

Estimasi Biaya dan Evaluasi Kebutuhan Alat Muat dan Alat Angkut Terhadap Efisiensi Penambangan Batubara pada Tambang Terbuka PT. Allied Indo Coal Jaya, Sawahlunto

Nurul Anisa Ardianti^{1*}, Heri Prabowo^{2**}

¹Jurusan Teknik Pertambangan, Fakultas Teknik, Universitas Negeri Padang

*anisaardianti52@gmail.com

**heri.19782000@ft.unp.ac.id

Abstract. Coal is an important energy source as a substitute for oil and gas fuels. Along with the increasing demand for coal, especially for steam power plants (PLTU) and for other industries, there has been an increase in coal production. An increase in the value of the dollar exchange rate against the value of rupiah reaching Rp. 14.091/\$ USD throughout 2019 based on CNBC Indonesia and with falling coal prices in the world market calculated based on the average by ICI only 66,27 USD/ton, impacting coal mining companies in the world as well as PT. Allied Indo Coal Jaya. The importance of operating costs, owning costs and evaluating the need for loading and transporting equipment on production is certainly related to mining costs and the investment value to be incurred by the company and the production targets to be achieved by company. The relationship between production targets and the ability to produce equipment will determine the efficiency of operating costs and the cost of ownership and investment costs of equipment. With the NPV and IRR methods we can find out the feasibility of investing in loading and transporting equipment in relation to work efficiency and in the use of loading and transporting equipment used to meet these targets.

Keywords: Effective Utilization, Operating cost, Owning cost, Net Present Value, Internal Rate Return.

1 Pendahuluan

Batubara merupakan salah satu sumber energi yang penting sebagai pengganti bahan bakar minyak dan gas bumi^[1]. Seiring dengan peningkatan permintaan penggunaan batubara, terutama untuk pembangkit listrik tenaga uap (PLTU) maupun untuk industri lainnya maka terjadi peningkatan produksi batubara. Adanya peningkatan nilai kurs dollar terhadap nilai rupiah yang mencapai nilai Rp. 14.091/\$USD sepanjang 2019^[2] berdasarkan CNBC Indonesia dan dengan turunnya harga batubara dipasar dunia yang dihitung berdasarkan rata-rata *Indonesia Coal Index (ICI)* hanya sebesar 66,27 USD/ton^[3] sangat berdampak terhadap perusahaan tambang batubara didunia begitu pun dengan PT. Allied Indo Coal Jaya.

Kegiatan penambangan batubara di PT. Allied Indo Coal Jaya dilakukan dengan menggunakan sistem tambang terbuka dan menggunakan 2 alat mekanis utama, yaitu *excavator* sebagai alat gali-muat dan *dumptruck* sebagai alat angkut. Berdasarkan pengamatan yang dilakukan penulis pada tambang batubara PT. Allied Indo Coal Jaya data produksi pada bulan oktober menunjukkan ketidaktercapaian target yaitu hanya sebesar 62% untuk batubara dan 30% untuk overburden dari target produksi yang seharusnya sebesar 36.000 ton batubara/ bulan dan

overburden sebanyak 250.000 lcm/ bulan. Kemudian penulis melakukan pengamatan terhadap satu sampel *dumptruck* pada pengamatan yang dilakukan dalam 60 menit waktu tersedia terdapat 31,7 menit waktu tunggu bagi *dumptruck* yang mana terdapat 4 buah *dumptruck* yang mengantri, hal ini disebabkan adanya persiapan *front loading*, sering terjadinya *breakdown* alat, dan perbaikan posisi dari *excavator*. Hal ini menunjukkan bahwa tidak serasinya penggunaan alat angkut dan alat muat.

Alat angkut yang terdapat pada tambang terbuka PT. Allied Indo Coal Jaya menggunakan jasa PT. Miyor Pratama, namun sebagian alat muat merupakan milik PT. Allied Indo Coal Jaya. Pentingnya estimasi biaya operasi (*operating cost*), biaya kepemilikan (*owning cost*) serta evaluasi kebutuhan alat muat dan alat angkut terhadap efisiensi produksi tentu berkaitan dengan biaya penambangan (*mining cost*) dan nilai investasi yang harus dikeluarkan oleh perusahaan serta target produksi yang harus dicapai oleh perusahaan^[4]. Keterkaitan antara target produksi dengan kemampuan produksi alat akan menentukan efisiensi biaya operasi (*operating cost*) dan biaya kepemilikan (*owning cost*) dan biaya investasi alat^[5]. Dengan metode NPV dan IRR kita dapat mengetahui

kelayakan investasi alat muat dan alat angkut dalam hubungannya dengan efisiensi kerja dan efisiensi penggunaan alat muat dan alat angkut yang dipakai guna memenuhi target tersebut.

