

Kajian Teknis Perencanaan Penggantian Alat Gali-Muat pada Tambang Batuan Diorit di PT Total Optima Prakarsa, Jalan Raya Peniraman, Kecamatan Sungai Pinyuh, Kabupaten Mempawah, Provinsi Kalimantan Barat

Technical Studies Planning Of Defense Tools In Mine Diorite Pt Total Optima Prakarsa, Peniraman Road, River Of Pinyuh Regency, District Of Mempawah, West Kalimantan Province

¹Rachmat Barry Andhika, ²Dono Guntoro, ³Yunus Ashari.

^{1,2,3}*Prodi Pertambangan, Fakultas Teknik, Universitas Islam Bandung, Jl. Tamansari No. 1 Bandung 40116*

e-mail: ¹rachmatbarry081@gmail.com, ²guntoro_mining@yahoo.com, ³yunus_ashari@yahoo.com

Abstract. Where each tool has its own work efficiency where the work efficiency of this tool depends on several factors such as material conditions, equipment conditions, operators, tool waiting time, tool work time and so on. In conducting technical studies, one of them is calculating the mechanical efficiency of the technical study covering the production of the tool whether it can achieve the production target set by the company so that the equipment can be decided to be replaced or not. Based on the results of the analysis carried out at PT Total Optima Prakarsa for the current excavation tool with 3 transport means its efficiency is 35.1%, the low value of efficiency is influenced by the length of standby time so the production of this tool is 83,241.6 BCM / year, for the new digging tool with 3 conveyances resulting in work efficiency of 36.55%, producing a production of 98,710.56 BCM / year while for 1 tool currently digging with 4 conveyors, the working efficiency is around 46.8%, producing production amounting to 105,225.12 BCM / year while for 1 new loading-digging tool with 4 conveyances the efficiency of work is 48.25%, producing production of 122,634.47 BCM / year and the production target set by the company is 100,000 BCM / year. To increase production instead of replacing the digging-loading tool with the new one, it might be more effective if you add additional transport equipment, which in the current situation in the excavator-loading field must wait so that time becomes the time of the loading and unloading tool.

Keywords: Work Efficiency Tools, Tool Waiting Time, Productivity

Abstrak. Dimana setiap alat memiliki efisiensi kerja masing yang dimana efisiensi kerja alat ini dipengaruhi oleh beberapa faktor seperti kondisi material, kondisi alat, operator, waktu tunggu alat, waktu kerja alat dan lain sebagainya. Di dalam melakukan kajian teknis salah satunya menghitung efisiensi mekanis kajian teknis meliputi produksi alat tersebut apakah dapat mencapai target produksi yang telah ditetapkan oleh perusahaan sehingga dapat diputuskan peralatan tersebut perlu dilakukan penggantian atau tidak. Berdasarkan hasil analisis yang dilakukan pada PT Total Optima Prakarsa untuk alat gali-muat saat ini dengan 3 alat angkut efisiensi kerjanya yaitu sebesar 35,1%, rendahnya nilai efisiensinya dipengaruhi oleh lamanya waktu *standby* sehingga produksi dari alat ini sebesar 83.241,6 BCM/tahun, untuk alat gali-muat baru dengan 3 alat angkut menghasilkan efisiensi kerja sebesar 36,55%, menghasilkan produksi sebesar 98.710,56 BCM/tahun sedangkan untuk 1 alat gali saat ini dengan 4 alat angkut efisiensi kerjanya sekitar 46,8%, menghasilkan produksi sebesar 105.225,12 BCM/tahun sedangkan untuk 1 alat gali-muat baru dengan 4 alat angkut efisiensi kerjanya 48,25%, menghasilkan produksi sebesar 122.634,47 BCM/tahun dan target produksi yang telah ditetapkan oleh perusahaan sebesar 100.000 BCM/tahun. Untuk meningkatkan produksi dari pada mengganti alat gali-muat dengan yang baru mungkin lebih efektif jika dengan menambah menambah alat angkut yang dimana pada keadaan saat ini di lapangan alat gali-muat harus menunggu sehingga waktu tersebut menjadi waktu hambatan dari alat gali-muat tersebut.

Kata Kunci : Efisiensi Kerja Alat, Waktu Tunggu Alat, Produktivitas.

