

Kajian Teknis dan Ekonomis Alat Gali-Muat dan Angkut pada Penambangan Andesit di PT Mandiri Sejahtera Sentra (MSS) Desa Sukamulya, Kecamatan Tegalwaru, Kabupaten Purwakarta, Provinsi Jawa Barat

Ilham Dwi Hafsary*, Zaenal, Indra Karna Wijaksana

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

*ilham.dwihafsary31@gmail.com, zaenal.mqq66@gmail.com, indra_k_wijaksana@unisba.ac.id

Abstract. PT MSS, a mining company in Sukamulya Village, West Java, specializes in andesite extraction. The company operates with two Volvo EC 480 DL excavators and four Hino FM 350 PL dump trucks. However, prolonged use of this equipment has led to declining performance and rising operational costs, which negatively impact productivity and overall production. As a result, the company is considering replacing its equipment to enhance efficiency. This study utilizes primary and secondary data to assess the financial implications of equipment replacement by calculating the Present Worth Cost (PWC) and Production Unit Cost (PUC). For the old excavator-loader, the annual operating cost is Rp 9,179,158,985.61, with a PUC of Rp 10,699.87 per BCM. In contrast, the new equipment demonstrates improved efficiency, with an annual operating cost of Rp 24,506,034,618.49 and a PUC of Rp 7,681.59 per BCM. Similarly, the old dump trucks incur an annual cost of Rp 5,427,288,491.31, with a PUC of Rp 4,243.72 per BCM, while the new trucks cost Rp 7,753,351,960.78 annually, with a PUC of Rp 2,809.80 per BCM. The Study suggests that replacing the old equipment with new machinery will result in higher productivity and lower operating costs, making it a more advantageous long-term investment for PT MSS.

Keywords: *Operating Cost, Cost of Ownership, Present Worth Cost (PWC), Production Unit Cost (PUC).*

Abstrak. PT MSS adalah perusahaan pertambangan di Desa Sukamulya, Jawa Barat, yang mengkhususkan diri dalam ekstraksi andesit. Perusahaan ini mengoperasikan dua excavator Volvo EC 480 DL dan empat dump truck Hino FM 350 PL. Namun, penggunaan peralatan ini dalam jangka panjang menyebabkan penurunan kinerja dan peningkatan biaya operasional, yang berdampak negatif pada produktivitas dan produksi secara keseluruhan. Akibatnya, perusahaan sedang mempertimbangkan untuk mengganti peralatan tersebut demi meningkatkan efisiensi. Penelitian ini menggunakan data primer dan sekunder untuk menilai implikasi finansial dari penggantian peralatan dengan menghitung Present Worth Cost (PWC) dan Production Unit Cost (PUC). Untuk alat gali-muat lama, biaya operasional tahunan mencapai Rp 9.179.158.985,61 dengan PUC sebesar Rp 10.699,87 per BCM. Sebaliknya, peralatan baru menunjukkan efisiensi yang lebih baik dengan biaya operasional tahunan sebesar Rp 24.506.034.618,49 dan PUC sebesar Rp 7.681,59 per BCM. Demikian pula, dump truck lama menghabiskan biaya Rp 5.427.288.491,31 per tahun, dengan PUC sebesar Rp 4.243,72 per BCM, sedangkan dump truck baru menghabiskan biaya Rp 7.753.351.960,78 per tahun dengan PUC sebesar Rp 2.809,80 per BCM. Analisis ini menyarankan bahwa mengganti peralatan lama dengan mesin baru akan meningkatkan produktivitas dan menurunkan biaya operasional, menjadikannya investasi jangka panjang yang lebih menguntungkan bagi PT MSS.

