⁻³Jurusan Teknik Pertambangan, Fakultas Teknik, Universitas Sriwijaya

Jl. Raya Palembang-Prabumulih Km.32 Inderalaya Sumatera Selatan, Indonesia

e-mail: ayodyaekapurwandanu@gmail.com, taufik_toha@yahoo.com, bochori@yahoo.com

ABSTRAK

PT Sumber Gunung Maju Bravo 10 merupakan perusahaan penambangan andesit yang terletak di Desa Ukirsari, Serang, Banten. Ketidaktercapaian target pengeboran per hari, terdapat beberapa hambatan menyebabkan kurang optimalnya kinerja pengeboran, dan sistem *shovel-dump truck*, serta fragmentasi *boulder* masih melebihi persentase yang ditentukan yaitu ukuran *boulder* >60 cm dengan persentase 30%, melatarbelakangi penelitian ini. Penelitian ini dimaksudkan untuk menganalisis berbagai faktor yang mempengaruhi kinerja pengeboran, peledakan serta sistem *shovel-dump truck*. Analisis dilakukan dengan pengambilan data *cycle time* (alat bor, *excavator*, *dump truck*), fragmentasi peledakan, dan jarak angkut dari *fleet* menuju *hopper*. Analisis terhadap kinerja pengeboran didapatkan material ambruk saat pengeboran, reparasi saat kegiatan pengeboran, dan penggunaan alat bor yang belum maksimal dengan efektivitas penggunaan alat bor rata-rata 57%. Analisis terhadap kinerja peledakan didapatkan bahwa geometri peledakan memiliki pengaruh terhadap distribusi fragmentasi. Distribusi fragmentasi dapat dikatakan baik dengan menghasilkan *boulder* (>60 cm) sebesar 7,57%. Analisis terhadap kinerja sistem *shovel-dump truck* didapatkan rata-rata produktivitas *excavator* sebesar 44,91 BCM/jam, produktivitas *dump truck* sebesar 13,21 BCM/jam, dengan faktor kesepadanan 0,7 serta efektivitas penggunaan *excavator* dan *dump truck* berkisar 70%. Besarnya *cycle time excavator* dikarenakan menunggu *dump truck*, dan pemilihan bahan galian saat pemuatan. Pada efisiensi penggunaan alat gali muat masih terdapatnya kehilangan waktu (*loss time*) seperti keterlambatan operasi, istirahat dan berhenti kerja lebih cepat, perawatan front, dan refueling. Besarnya *cycle time* alat angkut dipengaruhi menunggu giliran pemuatan, jarak angkut, dan kebutuhan operator dengan melakukan perawatan *dump truck* ke bengkel.

Kata kunci: Waktu Edar, Dump Truck, Excavator, Peledakan, Pengeboran

ABSTRACT

PT Sumber Gunung Maju Bravo 10 is andesite mining located in Ukirsari, Serang, Banten. Unachievement of drilling targets per day, there are obstacles causing suboptimal drilling performance, shovel-dump truck system, and boulder fragmentation still exceeds specified percentage, boulder size >60 cm with percentage of 30%, as background this research. This research intended to analyze factors influence drilling, blasting and shovel-dump truck system performance. Analysis to taking cycle time data (drill tools, excavators, dump trucks), blasting fragmentation, and hauling distance from fleet to hopper. Analysis drilling performance found material collapsed during drilling, repairs during drilling, and use drill tools that haven't been maximized when effectiveness using 57% drill tools. Analysis blasting performance found that blasting geometry had an influence on fragmentation distribution. Rock fragmentation be good by producing boulder (> 60 cm) 7.57%. Analysis performance shovel-dump truck system that average productivity of excavators was 44,91 BCM/hour, productivity dump trucks was 13,21 BCM/ hour, with match factor 0.7 and effectiveness of using excavators and dump trucks ranged 70 %. The amount of excavator cycle time is waiting dump truck, and selection excavated materials when loading. In efficient use of digging and unloading equipment is loss of time such as operation delays, breaks and stops working faster, front maintenance, and refueling. The magnitude of cycle time the conveyance is affected by waiting for loading turn, hauling distance, and operator's needs by taking care of dump truck to garage.

Keywords : Cycle Time, Dump Truck, Excavator, Blasting, Drilling



PENDAHULUAN

Penggunaan dari batu andesit salah satunya menjadi bahan kontruksi yaitu untuk jalan, rumah, dan lainnnya. Penyebaran batu andesit di Indonesia cenderung masih banyak ditemukan, salah satunya di daerah Bojonegara, Serang, Banten. Daerah Banten, tepatnya di Kabupaten Serang, termasuk pada daerah gunung api menyebabkan tersingkapnya berbagai ragam batuan vulkanik di berbagai tempat dengan menjadikan daerah Bojonegara mempunyai potensi sebagai sumber dari bahan galian C terutama batuan beku andesit dan breksi vulkanik [1].

PT Sumber Gunung Maju (PT SGM) melakukan kegiatan penambangan Batuan Andesit sebagai bahan galian utama yang diproduksi [1]. Batu andesit merupakan bahan galian industri yang ditambang dengan metode *quarry* [1]. Salah satu parameter mempengaruhi tercapai atau tidaknya produksi penambangan diantaranya adalah proses pembongkaran batuan [2].

