

EVALUASI PRODUKTIVITAS ALAT GALI MUAT DAN ALAT ANGKUT PADA PEMINDAHAN OVERBURDEN PIT 10 DI PT BERKAT TAMBANG SEJAHTERA, KECAMATAN LOKPAIKAT, KABUPATEN TAPIN, PROVINSI KALIMANTAN SELATAN

Agung Yulianto*, Eko Santoso, Karina Shella Putri

Program Studi Teknik Pertambangan, Fakultas Teknik, Universitas Lambung Mangkurat
Jl. A. Yani Km. 35,5 Banjarbaru, Kalimantan Selatan 70714, Telp.0812-7670-1521, Indonesia
e-mail: *agungyulianto726@gmail.com, eko@ulm.ac.id, karinashella@ulm.ac.id

ABSTRAK

PT Berkat Tambang Sejahtera memiliki target produktivitas *overburden* yang telah ditentukan yaitu sebesar 200 BCM/jam. Tidak tercapainya target perusahaan sehingga perlu adanya analisis terhadap faktor-faktor yang mempengaruhi produktivitas alat gali muat dan alat angkut di lapangan antara lain waktu siklus kerja dan waktu hambatan kerja.

Penelitian ini dilakukan dengan menganalisis faktor-faktor pendukung produktivitas seperti *cycle time*, *delay time* dan geometri jalan, sehingga dapat dilakukan upaya peningkatan produktivitas agar target perusahaan dapat tercapai.

Pada hasil penelitian didapatkan rata-rata produktivitas aktual *Hitachi ZX470LC-5G* sebesar 175 BCM/jam dan jumlah alat angkut sebanyak 6 unit didapatkan rata-rata total produktivitas aktual *Hino 500 FM260JD* sebesar 173,44 BCM/Jam. Upaya yang dilakukan agar target tercapai yaitu dengan melakukan simulasi perbaikan *cycle time* dilakukan dengan cara peningkatan kecepatan *dump truck Hino 500 FM260JD* pada waktu bermuatan sebesar 23 km/jam dan pada saat kosong 28 km/jam. Perbaikan yang dapat dilakukan agar kecepatan tempuh yang ditargetkan dapat terpenuhi yaitu dengan memperhatikan kondisi jalan angkut yang dilalui pada saat muatan berisi ataupun muatan kosong. Dalam penelitian ini rekomendasi yang diberikan berupa perbaikan geometri jalan angkut seperti lebar jalan dan *grade* jalan.

Kata kunci: produktivitas, *cycle time*, *delay time*, geometri jalan

ABSTRACT

PT Berkat Tambang Sejahtera has a predetermined overburden productivity target of 200 BCM / hour. The company's target has not been achieved so that there is a need for an analysis of the factors that affect the productivity of the digging equipment and transportation equipment in the field, including work cycle time and work constraint time.

This research was conducted by analyzing productivity supporting factors such as cycle time, delay time and road geometry, so that efforts to increase productivity can be made so that the company's targets can be achieved.

The results showed that the average actual productivity of the Hitachi ZX470LC-5G was 175 BCM / hour and the number of transportation equipment was 6 units. The average total actual productivity of the Hino 500 FM260JD was 173.44 BCM / hour. Efforts to be made to achieve the target is to simulate a cycle time improvement by increasing the speed of the Hino 500 FM260JD dump truck at a load time of 23 km / hour and at 28 km / hour empty. Improvements that can be made so that the targeted travel speed can be achieved is by paying attention to the condition of the haul road to be traversed when it is loaded or empty. In this study, the recommendations given were to improve the geometry of the haul roads such as road width and road grade.

Keywords: productivity, *cycle time*, *delay time*, road geometry

PENDAHULUAN

Masih rendahnya kemampuan produksi alat mekanis saat ini disebabkan berkurangnya waktu kerja efektif, sehingga efisiensi kerja alat menurun yang secara umum ditimbulkan oleh dua hal yaitu permasalahan pada waktu siklus kerja dan adanya waktu hambatan pada saat jam kerja. Pentingnya penggunaan peralatan mekanis dalam kegiatan penambangan sehingga perlu adanya dilakukan peningkatan penggunaan alat gali muat dan alat angkut agar target produksi yang telah ditetapkan dapat tercapai.