Peralatan yang akan diteliti dalam penelitian adalah Alat muat dan alat angkut yaitu *Excavator* CAT 330D, *Excavator* Komatsu PC 210, *Dumptruck* Isuzu GIGA, *Dumptruck* Hino Ranger 500.

2 Kajian Teori

2.1 Deskripsi Perusahaan

PT. Allied Indo Coal (PT.AIC) merupakan salah satu perusahaan yang bergerak dibidang usaha pertambangan batubara di Sawahlunto dengan status izin PKP2B (Perjanjian Kerjasama Pengusahaan Pertambangan Batubara) sesuai dengan kontrak No.J2/Ji.Du/25/1985 pada tanggal 21 Agustus 1985. Awalnya perusahaan ini merupakan perusahaan swasta yang didukung oleh penanaman modal asing, yaitu kerjasama antara Allied Queensland Coalfields (AQS) Limited dari Australia dengan PT. Mitra Abadi Sakti (PT.MAS) dari Indonesia, komposisi saham masing-masing 80% dan 20%.

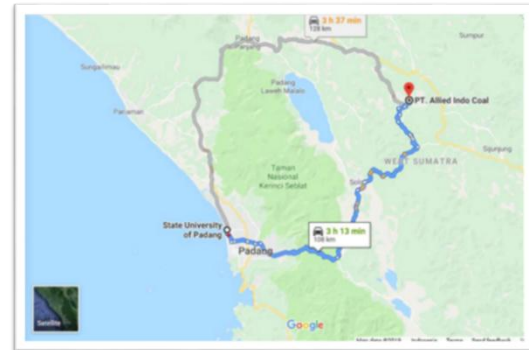
Pada tahun 1992, PT.MAS mengambil alih seluruh saham AQS, dengan demikian PT.MAS mengontrol seluruh manajemen perusahaan. Pada tahun 2008 PT.Allied Indo Coal berubah nama menjadi PT. Allied Indo Coal Jaya (PT.AICJ) dengan status izin Walikota berupa kuasa penambangan (KP) dengan luas area 327,40 Ha, yang kemudian pada tanggal 4 april 2010 izin kuasa penambangan (KP) tersebut dirubah menjadi Izin Usaha Penambangan (IUP). Pada tahun 2017 terjadi pergantian kepemilikan perusahaan yang saat ini dimiliki oleh pengusaha asal Talawi. Dalam kegiatan operasional penambangan pada tambang terbuka PT. AICJ kini bekerjasama dengan PT. Miyor Pratama Coal.

Lokasi penambangan PT. Allied Indo Coal Jaya (PT.AICJ) secara administratif terletak di desa Parambahan, Kecamatan Talawi, Kota Sawahlunto, Provinsi Sumatera Barat. Secara geografis wilayah IUP PT.AICJ berada pada posisi $100^{\circ} 46' 48'' - 100^{\circ} 48' 47''$ Bujur Timur dan $00^{\circ} 35' 34'' - 00^{\circ} 36' 59''$ Lintang Selatan, dengan batas wilayah sebagai berikut :

- 1) Sebelah Utara berbatasan dengan Desa Batu Tanjung dan Desa Tumpuak Tengah, Kecamatan Talawi, Kota Sawahlunto.
- 2) Sebelah Timur berbatasan dengan Jorong Bukit Bua dan Koto Panjang Nagari V Koto, Kecamatan Koto VII, Kabupaten Sijunjung.
- 3) Sebelah selatan berbatasan dengan Jorong Koto Panjang Nagari V Koto, Kecamatan Koto VII, Kabupaten Sijunjung, dan Desa Salak, Kecamatan Talawi, Kota Sawahlunto.

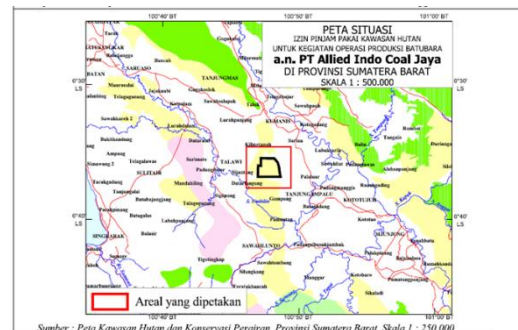
- 4) Sebelah barat berbatasan dengan Desa Salak, Kecamatan Talawi, Kota Sawahlunto.

Lokasi pertambangan PT. Allied Indo Coal jaya (PT.AICJ) berjarak kurang lebih 108 km dari Kota Padang dan dapat ditempuh dengan waktu sekitar 3 jam perjalanan. Untuk lebih jelasnya lokasi



kesampaian daerah PT. AICJ dapat dilihat pada gambar berikut ini.