Proses pembongkaran batuan dilakukan dengan sistem pengeboran serta peledakan [3]. Operasi pengeboran dan peledakan dipengaruhi oleh beberapa faktor seperti kecepatan pengeboran, efisiensi pemboran, geometri peledakan, fragmentasi batuan, dan lainnya. Beberapa parameter yang dapat menghambat operasi pengeboran dan peledakan harus diminimalisir semaksimal mungkin. Kegiatan pengeboran dikatakan baik apabila sesuai dengan geometri yang direncanakan serta menghasilkan fragmentasi hasil peledakan dapat sesuai dengan yang diharapkan [4]. Apabila distribusi fragmentasi yang dihasilkan telah maksimal maka produktivitas *excavator* akan semakin besar dikarenakan pada saat melakukan penggalian dan pemuatan ke dalam *dump truck* tidak mengalami kesulitan.

Faktor yang mempengaruhi peledakan batuan yaitu kontak jenis batuan, patahan (faults), kekar (joint), lapisan berbantal (bedding planes) serta dip dan strike dari formasi batuan [5]. Kendala dan hambatan yang mempengaruhi ketidaktercapaian produksi alat bor saat ini adalah kerusakan alat bor (breakdown) dan stand by alat bor [3]. Salah satu indikator peledakan yang baik adalah adalah persentase fragmentasi *boulder* tidak melebihi 15%. Ukuran fragmentasi batuan yang dianggap *boulder* adalah ≥ 80 cm [5].

PT Sumber Gunung Maju telah menetapkan ukuran *boulder* sebesar ≥ 60 cm dengan persen *boulder* tidak melebihi 30%. Apabila fragmentasi batuan *boulder* dan tidak sesuai dengan rencana dapat membuat penggalian *excavator* menjadi kurang optimal serta menyebabkan bertambahnya waktu edar *excavator*. Tujuan penelitian ini yaitu untuk menganalisa dan mengetahui parameter yang mempengaruhi kinerja pengeboran dan peledakan serta sistem *shovel-dump truck* agar *performance* dari

alat bor, alat gali muat dan alat angkut dapat dioptimalkan.

METODE PENELITIAN

Penelitian ini dilaksanakan pada bulan September 2019. Penelitian ini telah dilaksanakan di PT Sumber Gunung Maju Bravo 10 Desa Ukirsari, Kabupaten Serang, Provinsi Banten. Penelitian dilakukan dengan melakukan orientasi lapangan untuk mengamati aktivitas penambangan hingga melakukan pengambilan data di lapangan. Data yang telah diambil selanjutnya dianalisis untuk mendapatkan hasil data yang sesuai dengan permasalahan yang diteliti.

Data yang diambil berupa *cycle time* alat bor, *excavator*, *dump truck*, geometri lubang ledak, foto fragmentasi batuan hasil peledakan, dan pengamatan jarak angkut dari *front* penambangan menuju *hopper*. Data sekunder yang digunakan berupa data perincian alat bor, *excavator backhoe*, dan alat angkut, spesifikasi bahan peledak, data penggunaan ANFO, data karakteristik batuan, dan peta lokasi tambang yang didapatkan dari satuan kerja penambangan PT SGM.

Data *cycle time* dihitung dengan menggunakan stopwatch. Data *cycle time* alat bor, *excavator*, dan *dump truck* diambil dengan cara pengamatan langsung dilapangan kemudian diolah menggunakan aplikasi *microsoft excel* untuk mengetahui rata-rata. Analisis distribusi fragmentasi batu andesit dilakukan dengan mengambil foto menggunakan kamera *smartphone* dan menggunakan alat mistar ukur yang telah dibuat ukuran sepanjang 1 m untuk setiap sisinya sebagai pembanding ukuran, selanjutnya diolah dengan menggunakan aplikasi *Split Desktop 2.0* yang digunakan dalam menganalisis sebaran distribusi fragmentasi batuan hasil peledakan.

Analisis kinerja pengeboran dilakukan dengan pengamatan langsung dilapangan menggunakan *stopwatch* untuk menghitung berapa waktu edar yang diperlukan alat bor pada saat melakukan kegiatan pengeboran dalam satu lubang serta mengetahui hambatan yang terjadi ketika alat bor bekerja serta mengamati jam kerja alat dan jam kerja pegawai dimulai dari awal datang menuju front penambangan sampai pulang.

Waktu edar (*cycle time*) pengeboran dapat dirumuskan dengan Per. 1 [4].

$$Ct = Bt_1 + St + Bt_2 + Lt + Pt \quad (1)$$

Keterangan :

Ct = Waktu edar pengeboran (menit)

Bt₁ = Waktu membor stang bor ke-1 (menit)

Bt₂ = Waktu membor stang bor ke-2 (menit)

St = Waktu menambah batang bor ke-2 (menit)
Lt = Waktu angkat dan lepas batang bor (menit)
Pt = Waktu pindah posisi (menit)

Produktivitas alat bor dapat diketahui dengan perhitungan menggunakan Pers. 2 [4].

$$P = Kp \times Vek \times Eff \quad (2)$$

Keterangan :

P = Produktivitas alat bor
Kp = Kelajuan Pengeboran
Vek = Volume Ekuivalen
Eff = Efisiensi kerja mesin bor

Kecepatan pengeboran dapat diketahui dengan menggunakan Pers. 3 [4].

$$Vt = H \times \frac{60}{Ct} \quad (3)$$

Keterangan :

Vt = Kecepatan pengeboran nyata pada kedalaman tertentu (m/jam)
H = Kedalaman lubang ledak (m)
Ct = Waktu edar pengeboran (menit)

Perhitungan volume setara dapat dicari dengan menggunakan Pers.4 [4].

$$Veq = V / (n \times H) \quad (4)$$

Keterangan :

