

Kajian Teknis dan Ekonomis dalam Merencanakan Penggantian Alat Gali-Muat dan Angkut pada Penambangan Nikel Laterit PT Tonia Mitra Sejahtera Kecamatan Kabaena Tengah Kabupaten Bombana Provinsi Sulawesi Tenggara

A. Sulhan Dwi Wahyullah*, Zaenal, Noor Fauzi Isniarno

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

*a.sulhandwiwahyullah@gmail.com,
noor.fauzi.isniarno@gmail.com

zaenal.mq66@gmail.com,

Abstract. The condition of mechanical which has almost reached the service life of the tool request breakdowns, resulting in decreased machine performance and higher operating costs, of course, affects productivity and production which will decrease. Therefore it is necessary to replace the tool. In planning the replacement of mechanical equipment, it is necessary to conduct a technical and economical study. The technical study includes a study of equipment production, and an economic study includes operating costs, ownership costs, Present Worth Cost and Production Unit Cost values. The research method is taking primary data and also secondary data. Based on the results of technical and economic studies, the old excavating equipment with a production of 382.008.01 BCM/year and the new excavating equipment with a production of 443.071,00 BCM/year. While the old transporting production with production of 381,763.01 BCM/year and new transporting production of 441,953. 28 BCM/year. The cost of calculating the cost of Production Unit Cost for old excavating equipment is Rp. 4,657.94 BCM and New digging-loading equipment of Rp. 3.725,53 BCM. For the old transporting of the cost of Production Unit Cost Rp.2. 720.38 BCM and new transporting of Rp. 2.162,62 BCM. Based on technical and economic studies for excavating and transporting equipment needs to be replaced because the productivity of new tools is greater and operating costs are more efficient than old tools, from the results of Unit Cost Production for excavating and transporting new tools is more efficient than old tools, as well as long-term investment if buying new tools.

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

Abstrak. Kondisi dari alat mekanis yang hampir mencapai batas umur pemakaian dan sering terjadi kerusakan, sehingga mengalami penurunan kinerja mesin dan biaya operasi alat semakin besar, tentunya mempengaruhi produktivitas dan produksi yang akan semakin menurun. Oleh karena itu maka perlu dilakukan penggantian alat. Dalam merencanakan penggantian alat mekanis maka perlu dilakukan kajian secara teknis dan ekonomis. Untuk kajian teknis meliputi kajian produksi alat, dan kajian ekonomis meliputi biaya operasi, biaya kepemilikan, nilai Present Worth Cost dan nilai Production Unit Cost. Metode penelitian dilakukannya pengambilan data primer dan data sekunder. Berdasarkan hasil kajian teknis dan ekonomis, alat gali-muat lama dengan produksi sebesar 382.001,00 BCM/tahun dan alat gali-muat baru dengan produksi sebesar 443.071,25 BCM/tahun. Sedangkan alat angkut lama produksi dengan produksi sebesar 381.763,02 BCM/tahun dan alat angkut baru produksi sebesar 441.953,28 BCM/tahun. Biaya perhitungan biaya Production Unit Cost untuk alat gali-muat lama sebesar Rp. 4.657,94 BCM dan alat gali-muat baru yaitu sebesar Rp. 3.725,53 BCM. Untuk alat angkut lama biaya Production Unit Cost Rp.2.720,38 BCM dan alat angkut baru sebesar Rp.2.162,62 BCM. Berdasarkan kajian teknis dan ekonomis untuk alat gali-muat dan alat angkut perlu diganti karena produktivitas alat baru lebih besar dan biaya operasi lebih hemat dibandingkan alat lama, dari hasil Unit Cost Production untuk alat gali-muat dan angkut baru lebih hemat dibandingkan alat lama, serta investasi jangka panjang jika membeli alat baru.

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

A. Pendahuluan

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 gali-muat dan 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 ore getting PT Tonia Mitra Sejahtera ini memiliki alat gali-muat dan 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. 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 produksi alat gali-muat lama dan alat angkut lama dan baru.
2. Mengetahui biaya operasi dan biaya kepemilikan pada alat gali-muat dan alat angkut lama dan baru.
3. Mengetahui perbandingan Present Worth Cost (PWC) antara alat gali-muat angkut lama dengan yang baru.
4. Mengetahui apakah harus dilakukan penggantian alat atau tidak.