METODOLOGI

Adapun tahapan dalam metodologi penelitian ini, yaitu:

1. Pengumpulan Data

Dilakukan dengan pengamatan secara langsung terhadap kondisi lapangan dan gambaran kondisi kerja alat kegiatan pemuatan dan pengangkutan untuk memperoleh

data *cycle time* alat gali muat dan alat angkut, kondisi front loading, kondisi dan profil jalan angkut, serta data *grade* jalan.

2. Pengolahan Data

Data yang telah diperoleh kemudian dikelompokkan sesuai dengan kegunaannya untuk lebih memudahkan dalam penganalisaan Data mengenai kondisi tempat kerja, kondisi jalan angkut, kondisi kerja operator, digunakan untuk melakukan penilaian terhadap kondisi kerja alat muat dan alat angkut yang beroperasi Data mengenai waktu edar, teknis alat, spesifikasi alat dan sifat material yang kemudian diolah secara matematis untuk mengetahui produktivitas dari masing-masing alat secara teoritis maupun secara nyata.

3. Analisis Data

Hasil pengolahan data digunakan untuk menganalisis *cycle time*, kondisi medan kerja, serta sifat material sehingga dapat diketahui produktivitas dari alat

muat dan alat angkut secara nyata di lapangan. Dengan diketahuinya kemampuan produktivitas secara nyata diharapkan produktivitas dapat ditingkatkan dengan melakukan koreksi dan perbaikan-perbaikan baik dari segi teknis alat, manusia dan kondisi tempat kerja.

4. Kesimpulan dan Saran

Hasil dan kesimpulan dari penelitian merupakan jawaban atas perumusan masalah. Saran berisi rekomendasi kepada perusahaan untuk peningkatan produktivitas alat gali muat dan alat angkut.

HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN

Pengolahan Data

Alat gali muat yang digunakan pada kegiatan pembongkaran tanah penutup yaitu *Excavator Hitachi ZX470LC-5G* dengan kapasitas bucket 2,1 m³ dan alat angkut yang digunakan pada kegiatan pembongkaran tanah penutup yaitu *Dump Truck Hino 500 FM260JD* dengan kapasitas *vessel* 20 ton. Pola Pemuatan yang diterapkan di lapangan adalah *top loading dan single back up*.



Gambar-1. Alat Mekanis

Tabel-1. Tinggi Jenjang

Tinggi Jenjang <i>front</i> Penggalian		
No	Unit	Tinggi Jenjang (m)
1	<i>Hitachi ZX470 No 814</i>	2.7
2	<i>Hitachi ZX470 No 818</i>	2.5
3	<i>Hitachi ZX470 No 820</i>	2.8

Tabel-2. Lebar *Front*

Lebar <i>front Loading</i>		
Unit	Lokasi	Lebar <i>Front</i> (m)
<i>Hitachi ZX470 No 814</i>	Fleet1	22
<i>Hitachi ZX470 No 818</i>	Fleet2	20
<i>Hitachi ZX470 No 820</i>	Fleet3	23

Tabel-3. Geometri Jalan Angkut

SEGMENT	Grade (%)	Panjang Segment (m)	Lebar Jalan (m)	Standarisasi (Grade 8%)
L1	10,81	111,00	16,94	Belum Standar
L2	9,99	156,00	12,07	Belum Standar
T3	7,13	48,00	11,04	Standar
L4	0,00	117,00	11,16	Standar
L5	2,92	137,00	10,94	Standar

Pengangkutan material (*overburden*) dari *front* ke lokasi pembuangan (*disposal*) melewati jalur yang telah ditetapkan pada peta lokasi pengangkutan material dan lebar jalan angkut berkisar antara 10,94 meter sampai dengan 16,94 meter.

Jalan angkut tambang dari *loading point* menuju *disposal* adalah jalan dengan permukaan yang keras, halus, stabil, tidak terjadi penetrasi ban unit bermuatan pada permukaan jalan, juga dilakukan perawatan seperti penyiraman dan grading. Sehingga nilai *rolling resistance* sebesar 40 Lb/ton.