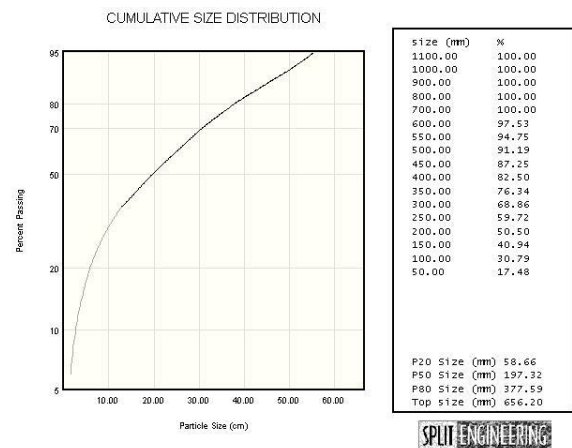
Veq = Volume setara (m³/m)
V = Volume batuan yang diledakkan (m³)
n = Jumlah lubang bor
H = Kedalaman lubang bor (m)

Analisis distribusi fragmentasi hasil peledakan batu andesit pada penelitian ini yaitu analisis fotografi dimana setelah aktivitas peledakan dilakukan, selanjutnya pengambilan foto terhadap fragmentasi batuan dan mistar ukur (Gambar 1).



Gambar 1. Pengambilan foto fragmentasi peledakan

Analisis distribusi fragmentasi hasil peledakan dilakukan dengan menggunakan *software split desktop 2.0* untuk mengetahui sebaran distribusi fragmentasi yang dihasilkan serta apakah fragmentasi yang dihasilkan terdapat *boulder* yang melebihi target perusahaan atau tidaknya dapat dilihat pada Gambar 2.



Gambar 2. Distribusi fragmentasi dengan *software split desktop*

Analisis kinerja sistem *shovel-dump truck*, memerlukan beberapa data yang diperlukan, salah satunya yaitu data *cycle time*.

Cycle time dari *excavator backhoe* dapat diketahui dengan menjumlahkan waktu menggali material, waktu swing load, waktu pemuatan, dan waktu swing empty seperti Pers.5 [6].

$$CT = Et + St \text{ (loaded)} + Dt + St \text{ (empty)} \quad (5)$$

Keterangan :

CT = Cycle time (s)
Et = Empty time (s)
St = Swing Time (s)
Dt = Dumping Time (s)

Waktu edar alat angkut yaitu *dump truck* dapat dihitung dengan menjumlahkan waktu loading, waktu hauling, waktu dumping, waktu kembali, dan waktu tunggu seperti pada Pers. 6 [6]

$$CT = Lt + Ht + Dt + Rt + Wt \quad (6)$$

Keterangan :

Lt = Loading Time
Ht = Hauling Time
Dt = Dumping Time
Rt = Returning Time
Wt = Waiting Time

Produktivitas *dump truck* dapat diketahui dengan mengalikan kapasitas *bucket* dengan faktor koreksi seperti *bucket factor*, efisiensi kerja, *swell factor*, dan konversi waktu 3600 kemudian dibagi dengan waktu edar, dapat dihitung menggunakan Pers.7 [7, 8, 9].

$$P. \text{Exc} = \frac{BC \times FB \times \text{Eff} \times SF \times 3600}{CT} \quad (7)$$

Keterangan :

P.Exc = Produktivitas Excavator (BCM/jam)
BC = Bucket Capacity (m³)
FB = Bucket factor (m³)
Eff = Efisiensi Kerja
SF = Swell Factor
CT = Waktu edar (detik)

Produktivitas *dump truck* dapat diketahui dengan cara mengalikan frekuensi pengisian dalam satu waktu edar pemuatan dengan kapasitas bucket, faktor koreksi (efisiensi kerja, bucket fill factor, swell factor), serta konversi waktu 60, lalu dibagi dengan *cycle time* seperti Pers. 8 [7, 8, 9].

$$P. \text{Dump Truck} = \frac{n \times KB \times \text{Eff} \times FFB \times SF \times 60}{CT} \quad (8)$$

Keterangan :

P = Produktivitas alat angkut (BCM/jam)
KB = Bucket Capacity (m³)
FFB = Bucket fill factor (m³)
Eff = Efisiensi Kerja
SF = Swell Factor
CT = Cycle time (detik)

Dalam aktivitas produksi, nilai faktor kesepadanan alat (*match factor*) merupakan suatu parameter yang perlu dipertimbangkan dalam hal ini untuk meningkatkan produktivitas alat [7]. Nilai faktor kesepanan antara alat pemuatan dan alat pengangkutan dapat dihitung dengan menggunakan Pers. 9 [7, 8, 9, 10].

$$\text{Faktor Kesepadanan} = \frac{CTm \times F \times nDT}{CTa \times nE} \quad (9)$$

Keterangan :

CTm = Cycle time pemuatan (menit)
CTa = Cycle time pengangkutan (menit)
F = Frekuensi pemuatan
nDT = Jumlah Dump Truck
nE = Jumlah Excavator

Match Factor < 1, menunjukkan bahwa alat gali muat akan sering menunggu sedangkan alat angkut bekerja penuh.

Match Factor = 1, berarti alat gali muat dan alat angkut tidak ada waktu tunggu atau kedua alat tersebut bekerja penuh.

Match Factor > 1, menunjukkan bahwa alat gali muat bekerja penuh, sedangkan alat angkut terdapat waktu tunggu [9, 10].