B. Metodologi Penelitian

Metode penelitian yang dilakukan di PT Tonia Mitra Sejahtera 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 internet 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 Gali-Muat

Berikut ini hasil penelitian yang dilakukan untuk mengetahui produktivitas dan produksi alat Gali-Muat lama dan alat Gali-Muat baru adalah sebagai berikut.

Kapasitas Bucket (Hm) = 1,4 LCM

Fill Factor (FF) = 103 %

Efisiensi kerja (Em) = 72,33%

Swell Factor (SF) = 85 %

Cycle Time (Cm) = 18,40 detik

$Pim = (Em \times 60) \times Hmt \times Fm \times SF \text{ " /" Cm}$

$Pim = (3600 \text{ jam/menit} \times 0,7233) \times 1,4 \text{ LCM} \times 1,03 \times 0,85 \text{ " /" 18,40 Detik}$

$Pim = 173,64 \text{ BCM/Jam/Alat}$

$Pm = Pim \times nm$

$Pm = 173,64 \text{ BCM/Jam/Alat} \times 1 \text{ unit}$

$Pm = 173,64 \text{ BCM/Jam} \times 2200 \text{ jam/tahun}$

$Pm = 382,002,16 \text{ BCM/Tahun}$

Produktivitas Alat Gali-Muat Baru

Kapasitas Bucket (Hm) = 1,4 LCM

Fill Factor (FF) = 103 %

Efisiensi kerja (Em) = 73,94%

Swell Factor (SF) = 85 %

Cycle Time (Cm) = 16,11 detik

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

$Pim = (Em \times 60) \times Hmt \times Fm \times SF \text{ " /" Cm}$

$Pim = (3600 \text{ jam/menit} \times 0,7394) \times 1,4 \text{ LCM} \times 1,03 \times 0,85 \text{ " /" 16,20 Detik}$

$Pim = 201,39 \text{ BCM/Jam/Alat}$

$Pm = Pim \times nm$

$Pm = 201,39 \text{ BCM/Jam/Alat} \times 1 \text{ unit}$

$Pm = 201,39 \text{ BCM/Jam} \times 2200 \text{ jam/tahun}$

$Pm = 443.071,25 \text{ BCM/Tahun}$

Untuk Produktivitas Alat Angkut lama dapat dihitung sebagai berikut:

Kapasitas Bucket (Hm) = 1,4 LCM

Fill Factor (FF) = 103 %

Efisiensi kerja (Em) = 84,90%

Swell Factor (SF) = 85%

Cycle Time (Ca) = 17,37 menit

Jumlah Pengisian (np) = 6 kali

$Pia = Ea \times 60 \times Hm \times Fm \times SF \times np \text{ " /" Ca}$

$Pia = (0,8490 \times 60 \text{ menit}) \times 1,4 \text{ LCM} \times 0,85 \times 1,03 \times 6 \text{ " /" 17,37 Menit}$

$Pia = 21,61 \text{ Bcm/Jam/Alat}$

Produksi

$Pa = Pia \times na$

$Pa = 21,61 \text{ Bcm/Jam/Alat} \times 8 \text{ unit}$

$Pa = 172,90 \text{ BCM/Jam} \times 2208 \text{ jam/tahun}$

$Pa = 381.765,22 \text{ BCM/tahun}$

Produktivitas Alat Angkut Baru

Kapasitas Bucket (Hm) = 1,4 LCM

Fill Factor (FF) = 103 %

Efisiensi kerja (Em) = 86,31%

Swell Factor (SF) = 85 %

Cycle Time (Ca) = 15,22 menit

Jumlah Pengisian (np) = 6 kali

$Pia = Ea \times 60 \times Hm \times Fm \times SF \times np \text{ " /" Ca}$

$Pia = (0,8631 \times 60 \text{ menit}) \times 1,4 \text{ LCM} \times 0,85 \times 1,03 \times 6 \text{ " / "15,22 Menit"}$
 $Pia = 25,02 \text{ BCM/Jam/Alat}$