A. Pendahuluan

Latar Belakang

Untuk menunjang kegiatan penambangan pada PT Total Optima Prakarsa, maka dibutuhkan peralatan

mekanis seperti alat gali-muat dan alat angkut. Setiap peralatan mempunyai masa pakai (umur alat) sehingga berpengaruh efisiensi alat. Menurunnya efisiensi mesin pada alat tentunya akan sangat mempengaruhi produksi alat,

semakin lama umur alat kinerja mesin akan semakin menurun, semakin riskan mengalami kerusakan dalam jangka waktu yang panjang lamanya waktu tunggu alat juga akan mempengaruhi efisiensi dan produksi dari alat tersebut. Kondisi ini sangat berdampak pada berlangsungnya kegiatan penambangan, sehingga salah satu upaya yang dilakukan adalah mengkaji alat gali-muat saat ini secara teknis untuk mengetahui apakah alat gali-muat saat ini sudah memenuhi target produksi yang telah ditetapkan oleh perusahaan.

Tujuan Penelitian

1. Mengetahui faktor-faktor apa yang mempengaruhi penurunan efisiensi dari alat gali-muat dan faktor yang paling mempengaruhi penurunan efisiensinya.
2. Mengetahui kapasitas produksi per hari alat gali-muat yang dipakai saat ini.
3. Mengetahui apakah target produksi perusahaan tercapai dengan alat gali-muat saat ini atau dengan alat gali-muat baru.
4. Mengetahui apakah perlu dilakukan penambahan atau penggantian alat gali-muat atau alat mekanis lainnya.
5. Mengetahui jika dilakukan penggantian atau penambahan alat gali-muat atau alat mekanis lainnya akankah tercapai target produksi perusahaan.

B. Landasan Teori

Untuk menghitung produktivitas alat gali-muat saat ini dengan alat gali-muat baru perlu dipelajari faktor-faktor yang secara langsung dapat mempengaruhi hasil kerja alat muat tersebut. Faktor-faktor tersebut meliputi:

Tabel 1. Parameter Dalam Perhitungan Produktivitas

Parameter		Variabel
Machine	Kapasitas Bucket	-
	Waktu Edar	y
	Jumlah Alat	-
	Jumlah Pengisian	-
Method	Pola Pemuatan	-
	Front Kerja	-
Man	Efisiensi Kerja	y
Material	Faktor Pengembangan	-
	Faktor Pengisian	-

Keterangan :

y = Variabel tidak tetap

- = Variable tetap

Waktu Edar

Waktu edar sangat dipengaruhi oleh keahlian operator dan kondisi material itu sendiri, dimana waktu edar alat ini merupakan waktu yang digunakan oleh alat mekanis untuk melakukan satu siklus kegiatan. Lamanya waktu edar dari alat-alat mekanis akan berbeda antara material yang satu dengan yang lainnya. Hal ini tergantung dari jenis alat serta sifat dari material yang ditangani. Waktu edar alat muat merupakan penjumlahan dari waktu menggali, waktu ayunan bermuatan, waktu menumpahkan material dan waktu ayunan kosong. Untuk menghitung waktu edar alat muat dapat menggunakan persamaan berikut: $C_m = T_m + T_{mu} + T_d + T_k \dots \dots \dots (1)$

Keterangan :

C_m = Waktu edar alat muat (menit).

T_m = Waktu Menggali (menit).

T_{mu} = Waktu Ayunan Bermuatan (menit).

T_d = Waktu menumpahkan material (menit).

T_k = Waktu Ayunan Kosong (menit).

Efisiensi Kerja

Faktor efisiensi kerja

merupakan penilaian terhadap pelaksanaan suatu pekerjaan atau merupakan perbandingan antara waktu yang dipakai untuk bekerja dengan waktu yang tersedia. Dalam perhitungannya digunakan presentase waktu efektif (% W_e). Beberapa faktor yang mempengaruhi efisiensi kerja adalah :

1. Waktu kerja penambangan (*working time*);
2. Kondisi tempat kerja (*job layout*);
3. Kondisi cuaca (*weather*);
4. Gangguan alat;
5. Faktor manusia (*human element*).

Pekerja atau mesin tidak mungkin selamanya bekerja 60 menit dalam 1 (satu) jam, karena akan terdapat hambatan-hambatan yang selalu terjadi, misalnya operator terlambat datang, istirahat terlalu lama, berhenti bekerja lebih awal, menunggu alat, dan lain sebagainya. hal ini perlu dibedakan dari hambatan hambatan karena kerusakan alat-alat atau pengaruh iklim.

