

Evaluasi Teknis dan Ekonomis dalam Merencanakan Penggantian Alat Angkut pada Pengupasan Overburden di PT Citra Mitra Sehati Site Job PT Bama Ketahun, Desa Tanjung Dalam, Kecamatan Ulok Kupai, Kabupaten Bengkulu Utara, Provinsi Bengkulu

Dandi Leroy Tandri*, Iswandaru, Indra Karna Wijaksana

Prodi Teknik Pertambangan, Fakultas Teknik, Universitas Islam Bandung, Indonesia.

*dandileroy22@gmail.com, iswandaru@hotmail.com, indrakwijaksana@gmail.com

Abstract. The condition of mechanical devices that are classified as old and unfit for operation because they often break down and require special maintenance and the greater the operating costs of the equipment, of course affects productivity and production which will decrease. Therefore, so that the mining activities carried out are not disturbed due to equipment problems that are often damaged, it is necessary to replace the equipment. The purpose of this study was to determine the comparison of the production of old equipment and new equipment, and economic comparisons including operating costs, ownership costs, Present Worth Cost and Production Unit Cost values. The research method used in this research includes the collection of primary data and secondary data. From primary and secondary data, it is calculated so as to get the results of production values, operating costs, ownership costs, Present Worth Cost and Production Unit Cost for old equipment and new equipment. From the results of a technical study conducted, the old conveyance has a work efficiency of 82.09% with a production of 916.135,48BCM/year, while the new conveyance has a work efficiency of 85.53% with a production of 1,131,547.20 BCM/year. The results of the economic study showed that the operating costs of the old transportation equipment were IDR 3,241,306,604.79/year, and the operating costs for new transportation equipment were IDR 2,537,653,411.82 / year. In addition, the results of the calculation of the Production Unit Cost of the old transportation equipment were Rp. 7.365,17/BCM while for the new transportation equipment, it was Rp. Rp 2.725,38/BCM.

Keywords: *Equipment Age, Operating Cost, Ownership Cost.*

Abstrak. Kondisi dari alat mekanis yang sudah tergolong tua dan tidak layak beroperasi karena sering terjadi kerusakan dan membutuhkan perawatan yang khusus serta biaya operasi alat semakin besar, tentunya mempengaruhi produktivitas dan produksi yang akan semakin menurun. Oleh karena itu agar kegiatan penambangan yang dilakukan tidak terganggu karena masalah alat yang sering mengalami kerusakan maka perlu dilakukan penggantian alat. Tujuan penelitian ini adalah mengetahui perbandingan produksi alat lama dan alat baru, dan perbandingan secara ekonomis meliputi biaya operasi, biaya kepemilikan, nilai Present Worth Cost dan nilai Production Unit Cost. Metode penelitian yang dilakukan dalam penelitian ini meliputi pengambilan data primer dan data sekunder. Dari data primer dan sekunder dihitung sehingga mendapatkan hasil nilai produksi, biaya operasi, biaya kepemilikan, Present Worth Cost dan Production Unit Cost untuk alat lama dan alat baru. Dari hasil kajian teknis yang dilakukan, alat angkut lama mempunyai efisiensi kerja 82,09% dengan produksi sebesar 916.135,48 BCM/tahun, sedangkan untuk alat angkut baru mempunyai efisiensi kerja 85,53% dengan produksi sebesar 1.131.547,20 BCM/tahun. Hasil kajian ekonomi didapatkan biaya operasi alat angkut lama sebesar Rp 3.241.306.604,79 /tahun, dan untuk biaya operasi alat angkut baru adalah sebesar Rp 2.537.653.411,82 /tahun. Selain itu didapatkan juga hasil perhitungan Production Unit Cost alat angkut lama yaitu sebesar Rp 7.365,17/BCM BCM sedangkan untuk alat angkut baru yaitu sebesar Rp 2.725,38/BCM.