Kata Kunci: *Biaya Operasi, Biaya Kepemilikan, Presen Worth Cost (PWC), Production Unit Cost (PUC).*

A. Pendahuluan

Jawa Barat merupakan bagian dari Indonesia yang memiliki berbagai endapan bahan galian, salah satunya adalah andesit yang tersebar di beberapa daerah di Jawa Barat. Nama andesit sendiri berasal dari nama Pegunungan Andes di pantai barat Amerika Selatan. Dalam pengertian luas andesit diartikan sebagai jenis peralihan antara basal dan dasit, dengan rentang silikon dioksida (SiO_2) adalah 57 – 63% dengan komposisi utama biasanya didominasi oleh mineral plagioklas ditambah piroksen dan atau hornblende. Menurut Badan Pusat Statistik Provinsi Jawa Barat tahun 2018 produksi andesit tahun 2016 mencapai 20.480.467,41 ton. Bahan galian andesit di Jawa Barat yang bernilai ekonomis diharapkan menjadi andalan pendapatan masyarakat sekitar, dicirikan dengan semakin banyaknya permintaan pasar dan berkembangnya minat masyarakat terhadap andesit. (Dedi Saputra *et al.*, 2023)

Kegiatan usaha pertambangan merupakan suatu usaha dalam mencari, mengeksploitasi, mengolah dan memanfaatkan bahan tambang yang akan digunakan untuk berbagai kepentingan manusia, industri pertambangan mempunyai kegiatan yang padat modal dan teknologi. Kedua faktor tersebut digunakan untuk menunjang kegiatan pertambangan yang salah satunya digunakan terhadap kebutuhan peralatan mekanis, seperti alat gali – muat dan angkut. (Laksana & Iswandaru, 2022)

Keberadaan alat mekanis pada kegiatan penambangan sangat berpengaruh terhadap pencapaian target produksi. Dalam penggunaan alat mekanis terdapat masa pakai atau umur alat, dimana semakin lama alat digunakan maka kinerja alat mekanis yang digunakan akan semakin menurun sehingga akan menyebabkan kerusakan pada alat yang dapat mempengaruhi efisiensi pada alat tersebut dan tidak tercapainya target produksi. Faktor tersebut merupakan hal krusial yang dapat mempengaruhi kegiatan penambangan, oleh karena itu perlu dilakukan pergantian terhadap alat – alat tersebut agar kegiatan penambangan dan target produksi dapat terlaksana sesuai rencana.

PT Mandiri Sejahtera Sentra (MSS) merupakan salah satu perusahaan tambang yang bergerak pada bidang penambangan bahan galian andesit, perusahaan ini menggunakan metode penambangan tambang terbuka, dalam kegiatan penambangan tahapan pembongkaran menggunakan bantuan bahan peledak dan dilanjutkan dengan kegiatan pemuatan dan pengangkutan dengan bantuan alat mekanis guna mencapai target produksi yang sudah direncanakan. Pada lokasi penambangan perusahaan ini memiliki alat mekanis yang sudah melampaui umur pemakaian. Maka dari itu sebaiknya harus dilakukan perencanaan pergantian alat mekanis, dalam perencanaan pergantian alat tidak hanya aspek mekanis yang menjadi tolak ukur dalam pergantian alat namun harus memperhatikan aspek ekonomisnya juga. (Muhammad Iqbal Abdul Basith *et al.*, 2023)

Kondisi alat yang sering mengalami kerusakan sehingga biaya operasi semakin tinggi, terutama untuk alat angkut lama dikarenakan masa umur pakai alat tersebut terbilang sudah lama maka performa dari alat tersebut selalu tidak memenuhi angka pencapaian target produksi di perusahaan, oleh karena itu harus merencanakan penggantian alat dengan kajian secara teknis dan ekonomis agar dapat diputuskan peralatan tersebut perlu diganti atau tidak. Kajian secara teknis salah satunya meliputi produksi alat dan secara ekonomis yang mencakup biaya operasional, PWC dan PUC. Selanjutnya, tujuan dalam penelitian ini diuraikan dalam pokok-pokok sbb.