Waktu kerja efektif adalah waktu yang benar-benar dipergunakan untuk berproduksi atau waktu produktif dikurangi dengan waktu yang terbuang oleh adanya hambatan-hambatan. Hambatan-hambatan tersebut dibedakan menjadi dua, yaitu :

1. Hambatan yang dapat dihindari
2. Hambatan karena faktor operator (non teknis) adalah hambatan yang sering terjadi karena perilaku dari operator yang kurang disiplin yang menyebabkan menurunnya waktu produktif yang tersedia. Hambatan non teknis yang sering terjadi antara lain adalah terlambat mulai kerja produktif, berhenti sebelum waktu istirahat, terlambat setelah waktu istirahat, berhenti sebelum

waktu pulang dan waktu tunggu alat.

3. Hambatan yang tidak dapat dihindari
4. Hambatan yang tidak dapat dihindari adalah hambatan yang menyebabkan tidak dapat beroperasi peralatan meskipun kondisi alat dalam keadaan baik dan siap beroperasi. Hambatan ini antara lain disebabkan oleh perpindahan posisi alat, keperluan operator, kerusakan unit, dan faktor cuaca.

Efisiensi kerja adalah penilaian terhadap suatu pelaksanaan pekerjaan yang merupakan perbandingan antara waktu yang dipakai untuk bekerja dengan waktu yang tersedia yang dinyatakan dalam (%). Untuk menghitung efisiensi kerja dapat menggunakan persamaan berikut, (*Prodjosumarto, 1993*) :

$$W_e = W_p - W_h \dots\dots\dots (2)$$

Keterangan :

- W_e = Waktu Kerja Efektif (menit).
 W_p = Waktu Produktif (menit).
 W_h = Waktu Hambatan kerja (menit).

$$E = \frac{W_e}{W_p} \times 100\% \dots\dots\dots (3)$$

Keterangan :

- E = Efisiensi Kerja (%).
 W_e = Waktu kerja efektif (menit).
 W_p = Waktu kerja produktif (menit).

Produktivitas

Di dalam perhitungan produktivitas alat gali-muat saat ini dan baru yang membedakannya adalah efisiensi kerja mekanis (E_m) dari alat tersebut di mana efisiensi kerja mekanis ini dipengaruhi oleh jumlah waktu bekerja alat di mana alat gali-muat ini beberapa kali mengalami kerusakan sehingga akan menurunkan nilai dari efisiensi mekanisnya. Sedangkan untuk persamaan antara alat gali-muat saat ini dengan alat gali muat yang baru adalah

waktu-waktu hambatan seperti hujan, keterlambatan operator dan waktu *standby* alat.

$$P_m = \frac{(60 \times E_m) \times (H_m \times FF_m) \times SF}{C_m} \dots (4)$$

Keterangan :

P_m = Kemampuan produktivitas alat muat (BCM/jam/alat).

E_m = Efisiensi kerja alat gali-muat (%).

H_m = Kapasitas teoritis *bucket* alat muat (LCM).

FF_m = Faktor pengisian alat muat (%).

C_m = Waktu edar alat muat (menit).

S_f = *Swell factor* (%).

C. Hasil Penelitian dan Pembahasan

Waktu Edar

Berdasarkan waktu edar alat gali-muat saat ini maka dapat diketahui selisih waktu proses pengisian pada alat angkut dengan banyaknya pengisian sebanyak 6 kali, perhitungan sebagai berikut :

Alat saat ini = *Cycle time* alat saat ini x Jumlah pemuatan.

$$= 0,26 \text{ menit} \times 6 \\ = 1,56 \text{ menit.}$$

Alat baru = *Cycle time* alat baru x Jumlah pemuatan.

$$= 0,23 \text{ menit} \times 6 \\ = 1,38 \text{ menit.}$$

Dengan berkurang *cycle time* alat angkut akan menyebabkan waktu kerja dari alat gali-muat akan meningkat dengan bertambahnya ritase sedangkan untuk bertambahnya alat angkut akan mengakibatkan berkurangnya waktu *standby* dan bertambahnya ritase yang lebih banyak sehingga meningkatkan efisiensi kerja alat gali-muat dan juga jumlah produksi alat gali-muat.

Sehingga dapat dihitung perbedaan waktu kerja alat gali-muat

saat ini dan alat gali-muat baru dengan 3 alat angkut.