Gambar 1. Peta Kesampaian Daerah PT. AICJ



Gambar 2. Peta Situasi PT. AICJ

2.2 Peralatan Tambang

Peralatan yang akan diteliti dalam penelitian adalah Alat muat dan alat angkut yaitu *Excavator* CAT 330D, *Excavator* Komatsu PC 210, *Dumptruck* Isuzu GIGA, *Dumptruck* Hino Ranger 500.

2.2.1 Produktivitas Alat

Sebelum melakukan analisis investasi alat, maka perlu melakukan analisis terhadap kemampuan produksi masing-masing alat. Perhitungan kemampuan alat gali muat dan alat angkut dapat dilihat sebagai berikut :

1. Produksi Alat Muat

Kemampuan produksi alat muat dapat dihitung dengan

menggunakan rumus sebagai berikut:

$$Q = \frac{q1 \times k \times 60 \times E}{Cm} \quad (1)$$

Keterangan :

Q = Produksi Per Jam *Excavator* (m³/jam)
 q1 = Kapasitas *Bucket* Maksimal (m³)
 k = Faktor Pengisian *Bucket*
 E = Efisiensi Kerja
 Cm = Waktu Siklus Alat Muat (menit)

2. Produksi Alat Angkut

Kemampuan produksi alat angkut dapat dihitung dengan menggunakan rumus sebagai berikut:

$$Q = \frac{n \times q1 \times k \times 60 \times E}{Cmt} \quad (2)$$

Keterangan:

Q = Produksi Per Jam *Dumptruck* (m³/jam)
 N = Jumlah *Bucket Excavator* hingga DT penuh
 q1 = Kapasitas *Bucket* (m³)
 k = Faktor Pengisian *Bucket*
 E = Efisiensi Kerja *Dumptruck*
 Cmt = Waktu Siklus *Dumptruck* (menit)

2.3 Metode Analisis Investasi

Penelitian ini menggunakan metode analisis investasi *Net Present Value* (NPV) dan *Internal Rate Return* (IRR)^[3]. Dimana mengacu kepada nilai investasi awal alat gali muat dan alat angkut serta sisa cadangan dan sisa umur tambang. Variabel yang diteliti adalah kemampuan produksi alat, biaya operasi dan biaya kepemilikan masing-masing alat gali muat dan alat angkut.

Terdapat beberapa metode dalam analisis investasi suatu alat seperti metode *Net Present Value*, *Internal rate Return*, *Annual Equivalent*, *Payback Period*^[7]. Dalam Penelitian ini, menggunakan metode analisis investasi *Net Present Value* (NPV) dan *Internal Rate Return* (IRR). Dimulai dengan menganalisis biaya kepemilikan, biaya operasi, dan aliran kas masing-masing alat gali muat dan alat angkut.

2.3.1 Net Present Value (NPV)

Net Present Value (NPV) adalah metode menghitung nilai bersih (*netto*) pada waktu sekarang (*present*)^[7]. Asumsi *present* yaitu menjelaskan waktu awal perhitungan bertepatan dengan saat evaluasi dilakukan atau pada periode tahun ke nol (0) dalam perhitungan *cash flow* investasi.

Metode ini secara dasar yaitu memindahkan *cash flow* atau aliran kas yang menyebar pada sepanjang umur investasi dimulai dari waktu awal investasi (*t=0*). Dengan data *cash in* dan data *cash out* serta *benefit* yang didapat dari hasil penjualan^[8].

Jika nilai NPV > 0 dapat dikatakan bahwa usaha proyek layak (*feasible*) untuk dilaksanakan atau dengan kata lain bahwa jika nilai NPV bernilai positif dari investasi tersebut dan juga bahwa investasi tersebut maka akan menghasilkan keuntungan yang lebih tinggi daripada keuntungan yang diinginkan sebelumnya.

Jika nilai NPV < 0 dapat dikatakan usaha proyek yang tidak layak untuk dilaksanakan. Jika nilai NPV sama dengan nol dapat dikatakan usaha proyek yang dalam keadaan BEP (*Break Event Point*)^[8]. Untuk membandingkan dua proyek yang mana akan dipilih dapat dilakukan dengan membandingkan dari kedua nilai NPV proyek, dimana NPV proyek yang lebih besar adalah suatu proyek yang layak. Sedangkan untuk *present value* (PV), berguna untuk menghitung nilai sekarang dari suatu deret angsuran seragam di masa yang akan datang dari suatu jumlah tunggal yang telah disama ratakan pada akhir periode pada suatu tingkat bunga^[9]. Untuk menghitung nilai NPV dari suatu *cash flow* dapat menggunakan rumus berikut :

$$NPV = PWB - PWC^{[9]} \quad (3)$$

Keterangan :