1. Mengetahui produksi alat gali-muat dan angkut lama dan baru
2. Mengetahui biaya operasi pada alat gali-muat dan angkut lama dan baru
3. Mengetahui produksi, PWC serta PUC antara alat gali-muat dan angkut lama dengan yang baru
4. Mengetahui apakah alat lama harus di ganti dengan yang baru

B. Metodologi Penelitian

Metode penelitian yang digunakan dalam penelitian ini meliputi teknik pengumpulan data yang terdiri dari data primer dan data sekunder.

Dalam pelaksanaan penelitian terdapat beberapa yang digunakan, diantaranya:

1. Data Primer

Data primer, data yang diambil langsung di lapangan atau data perusahaan yang belum dipublikasikan dimana meliputi, Density insitu dan loose dari andesit, Volume aktual dari bucket excavator, Waktu edar, waktu hambatan, dan waktu kerja;

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 data curah hujan, stratigrafi regional, sistem penambangan yang digunakan, dan spesifikasi alat.

3. Kajian Teknis

Mengolah data yang didapatkan dari lapangan yang diolah dengan mengambil data Waktu Hambatan, Cycle Time, Waktu Kerja Alat, Efisiensi Kerja Alat, Fill Factor, Swell Factor, Density Loose dan Density Insitu. untuk mendapatkan hasil dari kajian teknis.

4. Kajian Ekonomis

Membandingkan biaya operasi antara alat lama dengan alat baru, serta untuk menentukan biaya yang dibutuhkan pada saat ini dilakukan perhitungan dengan menggunakan metode PWC dan PUC.

C. Hasil Penelitian dan Pembahasan

Kajian Ekonomis Pergantian Alat Gali-Muat

Berdasarkan beberapa variabel, baik itu variabel tetap ataupun tidak tetap dalam biaya operasi alat gali-muat dari beberapa variabel tersebut diketahui perbandingan biaya operasi antara alat gali-muat lama dengan alat baru. Besarnya biaya operasi alat gali-muat lama sebesar Rp 2.014.646.162,30 /Tahun sedangkan untuk biaya operasi alat baru sebesar Rp 1.933.237.622,98 /Tahun. Berikut biaya operasi selama 8 tahun kedepan dengan tingkat inflasi 4,61 % tahun 2022 pada Tabel

Tabel 1. Perbandingan Biaya Operasi Alat Gali-Muat

Excavator Volvo EC 480 DL				
Tahun	Inflasi	Biaya Operasi (Rp/Tahun)		Selisih Biaya
		Alat Lama	Alat Baru	
2022	4,61%	Rp 2.014.646.162,30	Rp 1.933.237.622,98	Rp 81.408.539,32
2023	4,61%	Rp 2.048.089.288,59	Rp 1.965.329.367,53	Rp 82.759.921,07
2024	4,61%	Rp 2.082.087.570,78	Rp 1.997.953.835,03	Rp 84.133.735,76
2025	4,61%	Rp 2.116.650.224,46	Rp 2.031.119.868,69	Rp 85.530.355,77
2026	4,61%	Rp 2.151.786.618,19	Rp 2.064.836.458,51	Rp 86.950.159,68
2027	4,61%	Rp 2.187.506.276,05	Rp 2.099.112.743,72	Rp 88.393.532,33
2028	4,61%	Rp 2.223.818.880,23	Rp 2.133.958.015,27	Rp 89.860.864,96
2029	4,61%	Rp 2.260.734.273,64	Rp 2.169.381.718,32	Rp 91.352.555,32
Rata-Rata Selisih Biaya / Tahun				Rp 86.298.708,03
Total Selisih Biaya				Rp 690.389.664,20