Alat saat ini = *Cycle time* x Jumlah pemuatan x *Ritase*

$$= 0,26 \text{ menit} \times 6 \times 81 \\ = 126,36 \text{ menit.} \\ = 2,106 \text{ jam/hari.}$$

Alat baru = *Cycle time* x Jumlah pemuatan x *Ritase*

$$= 0,23 \text{ Menit} \times 6 \times 81 \\ = 111,78 \text{ menit.} \\ = 1,863 \text{ jam/hari.}$$

Sehingga akan terdapat perbedaan waktu kerja 1 alat gali-muat saat dan baru dengan 3 alat angkut sebesar 0,243 jam/hari atau 14,58 menit/hari. Selisih ini akan menyebabkan bertambahnya *ritase* pengangkutan yang akan mengakibatkan meningkatnya jumlah produksi dan juga akan meningkatkan waktu efektif alat gali-muat sehingga juga akan meningkatkan efisiensi kerjanya.

Maka untuk mencari ritase per menit alat muat baru :

$$\text{Ritase} = \frac{\text{Waktu efektif alat muat baru dengan 81 ritase}}{\text{jumlah ritase}} \\ \text{Ritase} = \frac{111,78 \text{ Menit}}{81}$$

$$\text{Ritase} = 1,38 \text{ Menit.}$$

$$\text{Ritase} =$$

$$\frac{(\text{Waktu efektif 81 ritase alat saat ini} - \text{Waktu efektif 81 ritase alat baru})}{\text{ritase per menit}}$$

$$= \frac{(126,36 - 111,78) \text{ menit}}{1,38 \text{ menit}} \\ = 10,5$$

Jadi total ritase alat muat baru dengan 3 alat angkut adalah sebanyak 91 ritase.

Jika menggunakan 1 alat gali-muat saat ini dengan 3 alat angkut maka menghasilkan 81 ritase per hari. Maka untuk 1 alat angkut melakukan pengangkutan sebanyak 27 kali.

Diketahui : 1 alat muat saat ini dan 3 alat

angkutan = 81 ritase.

1 alat muat saat ini dan 1 alat angkutan = 27 ritase.

1 alat muat saat ini dan 4 alat angkutan = 4 x 27.

= 108 ritase.

Sedangkan untuk menghitung perbedaan waktu antara alat gali-muat saat ini dan baru dengan 4 alat angkutan. Alat saat ini = *Cycle time* alat muat saat ini x Jumlah pemuatan x Ritase.

$$= 0,26 \text{ menit} \times 6 \times 108.$$

$$= 168,48 \text{ menit.}$$

Alat baru = *Cycle time* alat muat baru x Jumlah pemuatan x Ritase.

$$= 0,23 \text{ menit} \times 6 \times 108.$$

$$= 149,04 \text{ menit.}$$

Sehingga akan terdapat perbedaan waktu kerja 1 alat gali-muat saat dan baru dengan 4 alat angkutan sebesar 0,324 jam/hari atau 19,44 menit/hari. Selisih ini akan menyebabkan bertambahnya *ritase* pengangkutan yang akan mengakibatkan meningkatnya jumlah produksi dan juga akan meningkatkan waktu efektif alat gali-muat sehingga juga akan meningkatkan efisiensi kerjanya.

Maka untuk mencari ritase per menit alat muat baru :

$$\text{Ritase} = \frac{\text{Waktu efektif alat muat baru dengan 108 ritase}}{\text{jumlah ritase}}$$

$$\text{Ritase} = \frac{149,04}{108}$$

$$\text{Ritase} = 1,38 \text{ menit.}$$

Ritase =
 (Waktu efektif 108 ritase alat saat ini – Waktu efektif 108 ritase alat baru) / Ritase

$$= \frac{\text{ritase/menit}}{1,38 \text{ menit}}$$

$$= \frac{(168,48 - 149,04) \text{ Menit}}{1,38 \text{ menit}}$$

$$= 14.$$

Jadi total ritase alat muat baru dengan 4 alat angkutan adalah sebanyak 122 ritase.