PWB = *Present Worth of Benefit*

PWC = *Present Worth of Cost*

Komponen NPV diatas merupakan komponen utama dalam perhitungan NPV. Untuk *cash in* atau *cash flow benefit* yaitu *cash flow* yang memperhitungkan berapa keuntungan yang diperoleh suatu investasi, dimana merupakan hasil penjualan, atau penyewaan suatu alat^[9]. Untuk *cash out* atau yang disebut *cash flow cost* yaitu komponen biaya yang mana memperhitungkan biaya pengeluaran seperti biaya kepemilikan dan biaya operasi.

2.3.2 Internal rate of Return (IRR)

Internal Rate of Return (IRR) adalah kemampuan *cash flow* dalam mengembalikan modal awalnya^[10]. IRR merupakan kriteria penilaian lain yang digunakan dalam analisis finansial dengan tujuan untuk menjelaskan apakah rencana proyek investasi penambangan batubara cukup menarik bila dilihat dari indikator tingkat efisiensi dari laju pengembalian investasi yang telah ditentukan. Suatu proyek/investasi dapat dilakukan apabila laju pengembalian (*rate of return*) lebih besar dari pada laju pengembalian apabila melakukan investasi di tempat lain (bunga deposito bank, dan lain-lain).

IRR digunakan dalam menentukan apakah investasi dilaksanakan atau tidak, untuk itu biasanya digunakan acuan bahwa investasi yang dilakukan harus lebih tinggi dari Minimum *acceptable rate of return* atau *Minimum attractive rate of return*. *Minimum attractive rate of return* adalah laju pengembalian minimum dari suatu investasi yang berani dilakukan oleh investor^[11].

Dalam analisis investasi, nilai IRR ini ditentukan aturan, yaitu Jika $IRR > (\text{lebih besar})$ daripada laju pengembalian (*i*) yang diinginkan (*required rate of return-ROR*), maka proyek investasi diterima. Sedangkan, Jika $IRR < (\text{lebih kecil})$ daripada laju pengembalian (*i*) yang diinginkan (*required rate of return-ROR*), maka proyek investasi ditolak^[9].

Perhitungan IRR dilakukan pada aliran kas setelah terbebani pajak selama umur proyek berlangsung. IRR dapat dihitung dengan bantuan *software* Microsoft Excel. Adapun persamaan yang digunakan pada perhitungan sebagai berikut:

$$IRR = i_1 + \frac{NPV_1}{(NPV_1 - NPV_2)} (i_2 - i_1)^{[12]}$$

(4)

Keterangan :

i_1 = *rates* yang menghasilkan nilai NPV positif

i_2 = *rates* yang menghasilkan nilai NPV negatif

NPV_1 = *Net Present Value* yang bernilai positif

NPV_2 = *Net Present Value* yang bernilai negatif

3 Metode Penelitian

3.1 Jenis Penelitian

Penelitian ini lebih terarah ke penelitian terapan (*Applied Research*) yaitu penelitian yang menekankan pada penerapan ilmu, aplikasi ilmu atau penggunaan ilmu untuk masyarakat ataupun untuk keperluan tertentu.

Metode penelitian yang digunakan adalah jenis penelitian kuantitatif. Metode penelitian kuantitatif merupakan jenis penelitian dimana dalam penelitian ini data yang dikumpulkan berupa angka sebagai lambang dari peristiwa atau kejadian dan dianalisis dengan menggunakan teknik statistik^[13]. Selain itu, dalam penelitian ini teknik pengambilan data dilakukan dengan observasi langsung di lapangan, wawancara (*Interview*), dan analisis dokumen.

3.2 Teknik Pengumpulan Data

Teknik pengumpulan data dilakukan dengan cara yaitu:

3.2.1 Studi literatur

Mempelajari teori-teori yang berhubungan dan relevan dengan materi yang akan dibahas, bentuk data yang diperoleh, laporan penelitian terdahulu, perpustakaan, dan internet.

3.2.2 Pengambilan data primer

Data primer yaitu data yang dikumpulkan dengan melakukan pengamatan secara langsung di lapangan, pengamatan dilakukan dengan cara observasi dan peninjauan lapangan untuk melakukan pengamatan langsung terhadap semua kegiatan di daerah yang akan diteliti, data ini dapat berupa :

a. Cycle time Alat

Dalam pengambilan data *cycle time* alat gali muat dan alat angkut, penulis menggunakan *stopwatch* pada telepon seluler, buku tulis, dan pena. Untuk pengambilan data *cycle time* alat muat yaitu *excavator* CAT 330D dan *excavator* Komatsu PC 210 penulis melakukan pengamatan dari jarak jauh dan menghitung berapa waktu yang dihabiskan untuk melakukan satu siklus kegiatan.