Kata Kunci: *Umur Alat, Biaya Operasi, Biaya Kepemilikan.*

A. Pendahuluan

Kegiatan pertambangan merupakan kegiatan pencarian bahan galian bernilai ekonomis, tahapan ini meliputi penggalian, pengolahan, pemanfaatan, dan penjualan dan pemasaran bahan galian (Thrush, 1968). Kegiatan pertambangan merupakan suatu kegiatan yang padat modal serta padat teknologi, dimana dalam kegiatan ini diperlukan modal yang cukup besar untuk memenuhi berbagai macam kegiatan yang diperlukan untuk menunjang kegiatan penambangan tersebut. Salah satunya adalah kebutuhan untuk kegiatan penambangan keberadaan alat mekanis yang digunakan seperti alat gali-muat, dan alat angkut, karena kedua alat tersebut merupakan salah satu teknologi yang sangat penting dalam kegiatan penambangan.

Seperti alat mekanis yang lainnya, alat angkut yang digunakan dalam suatu kegiatan penambangan memiliki batas pemakaian atau yang sering disebut dengan umur pakai alat, pengetahuan tentang umur ekonomis alat sangat diperlukan untuk memperhitungkan nilai depresiasi alat untuk tujuan investasi alat, selain itu hal yang penting ialah agar kita dapat mendapatkan kinerja alat yang optimum, efisien, ekonomis sehingga dapat menjaga kinerja alat yang terbaik layak dengan pertimbangan produktifitas, kenyamanan, keamanan dan keselamatan dalam penggunaan alat (Dandi, 2007).

PT Citra Mitra Sehati merupakan salah satu kontraktor tambang yang bergerak pada bidang pertambangan bahan batubara dalam kegiatannya menggunakan bantuan alat gali-muat dan alat angkut. Pada lokasi kegiatan PT Citra Mitra Sehati ini memiliki alat angkut yang sudah mencapai batas umur pemakaian serta kondisi dari alat digunakan yang sering mengalami kerusakan yang mengakibatkan biaya operasi cost meningkat tiap tahun, dan penurunan produksi, sehingga harus dilakukan kajian perencanaan penggantian alat. Dalam mengkaji penggantian alat tidak hanya dikaji dari segi fisik dan segi teknis saja, akan tetapi harus juga dikaji dari segi ekonomisnya. Oleh karena itu, untuk merencanakan penggantian alat perlu dilakukan kajian secara teknis yang meliputi kajian produksi alat, dan juga kajian ekonomi yang meliputi kajian biaya operasi, nilai Present Worth Cost (PWC) dan Production Unit Cost alat-alat tersebut, sehingga dapat diputuskan peralatan tersebut perlu diganti atau tidak. Berdasarkan latar belakang diatas tujuan dapat diambil sebagai berikut:

1. Mengetahui produksi dari alat angkut lama dan alat angkut baru.
2. Mengetahui biaya operasi (operating cost) dan biaya kepemilikan alat angkut lama dan alat angkut baru.
3. Mengetahui perbandingan Present Worth Cost (PWC) alat angkut lama dengan alat angkut baru.
4. Mengetahui perbandingan Production Unit Cost antara alat angkut lama dengan alat angkut baru serta perlukah dilakukan penggantian alat angkut lama dengan alat angkut baru.

B. Metodologi Penelitian

Metode penelitian yang dilakukan di PT Citra Mitra Sehati terbagi dua metodologi penelitian yaitu dengan data primer dan data sekunder.

