

Kajian Teknis dan Ekonomis dalam Merencanakan Penggantian Alat Angkut pada Pengupasan Overburden Penambangan Batubara PT Citra Mitra Sehati Site Job PT Cakra Bumi Pertiwi di Kecamatan Ulok Kupai, Kabupaten Bengkulu Utara, Provinsi Bengkulu

Fattah Aulia Rachman*, Zaenal, Iswandaru

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

*fattahaulia96@gmail.com, zaenal.mq66@gmail.com, iswandaru@hotmail.com

Abstract. Mining activities use 1 Dossan Dx 500 Excavator and 10 Dumptruck Transporting Hino 700. The age of this mechanical tool has almost reached its service life and frequent breakdowns occur, resulting in decreased tool performance and greater operating costs. This of course affects the productivity and production which is decreasing. Therefore, it is necessary to plan to replace the tool or not. The purpose of this study is to determine the comparison of the production of old equipment and new equipment, and the economic comparison includes operating costs, ownership costs, Present Worth Cost and Production Unit Cost values. The research method is taking primary data and also secondary data. The primary data in this research are working time, excavator bucket material volume, circulation time, resistance time, in situ density testing, density loose testing, and haul road data. Secondary data in this study are equipment specifications, fuel prices, lubricating oil prices, filter prices, tool life, trade in value, depreciation, tax and insurance, inflation and interest rates. From the primary and secondary data, the results of the production value, operating costs, ownership costs, Present Worth Cost, and Production Unit Costs for old and new tools are obtained. Based on the results of technical and economic studies, the old transporting production with production of 761.776,63 BCM/year and new transporting production of 990.964,80 BCM/year. Based on the results of an economic study, the Present Worth Cost of the old equipment was IDR 9,132,362,361.05 and the new equipment was IDR 18,478,081,688.32. The cost of calculating the old transporting of the cost of Production Unit Cost IDR 2.997,06 /BCM and new transporting of IDR 2.071,84 BCM.

Keywords: *Age of Equipment, Production, Operating Costs.*

Abstrak. Kegiatan penambangan menggunakan 1 alat gali-muat Excavator Dossan Dx 500 dan 10 alat angkut Dump Truck Hino 700. Umur alat mekanis ini hampir mencapai umur pemakaian dan sering terjadi kerusakan, sehingga mengalami penurunan kinerja alat dan biaya operasinya semakin besar. Hal ini tentunya mempengaruhi produktivitas dan produksinya yang semakin menurun. Oleh karena itu perlu merencanakan penggantian alat atau tidak. Adapun tujuan penelitian ini adalah mengetahui perbandingan produksi alat lama dan alat baru, serta perbandingan secara ekonomis meliputi biaya operasi, biaya kepemilikan, nilai Present Worth Cost dan nilai Production Unit Cost. Data primer pada penelitian ini yaitu waktu kerja, volume material bucket excavator, waktu edar, waktu hambatan, pengujian density insitu, pengujian density loose, dan data jalan angkut. Data sekunder pada penelitian ini yaitu spesifikasi alat, harga bahan bakar, harga minyak pelumas, harga filter, umur alat, nilai trade in value, depresiasi, tax and insurance, inflasi, dan tingkat suku bunga. 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. Berdasarkan hasil kajian teknis dan ekonomis alat angkut lama produksi dengan produksi sebesar 761.776,63 BCM/tahun dan alat angkut baru produksi sebesar 990.964,80 BCM/tahun. Berdasarkan hasil kajian ekonomi didapatkan hasil Present Worth Cost alat lama Rp 9.132.362.361,05 dan alat baru sebesar Rp 18.478.081.688,32. Perhitungan biaya Production Unit Cost untuk alat angkut lama biaya Production Unit Cost Rp 2.998,03 /BCM dan alat angkut baru sebesar Rp 2.071,80 /BCM.

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

A. Pendahuluan

Kegiatan penambangan merupakan kegiatan pencarian bahan galian bernilai ekonomis, tahapan ini meliputi penggalian, pengolahan, pemanfaatan, dan penjualan dan pemasaran bahan galian. Industri pertambangan merupakan padat modal (high capital), dan padat teknologi (high technology), yang dimana dalam kegiatan industri pertambangan ini membutuhkan biaya yang cukup besar untuk menunjang dalam kegiatan operasi penambangan salah satunya kebutuhan alat gali-muat dan alat angkut. Kedua alat tersebut merupakan peralatan yang sangat penting dan faktor keberhasilan kegiatan penambangan dalam mencapai target produksi.