Untuk data *cycle time* alat angkut, yaitu *dumptruck* HINO Ranger dan *dumptruck* Isuzu GIGA penulis harus menaiki *dumptruck* tersebut, dimana dari dalam alat penulis akan menghitung berapa waktu yang dihabiskan untuk melakukan satu siklus kegiatan.

b. Waktu kerja dan efisiensi kerja

Hanya terdapat 1 *shift* kerja pada PT. Allied Indo Coal Jaya. Dimana jam kerja dalam 1 *shift* nya sebanyak 9 jam. Namun pada keadaan aktual terdapat waktu-waktu yang terbuang akibat adanya hambatan-hambatan.

- c. Jumlah alat muat dan alat angkut yang bekerja di lapangan .

Dalam masa penelitian penulis, PT. Allied Indo Coal jaya sedang memproduksi batubara yang terletak pada Pit Central Timur dimana dalam 1 *fleet* kegiatan terdapat 1 buah *excavator* sebagai alat gali muat batubara dan 4 buah *dumptuck* sebagai alat angkut batubara. Sedangkan untuk *overburden* dalam 1 *fleet* kegiatan terdapat 1 buah *excavator* sebagai alat gali muat dan 3 buah *dumptuck* sebagai alat angkut.

- d. Data-data yang dirasa perlu yang ada di lapangan.

3.2.3 Pengambilan data sekunder

Data sekunder, yaitu data yang dikumpulkan berdasarkan literatur dan berbagai referensi PT. Allied Indo Coal Jaya, seperti :

- Data curah hujan
- Rencana target produksi
- Peta rencana penambangan PT. Allied Indo Coal Jaya
- Spesifikasi alat muat dan alat angkut
- Daftar harga alat
- Data konsumsi bahan bakar, pemakaian pelumas
- Data penggantian *spare parts*, *grease*, *filter* dll

3.3 Teknik Analisa Data

Langkah metode penelitian berikutnya yaitu teknik analisa data, dengan melakukan proses pengolahan data-data diatas diantaranya :

3.3.1 Mengelompokkan data

Data yang telah dikumpulkan akan dikelompokkan sesuai dengan fungsinya, seperti data cycle time, waktu kerja efektif berfungsi terhadap perhitungan kemampuan produksi alat. Data konsumsi bahan bakar, pemakaian pelumas berfungsi terhadap perhitungan biaya operasi dan pembuatan aliran kas (*cash flow*).

3.3.2 Menghitung Ketersediaan Alat dan

Kemampuan Produksi

Dengan adanya data jam kerja masing-masing alat maka penulis dapat menghitung berapa persentase ketersediaan alat, serta berapa kemampuan produksi dari alat gali muat dan alat angkut.

3.3.3. Menghitung Owning Cost dan Operating Cost

Pada PT. Allied Indo Coal Jaya terdapat 2 jenis pembiayaan alat, yaitu dengan cara *leasing* (kredit) dan Sewa (*Rent*). Perhitungan *owning cost* masing-masing pembiayaan alat akan berbeda. Namun untuk *operating cost* hanya bergantung kepada jenis alat dan jarak yang ditempuh. Setelah menghitung kemampuan produksi kemudian penulis akan menghitung berapa *owning cost* dan *operating cost* dalam keadaan pembiayaan yang berbeda per masing-masing alat.

3.3.4 Membuat Aliran Kas (Cash Flow)

Dengan adanya data investasi pembelian alat, biaya pengeluaran masing-masing alat dan biaya penjualan hasil produksi batubara maka selanjutnya penulis akan membuat aliran kas pada suku bunga pinjaman, dan terhadap waktu yang direncanakan.

3.3.5 Analisis Kelayakan Investasi Menggunakan Metode NPV

Dalam tahapan ini penulis akan membuat aliran kas present dan annual untuk menghitung nilai NPV terhadap masing-masing alat gali muat dan alat angkut. Serta melihat metode pembiayaan yang digunakan yaitu metode pembelian tunai, *leasing*, dan rental.

3.3.6 Analisis Investasi Menggunakan Metode IRR

Setelah mendapatkan nilai NPV yang layak maka selanjutnya penulis menghitung *rates* yang tepat terhadap investasi alat dan terhadap metode pembiayaan alat.

3.3.7 Pemilihan Alternatif

Tahapan terakhir yaitu pemilihan alternatif investasi alat yang sesuai dengan nilai NPV dan IRR metode mana yang akan dipilih dan lebih menguntungkan perusahaan.