Dalam menganalisis kinerja pengeboran, dan sistem *shovel-dump truck* tidak terlepas dari peran efisiensi kerja, dimana merupakan suatu perbandingan antara waktu kerja produktif dengan waktu kerja yang telah dijadwalkan serta dinyatakan dalam satuan persen dapat

menggunakan Pers.10 [9], dan untuk mencari jam tersedia yaitu menjumlahkan jam kerja, jam repair, dan jam bersiap dapat dilihat dengan Pers. 11 [9].

$$\text{Efisiensi Kerja} = \frac{\text{Jam Kerja}}{\text{Jam Tersedia}} \quad (10)$$

$$JT = JK + JR + JB \quad (11)$$

Keterangan :

JT = Jam tersedia
JK = Jam kerja
JB = Jam bersiap

HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil pengamatan di lapangan, didapatkan bahwa waktu kerja pengeboran di PT Sumber Gunung Maju yaitu 8,5 jam, dari jam 06.30 sampai jam 15.00 WIB dapat dilihat pada Tabel 1.

Tabel 1. Jam kerja PT Sumber Gunung Maju

Jadwal Kerja	Kegiatan	Waktu (jam)
06.30 – 11.30	Waktu Kerja	5 jam
11.30 – 13.00	Waktu Istirahat	1,5 jam
13.00 – 15.00	Waktu Kerja	2 jam
Total jam kerja dalam sehari		8,5 jam

Pengeboran

Hasil perhitungan mengenai produktivitas alat bor didapatkan rata-rata kecepatan pengeboran di PT Sumber Gunung Maju sebesar 55,9 m/jam, volume setara sebesar 8,4 BCM/jam, efisiensi 57%, dan produktivitas alat bor sebesar 235,7 BCM/jam (Tabel 2).

Tabel 2. Produktivitas alat bor

Lokasi	Vt (m/jam)	Ve _q (BCM/jam)	Efisiensi	Produktivitas (BCM/jam)
Timur	52,9	7,5	0,5828	231,23
Selatan	61,0	9,0	0,5802	318,53
Barat Tengah	55,4	9,0	0,5770	287,69
Barat Puncak	54,5	8,1	0,5412	238,91
Rata-rata	55,9	8,4	0,5703	269,09
Total				1076,36

Parameter yang mempengaruhi kinerja pengeboran yaitu:

a. Cycle Time Pengeboran

Hasil pengamatan di lapangan menunjukkan bahwa waktu edar yang didapatkan untuk masing-masing alat dengan kedalaman 4,5 dan 6 meter yaitu rata-rata sebesar 6,0 menit. *Cycle time* pengeboran yang telah

diamati di PT Sumber Gunung Maju dapat dilihat pada Tabel 3. Terdapat beberapa parameter yang mempengaruhi besarnya waktu edar pengeboran yaitu batang bor terjepit, manuver pengeboran, mata bor tersumbat, dan reparasi alat bor.

Tabel 3. Waktu edar pengeboran

Lokasi	L (meter)	Cycle time (menit)
Timur	4,5	5,1
Selatan	6	5,9
Barat Tengah	6	6,5
Barat Puncak	6	6,6
Rata-rata		6,0

b. Kecepatan Pengeboran

Diperoleh kecepatan pengeboran rata-rata pada masing-masing alat bor berdasarkan pengamatan yaitu sebesar 55,9 m/jam (Tabel 4.) Berdasarkan tabel dibawah ini dapat diketahui bahwa parameter yang mempengaruhi akselerasi pengeboran yaitu kedalaman lubang bor dan cycle time alat bor.

Tabel 4. Kecepatan Pengeboran

Lokasi	L (Meter)	Cycle time (Menit)	Vt (m/jam)
Timur	4,5	5,1	52,9
Selatan	6	5,9	61,0
Barat Tengah	6	6,5	55,4
Barat Puncak	6	6,6	54,5
Rata-rata		6,0	55,9

c. Volume setara

Berdasarkan pengamatan yang dilakukan di lapangan, untuk kedalaman lubang bor dengan ukuran 4,5 meter, ukuran burden sebesar 3 meter, spasi 2,5 meter, serta untuk kedalaman lubang bor dengan kedalam 6 meter, ukuran burden sebesar 3 meter dan spasi berkisar 2,5 - 3 meter, maka diperoleh volume setara rata-rata alat bor yaitu sebesar 8,4 BCM/m dapat dilihat pada Tabel 5.

Tabel 5. Volume setara pengeboran

Lokasi	B (m)	S (m)	H (m)	T (m)	PC (m)	n	W (BCM)	Veq (BCM/m)
Timur	3	2,5	4,5	2,7	1,8	30	1012,5	7,5
Selatan	3	3	6	2,7	3,3	32	1728,0	9,0
Barat Tengah	3	3	6	2,7	3,3	34	1836,0	9,0
Barat Puncak	3	2,7	6	2,7	3,3	30	1458,0	8,1
Rata-rata								8,4

d. Ketercapaian produksi mesin bor

Berdasarkan hasil perhitungan, dapat dilihat bahwa hanya fleet Barat Tengah yang memenuhi ketercapaian target pengeboran per hari dengan tingkat ketercapaian 102%, sedangkan pada fleet lain tidak memenuhi target tersebut. Hal inilah yang menyebabkan efisiensi kerja mesin bor tidak maksimal (Tabel 6).

Tabel 6. Ketercapaian target pengeboran per hari

Lokasi	L (m)	Jumlah Lubang	Total Kedalaman (m)	Target Pengeboran (m)	Capaian (%)
Timur	4,5	30	135	200	67,5
Selatan	6	32	192	200	96
Barat Tengah	6	34	204	200	102
Barat Puncak	6	30	180	200	90

e. Kesiadaan dan penggunaan alat bor

Berdasarkan perhitungan diatas, didapat nilai yang menunjukkan rata-rata kesiadaan alat mekanis dan efektivitas penggunaan alat bor yang bekerja di PT Sumber Gunung Maju dapat dilihat pada Tabel 7.