1. Data Primer
Data primer dilakukan dengan cara mengumpulkan data yang berasal dari perusahaan atau dengan pengamatan secara langsung pada penelitian, mengamati dan mencatat data berdasarkan studi penelitian. Data primer dalam penelitian ini terdiri data waktu edar alat angkut, waktu kerja, waktu hambatan, volume material pada bucket, density insitu dan loose material, spesifikasi alat angkut, dan data jalan angkut (jarak dan grade).
2. Data sekunder
Data sekunder dilakukan melalui mengumpulkan data – data dari studi kepustakaan yaitu dengan mempelajari beberapa literatur yaitu laporan terdahulu dari perusahaan, handbook, jurnal ataupun website yang bersangkutan dengan kegiatan skripsi, dan data pendukung yang diberikan oleh perusahaan seperti sistem penambangan yang digunakan dan peralatan yang digunakan. Untuk data ekonomi yang dikumpulkan

adalah data operasi alat.

C. Hasil Penelitian dan Pembahasan

Produktivitas dan Produksi Alat Alat Angkut Lama Dan Alat Angkut Baru

Produktivitas Alat Gali Muat *Excavator Doosan DX 500*

Data yang digunakan adalah sebagai berikut:

Kapasitas *Bucket* (Hm) = 2.9 LCM

Fill Factor (FF) = 103 %

Efisiensi kerja (Em)n= 74,75 %

Swell Factor (SF) = 85 %

Cycle Time (Cm) = 21 Detik

Hasil produktivitas alat gali-muat excavator dapat dihitung sebagai berikut:

$$P_{im} = \frac{(E_m \times 3600) \times H_m \times F_m \times SF}{C_m}$$

$$P_{im} = \frac{(3600 \text{ jam/menit} \times 0,7475) \times 2,9 \text{ LCM} \times 103 \times 0,85}{21 \text{ Detik}} = 321,12 \text{ BCM/Jam/Alat}$$

Sehingga didapatkan Produksi alat muat lama sebesar:

$$P_m = P_{im} \times n_m$$

$$P_m = 321,12 \text{ BCM/Jam/Alat} \times 1 \text{ unit}$$

$$P_m = 321,12 \text{ BCM/Jam} \times 2860 \text{ jam/tahun (Annual in Hours Alat Gali-Muat)}$$

$$P_m = 918.411,38 \text{ BCM/Tahun}$$

Produktivitas Alat Angkut ADT *Volvo A40E Lama*

Untuk mengetahui produktivitas, alat data yang digunakan adalah sebagai berikut:

Kapasitas *Bucket* (Hm) = 2.9 LCM

Fill Factor (FF) = 103 %

Efisiensi kerja (Em) = 82,09%

Swell Factor (SF) = 85 %

Cycle Time (Cm) = 13,69 menit

Jumlah Pengisian (np) = 7 kali

Hasil produktivitas alat angkut lama ADT *Volvo A40E* dapat dihitung sebagai berikut:

$$P_{ia} = \frac{E_a \times 60 \times H_m \times F_m \times SF \times np}{C_a}$$

$$P_{ia} = \frac{(0,8209 \times 60 \text{ menit}) \times 2,4 \text{ LCM} \times 0,85 \times 1,03 \times 7}{13,69 \text{ Menit}} = 64,16 \text{ BCM/Jam/Alat}$$

Sehingga didapatkan produksi alat angkut baru sebesar:

$$P_a = P_{ia} \times n_a$$

$$P_a = 64,16 \text{ BCM/Jam/Alat} \times 5 \text{ unit}$$

$$P_a = 320,78 \text{ BCM/tahun} \times 2.856 \text{ jam/tahun (Annual in Hours Alat Angkut)}$$

$$= 916.135,48 \text{ BCM/tahun}$$

Produktivitas Alat Angkut ADT *Volvo A40E (Alat Baru)*

Berikut ini untuk mengetahui produktivitas alat data yang digunakan adalah sebagai berikut:

Kapasitas *Bucket* (Hm) = 2.9 LCM

Fill Factor (FF) = 103 %

Efisiensi kerja (Em)= 85,53 %

Swell Factor (SF) = 85 %

Cycle Time (Ca) = 11,51 menit

Jumlah Pengisian (np) = 7 kali

Hasil produktivitas alat angkut baru dapat dihitung sebagai berikut:

$$P_{ia} = \frac{E_a \times 60 \times H_m \times F_m \times SF \times np}{C_a}$$

$$P_{ia} = \frac{(0,8553 \times 60 \text{ menit}) \times 2,9 \text{ LCM} \times 1,03 \times 0,85 \times 7}{11,51 \text{ Menit}} = 79,24 \text{ Bcm/Jam/Alat}$$

Sehingga didapatkan produksi alat angkut baru sebesar:

$$P_a = P_{ia} \times n_a$$

$P_a = 79,24 \text{ Bcm/Jam/Alat} \times 5 \text{ unit}$

$P_a = 396,20 \text{ BCM/Jam} \times 2.856 \text{ jam/tahun (Annual in Hours Alat Angkut)}$

$P_a = 1.131.547,20 \text{ BCM/Tahun}$

Perbandingan Biaya *Operating Cost* Alat Angkut Lama Dan Alat Angkut Baru

Berikut ini rincian perhitungan biaya operasi alat gali-muat lama dan baru dapat dilihat pada tabel 1.

Tabel 1. Perbandingan Biaya *Operating Cost* Alat Angkut Lama Dan Alat Angkut Baru

No	Keterangan		Biaya Operasi Alat Angkut (Rp/Jam)	
			Lama	Baru
1	Bahan Bakar		Rp 749.099	Rp 561.824
2	Pelumnas	Engine	Rp 5.184	Rp 5.184
		Transmisi	Rp 5.577	Rp 5.577
		Hydraulic	Rp 2.789	Rp 2.789
3	Ban		Rp 4.643	Rp 4.643
4	Grease		Rp 2.571	Rp 2.571
5	Upah Operator		Rp 25.088	Rp 25.088
6	Maintenance	Engine	Rp 10.764	Rp 10.764
		Transmisi	Rp 1.700	Rp 1.700
		Fuel	Rp 3.400	Rp 3.400
		Hydraulic	Rp 313	Rp 313
		Brake	Rp 133	Rp 133
		Air Filter In	Rp 680	Rp 680
		Air Filter Out	Rp 1.208	Rp 1.208
7	Bengkel		Rp 107.221	Rp 87.527
8	Perbaikan		Rp 214.442	Rp 175.055
Total Biaya Operating Cost (perjam)			Rp 1.134.811,94	Rp 888.456,34
Total Biaya Operating Cost (pertahun)			Rp 3.241.306.604,79	Rp 2.537.653.411,82

Sumber: Data Penelitian yang sudah diolah 2022

Perbandingan Biaya *Owning Cost* (Biaya Kepemilikan) Angkut Lama Dan Alat Angkut Baru

Perhitungan owning cost terdiri dari biaya data yang diperlukan yaitu data trade in value, depreciasi, penanaman modal tahunan, dan asuransi dan pajak. Untuk nilai trade in value yang berdasarkan pada data Statistic Organisation for Economic Co-Operation and Development (OECD) dimana nilai yang dipilih untuk trade in value pada perhitungan owning cost adalah nilai rest of the world (nilai rata-rata di seluruh dunia) yaitu 11%. Sementara untuk nilai Tax dan asuransi didapatkan berdasarkan data UU No 04 Tahun 2009 Pasal 6 yang membahas mengenai pajak berganda alat berat yaitu dengan nilai 0,1%. Berikut ini rincian perhitungan biaya pemilikan alat angkut lama dan baru adalah dapat dilihat Tabel 2.