Berdasarkan Tabel diatas terdapat selisih rata-rata biaya operasi antara alat lama dengan alat baru sebesar Rp 86.298.708,03 /Tahun. Penyebab terdapatnya selisih pada biaya operasi antara alat lama dengan alat baru adalah semakin tua umur alat maka akan semakin tinggi konsumsi bahan bakar dari alat tersebut dan biaya perbaikan alatnya pun akan semakin besar. Hal ini membuktikan bahwa semakin tua umur alat akan semakin mahal biaya operasi serta perawatan dari alat tersebut. Jika dikaji dari biaya operasi antara alat lama dengan alat baru, maka alat baru jauh lebih menguntungkan dibandingkan alat lama dikarenakan biaya operasi alat baru lebih kecil daripada alat lama atau semakin hemat. Tetapi faktor ini tidak menjadi penentu untuk melakukan penggantian alat dikarenakan dalam perhitungan biaya operasi belum dimasukan biaya kepemilikan dan biaya investasi awal dari alat, maka perlu dikaji lagi

menggunakan metode PUC yang mana untuk mengetahui biaya produksi per unit alat yang harus dikeluarkan untuk menghasilkan suatu produk. Sehingga perhitungan PUC ini merupakan parameter penentuan penggantian alat akan dilakukan atau tidak dari hasil kajian teknis dan kajian ekonomis.

Produktivitas Alat Gali-Muat

Berdasarkan hasil perhitungan produktivitas alat gali-muat baik alat lama maupun alat baru, didapatkan produktivitas sebagai berikut

Tabel 2. Perbandingan Produktivitas Alat Gali-Muat

Produktivitas	Alat lama	Alat baru	Selisih
Jam (BCM/jam/Unit)	121,84	170,00	48,16
Produksi			
Jam (BCM/jam)	121,84	170,00	48,16
Tahunan (BCM/Tahun)	285.964	398.990	113.026

Dari tabel tersebut dapat dilihat perbandingan produktivitas antara alat lama dengan alat baru, dimana alat yang digunakan memiliki merk dan tipe yang sama yaitu Excavator Volvo EC 480 DL. Walaupun menggunakan alat yang sama tetapi terdapat perbedaan antara produktivitas alat lama dengan alat baru, dimana alat lama memiliki produktivitas 285.964 BCM/Tahun/Unit sedangkan alat baru berdasarkan perhitungan estimasi produktivitas yaitu sebesar 377.914 BCM/Tahun/Unit. Dari produktivitas alat lama dengan alat baru terdapat perbedaan selisih yang cukup besar hal ini membuktikan bahwa semakin tua umur alat maka kinerja dari alat tersebut semakin menurun yang berdampak terhadap produktivitas alat tersebut. Jika dilihat dari segi teknisnya yaitu produktivitas alat, untuk alat baru memiliki produktivitas yang lebih besar dibandingkan alat lama akan tetapi hal ini tidak bisa dijadikan acuan untuk melakukan penggantian alat hanya dilihat dari segi teknisnya saja tetapi harus dilihat dari segi ekonomisnya juga. Jika dikaji dari biaya operasi antara alat lama dengan alat baru, maka alat baru jauh lebih menguntungkan dibandingkan alat lama dikarenakan biaya operasi alat baru lebih kecil daripada alat lama atau semakin hemat. Tetapi faktor ini tidak menjadi penentu untuk melakukan penggantian alat dikarenakan dalam perhitungan biaya operasi belum dimasukan biaya kepemilikan dan biaya investasi awal dari alat, maka perlu dikaji lagi menggunakan metode PUC yang mana untuk mengetahui biaya produksi per unit alat yang harus dikeluarkan untuk menghasilkan suatu produk. Sehingga perhitungan PUC ini merupakan parameter penentuan penggantian alat akan dilakukan atau tidak dari hasil kajian teknis dan kajian ekonomis. Iklan Le Minerale dalam penelitian ini meliputi *attention* (perhatian), *interest* (minat), *desire* (hasrat), *decision* (keputusan), dan *action* (tindakan). Sedangkan kesadaran merek meliputi bahwa *brand unaware*, *brand recognition*, *brand recall*, dan *top of mind*.