Alat Angkut memiliki batas pemakaian atau yang sering disebut dengan umur pakai alat, yang dimana semakin lama alat digunakan maka kinerja alat mekanis yang digunakan akan mengalami penurunan kinerja mesin, kerusakan alat dan memerlukan perawatan khusus (Katalog Alat Berat Kontruksi, 2013). Salah satu parameter yang harus dilakukan agar kegiatan penambangan tidak terganggu akibat permasalahan alat mekanis yang sering mengalami breakdown (kerusakan alat) maka perlu dilakukan perencanaan penggantian alat mekanis jika sudah mencapai batas umur pemakaian alat dengan alat baru, agar kegiatan penambangan yang dilakukan mencapai target produksi (Sugiyanto, L. H. 1984).

Pada lokasi kegiatan pengupasan overburden PT Citra Mitra Sehati ini memiliki alat angkut yang sudah mencapai batas umur pemakaian serta kondisi dari alat tersebut sering mengalami kerusakan (breakdown). Kajian yang dilakukan dalam merencanakan penggantian alat berdasarkan kajian teknis dan ekonomis, dalam kajian teknis yaitu memperhitungkan produksi sedangkan dalam kajian ekonomis mencakup perhitungan biaya operasional, biaya kepemilikan (Ownership Cost), nilai Present Worth Cost (PWC), serta Production Unit Cost. Berdasarkan kajian teknis dan ekonomis maka dapat diputuskan alat tersebut perlu dilakukan penggantian alat atau tidak. Berdasarkan latar belakang diatas tujuan dapat diambil sebagai berikut:

1. Mengetahui berapa produksi alat angkut lama dan baru.
2. Mengetahui biaya operasi dan biaya kepemilikan pada alat angkut lama dan baru.
3. Mengetahui perbandingan Present Worth Cost (PWC) antara alat angkut lama dengan yang baru.
4. Mengetahui perbandingan Production Unit Cost antara alat angkut lama dan baru, dan perlukah dilakukan penggantian alat atau tidak

B. Metodologi Penelitian

Metode penelitian yang dilakukan terbagi dua metodologi penelitian yaitu dengan data primer dan data sekunder.

1. Data Primer
Data primer terdiri kajian teknis terdiri waktu kerja, waktu edar alat gali-muat, waktu edar alat angkut, volume nyata bucket (Fill Factor), Swell Factor, dan data jalan angkut (jarak dan grade).
2. Data sekunder
Data sekunder, merupakan data yang diambil secara tidak langsung. Data yang diambil melalui literatur atau data yang sudah dipublikasikan yang dapat menunjang dan data pendukung yang diberikan oleh perusahaan seperti sistem penambangan yang digunakan, dan peralatan yang digunakan. Untuk data ekonomi yang dikumpulkan adalah data biaya bahan bakar, biaya penggantian oli, biaya maintenance, biaya perbaikan, harga alat, Trade In Value, serta biaya pajak dan asuransi

C. Hasil Penelitian dan Pembahasan

Produktivitas dan Produksi Alat Angkut

Berikut ini hasil penelitian yang dilakukan untuk mengetahui produktivitas dan produksi alat Angkut baru adalah sebagai berikut.

Kapasitas Bucket (H_m) = 2,8 LCM

Fill Factor (FF) = 85 %

Efisiensi kerja (E_m) = 78%

Swell Factor (SF) = 87 %

Cycle Time (Cm) = 17,27 detik

Produktivitas Alat Angkut Lama

$$P_{im} = \frac{(E_m \times 60) \times H_{mt} \times F_m \times SF}{C_m}$$

$$P_{im} = \frac{(60 \text{ menit} \times 0,7233) \times 1,8 \text{ LCM} \times 0,87 \times 0,85}{17,27 \text{ Detik}} = 28,09 \text{ BCM/Jam/Alat}$$