Tabel 7. Kesiadaan dan penggunaan alat bor

Fleet	Timur	Selatan	Barat Tengah	Barat Puncak	Rata-rata
Waktu Kerja (w) (jam)	4,95	4,93	4,9	4,6	
Waktu Stand By (s) (jam)	3,29	3,31	3,34	3,37	
Waktu Repair (r) (jam)	0,26	0,26	0,26	0,53	
Waktu Tersedia (t) (jam)	8,5	8,5	8,5	8,5	
PA (%)	96,94	96,94	96,94	93,80	96,16
MA (%)	95,01	94,99	94,97	89,73	93,68
UA (%)	60,12	59,85	59,52	57,69	59,30
EU (%)	58,28	58,02	57,70	54,12	57,03

Peledakan

Berdasarkan hasil analisis distribusi fragmentasi dengan memanfaatkan software *split desktop 2.0*, dengan cara mendelineasi foto fragmentasi yang diambil setelah kegiatan peledakan dilakukan pada keempat fleet yang berbeda dan didapatkan persentase distribusi fragmentasi <60 cm sebesar 92,43% dan fragmentasi >60 cm sebesar 7,57%. Hasil analisis distribusi yang dilakukan telah memenuhi target ukuran boulder yang ditetapkan oleh PT Sumber Gunung Maju yaitu boulder >60 cm sebesar 30%, dimana dari hasil analisis didapatkan material hasil peledakan dengan fragmentasi yang telah sesuai target perusahaan (Tabel 8).

Tabel 8. Distribusi fragmentasi peledakan

Ukuran Fragmentasi (%)	Fleet	Timur	Selatan	Barat Tengah	Barat Puncak	Rata-rata
	0-10 cm	30,79	39,56	37,1	19,51	31,74
	10-20 cm	19,71	15,7	22,65	14,64	18,17
	20-30 cm	18,36	13,87	18,97	7,00	14,55
	30-40 cm	13,64	10,94	13,14	9,68	11,85
	40-50 cm	8,69	8,09	6,85	12,97	9,15
	50-60 cm	6,34	6,93	1,29	13,3	6,97
	>60 cm	2,47	4,91	0	22,9	7,57
	Fragmentasi <60 = 92,43%		Fragmentasi >60 cm = 7,57%			

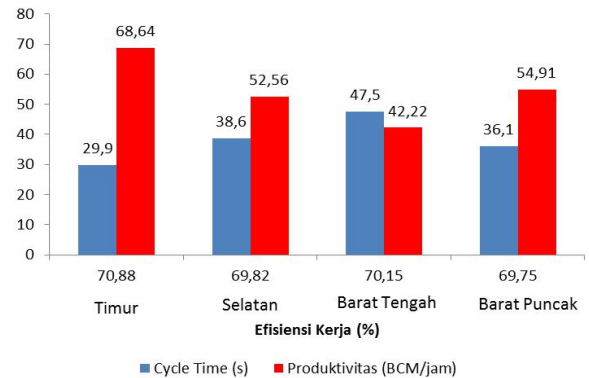
Berdasarkan hasil analisis yang telah dilakukan, didapatkan bahwa geometri peledakan memiliki pengaruh terhadap distribusi fragmentasi yang dihasilkan dimana pada Tabel 9 memperlihatkan salah satu *fleet* terdapat persentase *boulder* yang cukup besar yaitu 22,90%. Analisis yang dilakukan pada peledakan *fleet* barat puncak didapatkan bahwa alat bor mengalami ketidakmampuan untuk menghisap material *cutting* hasil pengeboran sehingga ukuran material yang digunakan untuk *stemming* cenderung lebih besar dan berasal dari peledakan sebelumnya yaitu $\pm 3 - 4$ cm. Ukuran material *stemming* yang cukup besar menyebabkan *stemming* terongkar dengan cepat karena tidak termampatkan dengan baik sehingga menyebabkan distribusi fragmentasi yang dihasilkan di *fleet* barat puncak cenderung cukup besar.

Tabel 9. Geometri vs distribusi fragmentasi

<i>Fleet</i>	B (m)	S (m)	H (m)	T (m)	Persentase Fragmentasi >60 cm (%)
Timur	3	2,5	4,5	2,7	2,47
Selatan	3	3	6	2,7	4,91
Barat Tengah	3	3	6	2,7	0,00
Barat Puncak	3	2,7	6	2,7	22,90
Rata-rata	3,0	2,8	5,6	2,7	7,57

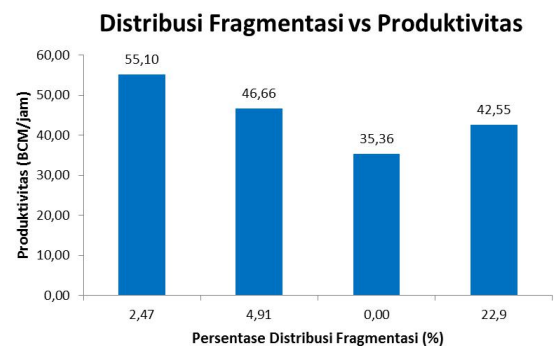
3. Pemuatan

Pemuatan yang dilakukan di PT SGM Bravo 10 menggunakan *excavator backhoe* Kobelco SK-330 dengan kapasitas bucket 1,4 m³. Pengamatan *cycle time* pada kegiatan pemuatan dilakukan pada keempat *fleet* yang berbeda sehingga dapat dihitung, dianalisis, dan diketahui produktivitas alat gali muat *excavator backhoe* PT Sumber Gunung Maju Bravo 10 yang dapat dilihat pada Gambar 3.