Tabel 2. Perbandingan Biaya Kepemilikan Pada Alat Angkut Lama dan Baru

No	Keterangan	Alat Angkut	
		Lama	Baru
1	Umur Alat (Jam)	22.848	2.856
2	Umur Alat (Tahun)	8	1
3	Annual Use in Hours (Jam/Tahun)	2856	2856
4	Harga Alat (Rp)	Rp 3.500.000.000,00	Rp 4.000.000.000,00
5	Hasil Trade in Value (Rp)	Rp 385.000.000,00	Rp 440.000.000,00
6	Hasil Depresiasi (Rp/Jam/Tahun)	Rp 153.172,87	Rp 155.604,18
7	Tax and Insurance (Rp/Jam/Tahun)	Rp 68.076,83	Rp 77.802,09
Total Owning Cost (Rp/Tahun)		Rp 631.889.132,01	Rp 666.608.315,09
Total Owning Cost (Rp/Jam)		Rp 221.249,70	Rp 233.406,27

Sumber: Data Penelitian yang Sudah Diolah 2022

Present Worth Cost (PWC)

Berikut tabel yang menunjukkan biaya operasi tiap tahun dapat dilihat pada Tabel 3 dan Tabel 4. Sementara untuk nilai Present Worth Cost pada untuk alat angkut lama dapat dilihat pada Tabel 5 dan Present Worth Cost pada untuk alat angkut baru dapat dilihat pada Tabel 6.

Tabel 3. Biaya Operasi Alat Angkut Lama

Tahun	Inflasi	Biaya Operasi (Rp/Tahun)	
		Alat Lama	
2022	5,71%	Rp	3.241.306.604,79
2023	5,71%	Rp	3.426.385.211,92

Tabel 4. Biaya Operasi Alat Angkut Baru

Tahun	Inflasi	Biaya Operasi (Rp/Tahun)	
		Alat Baru	
2022	5,71%	Rp	2.537.653.411,82
2023	5,71%	Rp	2.682.553.421,63
2024	5,71%	Rp	2.835.727.222,01
2025	5,71%	Rp	2.997.647.246,39
2026	5,71%	Rp	3.168.812.904,15
2027	5,71%	Rp	3.349.752.120,98
2028	5,71%	Rp	3.541.022.967,09
2029	5,71%	Rp	3.743.215.378,51
2030	5,71%	Rp	3.956.952.976,62

Tabel 5. *Present Worth Cost* Alat Angkut Lama

n	Tahun	Inflasi (%)	P/F 9,67%,n	Biaya (Rp/Tahun)	
1	2022	5,71%	0,9118	Rp	3.587.453.339,11
2	2023	5,71%	0,8314	Rp	3.160.635.328,98
Present Worst Cost (PWC)				Rp	6.748.088.668,08

Sumber: Data Penelitian yang Sudah Diolah 2022

Tabel 6. *Present Worth Cost* Alat Angkut Baru

n	Tahun	Inflasi (%)	P/F 9,67%,n	Biaya (Rp/Tahun)	
1	2022	5,71%	0,9118	Rp	6.980.566.011,80
2	2023	5,71%	0,8314	Rp	2.897.014.982,28
3	2024	5,71%	0,7581	Rp	2.816.480.840,50
4	2025	5,71%	0,6913	Rp	2.738.854.651,67
5	2026	5,71%	0,6303	Rp	2.664.031.414,50
6	2027	5,71%	0,5747	Rp	2.591.909.919,09
7	2028	5,71%	0,5241	Rp	2.522.392.610,08
8	2029	5,71%	0,4779	Rp	2.347.264.556,34
9	2030	5,71%	0,4357	Rp	2.199.080.170,52
Present Worst Cost (PWC)				Rp	27.757.595.156,77

Sumber: Data Penelitian yang Sudah Diolah 2022

Production Unit Cost (PUC)

Dari hasil perhitungan menggunakan kajian teknis dan ekonomis. pada alat lama nilai Present Worth Cost lebih rendah dibandingkan alat baru akan tetapi berdasarkan kajian teknis alat baru lebih tinggi dibandingkan alat lama, oleh karena itu untuk menentukan penggantian alat

angkutan harus dilakukan perhitungan Production Unit Cost (PUC) yang merupakan biaya produksi per unit alat yang harus dikeluarkan untuk menghasilkan suatu produk. Analisis Production Unit Cost bertujuan untuk mengetahui berapa biaya yang harus dikeluarkan untuk menghasilkan 1 BCM bahan galian. Nilai PUC alat lama dengan alat baru akan dibandingkan karena nilai yang lebih rendah tersebut akan lebih menguntungkan.