Produksi alat Angkut Lama

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

$$P_m = 28,09 \text{ BCM/Jam/Alat} \times 10 \text{ unit}$$

$$P_m = 280,89 \text{ BCM/Jam} \times 2712 \text{ jam/tahun}$$

$$P_m = 761.776,63 \text{ BCM/Tahun}$$

Produktivitas Alat Angkut Baru

Kapasitas Bucket (Hm) = 2,8 LCM

Fill Factor (FF) = 85 %

Efisiensi kerja (Em) = 79,84%

Swell Factor (SF) = 87%

Cycle Time (Cm) = 15,22 detik

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

$$P_{im} = \frac{(E_m \times 60) \times H_{mt} \times F_m \times SF}{C_m}$$

$$P_{im} = \frac{(60 \text{ menit} \times 0,7394) \times 1,4 \text{ LCM} \times 1,03 \times 0,85}{15,20 \text{ Detik}} = 36,54 \text{ BCM/Jam/Alat}$$

Produksi Alat Angkut Baru

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

$$P_m = 36,54 \text{ BCM/Jam/Alat} \times 10 \text{ unit}$$

$$P_m = 365,40 \text{ BCM/Jam} \times 2712 \text{ jam/tahun}$$

$$P_m = 990.964,80 \text{ BCM/Tahun}$$

Perbandingan Biaya Operasi Alat Angkut Lama dan Alat Angkut Baru

Untuk menghitung biaya operasi alat muat lama dapat diperhitungan sesuai dengan biaya yang diperlukan seperti biaya bahan bakar, Biaya minyak pelumas, biaya ban, Biaya konsumsi grease, upah operator, biaya bengkel dan biaya perbaikan.

1. Biaya Bahan Bakar Lama

Konsumsi bahan bakar = 22,94 liter/jam

Harga bahan bakar = Rp 24.450 /liter (Acuan Harga Pertamina November 2022)

Biaya = Konsumsi Bahan Bakar x Harga
 = 22,94 liter/jam x Rp 24.450 /liter
 = Rp 560.957,98 /jam

2. Biaya Bahan Bakar Baru

Konsumsi bahan bakar = 16,27 liter/jam

Harga bahan bakar = Rp 24.450 /liter (Acuan Harga Pertamina November 2022)

Biaya = Konsumsi Bahan Bakar x Harga
 = 16,27 liter/jam x Rp 24.450 /liter
 = Rp 397.974,55 /jam

3. Biaya Minyak Pelumas

Konsumsi *Engine Oil* = 0,015 liter/jam

Harga *Engine Oil* = Rp 28.560/liter (Acuan Data Perusahaan)

= 0,0015 liter/perjam x Rp 28.560/liter

= Rp 428 liter/jam

Konsumsi *Transmisi Oil* = 0,02 liter/jam

Harga <i>Tranmisi Oil</i>	= Rp 44.519 /liter (Acuan Data Perusahaan)
	= 0,02 liter/jam x Rp 44.519/liter
	= Rp 890 liter/jam
Konsumsi <i>Hydraulic Oil</i>	= 0,012 liter/jam
Harga <i>Hydraulic Oil</i>	= Rp 23.750 /liter (Acuan Data Perusahaan)
	= 0,012 liter/jam x Rp 23.750 /liter
	= Rp 283 liter/jam
4. Biaya <i>Grease</i>	
5. Konsumsi <i>Grease</i>	$= \frac{7 \text{ kg/bulan}}{28 \text{ hari/bulan}} = 0,25 \text{ kg/hari}$
	$= \frac{0,25 \text{ kg/hari}}{10 \text{ jam/hari}} = 0,025 \text{ kg/jam}$
Biaya <i>Grease</i>	$= 0,025 \text{ kg/jam} \times \text{Rp } 45.883 \text{ kg}$
	= Rp 1.147 /jam
6. Upah Operator	
Upah Operator	= Rp. 194.100 /hari
Jam Kerja	= 10 jam/hari
Biaya	$= \frac{\text{Upah Operator}}{\text{Jam Kerja}}$
	$= \frac{194.100 \text{ /hari}}{10 \text{ Jam}}$
	= Rp 19.410 jam/hari
7. Biaya Perawatan	
Biaya <i>Enginel Filter</i>	$= \frac{\text{Harga } \textit{Engine Filter}}{\text{Jam Pergantian}}$
	$= \frac{\text{Rp } 185.000}{250 \text{ jam}}$
	= Rp 740 /jam
Biaya Transmisi Filter	$= \frac{\text{Harga Transmisi Filter}}{\text{Jam Pergantian}}$
	$= \frac{\text{Rp } 50.000}{2.000 \text{ jam}}$
	= Rp 25.000 /jam
Biaya Hydraulic Filter	$= \frac{\text{Harga Hydraulic Filter}}{\text{Jam Pergantian}}$
	$= \frac{\text{Rp } 250.000}{2.000 \text{ jam}}$
	= Rp 125.000 /Jam
Biaya <i>Fuel Filter</i>	$= \frac{\text{Harga } \textit{Fuel Filter}}{\text{Jam Pergantian}}$
	$= \frac{\text{Rp } 150.000}{250 \text{ jam}}$
	= Rp 600.000 /Jam
Biaya <i>Brake Filter</i>	$= \frac{\text{Harga } \textit{Brake Filter}}{\text{Jam Pergantian}}$
	$= \frac{\text{Rp. } 33.525}{2.000 \text{ jam}}$
	= Rp 17.000 /Jam
Biaya <i>Air Cleaner Assyt</i>	$= \frac{\text{Harga } \textit{Air Cleaner Assayt}}{\text{Jam Pergantian}}$
	$= \frac{\text{Rp } 660.000}{500 \text{ jam}}$
	= Rp 1.320/Jam
Biaya Air Dryer Filter	$= \frac{\text{Harga AirDryer Filttert}}{\text{Jam Pergantian}}$
	$= \frac{\text{Rp } 180.000}{1.000 \text{ jam}}$
	= Rp 180 /Jam