Pembahasan

1. Produktivitas Alat Gali Muat

Waktu edar *Hitachi ZX470-814* dengan melakukan pendekatan *cycle time* berdasarkan *Komatsu* sebesar 19-22 detik. Waktu edar *Hitachi ZX470-814* di lapangan sebesar 25,10 detik, *Hitachi ZX470-818* sebesar 24,69 detik dan *Hitachi ZX470-820* sebesar 26,96 detik. Besarnya waktu edar dipengaruhi oleh waktu *swing angle*, berdasarkan pada saat pengamatan *swing angle* selalu berubah-ubah antara 90° – 180°.



Gambar 2. Pola Pemuatan

Tabel-4. Superelevasi

SEGMENT	Elevasi (mdpl)		Beda Tinggi (m)	Lebar Jalan (m)	Superelevasi (%)
	Kiri	Kanan			
T3	88.86	89.00	0.14	11.04	1.26

Tabel-5. Produktivitas Alat Gali Muat

Unit (HTC)	Cycle Time (s)	Delay Time (s)	Efisiensi Kerja	Produktivitas (BCM/Jam)
ZX470-814	25.10	13.85	0.64	181.49
ZX470-818	24.69	15.89	0.61	174.20
ZX470-820	26.96	14.79	0.65	169.32

Tabel-6. Produktivitas Alat Angkut

Jarak (km)	Cycle Time (s)	Delay Time (s)	Efisiensi Kerja	Produktivitas (BCM/Jam)	Produktivitas (n=6) (BCM/Jam)
1.6	697.86	18.64	0.97	29.60	177.58
1.65	716.86	22.29	0.97	28.69	172.14
1.70	733.43	12.36	0.98	28.43	170.61

Tabel-7. *Match Factor* Alat Gali Muat dan Alat Angkut

No	Jarak (m)	Match Factor
1	1.600	0.64
2	1.650	0.62
3	1.700	0.66
Rata-rata		0.64

Waktu tunggu merupakan salah satu faktor yang memperkecil produktivitas alat gali muat. Berdasarkan pengambilan data dilapangan diperoleh nilai waktu tunggu rata-rata *Hitachi ZX470-814* sebesar 13,85 detik, *Hitachi ZX 470-818* sebesar 15,89 detik dan *Hitachi ZX470-820* sebesar 14,79 detik. Nilai *delay time* ini akan mempengaruhi nilai efisiensi kerja dari alat tersebut. Semakin besar nilai waktu tunggu maka akan semakin kecil juga nilai efisiensi kerja alat tersebut.

2. Produktivitas Alat Angkut

Waktu edar *Hino 500 FM260JD* jarak 1.600 m sebesar 697,86 detik, *Hino 500 FM260JD* jarak 1.650 m sebesar 716,86 detik dan *Hino 500 FM260JD* jarak 1.700 m sebesar 733,43 detik.

Waktu tunggu rata-rata *Hino 500 FM260JD* jarak 1.600 m sebesar 18,64 detik, *Hino 500 FM260JD* jarak 1.650 m sebesar 22,29 detik dan *Hino 500 FM260JD* jarak 1.700 m sebesar 12,39 detik. Nilai waktu tunggu ini akan mempengaruhi nilai efisiensi kerja dari alat tersebut. Semakin besar nilai waktu tunggu maka akan semakin kecil juga nilai efisiensi kerja alat tersebut.

Untuk kondisi jalan angkut, parameter yang digunakan adalah besarnya *grade* dan lebar jalan angkut yang menghambat gerak kecepatan alat angkut.

Grade ideal untuk jalan yang dilewati oleh alat angkut yang beroda/ban karet sebesar 8% dan lebar jalan angkut standar menurut perhitungan teoritis sebesar 9 m dan untuk ditikungan ideal lebar jalan adalah 14 m. Pada kondisi aktual besar *grade* paling tinggi adalah 10,81 % dan lebar jalan angkut lurus 10 -16 m serta untuk lebar pada jalan tikungan sebesar 11,04 m sehingga untuk *grade* jalan dan lebar jalan pada tikungan aktual belum memenuhi kondisi ideal dari jalan angkut tambang.

Rolling Resistance pada jalan angkut jalan angkut sendiri merupakan jalan dengan permukaan yang keras, halus, stabil, tidak terjadi penetrasi ban unit bermuatan pada permukaan jalan, juga dilakukan perawatan seperti penyiraman dan *grading*. Maka sudah memenuhi kriteria jalan angkut standar yaitu sebesar 40 Lb/ton.