Gambar 3. Produktivitas *excavator backhoe*

Hubungan persentase distribusi fragmentasi berbanding lurus dengan waktu edar, semakin besar ukuran fragmentasi maka akan semakin besar waktu edar yang diperlukan. Waktu edar alat gali muat mempunyai hubungan berbanding terbalik dengan produktivitas *excavator*. Semakin kecil waktu edar maka akan semakin besar produktivitas, begitupun juga sebaliknya. Berikut histogram perbandingan antara distribusi fragmentasi dan produktivitas *excavator* (Gambar 4).



Gambar 4. Histogram antara fragmentasi >60 cm dan produktivitas *excavator*

Hasil histogram diatas menunjukkan bahwa terdapat anomali pada persentase distribusi fragmentasi 0,00% yang menghasilkan produktivitas *excavator* sebesar 35,36 BCM/jam yaitu terdapat pada *fleet* barat tengah. Kecilnya produktivitas alat gali muat pada persentase distribusi fragmentasi yang kecil diakibatkan karena besarnya *digging time* pada proses pemuatan dikarenakan posisi *excavator* pada saat *loading* berada dibatas area yang terongkar yang menyebabkan *cycle time excavator* besar. Besarnya *cycle time* alat gali muat juga disebabkan karena alat gali menunggu datangnya *dump truck* ke front penambangan. Kedua faktor tersebut menyebabkan besarnya *cycle time* alat gali muat yang

berdampak kepada kecilnya produktivitas alat gali muat yang menyebabkan anomali tersebut.

Parameter yang mempengaruhi produktivitas *excavator backhoe* yaitu :

1. Cycle time excavator

Berdasarkan pengamatan di lapangan, terdapat beberapa parameter yang mempengaruhi besarnya *cycle time* pemuatan. Parameter yang mempengaruhi besarnya waktu edar yaitu :

- Kesulitan pemuatan, terjadi karena posisi *excavator* pada saat *loading* berada dibatas area yang terbongkar menyebabkan kesulitan pemuatan
- Menunggu Dump Truck, peristiwa ini terjadi karena di depan *Hopper* terjadi antrian Dump Truck yang akan memuat material. Karena banyak dump truck yang antri, menyebabkan *excavator* harus menunggu dump truck untuk datang melakukan pemuatan kembali.
- Kinerja Operator saat bekerja, hal ini dikarenakan operator *excavator* melakukan pemilihan dan pemindahan bahan galian terlebih dahulu sebelum melakukan pemuatan ke dump truck. Hal ini yang menyebabkan *cycle time excavator* menjadi besar

2. Efisiensi penggunaan alat gali muat

Didapat nilai rata-rata yang memperlihatkan kesediaan dan penggunaan alat gali muat (Tabel 10).

Tabel 10. Kesediaan dan penggunaan alat gali muat

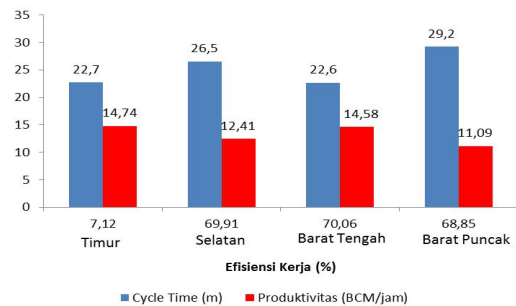
Fleet	Timur	Selatan	Barat Tengah	Barat Puncak	Rata-rata
Waktu Kerja (w) (jam)	7,09	6,98	7,02	6,97	
Waktu Stand By (s) (jam)	2,65	2,76	2,73	2,77	
Waktu Repair (r) (jam)	0,26	0,26	0,26	0,26	
Waktu Tersedia (t) (jam)	10	10	10	10	
PA (%)	97,40	97,40	97,40	97,40	97,40
MA (%)	96,46	96,41	96,43	96,41	96,43
UA (%)	72,78	71,68	72,02	71,61	72,02
EU (%)	70,88	69,82	70,15	69,75	70,15

Hasil penilaian ketersediaan alat gali muat, nilai *mechanical*, dan *physical availability* alat gali muat dalam keadaan baik namun tingkat *utilization availability* dan *effectivity availability* dari alat gali muat belum optimal. Besarnya waktu yang tidak produktif berakibat pada kurang maksimalnya kegiatan pemuatan. Efisiensi kerja yang kurang maksimal berakibat pada kecilnya produksi

dari kegiatan pemuatan, sehingga perlu dilakukan evaluasi terhadap faktor efisiensi *excavator*.

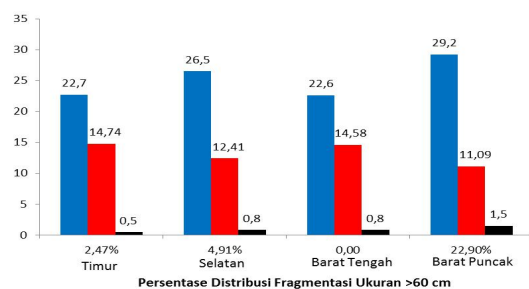
3. Pengangkutan

Produktivitas *dump truck* Hino Ranger 500 dapat dilihat pada Gambar 5.