Efisiensi Kerja

Efisiensi kerja pada lokasi penelitian dinilai kurang baik, karena efisiensi kerja untuk 1 alat gali-muat

saat ini dengan 3 alat angkutan sebesar 35,1% sedangkan untuk alat baru sebesar 36,55%. Dimana nilai ini dipengaruhi oleh waktu *actual work*, *repair and maintenance*, waktu *standby* dan hambatan-hambatan lainnya. Untuk waktu hambatan alat gali-muat saat ini didapatkan disebabkan operator 5,28%, disebabkan waktu tunggu alat 84,22%, disebabkan cuaca 6,03%, disebabkan *maintenance* 4,46%.

Waktu Efektif

1. Waktu kerja efektif alat gali-muat saat ini dengan 3 alat angkutan

$$W_e = W_p - W_h$$

$$= 360 \text{ menit/hari} - 233,64 \text{ menit/hari.}$$

$$= 126,36 \text{ menit/hari.}$$

2. Waktu kerja efektif alat gali-muat baru 3 alat angkutan

$$W_e = 360 \text{ menit/hari} - 228,425 \text{ menit/hari.}$$

$$= 131,575 \text{ menit/hari.}$$

3. Waktu Kerja efektif alat gali-muat saat ini dengan 4 alat angkutan

$$W_e = 360 \text{ menit/hari} - 191,52 \text{ menit/hari.}$$

$$= 168,48 \text{ menit/hari.}$$

4. Waktu kerja efektif alat gali-muat baru dengan 4 alat angkutan

$$W_e = 360 \text{ menit/hari} - 186,306 \text{ menit/hari.}$$

$$= 173,694 \text{ menit/hari.}$$

Sehingga dapat mencari efisiensi kerja alat gali-muat tersebut

5. Efisiensi kerja alat gali-muat saat ini dengan 3 alat angkutan.

$$E = \frac{W_e}{W_p} \times 100\%$$

$$= \frac{126,36}{360} \times 100\%$$

$$= 35,1 \%$$

Tabel 2. Efisiensi Kerja Alat Gali-Muat

Variabel	Alat Saat Ini		Alat Baru	
	3	4	3	4
Alat Angkut (Unit)	3	4	3	4
Waktu Efektif (Menit)	126,36	168,48	131,575	173,694
Efisiensi kerja (%)	35,1	46,8	36,55	48,25

Produktivitas

Berdasarkan hasil perhitungan produksi yang dilakukan pada alat gali-muat saat dengan alat baru dengan 3 angkut, didapatkan hasil sebagai berikut :

1. Produktivitas 1 alat gali-muat saat ini dengan 3 alat angkut.

$$C_m = 0,26 \text{ menit.}$$

$$H_m = 1 \text{ LCM.}$$

$$FF_m = 74,79 \%$$

$$SF = 69,59 \%$$

$$E_m = 35,1 \%$$

Maka, produktivitas alat gali-muat saat ini adalah :

$$P_m = \frac{((60 \times 35,1\%) \times 1 \times 74,79\% \times 69,59\%)}{0,26}$$

$$= 42,157 \text{ BCM/jam.}$$

Tabel 3. Produktivitas Alat

Variabel	3 Alat Angkut		4 Alat Angkut	
	Alat Saat Ini	Alat Baru	Alat Saat Ini	Alat Baru
Cycle Time (Menit)	0,26	0,23	0,26	0,23
Bucket (LCM)	1	1	1	1
Fill Factor (%)	74,79	74,79	74,79	74,79
Swell Factor (%)	69,59	69,59	69,59	69,59
Efisiensi Kerja Alat (%)	35,1	36,55	46,8	48,25
Produktivitas (BCM/Hari)	266,8	316,38	337,26	393,06

Tabel 4. Jumlah Produksi Alat Gali-Muat

Produksi	3 Alat Angkut		4 Alat Angkut	
	Alat Saat ini	Alat Baru	Alat Saat ini	Alat Baru
Jam (BCM/Jam)	42,16	49,63	56,21	65,51
Harian (BCM/Hari)	252,96	297,75	337,26	393,06
Bulanan (BCM/Bulan)	6576,96	7741,50	8768,76	10219,56
Tahunan (BCM/Tahun)	78923,52	92898,00	105225,12	122634,72

D. Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian yang dilakukan maka dapat diambil kesimpulan sebagai berikut :