Produksi Alat Angkut Baru

$Pa = Pia \times na$

$Pa = 25,02 \text{ BCM/Jam/Alat} \times 8 \text{ unit}$

$Pa = 200,16 \text{ BCM/Jam} \times 2208 \text{ jam/tahun}$

$Pa = 441.953,28 \text{ BCM/tahun}$

Perbandingan Biaya Operasi Alat Gali-Muat Lama dan Alat Gali-Muat Baru

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

Tabel 1. Perbandingan Operasi Biaya Alat Gali-Muat Lama dan Alat Gali-Muat Baru

No	Keterangan		Biaya Operasi Alat Gali-Muat (Rp/Jam)	
			Lama	Baru
1	Bahan Bakar		Rp 454.814	Rp 342.378
2	Pelumas	Engine	Rp 4.802	Rp 4.802
		Final Drive	Rp 1.400	Rp 1.400
		Hydraulic	Rp 9.360	Rp 9.360
		Swing	Rp 700	Rp 700
3	Grease		Rp 2.703	Rp 2.703
4	Upah Operator		Rp 22.692	Rp 22.692
5	Maintenance	Engine	Rp 356,0	Rp 356
		Fuel	Rp 356	Rp 356
		Hydraulic	Rp 1.594	Rp 1.594
		Water Separator	Rp 1.000	Rp 1.000
		Air Cleaner	Rp 7.610	Rp 7.610
6	Bengkel		Rp 87.500	Rp 68.182
7	Perbaikan		Rp 175.000	Rp 136.364
Total Operating Cost (perjam)			Rp 769.886	Rp 599.496
Total Operating Cost (pertahun)			Rp 1.693.750.136,67	Rp 1.318.891.161,37

Sumber: Data Penelitian yang Sudah Diolah 2022

Untuk rincian perhitungan biaya operasi alat angkut lama dan baru dapat dilihat pada Tabel 2.

Tabel 2. Perbandingan Biaya Operasi Alat Angkut Lama dan Alat Angkut Baru

No	Keterangan		Biaya Operasi Alat Angkut (Rp/Jam)	
			Lama	Baru
1	Bahan Bakar		Rp 256.537,95	Rp 190.336,75
2	Pelumas	Engine	Rp 400,13	Rp 400,13
		Transmisi	Rp 710,00	Rp 710,00
		Hydraulic	Rp 285,00	Rp 285,00
		Power Steering Oil	Rp 125,77	Rp 125,77
3	Ban		Rp 53.142,86	Rp 53.142,86
4	Grease		Rp 1.013,62	Rp 1.013,62
5	Upah Operator		Rp 23.088,82	Rp 23.088,82
6	Maintenance	Engine	Rp 740,00	Rp 740,00
		Transmisi	Rp 25,00	Rp 25,00
		Fuel	Rp 520,00	Rp 520,00
		Hydraulic	Rp 125,00	Rp 125,00
		Brake	Rp 16,76	Rp 16,76
		Air cleaner Assy	Rp 1.320,00	Rp 1.320,00
		Air Dryer Filter	Rp 180,00	Rp 180,00
7	Bengkel		Rp 43.591,49	Rp 33.288,04
8	Perbaikan		Rp 87.182,97	Rp 66.576,09
Total Biaya Operating Cost (perjam)			Rp 469.005,35	Rp 371.893,83
Total Biaya Operating Cost (pertahun)			Rp 1.035.563.818,48	Rp 821.141.569,40

Sumber: Data Penelitian yang Sudah Diolah 2022

Perbandingan Biaya Kepemilikan (*Owning Cost*)

Berikut ini rincian perhitungan biaya kepemilikan alat Gali-muat lama dan baru adalah dapat dilihat tabel 3.

Tabel 3. Perbandingan Biaya Kepemilikan Pada Alat Gali Muat Lama dan Alat Gali-Muat Baru

No	Keterangan	Alat Gali-Muat	
		Lama	Baru
1	Umur Alat (Jam)	13.200	17.600
2	Umur Alat (Tahun)	6	8
3	<i>Annual Use in Hours</i> (Jam/Tahun)	2.200	2.200
4	Harga Alat (Rp)	Rp 2.200.000.000,00	Rp 2.400.000.000,00
5	Hasil <i>Trade in Value</i> (Rp)	Rp 242.000.000,00	Rp 264.000.000,00
6	Hasil Depresiasi (Rp/Jam/Tahun)	Rp 111.250,00	Rp 121.363,64
7	Penanaman Modal Tahunan (Faktor)	Rp 0,56	Rp 0,56
8	<i>Tax and Insurance</i> (Rp/Jam/Tahun)	Rp 56.250,00	Rp 61.363,64
Total Owning Cost (Rp/Tahun)		Rp 368.500.000,00	Rp 402.000.000,00
Total Owning Cost (Rp/Jam)		Rp 167.500,00	Rp 182.727,27

Sumber: Data Penelitian yang Sudah Diolah 2022

Tabel 4. Perbandingan Biaya Kepemilikan Pada Alat Angkut Lama dan Alat Angkut Baru