$$\begin{aligned}
 \text{Biaya Bengkel} &= 8,75 \% \times \frac{\text{Harga Alat (Rp)}}{\text{Annual Use in Hours (jam)}} \\
 &= 8,75 \% \times \frac{\text{Rp } 2.500.000.000}{2.712 \text{ jam}} \\
 &= \text{Rp } 80.652,30 \text{ Jam} \\
 \text{Biaya Perbaikan} &= 17,05 \% \times \frac{\text{Harga Alat (Rp)}}{\text{Annual Use in Hours (jam)}} \\
 &= 17,05 \% \times \frac{\text{Rp } 2.500.000.000}{2.712 \text{ jam}} \\
 &= \text{Rp } 161.304,59 \text{ Jam}
 \end{aligned}$$

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

Tabel 1. Perbandingan Operasi Biaya Alat Angkut Lama dan Alat Angkut Baru

No	Keterangan	Biaya Operasi Alat Angkut (Rp/Jam)	
		Lama	Baru
1	Bahan Bakar	Rp 560.958	Rp 397.975
2	Pelumas	Engine	Rp 428
		Transmisi	Rp 890
		Hydraulic	Rp 238
		Power Steering Oil	Rp 151
3	Ban	Rp 4.107	Rp 4.107
4	Grease	Rp 1.147	Rp 1.147
5	Upah Operator	Rp 19.410	Rp 19.410
6	Maintenance	Engine	Rp 740
		Transmisi	Rp 25
		Fuel	Rp 600
		Hydraulic	Rp 125
		Brake	Rp 17
		Air cleaner Assy	Rp 1.320
		Air Dryer Filter	Rp 180
7	Bengkel	Rp 80.652	Rp 64.522
8	Perbaikan	Rp 161.305	Rp 129.044
Total Biaya Operating Cost (perjam)		Rp 832.293	Rp 620.918
Total Biaya Operating Cost (pertahun)		Rp 2.257.395.731,95	Rp 1.684.092.294,68

Sumber: Data Penelitian yang Sudah Diolah 2022

Perbandingan Biaya Kepemilikan (Owning Cost)

Berikut ini rincian perhitungan biaya kepemilikan alat angkut lama dan baru adalah dapat dilihat Tabel 2.