Kajian Ekonomis Pergantian Alat Angkut

Berdasarkan beberapa variabel baik itu variabel tetap ataupun tidak tetap dalam biaya operasi alat gali-muat dari beberapa variabel tersebut diketahui perbandingan biaya operasi antara alat angkut lama dengan alat baru. Besarnya biaya operasi alat angkut lama sebesar Rp 593.461.007,61 /tahun sedangkan untuk biaya operasi alat baru sebesar Rp 560.453.477,06 /tahun. Berikut biaya operasi selama 10 tahun kedepan dengan tingkat inflasi 4,61 % tahun 2022 pada Tabel 3

Tabel 3. Perbandingan Biaya Operasi Alat Angkut

DT HINO FM 350 PL				
Tahun	Inflasi	Biaya Operasi (Rp/Tahun)		Selisih Biaya
		Alat Lama	Alat Baru	
2022	4,61%	Rp 593.461.007,61	Rp 560.453.477,06	Rp 33.007.530,55
2023	4,61%	Rp 603.312.460,34	Rp 569.757.004,78	Rp 33.555.455,56
2024	4,61%	Rp 613.327.447,18	Rp 579.214.971,06	Rp 34.112.476,12
2025	4,61%	Rp 623.508.682,80	Rp 588.829.939,58	Rp 34.678.743,22
2026	4,61%	Rp 633.858.926,94	Rp 598.604.516,58	Rp 35.254.410,36
2027	4,61%	Rp 644.380.985,13	Rp 608.541.351,55	Rp 35.839.633,57
2028	4,61%	Rp 655.077.709,48	Rp 618.643.137,99	Rp 36.434.571,49
2029	4,61%	Rp 665.951.999,46	Rp 628.912.614,08	Rp 37.039.385,38
2030	4,61%	Rp 677.006.802,65	Rp 639.352.563,47	Rp 37.654.239,17
2031	4,61%	Rp 688.245.115,57	Rp 649.965.816,03	Rp 38.279.299,54
Rata-Rata Selisih Biaya / Tahun				Rp 35.585.574,50
Total Selisih Biaya				Rp 355.855.744,97

Berdasarkan tabel diatas terdapat selisih rata-rata biaya operasi antara alat lama dengan alat baru sebesar Rp 35.585.574,50 /Tahun. Sama halnya dengan alat gali muat, penyebab terdapatnya selisih pada biaya operasi antara alat lama dengan alat baru adalah semakin tua umur alat maka akan semakin tinggi konsumsi bahan bakar dari alat tersebut dan biaya perbaikan alatnya pun akan semakin besar. Hal ini membuktikan bahwa semakin tua umur alat semakin mahal biaya operasi serta perawatan dari alat tersebut. Jika dikaji dari biaya operasi antara alat lama dengan alat baru, maka alat baru jauh lebih dipilih dibandingkan alat lama dikarenakan biaya operasi alat baru lebih kecil daripada alat lama atau semakin hemat. Tetapi faktor ini tidak menjadi penentu menjadi untuk melakukan penggantian alat dikarenakan dalam perhitungan biaya operasi belum dimasukan biaya kepemilikan dan biaya investasi awal dari alat, maka perlu dikaji lagi menggunakan metode PUC yang mana PUC biaya produksi per unit alat yang harus dikeluarkan untuk menghasilkan suatu produk. Sehingga perhitungan PUC ini merupakan parameter penentuan penggantian alat akan dilakukan atau tidak dari kajian teknis dan kajian ekonomis.