1. Faktor-faktor yang mempengaruhi efisiensi alat gali-muat saat ini ialah faktor operator sebesar 5,28 %, waktu tunggu alat sebesar 84,22 %, pengaruh cuaca sebesar 6,03%, lamanya waktu kerusakan dan perbaikan sebesar 4,46%. Sehingga faktor yang paling berpengaruh adalah waktu tunggu alat.
2. Untuk produksi alat gali-muat saat ini sebesar 266,8 BCM/hari sehingga produksi pertahaun alat gali-muat saat ini sebesar 83.241,60 BCM/tahun.
3. Target produksi perusahaan adalah sebesar 100.000 BCM/tahun. Sedangkan jumlah produksi alat gali-muat saat ini dengan 3 alat angkut adalah sebesar 83.241,6 BCM/tahun dan alat gali-muat baru dengan 3 alat angkut sebesar 92.898 BCM/tahun. Sedangkan untuk alat gali-muat saat ini dengan 4 alat angkut adalah 105.225,12 BCM/tahun dan untuk alat gali muat baru dengan 4 alat angkut adalah sebesar 122.634,72 BCM/tahun.
4. Setelah mengetahui produksi alat gali-muat saat ini perlu dilakukan penambahan alat angkut karena berdasarkan MF didapatkan nilai 0,647 ini menandakan kurangnya alat angkut sehingga menyebabkan alat gali-muat saat ini terdapat waktu tunggu.
5. Berdasarkan kajian secara teknis dapat disimpulkan bahwa alat gali-muat masih mampu untuk melayani alat angkut sehingga tidak perlu dilakukan

penambahan atau penggantian pada alat gali-muat. Tetapi untuk mencapai target produksi yang telah ditetapkan sebesar 100.000 BCM/tahun, maka perlu ditambah lagi 1 alat angkut agar target produksi yang direncanakan perusahaan tercapai.

E. Saran

1. Berdasarkan hasil penelitian, disarankan perusahaan menambah 1 lagi alat angkut guna mencapai target produksi.
2. Melakukan penelitian lanjut untuk faktor-faktor yang akan mempengaruhi *cycle time* dari alat angkut seperti jalan angkut dan kecepatannya.

Daftar Pustaka

- Anonim, 2017, “*Kalimantan Barat Dalam Angka*”. Badan Pusat Statistik Kalimantan Barat
- Anonim, 2018, “*Kalimantan Barat Dalam Angka*”. Badan Pusat Statistik Kalimantan Barat
- Fadly Asyik, Muhammad. 2017. *Evaluasi Aspek Teknis Dan Ekonomi Dalam Merencanakan Penggantian Alat Gali-Muat Dan Angkut Pada Pengupasan Overburden Di Pit 3000 Block 30 South Block PT Trubaindo Coal Mining Kecamatan Muara Lawa Kabupaten Kutai Barat Provinsi Kalimantan Timur*. Teknik Pertambangan. Fakultas Teknik. Universitas Islam Bandung.
- Muhajir, Afdal. 2018. *Kajian Teknis Dan Ekonomis Dalam Merencanakan Penggantian Alat Muat Dan Alat Angkut Pada Penambangan Quarry Batu Gamping PT Semen Padang Di Kelurahan Batu Gadang, Kecamatan Lubuk Kilangan Kota Padang Provinsi Sumatera Barat*.
- Pradjosumarto, 1993, “*Pemindahan Tanah Mekanis*”. Jurusan Teknik Pertambangan, Insitut Teknologi Bandung. Bandung.
- Roseke, Bane. 2013. “*Project Engineer Swell Factor for Various Material*” Canada
- Rochmanhadi. 1992. “*Alat Berat dan Penggunaannya*” Yayasan Badan Penerbit Pekerjaan Umum (YBPPU). Jakarta
- Suryadharma, Hendra dan Yoso Wigroho, Haryanto. 1998. “*Pemindahan Tanah Mekanis*” Yogyakarta. Universitas Atmajaya.
- Sutalaksana, Iftikar Z dkk. 2006. “*Teknik Perancangan Sistem Kerja*”. Institut Teknologi Bandung. Bandung
- Tenrisukki Tenriajeng, Andi. 2003, “*Pemindahan Tanah Mekanis*”, Gunadarma. Jakarta
- Wedhanto, Sonny. 2009. “*Alat Berat dan Pemindahan Tanah Mekanis*”. Universitas Teknik Sipil Negeri Malang. Malang.
- Yanto, Indonesianto. 2005. “*Pemindahan Tanah Mekanis Jurusan Teknik Pertambangan, UPN (Veteran)*”, UPN Veteran Yogyakarta. Yogyakarta.