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

No	Keterangan	Alat Angkut	
		Lama	Baru
1	Umur Alat (Jam)	13,605	24,489
2	Umur Alat (Tahun)	5	9
3	Annual Use in Hours (Jam/Tahun)	2721	2721
4	Harga Alat (Rp)	Rp 2,500,000,000.00	Rp 2,800,000,000.00
5	Hasil Trade in Value (Rp)	Rp 275,000,000.00	Rp 308,000,000.00
6	Hasil Depresiasi (Rp/Jam/Tahun)	Rp 91,149.90	Rp 102,087.89
7	Penanaman Modal Tahunan (Faktor)	0.56	0.56
8	Tax and Insurance (Rp/Jam/Tahun)	Rp 51,207.81	Rp 57,352.74
Total Owning Cost (Rp/Tahun)		Rp 387,355,317.46	Rp 433,837,955.55
Total Owning Cost (Rp/Jam)		Rp 142,357.71	Rp 159,440.63

Sumber: Data Penelitian yang Sudah Diolah 2022

Present Worth Cost (PWC)

Berikut merupakan nilai *present worth cost* alat angkut dapat dilihat pada tabel 3 dan tabel 4.

Tabel 3. Present worth Cost (PWC) Alat Angkut Lama

n	Tahun	Inflasi (%)	P/F 9,82%,n	Biaya (Rp/Tahun)
1	2022	5,71	0,9106	Rp 2.442.896.869,04
2	2023	5,71	0,8292	Rp 2.365.968.479,16
3	2024	5,71	0,7550	Rp 2.291.919.124,81
4	2025	5,71	0,6875	Rp 2.031.577.888,03
Present Worst Cost (PWC)				Rp 9.132.362.361,05

Sumber: Data Penelitian yang Sudah Diolah 2022

$$\begin{aligned} &PWCC + (OC1 (P/Fi,n) + OWC) + (OC2 (P/Fi,n) + OWC) \dots + (OCn - L) (P/Fi,n) + \\ &OWC = (Rp 2.257.395.731,95 (0,9106) + Rp 387.355,317) + (Rp 2.386.293.028,24 (0,8292) + \\ &Rp 387.355,317) + (Rp 2.522.550.360,16 (0,7550) + Rp 387.355,317) (Rp 2.666.587.985,72 - \\ &Rp 275.000.000 (0,7579) + Rp 387.355,317) = Rp. 9.132.362.361,05 \end{aligned}$$

Tabel 4. Present Worth Cost (PWC) Alat Angkut Baru

n	Tahun	Inflasi (%)	P/F 9,82%,n	Biaya (Rp/Tahun)
1	2022	5,71	0,9106	Rp 4.767.340.318,22
2	2023	5,71	0,8292	Rp 1.909.949.180,81
3	2024	5,71	0,7550	Rp 1.854.705.899,66
4	2025	5,71	0,6875	Rp 1.801.530.091,51
5	2026	5,71	0,6260	Rp 1.750.344.381,45
6	2027	5,71	0,5700	Rp 1.701.074.290,30
7	2028	5,71	0,5191	Rp 1.653.648.126,25
8	2029	5,71	0,4727	Rp 1.607.996.880,56
9	2030	5,71	0,4304	Rp 1.431.492.519,56
Present Worst Cost (PWC)				Rp 18.478.081.688,32

Sumber: Data Penelitian yang Sudah Diolah 2022

$$\begin{aligned} &PWC C + (OC1 (P/Fi,n) + OWC) + (OC2 (P/Fi,n) + OWC) \dots + (OCn - L) (P/Fi,n) + \\ &OWC = 2.800.000.000 + Rp 1.684.092.294,68 (0,9106) + Rp 433.837.955,55 + (Rp \\ &1.780.253.964,70 (0,8292) + Rp 433.837.955,55) + (Rp 1.881.906.466,09 (0,7550) + Rp \\ &433.837.955,55) + (Rp 1.989.363.325,30 (0,6875) + Rp 433.837.955,55) + (Rp \\ &2.102.955.971,17 (0,6260) + Rp 433.837.955,55) + (Rp 2.223.034.757,13 (5700) + \\ &433.837.955,55) + (Rp 2.349.970.041,76 (0,5191) + Rp 433.837.955,55) + (Rp \\ &2.484.153.331,15 (0,4727) + Rp 433.837.955,55) + Rp 2.625.998.486,35 - 308.000.000 \\ &(0,4304) + Rp 433.837.955,55 = Rp. 18.478.081.688,32 \end{aligned}$$

Production Unit Cost (PUC)

Berdasarkan hasil perhitungan dari segi teknis dan segi ekonomis. alat lama nilai Present Worth Cost lebih rendah dibandingkan alat baru. tetapi dari segi kajian teknis alat baru lebih tinggi dibandingkan alat lama, oleh karena itu untuk menentukan penggantian alat harus dilakukan perhitungan Unit Cost Production. Berikut hasil perbandingan perhitungan antara alat lama dan alat baru sebagai berikut.