4 Hasil Penelitian Dan Pembahasan

4.1 Hasil Penelitian

Dari penelitian yang telah penulis lakukan pada PT. Allied Indo Coal Jaya, maka data yang penulis dapatkan adalah sebagai berikut :

4.1.1 Biaya Kepemilikan (Owning Cost) dan Biaya Operasional (Operating Cost)

Berdasarkan data yang penulis dapatkan dari departemen teknis dan workshop, maka penulis dapat

menghitung berapa biaya kepemilikan (*owning cost*) dan biaya operasional (*Operating Cost*) masing-masing alat gali muat dan alat angkut yang menjadi sampel dari penelitian yaitu:

a. *Owning cost* dan *Operating Cost Excavator CAT 330 D 2L*

Dari hasil perhitungan berdasarkan data yang dikumpulkan maka didapatkan besaran biaya kepemilikan dan biaya operasional untuk alat yang dibeli secara tunai yaitu sebagai berikut :

Tabel 1. *Owning Cost* dan *operating cost excavator CA 330 D 2L secara Tunai*

CAT 330D 2L				
No.	Cost	Used per Hour	Price (\$)	Total Price (\$/Hour)
Owning Cost				
1	Depresiasi	-	-	10.73
2	Bunga, Pajak, dan Asuransi	-	-	0
Total Biaya Kepemilikan				10.73
Operating Cost				
1	Fuel	36.15 Liter	0.64	23.24
2	Engine Oil	0.14 Liter	1.67	0.23
4	Final Drive Oil	0.00425 Liter	2.40	0.01
5	Hydraulic Control Oil	0.0675 Liter	1.66	0.11
6	Swing Machine	0.03 Liter	1.67	0.05
7	Grease	0,1 kg	4.39	0.44
8	Filter	-	-	35.48
9	Repair	-	-	10.645
10	Operator Salary	-	-	1.4
11	Special Item	-	-	1.95
Total Biaya Operasional				73.57
Total Biaya Kepemilikan dan Biaya Operasional				84.3

Tabel 2. *Owning Cost* dan *operating cost excavator CAT 330 D 2L secara Kredit*

CAT 330D 2L				
No.	Cost	Used per Hour	Price (\$)	Total Price (\$/Hour)
Owning Cost				
1	Depresiasi	-	-	10.73
2	Bunga, Pajak, dan Asuransi	-	-	5.52
Total Biaya Kepemilikan				16.25
Operating Cost				
1	Fuel	36.15 Liter	0.64	23.24
2	Engine Oil	0.14 Liter	1.67	0.23
4	Final Drive Oil	0.00425 Liter	2.40	0.01
5	Hydraulic Control Oil	0.0675 Liter	1.66	0.11
6	Swing Machine	0.03 Liter	1.67	0.05
7	Grease	0,1 kg	4.39	0.44
8	Filter	-	-	35.48
9	Repair	-	-	10.645
10	Operator Salary	-	-	1.4
11	Special Item	-	-	1.95
Total Biaya Operasional				73.57
Total Biaya Kepemilikan dan Biaya Operasional				89.82

b. *Owning cost* dan *Operating Cost Excavator Komatsu PC 210*

Dari hasil perhitungan berdasarkan data yang dikumpulkan maka didapatkan besaran biaya kepemilikan dan biaya operasional untuk alat yang dibeli secara tunai yaitu sebagai berikut :

Tabel 3. *Owning Cost* dan *operating cost excavator Komatsu PC 210 secara Tunai*

Komatsu PC 210				
No.	Cost	Used per Hour	Price (\$)	Total Price (\$/Hour)
Owning Cost				
1	Depresiasi	-	-	4.377
2	Bunga, Pajak, dan Asuransi	-	-	0
Total Biaya Kepemilikan				4.377
Operating Cost				
1	Fuel	39.2 Liter	0.64	25.217
2	Engine Oil	0.12 Liter	1.67	0.2
4	Final Drive Oil	0.009 Liter	2.40	0.022
5	Hydraulic Control Oil	0.0075 Liter	1.66	0.12
6	Swing Machine	0.012 Liter	1.67	0.02
7	Grease	0,1 kg	4.39	0.439
8	Filter	-	-	35.48
9	Repair	-	-	10.645
10	Operator Salary	-	-	1.408
11	Special Item	-	-	0.7806
Total Biaya Operasional				74.224
Total Biaya Kepemilikan dan Biaya Operasional				78.601

Tabel 4. *Owning Cost* dan *operating cost excavator Komatsu PC 210 secac. Owning cost dan*