No	Keterangan	Alat Angkut	
		Lama	Baru
1	Umur Alat (Jam)	11.040	17.664
2	Umur Alat (Tahun)	5	8
3	<i>Annual Use in Hours</i> (Jam/Tahun)	2208	2208
4	Harga Alat (Rp)	Rp 1.100.000.000,00	Rp 1.176.000.000,00
5	Hasil <i>Trade in Value</i> (Rp)	Rp 121.000.000,00	Rp 129.360.000,00
6	Hasil Depresiasi (Rp/Jam/Tahun)	Rp 55.423,46	Rp 59.252,72
7	Penanaman Modal Tahunan (Faktor)	0,56	0,56
8	<i>Tax and Insurance</i> (Rp/Jam/Tahun)	Rp 28.023,10	Rp 29.959,24
Total Owning Cost (Rp/Tahun)		Rp 184.250.000,00	Rp 196.980.000,00
Total Owning Cost (Rp/Jam)		Rp 83.446,56	Rp 89.211,96

Sumber: Data Penelitian yang Sudah Diolah 2022

Present Worth Cost (PWC)

Berikut merupakan nilai present worth cost alat Gali-Muat 1 dapat dilihat pada tabel 5 dan tabel 6.

Tabel 5. Present worth Cost (PWC) Alat Muat Lama

n	Tahun	Inflasi (%)	P/F 9,82%,n	Biaya (Rp/Tahun)
1	2022	2,64	0,9117	Rp 1.946.265.259,55
2	2023	2,64	0,8313	Rp 1.612.475.196,16
Present Worth Cost (PWC)				Rp 3.558.740.455,71

Sumber: Data Penelitian yang Sudah Diolah 2022

Tabel 6. Present worth Cost (PWC) Alat Muat Baru

n	Tahun	Inflasi (%)	P/F 9,68%,n	Biaya (Rp/Tahun)
1	2022	2,64	0,9117	Rp 4.004.490.117,96
2	2023	2,64	0,8313	Rp 1.527.306.215,42
3	2024	2,64	0,7579	Rp 1.455.076.494,81
4	2025	2,64	0,6910	Rp 1.387.482.963,41
5	2026	2,64	0,6300	Rp 1.324.228.039,43
6	2027	2,64	0,5744	Rp 1.265.033.241,86
7	2028	2,64	0,5237	Rp 1.209.637.964,48
8	2029	2,64	0,4775	Rp 1.031.736.270,60
Present Worst Cost (PWC)				Rp 13.204.991.307,96

Sumber: Data Penelitian yang Sudah Diolah 2022

Present Worth Cost Alat Angkut

Berikut merupakan nilai *present worth cost* alat angkut lama yang sisa umur pakainselama 3 tahun dapat dilihat pada tabel 7 dan tabel 8.

Tabel 7. Present worth Cost (PWC) Alat Angkut Lama

n	Tahun	Inflasi (%)	P/F 9,68%,n	Biaya (Rp/Tahun)
1	2022	2,64	0,9117	Rp 1.128.418.324,66
2	2023	2,64	0,8313	Rp 1.067.815.252,03
3	2024	2,64	0,7579	Rp 919.394.974,27
Present Worth Cost (PWC)				Rp 3.115.628.550,96

Sumber: Data Penelitian yang Sudah Diolah 2022

Tabel 8. Present Worth Cost (PWC) Alat Angkut Baru

n	Tahun	Inflasi (%)	P/F 9,68%,n	Biaya (Rp/Tahun)
1	2022	2,64	0,9117	Rp 2.121.650.285,74
2	2023	2,64	0,8313	Rp 897.595.591,98
3	2024	2,64	0,7579	Rp 852.625.371,63
4	2025	2,64	0,6910	Rp 810.541.642,46
5	2026	2,64	0,6300	Rp 771.159.130,03
6	2027	2,64	0,5744	Rp 734.304.452,10
7	2028	2,64	0,5237	Rp 699.815.355,25
8	2029	2,64	0,4775	Rp 758.529.167,18
Present Worst Cost (PWC)				Rp 7.646.220.996,36

Sumber: Data Penelitian yang Sudah Diolah 2022

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.