$$\begin{aligned} \text{Alat Angkut Lama} &= \frac{\text{Present Worth Cost}}{\text{Produksi x Umur Alat}} \\ &= \frac{Rp 9.132.362.361,05}{761.776,63 \text{ BCM/Tahun} \times 4 \text{ tahun}} \\ &= \text{Rp} 2.997,06 \text{ BCM} \\ \text{Alat Angkut Baru} &= \frac{\text{Present Worth Cost}}{\text{Produksi x 8 tahun}} \\ &= \frac{Rp 18.478.081.788,02}{990.964,80 \text{ BCM/tahun} \times 9 \text{ tahun}} \\ &= \text{Rp} 2.071,84 \text{ BCM} \end{aligned}$$

D. Kesimpulan

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

1. Produksi dari alat angkut lama sebesar 761.776,63 BCM/tahun sedangkan untuk alat angkut baru sebesar 990.964,80 BCM/tahun.
2. Biaya operasi dari alat angkut lama yaitu sebesar Rp 2.257.395.731,95/tahun dan alat angkut baru adalah sebesar Rp 1.684.092.294,68/tahun. Biaya kepemilikan alat angkut lama sebesar Rp 387.355.317,46/tahun dan alat angkut baru didapatkan biaya kepemilikan Rp 433.837.955,55 /tahun.
3. Nilai Present Worth Cost alat angkut Rp 9.132.362.361,05 lama sebesar sedangkan untuk alat angkut baru didapatkan nilai Present Worth Cost sebesar Rp 18.478.081.688,32.
4. Berdasarkan hasil pengkajian secara teknis maupun ekonomis untuk alat angkut lama perlu dilakukan pergantian dikarenakan Production Unit Cost untuk alat lama lebih tinggi dibandingkan dengan alat baru, yaitu alat angkut lama Rp 2.997,06/BCM sedangkan untuk alat angkut baru Rp 2.071,84/BCM

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 Isniarno, S.Si., S.Pd., M.T. selaku Sekretaris Prodi, Bapak Ir. Zaenal, M.T. selaku Pembimbing, sekaligus selaku wali dosen, Bapak Iswandaru, S.T., M.T. beserta seluruh dosen dan Staff yang senantiasa memberikan bimbingan dan dukungan kepada penyusun.
2. Kepada orang tua, Bapak Imrun dan Ibu Ernawati terimakasih selalu memberi segala bentuk dukungan kepada penyusun,
3. PT Citra Mitra Sehati yang sudah memberikan kesempatan bagi penyusun untuk melakukan penelitian
4. Keluarga Besar Tambang Unisba 2017, terimakasih selalu memberikan dukungan, do'a, serta perjuangan bersama selama masa kuliah.
5. Keluarga Besar Dewan Amanat Mahasiswa Universitas Islam Bandung, terimakasih selalu memberikan dukungan moral dan materil dalam mengerjakan penelitian ini.

Daftar Pustaka

- [1] Anonim, 2013, "Katalog Alat Berat 2013" Kementerian Pekerjaan Umum, Pusat Pembinaan Sumber Daya Investasi, Jakarta.
- [2] 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
- [3] Dwiyanto, 2009, "Buku Ajar Pemindahan Tanah Mekanis", Jurusan Teknik Sipil Fakultas Teknik UNDIP, Semarang
- [4] Dossan 2010 "Specifications & Applications Handbook Editions " Dossan
- [5] Lydianingtias, Diah, 2018, "Alat Berat" POLINEMA Press, Malang
- [6] Prodjosumarto, Partanto, 1993, "Pemindahan Tanah Mekanis", Departemen Pertambangan Institut Teknologi Bandung. Bandung..
- [7] Stermole, Franklin J, 1996, "Economic Evaluation and Investment Decision Methods", Invesment Evaluation corporation 2000 Golden Drive, Colorado.
- [8] Sudrajat, Nandang, 2013, "Teori dan Praktik Pertambangan Indonesia" Medpress Digital, Yogyakarta.
- [9] Sugiyanto, L. H. 1984, "Manajemen Alat-Alat Berat". Technical Consulting Department. PT United Tractors. Jakarta.