Komatsu PC 210				
No.	Cost	Used per Hour	Price (\$)	Total Price (\$/Hour)
Owning Cost				
1	Depresiasi	-	-	4.377
2	Bunga, Pajak, dan Asuransi	-	-	0
Total Biaya Kepemilikan				4.377
Operating Cost				
1	Fuel	39.2 Liter	0.64	25.217
2	Engine Oil	0.12 Liter	1.67	0.2
4	Final Drive Oil	0.009 Liter	2.40	0.022
5	Hydraulic Control Oil	0.0075 Liter	1.66	0.12
6	Swing Machine	0.012 Liter	1.67	0.02
7	Grease	0,1 kg	4.39	0.439
8	Filter	-	-	35.48
9	Repair	-	-	10.645
10	Operator Salary	-	-	1.408
11	Special Item	-	-	0.7806
Total Biaya Operasional				74.224
Total Biaya Kepemilikan dan Biaya Operasional				78.601

c. *Operating Cost Dumptruck HINO Ranger 500 FM 260*

Dari hasil perhitungan berdasarkan data yang dikumpulkan maka didapatkan besaran biaya kepemilikan dan biaya operasional untuk alat yang dibeli secara tunai yaitu sebagai berikut :

Tabel 5. *Owning Cost dan operating cost Dumptruck HINO Ranger 500 FM 260 secara Tunai*

DT HINO Ranger 500 FM 260				
No.	Cost	Used per Hour	Price (\$)	Total Price (\$/Hour)
Biaya Kepemilikan				
1	Depresiasi	-	-	2.671
2	Bunga, Pajak, dan Asuransi	-	-	0
Total Biaya Kepemilikan				2.671
Biaya Operasional				
1	Fuel	21.45	0.64	13.79
2	Oil Engine	2.00	1.67	3.34
3	Oil Transmission	0.15	1.67	0.25
4	Final Drive Oil	0.05	2.40	0.12
5	Hydraulic Control Oil	5.00	1.66	8.32
6	Grease	0,02	4.39	0.09
7	Filter	-	-	0.03
8	Tire	-	-	0.06
9	Operator Salary	-	-	1.41
10	Repair Cost	-	-	0.67
Total Biaya Operasional				28.07
Total Biaya Kepemilikan dan Operasional				30.741

Tabel 7. *Owning Cost dan operating cost Dumptruck Isuzu GIGA FVZ 285 secara Tunai*

DT Isuzu GIGA FVZ 285				
No.	Cost	Used per Hour	Price (\$)	Total Price (\$/Hour)
Biaya Kepemilikan				
1	Depresiasi	-	-	2.996
2	Bunga, Pajak, dan Asuransi	-	-	0
Total Biaya Kepemilikan				2.996
Biaya Operasional				
1	Fuel	13.55	0.64	8.71
2	Oil Engine	4.00	1.67	6.68
3	Oil Transmission	0.20	1.67	0.33
4	Final Drive Oil	0.7	2.40	1.68
5	Hydraulic Control Oil	5.00	1.66	8.32
6	Grease	0,02	4.39	0.09
7	Filter	-	-	0.03
8	Tire	-	-	0.06
9	Operator Salary	-	-	1.41
10	Repair Cost	-	-	0.31
Total Biaya Operasional				27.62
Total Biaya Kepemilikan dan Operasional				30.616

Tabel 6. *Owning Cost dan operating cost Dumptruck HINO Ranger 500 FM 260 secara Kredit*

DT HINO Ranger 500 FM 260				
No.	Cost	Used per Hour	Price (\$)	Total Price (\$/Hour)
Biaya Kepemilikan				
1	Depresiasi	-	-	2.671
2	Bunga, Pajak, dan Asuransi	-	-	0.268
Total Biaya Kepemilikan				2.939
Biaya Operasional				
1	Fuel	21.45	0.64	13.79
2	Oil Engine	2.00	1.67	3.34
3	Oil Transmission	0.15	1.67	0.25
4	Final Drive Oil	0.05	2.40	0.12
5	Hydraulic Control Oil	5.00	1.66	8.32
6	Grease	0,02	4.39	0.09
7	Filter	-	-	0.03
8	Tire	-	-	0.06
9	Operator Salary	-	-	1.41
10	Repair Cost	-	-	0.67
Total Biaya Operasional				28.07
Total Biaya Kepemilikan dan Operasional				31.009

Tabel 8. *Owning Cost dan operating cost Dumptruck Isuzu GIGA FVZ 285 secara Kredit*