Production Unit Cost Alat Angkut Lama

$$\text{Production Unit Cost} = \frac{\text{Present Worth Cost}}{\text{Produksi} \times \text{Umur alat}} = \frac{\text{Rp } 6.748.088.668,08}{916.135,48 \text{ BCM/Tahun} \times 1 \text{ Tahun}} \\ = \text{Rp } 7.370,48/\text{BCM}$$

Production Unit Cost Alat Angkut Baru

$$\text{Production Unit Cost} = \frac{\text{Present Worth Cost}}{\text{Produksi} \times \text{Umur alat}} = \frac{\text{Rp } 27.757.595.165,76}{1.131.547,20 \text{ BCM/Tahun} \times 9 \text{ Tahun}} \\ = \text{Rp } 2.727,84/\text{BCM}$$

D. Kesimpulan

Kesimpulan yang dapat diambil dari hasil penelitian yang dilakukan adalah sebagai berikut:

1. Produksi untuk 5 unit alat angkut lama yaitu sebesar 916.135,48 BCM/tahun, sedangkan untuk produksi 5 unit alat angkut baru sebesar 1.131.547,20 BCM/tahun.
2. Biaya operasi untuk alat angkut lama yaitu sebesar Rp 3.241.306.604,79/tahun, sedangkan biaya operasi alat angkut baru sebesar Rp 2.537.653.411,82/tahun. Adapun biaya kepemilikan untuk alat angkut lama Rp 631.889.132,01 dan biaya kepemilikan alat angkut baru sebesar Rp 666.608.315,09.
3. Nilai Present Worth Cost untuk alat angkut lama sebesar Rp 6.748.088.668,08 untuk pemakaian alat selama 1 tahun sedangkan nilai Present Worth Cost untuk alat angkut baru didapatkan nilai sebesar Rp 27.757.595.165,77 untuk pemakaian alat selama 9 tahun.
4. Berdasarkan kajian dan perhitungan secara teknis dan ekonomis didapatkan nilai Production Unit Cost untuk alat lama sebesar Rp 7.370,48 /BCM lebih kecil dibandingkan alat angkut lama yaitu sebesar Rp 7.365,17/BCM. Berdasarkan hasil perbandingan hasil PUC, alat angkut baru lebih hemat dibandingkan alat angkut lama sehingga perlu dilakukan penggantian alat.

Acknowledge

1. Dosen beserta Staff Program Studi Teknik Pertambangan Universitas Islam Bandung. Bapak Dr. Ir. Yunus Ashari, M.T. selaku Ketua Prodi. Bapak Noor Fauzi Isnarno, S.Si., S.Pd., M.T. selaku Sekretaris Prodi.
2. Bapak Ir. Zaenal., M.T. selaku Koordinator Skripsi. Bapak Iswandaru, ST., M.T selaku Dosen Pembimbing, dan Bapak Indra Karna Wijaksana, S.Pd., S.T., M.T selaku Co-Pembimbing.
3. Kepada orang tua, dan adik yang selalu memberi segala bentuk dukungan kepada penyusun,
4. PT Citra Mitra Sehati yang sudah memberikan kesempatan bagi penyusun untuk melakukan penelitian,
5. Seluruh teman-teman yang telah membantu dalam support maupun mental dalam menyelesaikan skripsi, terutama untuk anak-anak WH13.