Gambar 5. Produktivitas alat angkut

Terjadi anomali terhadap perbandingan antara *cycle time*, produktivitas dengan jarak pengangkutan yang diperlihatkan terjadi pada fleet selatan dan fleet barat puncak dimana pada jarak pengangkutan yang sama terjadi perbedaan nilai *cycle time* dan produktivitas antara kedua fleet tersebut. *Cycle time* berbanding terbalik dengan produktivitas, apabila *cycle time* kecil maka produktivitas akan besar, begitu sebaliknya. Berdasarkan hasil analisis yang dilakukan, *cycle time dump truck* yang cukup besar pada fleet selatan diakibatkan karena menunggu pemuatan yang terjadi karena satu *dump truck* harus menunggu tiga *dump truck* lainnya untuk melakukan kegiatan pemuatan. Terdapat faktor lain yang mempengaruhi besarnya *cycle time dump truck* yaitu kebutuhan operator diana operator membutuhkan inimal satu kali untuk perawatan *dump truck* ke bengkel dalam satu hari. Kedua hal ini yang menjadi penyebab *cycle time dump truck* menjadi besar dan membuat produktivitas alat angkut menjadi kecil pada fleet selatan walaupun jarak angkut sama dengan fleet barat tengah yaitu 800 m (Gambar 6).



Gambar 6. Histogram antara fragmentasi >60 cm dan produktivitas alat angkut

Parameter yang mempengaruhi produktivitas *dump truck* yaitu :

1. Cycle Time Alat Angkut

Berdasarkan pengamatan di lapangan, terdapat parameter lain yang mempengaruhi besarnya waktu edar pengangkutan. Parameter yang mempengaruhi besarnya waktu edar yaitu :

- Menunggu Pemuatan, kegiatan ini terjadi karena satu *dump truck* harus menunggu tiga *dump truck* lainnya untuk melakukan kegiatan pemuatan. Hal ini yang menyebabkan *cycle time dump truck* semakin besar.
- Jarak angkut, semakin tinggi, dan jauhnya jarak angkut, maka akan semakin besar *cycle time* yang dihasilkan. Dari hasil pengamatan, pada fleet barat puncak didapatkan rata-rata waktu hauling mencapai 11,1 menit. Hal ini dikarenakan jarak angkut dari *front* penambangan ke *hopper* sepanjang 1,5 km.
- Kebutuhan operator, yaitu operator membutuhkan minimal satu kali untuk perawatan *dump truck* ke bengkel dalam satu hari. Hal ini juga menjadi salah satu faktor besarnya *cycle time dump truck*.

2. Efisiensi Penggunaan Alat Angkut

Berdasarkan perhitungan dibawah, didapat nilai rata-rata yang memperlihatkan kesediaan alat mekanis dan *effectivity availability* alat angkut yang bekerja di PT SGM (Tabel 11).

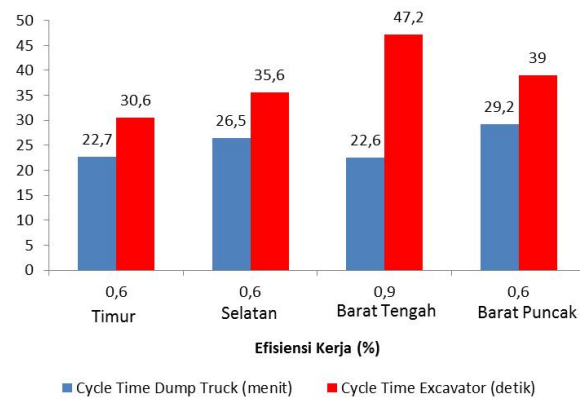
Tabel 11. Kesediaan dan penggunaan alat angkut

Fleet	Timur	Selatan	Barat Tengah	Barat Puncak	Rata-rata
Waktu Kerja (w) (jam)	7,82	7,66	7,71	7,57	
Waktu Stand By (s) (jam)	2,92	3,08	3,03	3,17	
Waktu Repair (r) (jam)	0,26	0,26	0,26	0,26	
Waktu Tersedia (t) (jam)	11	11	11	11	
PA (%)	97,64	97,64	97,64	97,64	97,64
MA (%)	96,78	96,72	96,74	96,68	96,73
UA (%)	72,84	71,29	71,76	70,52	71,60
EU (%)	71,12	69,61	70,06	68,85	69,91

Berdasarkan ketersediaan alat angkut, nilai ketersediaan mekanik maupun fisik alat angkut dalam keadaan baik namun ketersediaan pemakaian dan penggunaan efektif dari alat gali muat harus dioptimalkan penggunaannya. Besarnya waktu tidak produktif berakibat pada kurang maksimalnya kegiatan pengangkutan. Efisiensi kerja yang kurang maksimal akan berakibat pada minimalnya produksi dari kegiatan pengangkutan, sehingga perlu dilakukan evaluasi terhadap faktor efisiensi alat angkut.

4. Faktor Kesepadanan

Berdasarkan perhitungan, dapat diketahui bahwa faktor kesepadanan antara *excavator* dan *dump truck* yang mendekati 1, terdapat pada *fleet* barat tengah dengan nilai faktor kesepadanan 0,9. Rata-rata nilai faktor kesepadanan antara alat gali muat *excavator backhoe* dan alat angkut *dump truck* di PT Sumber Gunung Maju yaitu sebesar 0,7 yang mengindikasikan bahwa kebanyakan *excavator* menunggu alat angkut untuk datang menuju *front* penambangan untuk melakukan kegiatan pemuatan dapat dilihat pada Gambar 7.