3. Match Factor

Match factor pada jarak 1,6 km, 1,65 km dan 1,7 km tidak mendekati 1. Apabila nilai *match factor* kurang dari 1 dapat diartikan bahwa alat gali muat sering menunggu alat angkut. Permasalahan yang sering mengakibatkan alat gali muat menunggu alat angkut adalah jumlah alat angkut yang kurang dan *cycle time* alat angkut yang bermasalah. Berdasarkan nilai produktivitas alat angkut yang kurang dari target perusahaan apabila dilihat dari faktor alat gali muat sering terjadi waktu tunda

karena menunggu alat angkut sehingga menyebabkan produktivitas alat gali muat tidak tercapai dan alat angkut yang jarang terjadi waktu tunda tetapi produktivitas tetap tidak tercapai dapat disimpulkan permasalahan yang terjadi ada pada faktor *cycle time* alat angkut.

4. Rekomendasi Perbaikan Geometri Jalan Angkut

Lebar jalan angkut setelah dilakukan perhitungan teoritis didapat minimal lebar jalan angkut lurus yaitu 9 m dan minimal jalan angkut tikungan yaitu 14 m. Lebar jalan angkut lurus sudah sesuai dengan perhitungan lebar jalan angkut lurus teoritisnya, perbaikan hanya dilakukan pada lebar jalan angkut tikungan segmen T3 dari lebar 11.04 m menjadi 14 m karena lebarnya tidak sesuai dengan lebar teoritis.

Setelah dilakukan pengambilan untuk data superelevasi kemudian dilakukan perbandingan dengan perhitungan teoritisnya.

Data *grade* jalan dilakukan perbandingan dengan *grade* standar menggunakan pendekatan kemiringan jalan maksimum sebesar 8% atau 4.5° menurut Indonesianto, Y., (2009 : III - 94).

5. Simulasi Perbaikan Cycle time Dengan Mengurangi Waktu Tempuh Muatan dan Kosongan Terhadap Produktivitas Hino 500 FM260JD

Upaya perbaikan *cycle time* dilakukan dengan cara peningkatan kecepatan *dump truck Hino 500 FM260JD* pada waktu bermuatan sebesar 23 km/jam dan pada saat kosong 28 km/jam. *Cycle time* dan kecepatan rata-rata simulasi berdasarkan standar dari perusahaan.

Setelah dilakukan simulasi perbaikan *cycle time* dengan mengurangi waktu tempuh pada saat bermuatan dan kosong *Hino 500 FM260JD* di dapat *cycle time* DT *Hino 500 FM260JD* jarak 1.600 sebesar 593,22 detik, efisiensi kerja 0,97 dengan peningkatan produktivitas dari 29,60 BCM/Jam menjadi 34,66 BCM/Jam, *cycle time* DT *Hino 500 FM260JD* jarak 1.650 sebesar 609,62 detik, efisiensi kerja 0,96 dengan peningkatan produktivitas dari 28,69 BCM/Jam menjadi 33,56 BCM/Jam, *cycle time* DT *Hino 500 FM260JD* jarak 1.700 sebesar 622,09 detik, efisiensi kerja 0,98 dengan peningkatan produktivitas dari 28,43 BCM/Jam menjadi 33,42 BCM/Jam.

Perbaikan yang dapat dilakukan agar kecepatan tempuh yang ditargetkan dapat terpenuhi yaitu dengan memperhatikan kondisi jalan angkut yang dilalui pada saat muatan berisi ataupun muatan kosong. Dalam penelitian ini rekomendasi yang diberikan berupa perbaikan geometri jalan angkut.

Tabel-8. Cycle time dan Kecepatan Hino 500 FM260JD

Siklus	Jarak (m)			Rata-rata
	1.600	1.650	1.700	
V Muatan (Km/Jam)	18.66	18.90	18.73	18.76
V Kosongan (Km/Jam)	22.84	22.55	22.73	22.71
Loading Time (s)	47.00	47.07	45.07	46.38
Travel Time (s)	308.64	314.29	326.71	316.55
Manuver Dump (s)	31.43	31.93	31.79	31.71
Dumping Time (s)	25.79	25.14	25.93	25.62
Returning Time (s)	252.14	263.36	269.29	261.60
Manuver Empty (s)	32.86	35.07	34.64	34.19
Cycle time (s)	697.86	716.86	733.43	716.05
Delay Time (s)	18.64	22.29	12.36	17.76