Daftar Pustaka

- [1] Anonim, 2013, "Katalog Alat Berat 2013" Kementerian Pekerjaan Umum, Pusat Pembinaan Sumber Daya Investasi, Jakarta.
- [2] Anonim, 2019, "Handbook Kobelco Sk330-10 Backhoe", Tokyo, Japan
- [3] Arif Wibowo Saputra, 2019, "Evaluasi jalan Angkut Tambang Berdasarkan Geometri Dan Daya Dukung Pada Lapisan Tanah Dasar", Journal Fakultas Teknik Pertambangan Universitas Lambung Provinsi Lampung
- [4] Bahar, S.B., 2015, "Analisis Investasi Alat Berat pada Pekerjaan Pengaspalan Jalan

- Lapis Penetrasi Macadam Kabupaten Buton Utara Sulawesi Tenggara”, Ekstrapolasi Jurnal Teknik Sipil, 6 (1) 39-48
- [5] Brand et al, 1998 “Nikel Laterite Clasifications and freatures” Australia, AGSO Journal Australian Geology and Geophysics
 - [6] BPS, Bengkulu, 2019” Data Kependudukan” Provinsi Bengkulu
 - [7] Cummins, A.B. 1973, “Mining Engineering Handbook”, Society Mining Engineers of The American Institute of Mining , Metallurgical, and Petroleum Engineer, Inc New York
 - [8] Dwiyanto, 2009, “Buku Ajar Pemindahan Tanah Mekanis”, Jurusan Teknik Sipil Fakultas Teknik UNDIP, Semarang.
 - [9] Golightly, J, P 1979 “Nikel Laterite Deposit Economic”, Anniversary Volume 710-735
 - [10] Komatsu 2009 “Specifications & Applications Handbook Editions 30” Komatsu
 - [11] Komatsu 2006 “Specifications & Applications Handbook Editions 6” Komatsu
 - [12] Moe’tamar, 2005, “Iventarisasi dan Evaluasi Mineral Logam di Daerah”. Di Daerah Kabupaten Bombana” Provinsi Sulawesi Tenggara.
 - [13] Nabar Darmansyah, 1998, “Pemindahan Tanah Mekanis dan Alat Berat”. Universitas Sriwijaya, Palembang.
 - [14] Paul. W. Thrush, 1968, “A Dictionary of Mining, Mineral, and Related Terms” Washington U.S.: Department of Interior, Bureau of Mines
 - [15] Prodjosumarto, Partanto, 1993, “Pemindahan Tanah Mekanis”, Departemen Pertambangan Institut Teknologi Bandung. Bandung.
 - [16] Pryantara, Dandi, 2007, “Umur Ekonomis Alat” Fakultas Teknik UPN Veteran. Jakarta.
 - [17] Stermole, Franklin J, 1996, “Economic Evaluation and Investment Decision Methods”, Invesment Evaluation corporation 2000 Golden Drive, Colorado
 - [18] Sudrajat, Simandjuntak, dkk., 1993, Peta Geologi Lembar Kolaka, Sulawesi.
 - [19] Sugiyanto, L. H. 1984, “Manajemen Alat-Alat Berat”. Technical Consulting Department. PT United Tractors. Jakarta
 - [20] Syafrizal, 2011, “Karakterisasi Mineralogi Endapan Nikel Laterit Daerah Tinanggea Kabupaten Bombana Provinsi Sulawesi Tenggara”. Journal Riset Geologi dan Pertambangan
 - [21] Tenriajeng, A.T, 2003, “Pemindahan Tanah Mekanis atau Alat Berat”, Gunadarma, Depok
 - [22] Wedhanto, Sonny, 2009, “Alat Berat dan Pemindahan Tanah Mekanis” Universitas Negeri Malang, Malang.
 - [23] Wignjoesobroto, 2000, “Alat Berat dan Pemindahan Tanah Mekanis” Universitas Negeri Sriwijaya Palembang.
 - [24] Wong, J.Y 2001 “Theory of Ground Vehicles Third Edition”, Journal of applied Minning Willey-IEEE.