Gambar 7. Histogram faktor kesepadanan

KESIMPULAN

1. Kinerja :

a. Pengeboran

- Produktivitas rata-rata pengeboran sebesar 269,09 BCM/jam
- Hanya satu fleet yang memenuhi target pengeboran 200 meter/hari yaitu fleet Barat Tengah dengan ketercapaian 102%.
- Kesediaan dan penggunaan alat bor didapatkan efektivitas penggunaan yang buruk yaitu rata-rata sebesar 57,03% yang menyebabkan alat bor menjadi kurang produktif.

b. Peledakan

- Persentase distribusi fragmentasi yang dihasilkan memenuhi target yang telah ditetapkan perusahaan dengan menghasilkan boulder >60 cm sebesar 7,57%.

c. Alat Gali Muat

- Produktivitas rata-rata pemuatan sebesar 44,91 BCM/jam
- Kesediaan dan penggunaan alat gali muat didapatkan efektivitas penggunaan yang belum maksimal yaitu rata-rata sebesar 70,15%, karena masih terdapat banyaknya hambatan pada kegiatan pemuatan.



- d. Alat Angkut
- Produktivitas rata-rata pengangkutan yaitu sebesar 13,12 BCM/jam
 - Ketersediaan dan penggunaan alat angkut didapatkan efektivitas penggunaan yang belum maksimal yaitu rata-rata sebesar 69,91%, karena masih terdapat banyaknya hambatan yang terjadi pada kegiatan pengangkutan.
2. Parameter yang mempengaruhi kinerja:
- a. Pengeboran
- Cycle time, dimana terdapat faktor yang mempengaruhi besarnya cycle time alat bor yaitu batang bor terjepit, manuver alat bor, mata bor tersumbat, dan reparasi alat.
 - Kecepatan pengeboran
 - Volume setara
 - Ketercapaian target produksi pengeboran
- b. Peledakan
- Faktor yang mempengaruhi kinerja peledakan pada penelitian ini yaitu ukuran material *stemming* dimana pada fleet barat menghasilkan persentase distribusi fragmentasi yang cukup besar, disebabkan ketidakmampuan alat bor menghisap material cutting hasil pengeboran sehingga ukuran material *stemming* cenderung lebih besar yaitu $\pm 3 - 4$ cm.
- c. Alat Gali Muat
- Cycle time, dimana terdapat faktor yang mempengaruhi besarnya cycle time alat gali muat yaitu kesulitan pemuatan, menunggu dump truck, dan kinerja operator
 - Efisiensi penggunaan alat gali muat yang masih belum optimal yaitu sebesar 70,15%.
- d. Alat Angkut
- Cycle time, dimana terdapat faktor yang mempengaruhi besarnya cycle time alat angkut yaitu menunggu pemuatan, jarak pengangkutan, dan kebutuhan operator.
 - Efisiensi penggunaan alat angkut yang masih belum optimal yaitu sebesar 69,91%.
- Provinsi Banten. Skripsi, Fakultas Teknik : Universitas Sriwijaya.
- [2]. Indonesianto, Y, (2012), *Pemindahan Tanah Mekanis*. Yogyakarta : Universitas Pembangunan Nasional Veteran.
- [3]. Sujiman. (2014). Kajian Teknis Alat Bor dalam Pembuatan Lubang Ledak pada Aktivitas Peledakan PT HPU Kabupaten Kutai Kartanegara Provinsi Kalimantan Timur, *Jurnal Geologi Pertambangan*, 1(14), 1-13.
- [4]. Supratman, Anshariah, dan Bakrie, H., (2017). Produktivitas Kinerja Mesin Bor Dalam Pembuatan Lubang Ledak di Quarry Batu Gamping B6 Kabupaten Pangkep Propinsi Sulawesi Selatan, *Jurnal Geomine*, 5(2), 59-62.
- [5]. Meidianto, R., Toha, M. T., Purbasari, D., (2018). Evaluasi Kinerja Operasi Pengeboran dan Peledakan Terhadap Produktivitas Excavator di Quarry Karang Putih PT Semen Padang, Indarung, *Jurnal Pertambangan*, 2(3), 57-65.
- [6]. Komatsu Ltd. (2013). *Spesification and Application Handbook*, 31st Edition, Japan : Komatsu.
- [7]. Wijaya, A.R., Mukiat., Purbasari, D., (2019). Kinerja Alat Muat dan Angkut pada Pengupasan Overburden PT Bumi Merapi Energi, *Jurnal Pertambangan*, 3(4), 9-17.
- [8]. Affandi, C., Mukiat., Swardi, F. R. (2014).. Kajian Teknis Pengupasan Tanah Penutup di Tambang Banko Barat Pit 3 Barat PT Bukit Asam (Persero) Tbk UPTE, *Jurnal Ilmu Teknik*, 2(2).
- [9]. Toha, M.T., Novanda, R., Busyaf, R. (2019). Analisis Efisiensi Pengangkutan Batubara Sistem Dump Truck, *Jurnal Pertambangan*, 3(3), 34-39.
- [10]. Shaddad, A. R., Widodo, S., Asmiani, N. (2016). Analisis Keceratan Alat Mekanis (Match Factor) Untuk Peningkatan Produktivitas, *Jurnal Geomine*, 4(3), 111 – 117.

UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis mengucapkan terima kasih kepada PT Sumber Gunung Maju yang telah memberi dukungan dalam bentuk fasilitas, dan legalitas terhadap penelitian ini.

DAFTAR PUSTAKA

- [1]. Muslihin, A. (2019). *Evaluasi Kinerja Pengeboran dan Peledakan serta Pengaruhnya Terhadap Produktivitas Alat Gali-Muat di Bravo 10, PT Sumber Gunung Maju*,