$$\begin{aligned}
 \text{Alat Gali-Muat Lama} &= \frac{\text{Present Worth Cost}}{\text{Produksi} \times \text{Umur Alat}} \\
 &= \frac{\text{Rp } 3.588.740.455,20}{382.008,00 \text{ BCM/Tahun} \times 2 \text{ tahun}} = \text{Rp } 4.657,94 \text{ BCM}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \text{Alat Gali-Muat Baru} &= \frac{\text{Present Worth Cost}}{\text{Produksi} \times \text{Umur Alat}} \\
 &= \frac{\text{Rp } 13.204.991.307,96}{443.058 \text{ BCM/Tahun} \times 8 \text{ tahun}} = \text{Rp } 3.725,53 \text{ BCM}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\text{Alat Angkut Lama} &= \frac{\text{Present Worth Cost}}{\text{Produksi} \times \text{Umur Alat}} \\ &= \frac{\text{Rp } 3.155.628.550,96}{380.100 \text{ BCM/Tahun} \times 3 \text{ tahun}} = \text{Rp}2.725,11 \text{ BCM}\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\text{Alat Angkut Baru} &= \frac{\text{Present Worth Cost}}{\text{Produksi} \times 8 \text{ tahun}} \\ &= \frac{\text{Rp } 7.646.220.996,36}{441.953,28 \text{ BCM/tahun} \times 8 \text{ tahun}} = \text{Rp}2.162,62 \text{ BCM}\end{aligned}$$

D. Kesimpulan

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

1. Produksi dari alat gali-muat lama yaitu sebesar 382.001,66 BCM/tahun, sedangkan untuk produksi alat gali-muat yang baru sebesar 443.608,00 BCM/tahun. Untuk alat angkut lama sebesar 381,763,20 BCM/tahun sedangkan untuk alat angkut baru sebesar 441,953,62 BCM/tahun.
2. Biaya operasi dari alat gali-muat lama yaitu sebesar Rp Rp1.693.750.136,67 tahun dan alat gali-muat baru adalah sebesar yaitu Rp 1.318.891.161,37/tahun. Untuk biaya operasi alat angkut lama yaitu sebesar Rp1.035.563.818,48/tahun dan alat angkut baru biaya operasi Rp.821.141.569,40/tahun. Biaya kepemilikan alat gali-muat lama Rp.368.500.000,00/tahun dan alat muat baru biaya kepemilikan sebesar Rp402.000.000/tahun. Biaya kepemilikan alat angkut lama sebesar Rp.184.250.000,00/tahun dan alat angkut baru didapatkan biaya kepemilikan Rp.196.980.000,00 /tahun.
3. Nilai Present Worth Cost alat gali-muat lama yaitu sebesar Rp.3.558.740.455,71 dan alat-gali muat baru nilai Present Worth Cost sebesar Rp.13.204.991.307,96. Untuk nilai Present Worth Cost alat angkut Rp.3.115.628.550,96 lama sebesar sedangkan untuk alat angkut baru didapatkan nilai Present Worth Cost sebesar Rp.7.646.220.996,36.
4. Berdasarkan hasil pengkajian secara teknis maupun ekonomis untuk alat gali-muat dan angkut lama perlu dilakukan pergantian dikarenakan Production Unit Cost untuk alat lama lebih tinggi dibandingkan dengan alat baru.

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 sekaligus Co-Pembimbing, Bapak Zaenal, IR. M.T. selaku Pembimbing, sekaligus selaku wali dosen beserta seluruh dosen dan Staff yang senantiasa memberikan bimbingan dan dukungan kepada penyusun.
2. Kepada orang tua, Bapak Drs. A.Syamsul Rijal dan Ibu Dra. Andi Herawati Pabotinggi M.pd terimakasih selalu memberi segala bentuk dukungan kepada penyusun,
3. PT Tonia Mitra Sejahtera 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.

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] Komatsu 2009 "Specifications & Applications Handbook Editions 30" Komatsu

- [5] Lydianingtias, Diah, 2018, “Alat Berat” POLINEMA Press, Malang
- [6] Paul. W. 1968, “A Dictionary of Mining, Mineral, and Related Terms” Washington U.S.: Department of Interior, Bureau of Mines
- [7] Prodjosumarto, Partanto, 1993, “Pemindahan Tanah Mekanis”, Departemen Pertambangan Institut Teknologi Bandung. Bandung.
- [8] Stermole, Franklin J, 1996, “Economic Evaluation and Investment Decision Methods”, Invesment Evaluation corporation 2000 Golden Drive, Colorado.
- [9] Sudrajat, Nandang, 2013, “Teori dan Praktik Pertambangan Indonesia” Medpress Digital, Yogyakarta.
- [10] Sugiyanto, L. H. 1984, “Manajemen Alat-Alat Berat”. Technical Consulting Department. PT United Tractors. Jakarta