Tabel-9. Geometri Jalan Angkut Lurus dan Tikungan Teoritis

SEGMENT	Panjang Segmen (m)	Lebar Jalan (m)	Acuan Lebar Jalan Teoritis (m)	Profil Jalan	Standarisasi
L1	111.00	16.94	9.00	Lurus	Standar
L2	156.00	12.07	9.00	Lurus	Standar
T3	48.00	11.04	14.00	Tikungan	Belum Standar
L4	117.00	11.16	9.00	Lurus	Standar
L5	137.00	10.94	9.00	Lurus	Standar

Tabel-10. Superelevasi Teoritis

Segmen	Elevasi (mdpl)		Beda Tinggi (m)	Lebar Jalan (m)	Super-elevasi (%)	Standar Superelevasi Teoritis (%)
	Kiri Jalan	Kanan Jalan				
T3	88.9	89.0	0.14	11.04	1.26	9

Tabel-12. Cycle time Hino 500 FM260JD Setelah Simulasi Peningkatan Kecepatan

Siklus	Jarak (m)			Rata-rata
	1.600	1.650	1.700	
V Muatan (Km/Jam)	23.00	23.00	23.00	23.00
V Kosongan (Km/Jam)	28.00	28.00	28.00	28.00
Loading Time (s)	47.00	47.07	45.07	46.38
Travel Time (s)	250.43	258.26	266.09	258.26
Manuver Dump (s)	31.43	31.93	31.79	31.71
Dumping Time (s)	25.79	25.14	25.93	25.62
Returning Time (s)	205.71	212.14	218.57	212.14
Manuver Empty (s)	32.86	35.07	34.64	34.19
Cycle time (s)	593.22	609.62	622.09	608.31
Delay Time (s)	18.64	22.29	12.36	17.76

6. Simulasi Perbaikan Faktor Keserasian Alat (*Match Factor*)

Upaya perbaikan *match factor* dilakukan berdasarkan pada *cycle time* alat angkut setelah simulasi peningkatan peningkatan kecepatan *dump truck Hino 500 FM260JD* pada waktu bermuatan sebesar 23 km/jam dan pada saat kosongan 28 km/jam.

Setelah dilakukan perhitungan perbaikan *match factor* untuk mendapatkan nilai MF=1 yang artinya alat gali muat dan alat angkut tidak saling menunggu berdasarkan *cycle time* alat angkut hasil simulasi kecepatan waktu tempuh saat bermuatan dan kosongan didapatkan penambahan jumlah alat angkut sebanyak 2 unit dari jumlah sebelumnya 6 menjadi 8 alat angkut.

KESIMPULAN

Berdasarkan hal-hal yang telah dibahas pada bab-bab sebelumnya dapat ditarik beberapa kesimpulan, antara lain :

1. Produktivitas aktual *Hitachi ZX470LC-5G-814* sebesar 181,49 BCM/jam, *Hitachi ZX470LC-5G-818* sebesar 174,20 BCM/jam, dan *Hitachi ZX470LC-5G-820* sebesar 169,32 BCM/jam. Produktivitas aktual *Hino 500 FM260JD* jarak 1.600 m sebesar 29,60 BCM/jam, *Hino 500 FM260JD* jarak 1.650 m sebesar 28,69 BCM/jam, dan *Hino 500 FM260JD* jarak 1.700 m sebesar 28,43 BCM/jam. Jumlah alat angkut sebanyak 6 unit maka didapat total produktivitas aktual *Hino 500 FM260JD* jarak 1.600 m sebesar 177,58 BCM/jam, *Hino 500 FM260JD* jarak 1.650 m sebesar 172,14 BCM/jam, dan *Hino 500 FM260JD* jarak 1.700 m sebesar 170,61 BCM/jam.