Produktivitas Alat Angkut

Berdasarkan hasil perhitungan produktivitas alat angkut baik alat lama maupun alat baru, didapatkan produktivitas sebagai berikut Tabel 4

Tabel 4. Pebandigan Produktivitas Alat Angkut

Produktivitas	Alat lama	Alat baru	Selisih
Jam (BCM/jam/Unit)	30,45	33,50	3,05
Produksi			
Jam (BCM/jam)	60,9	67	6,1
Tahunan (BCM/Tahun)	270.074	401.099	131.025

Dari tabel diatas dapat dilihat perbandingan produktivitas antara alat lama dengan alat baru, dimana alat yang digunakan memiliki merk dan tipe yang sama yaitu Hino FM 350 PL. Walaupun menggunakan alat yang sama tetapi terdapat perbedaan antara produktivitas alat lama dengan alat baru. Alat lama memiliki produktivitas 270.074 BCM/Tahun sedangkan alat baru

berdasarkan perhitungan estimasi produktivitas yaitu sebesar 401.099 BCM/Tahun.

Rekomendasi Penggantian Alat

Berdasarkan hasil kajian teknis dan ekonomis menggunakan metode perhitungan Production Unit Cost, untuk alat gali-muat perlu dilakukan penggantian alat menggunakan alat baru dikarenakan nilai PUC alat baru lebih kecil dibandingkan alat lama. Faktor yang paling berpengaruh dalam kajian teknis adalah efisiensi dan Cycle Time sedangkan dalam kajian ekonomis adalah konsumsi bahan bakar serta biaya perbaikan antara alat lama dengan alat baru. Berikut tabel rekapitulasi perbandingan dari segi teknis dan segi ekonomis dari alat gali-muat lama dengan alat baru dapat dilihat pada Tabel 5, sebagai berikut:

Tabel 5. Perbandingan Teknis dan Ekonomis Alat Gali-Muat

Alat Gali-Muat Volvo EC 480 DL				
Parameter	Simbol	Nilai		Satuan
		Alat Saat Ini	Alat Baru	
Efisiensi Kerja	Em	78,78%	79,70%	%
Jumlah Alat	nm	1	1	Unit
Umur Pakai Alat	-	3	9	Tahun
Produktivitas	Pim	285.964	398.990	BCM/tahun/unit
Produksi	Pm	285.964	398.990	BCM/tahun
<i>Present Worth Cost</i>	PWC _m	7.184.589.595,34	23.114.182.252,33	Rp/tahun
<i>Production Unit Cost</i>	PUC	8.374,70	7.645,32	Rp/BCM
Penghematan (<i>Saving</i>)	Sm	729,38		Rp/BCM

Sedangkan untuk alat angkut berdasarkan hasil kajian teknis dan ekonomis menggunakan metode perhitungan Production Unit Cost, untuk alat gali-muat perlu dilakukan penggantian alat menggunakan alat baru dikarenakan nilai PUC alat baru lebih kecil dibandingkan alat lama. Berikut tabel rekapitulasi perbandingan dari segi teknis dan segi ekonomis dari alat gali-muat lama dengan alat baru dapat dilihat pada Tabel 6

Tabel 6. Perbandingan Teknis dan Ekonomis Alat Angkut

Alat Angkut Hino FM 350 PL				
Parameter	Simbol	Nilai		Satuan
		Alat Saat Ini	Alat Baru	
Efisiensi Kerja	Em	84,46%	84,75%	%
Jumlah Alat	nm	2	2	Unit
Umur Pakai Alat	-	7	10	Tahun
Produktivitas	Pim	71.466	78.625	BCM/tahun/unit
Produksi	Pm	142.932	157.249	BCM/tahun
<i>Present Worth Cost</i>	PWC _m	4.430.609.890,88	7.183.890.309,18	Rp/tahun
<i>Production Unit Cost</i>	PUC	2.343,60	1.791,05	Rp/BCM
Penghematan (<i>Saving</i>)	Sm	552,54		Rp/BCM

D. Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian yang berjudul Evaluasi Teknis Dan Ekonomis Alat Gali-Muat dan Alat Angkut Di PT Mandiri Sejahtera Sentra didapatkan beberapa kesimpulan yaitu sebagai berikut:

1. Produksi dari alat gali-muat lama yaitu sebesar 285.964 BCM/tahun, sedangkan untuk produksi alat gali-muat yang baru sebesar 398.990 BCM/tahun. Untuk alat angkut didapatkan produksi sebesar 142.932 BCM/tahun sedangkan alat angkut baru sebesar 157.249 BCM/tahun.
2. Untuk biaya operasi dari alat gali-muat lama yaitu sebesar Rp 407.000.000 /tahun, sedangkan untuk alat gali-muat yang baru adalah sebesar yaitu Rp 528.000.000 /tahun yang mana kenaikan dari biaya operasi setiap tahunnya yaitu 4.61% pada tahun 2023. Untuk biaya operasi alat angkut lama yaitu sebesar Rp 121.000.000 /tahun sedangkan untuk alat baru didapatkan biaya operasi sebesar Rp 132.000.000 /tahun.
3. Untuk nilai Present Worth Cost alat gali-muat lama yaitu sebesar Rp 9.179.158.985.61 sedangkan untuk alat-gali muat baru nilai Present Worth Cost sebesar Rp24.506.034.618.49. Untuk biaya nilai Present Worth Cost alat angkut lama sebesar Rp 5.427.288.491.31 sedangkan untuk alat angkut baru didapatkan nilai Present Worth Cost sebesar Rp 7.753.351.960.78.
4. Dari hasil pengkajian secara teknis maupun ekonomis untuk alat gali-muat lama perlu dilakukan penggantian dikarenakan tingkat produktivitas dari alat gali-muat yang baru lebih tinggi dan juga lebih ekonomis, untuk hasil Production Unit Cost alat gali-muat lama yaitu sebesar Rp 10.699.87 /BCM sedangkan untuk alat gali-muat baru Rp7.681.59 /BCM Dan untuk Production Unit Cost dari alat angkut lama yaitu Rp4.243.72 /BCM sedangkan untuk alat angkut baru Rp 2.809.80 /BCM. Dari hasil perbandingan PUC tersebut lebih baik dilakukan penggantian alat dikarenakan nilai PUC alat lama lebih besar dibandingkan alat baru.

Acknowledge

Penulis sangat berterima kasih kepada semua pihak yang telah memberikan bantuan moril maupun materil, termasuk Bapak Dr. Ir. Yunus Ashari, S.T., M.T., Ketua Prodi Teknik Pertambangan Universitas Islam Bandung, Bapak Noor Fauzi Isnarno, S.Pd., S.Si., M.T., Sekretaris Program Studi Teknik Pertambangan, Bapak Ir. Zaenal, M.T., Koordinator Skripsi dan Dosen Pembimbing, Bapak Indra Karna Wijaksana, S.T., M.T., Dosen Co Pembimbing, dan Ibu Elfida Moralista, S.Si., M.T., Dosen Wali. Penulis juga mengucapkan terima kasih kepada PT Mandiri Sejahtera Sentra, khususnya Bapak Zaini Miftah, S.T., Kepala Teknik Tambang, Bapak Bahrul, S.T., Kepala Lapangan, Bapak Zamzami, S.T., Koordinator Lapangan dan Pembimbing Lapangan, serta Saudara Tambang 2017.

Daftar Pustaka

- [1] Armin, Stuedlein, 1997, "*Soil Mechanics and Foundation Engineering*". Journal American Society. New York
- [2] Andi, Tenrisukki, 2003, "Diktat Kuliah Pemindahan Tanah Mekanis". Gunadarma
- [3] Arif, Irwandi, 2008, "Analisis Investasi Tambang". Program Studi Teknik Pertambangan. Institut Teknologi Bandung. Bandung
- [4] Bangun, Filianti Teta Ateta, 2009, "Pengembangan Tanah Mekanik dan Alat Berat". Departemen Teknik Sipil. Universitas Sumatera Utara. Sumatera Utara
- [5] Bemmelen, Van, 1986, "The Geology Of Indonesia". Indonesia
- [6] Effendi, Kadir. 2008. "Pemindahan Tanah Mekanis". Fakultas Teknik, Universitas Sriwijaya..
- [7] Hausrulid, Kutcha, 2013, "Surface Mining". University Of Mining & Metallurgy, Krokow, Poland
- [8] Indonesianto, Yanto, 2006, "Pemindahan Tanah Mekanis". Jurusan Teknik Pertambangan UPN Veteran Yogyakarta". Yogyakarta.
- [9] Komatsu, 2009, "Specifications & Application Handbook Edition 30". Komatsu.
- [10] Komatsu, 2007, "Specifications & Application Handbook Edition 9". Tere., China.
- [11] Nabar, Darmansyah, 1998, "Pemindahan Tanah Mekanis Dan Alat Berat". Jurusan Teknik Pertambangan Universitas Sriwijaya, Palembang.

- [12] Perea. 2004, “Introductory Mining Engineering”. University Of Halabama, Tuscalossa, United States.
- [13] Peleider. 1968, “Surface Mining”. Second Edition Society For Mining, Metalurgy, and Eksploration, Inc. Littleton, Colorado.
- [14] Pradjosumarto, Partanto, 1993, “Pemindahan Tanah Mekanis”. Jurusan Teknik Pertambangan. Institut Teknologi Bandung. Bandung.
- [15] Pulonggono, Martodjodjo, 1994, “Tektonik Regional Jawa”. Jurusan Teknik Geologi Universitas Gajah Mada, Yogyakarta.
- [16] Rose. R and Hartono, P, 1978, “Geological evolution of the Tertiary Kutei - Melawi Basin”. Kalimantan. Indonesia.
- [17] Simatupang, Maragin, dkk, “Pengantar Pertambangan Indonesia”. Asosiasi Pertambangan Indonesia.
- [18] Sudradjat, Adjat, 1999, “Teknologi & Manajemen Sumberdaya Mineral”. Institut Teknologi Bandung, Bandung.
- [19] Suryaputra, August, 2009, “Skripsi Produksi Alat Muat dan Alat Angkut Pada Kegiatan Pengupasan Tanah Penutup”. Universitas Pembangunan Nasional Veteran.
- [20] Tenriajeng, A, T, 2003, “Pemindahan Tanah Mekanis atau Alat Berat”. Gunadarma, Depok.
- [21] Yanto, Indonesianto, 2012, “Pemindahan Tanah Mekanis”. Program Studi Teknik Pertambangan, UPN “Veteran”, Yogyakarta.
- [22] Wedhanto, Sonny, 2009, “Alat Berat Dan Pemindahan Tanah Mekanis”. Universitas Negeri Malang, Malang.
- [23] Walter W, Kaufman and James, 1977, “Design of Surface Mine Haulage Road-Manual”. United States Departement of The Interior, Berau of Mines.
- [24] Dedi Saputra, Yunus Ashari, & Aviasti. (2023). Penerapan Sistem Manajemen Keselamatan Pertambangan di Tambang Andesit PT. Gunung Kulalet Bandung. *Jurnal Riset Teknik Pertambangan*, 35–40. <https://doi.org/10.29313/jrtp.v3i1.2109>
- [25] Laksana, V. B., & Iswandar. (2022). Kajian Pengaruh Geometri Jalan Terhadap Konsumsi Bahan Bakar Alat Angkut pada Penambangan Andesit. *Jurnal Riset Teknik Pertambangan*, 147–156. <https://doi.org/10.29313/jrtp.v2i2.1421>
- [26] Muhammad Iqbal Abdul Basith, Dono Guntoro, & Novriadi. (2023). Rencana Teknis dan Biaya Reklamasi Tambang Timah Blok Sangau B.3 PT XYZ. *Jurnal Riset Teknik Pertambangan*, 41–46. <https://doi.org/10.29313/jrtp.v3i1.2125>