Tabel-11. Grade Jalan Teoritis

Segmen	Panjang Segmen (m)	Elevasi (mdpl)	Beda Tinggi (m)	Grade Jalan (%)	Beda Tinggi Perbaikan Grade Jalan 8% (m)	Elevasi yang dianjurkan (mdpl)
L1	111	60	12	10,81	8,88	68,88
		72				
L2	156	72	16	9,99	12,48	84,48
		88				

Tabel-13. Rata-rata Produktivitas Hino 500 FM260JD Setelah Simulasi Perbaikan Cycle time

Jarak (km)	Cycle time (s)	Delay Time (s)	Efisiensi Kerja	Produktivitas (BCM/Jam)	Produktivitas (n=6) (BCM/Jam)
1.65	608	17	.97%	33.88	203.28

Tabel-14. Match Factor Simulasi

Jarak (m)	Cycle time Hitachi ZX470 Aktual	Cycle time Hino 500 Hasil Simulasi	N Alat Angkut	Match Factor Simulasi
1600	1,255	9,89	8	1,02
1650	1,234	10,16	8	0,97
1700	1,348	10,37	8	1,04

2. Faktor-faktor yang mempengaruhi produktivitas *Hitachi ZX470LC-5G* yaitu waktu tunggu alat gali muat *Hitachi ZX470LC-5G* yang didominasi oleh menunggu alat angkut sehingga mempengaruhi besarnya efisiensi kerja masing-masing alat mekanis tersebut.

Faktor-faktor yang mempengaruhi produktivitas *Hino 500 FM260JD* yaitu Geometri jalan seperti lebar jalan angkut dan grade jalan yang belum standar yang menyebabkan alat angkut tidak bekerja dengan maksimal.

3. *Match factor Excavator Hitachi ZX470LC-5G* dan *Dump Truck Hino 500 FM260JD* pada jarak 1,6 km sebesar 0,64, *match factor* pada jarak 1,65 km sebesar 0,62 dan pada jarak 1,7 km *match factor* sebesar 0,66.
4. Faktor yang mempengaruhi *match factor* adalah kecepatan tempuh yang kurang yaitu pada waktu bermuatan sebesar 18,26 km/jam dan pada waktu muatan kosong sebesar 22,71 km/jam sedangkan kecepatan rencana dari perusahaan untuk bermuatan sebesar 23 km/jam dan untuk muatan kosong sebesar 28 km/jam.
5. Produktivitas alat gali muat *Hitachi ZX470LC-5G* dan alat angkut *Hino 500 FM260JD* bisa ditingkatkan agar target perusahaan sebesar 200 BCM/jam dapat tercapai dan *match factor* dapat mendekati 1 dengan perbaikan kondisi jalan angkut agar dapat mengurangi waktu tempuh alat angkut.

Penambahan alat dilakukan sebanyak 2 unit dari sebelumnya 6 menjadi 8 unit agar *match factor* dapat mendekati nilai 1.

UCAPAN TERIMA KASIH

Terima kasih kepada kedua orangtua yang telah mendukung penuh dalam setiap langkah. Pembimbing lapangan Pak Joko Prianto. Dosen pembimbing Bapak Eko Santoso, M.T. dan Ibu Karina Shella Putri, M.T. yang telah banyak memberikan masukan dan ilmu-ilmu yang bermanfaat, serta teman-teman teknik pertambangan ULM yang telah membantu dan berjuang bersama.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Anonim. 2019. *Komatsu Specification & Application Handbook Edition 27*. Japan.
- [2] Anonim. 2019. *Caterpillar Performance Handbook Edition 42*. Caterpillar Inc.. Peoria, Llionis, USA.
- [3] Basuki, S dan Nurhakim. 2004. *Modul Ajar dan Praktikum Pindahan Tanah Mekanis*. Program Studi Teknik Pertambangan Universitas Lambung Mangkurat. Banjarbaru.
- [4] Indonesianto, Y. 2005. *Pemindahan Tanah Mekanis*. Jurusan Teknik Pertambangan. UPN “Veteran”. Yogyakarta
- [5] Indonesianto, Y., 2009. *Pemindahan Tanah Mekanis*. Jurusan Teknik Pertambangan. UPN “Veteran”. Yogyakarta
- [6] Nurhakim. 2004. *Modul Ajar Pindahan Tanah Mekanis*. Universitas Lambung Mangkurat. Banjarbaru
- [7] Nurhakim, dkk. 2004. *Buku Panduan Kuliah Lapangan II*. Universitas Lambung Mangkurat. Banjarbaru
- [8] Suwandhi, A., 2004. *Perencanaan Jalan Tambang*. Diklat Perencanaan Tambang Terbuka. Bandung.
- [9] Tenriajeng, A.T. 2003. *Seri Diktat Kuliah Pindahan Tanah Mekanis*. Gunadarma. Jakarta