DT Isuzu GIGA FVZ 285				
No.	Cost	Used per Hour	Price (\$)	Total Price (\$/Hour)
Biaya Kepemilikan				
1	Depresiasi	-	-	2.996
2	Bunga, Pajak, dan Asuransi	-	-	0.4
Total Biaya Kepemilikan				3.396
Biaya Operasional				
1	Fuel	13.55	0.64	8.71
2	Oil Engine	4.00	1.67	6.68
3	Oil Transmission	0.20	1.67	0.33
4	Final Drive Oil	0.7	2.40	1.68
5	Hydraulic Control Oil	5.00	1.66	8.32
6	Grease	0,02	4.39	0.09
7	Filter	-	-	0.03
8	Tire	-	-	0.06
9	Operator Salary	-	-	1.41
10	Repair Cost	-	-	0.31
Total Biaya Operasional				27.62
Total Biaya Kepemilikan dan Operasional				31.016

d. Owning cost dan Operating Cost Dumptruck Isuzu**GIGA FVZ 285**

Dari hasil perhitungan berdasarkan data yang dikumpulkan maka didapatkan besaran biaya kepemilikan dan biaya operasional untuk alat yang dibeli secara tunai yaitu sebagai berikut :

4.1.2. Produksi dan Produktivitas Aktual Masing-Masing Alat**a. Produksi dan Produktivitas Excavator CAT 330 D 2L****Tabel 9.** Data Produktivitas Excavator CAT 330 D 2L

Kapasitas Bucket (q_1) (m^3)	Bucket Fill Factor (k)	Cycle Time (detik)	Eff	Q (lcm/jam)	Produksi (ton/bulan)
1.54	0.6	19.8	0,714	102	39,015

b. Produksi dan Produktivitas Excavator Komatsu PC 210

Tabel 10. Data Produktivitas *Excavator* Komatsu PC

Kapasitas Bucket (q_1) (m^3)	Bucket Fill Factor (k)	Cycle Time (detik)	Eff	Q (lcm/jam)	Produksi (ton/bulan)
1.17	1	22.17	0,49	68.89	8,152.03

210

c. Produksi dan Produktivitas *Dumptruck* HINO Ranger 500 FM 260

Tabel 11. Data Produktivitas *Dumptruck* HINO Ranger 500 FM 260

Excavator yang melayani	Komatsu PC 210
Jumlah Bucket	23
Kapasitas Bucket	1.17 m^3
Bucket Fill Factor	1
Effisiensi	0.7472
Cycle Time <i>Dumptruck</i>	2261.97 detik
Produktivitas (Q) (lcm/jam)	23.68
Produksi (ton/bulan)	3,735.85

d. Produksi dan Produktivitas *Dumptruck* Isuzu GIGA FVZ 285

Tabel 12. Data Produktivitas *Dumptruck* Isuzu GIGA FVZ 285

Excavator yang melayani	CAT 330 D 2L
Jumlah Bucket	6
Kapasitas Bucket	1.54 m^3
Bucket Fill Factor	0.6
Effisiensi	0.83
Cycle Time <i>Dumptruck</i>	489.69 detik
Produktivitas (Q) (lcm/jam)	28.83
Produksi (ton/bulan)	11,088.78

4.1.3 Plan Ketersediaan Alat

Ketersediaan alat ditentukan berdasarkan rencana kerja alat, rencana kerja alat dapat dilihat pada tabel 20, dibawah ini:

Tabel 13. Rencana Kerja Alat Setiap Bulan

Rencana	Waktu (jam)
Waktu Tersedia (T)	252
Rencana Kerja Efektif (W)	196
Waktu Breakdown (R)	45
Stand By (S)	11

Dari perencanaan waktu kerja efektif diatas, maka dapat ditentukan :

Tabel 14. Plan Ketersediaan Alat

MA	80.08%
PA	82.14%
UA	94.6%
EU	77.8%

4.1.4 Plan Produksi Alat

Dari data rencana kerja dan ketersediaan alat, maka dapat dihitung berapa produksi yang akan dicapai masing-masing alat setiap tahunnya dengan perhitungan sebagai berikut :

Tabel 15. Plan Produksi Alat

EXC	Produksi (LCM)	Produksi (Ton/bulan)	Ton/Jam	Ton/Hari
CAT 330 D	21,831.26	46,391.43	236.69	2130.21
PC 210	39,250.18	37,758.67	192.64	1733.81

DT	Produksi (LCM)	Produksi (Ton/bulan)	Ton/Jam	Ton/Hari
IZUSU GIGA	6231.01	13,240.90	67.56	608.00
HINO RANGER	4845.20	4661.08	23.78	214.03

4.1.5 Aliran Kas (Cash Flow)

Dari data yang telah diperoleh dan besaran biaya kepemilikan serta biaya operasional untuk masing-masing alat menggunakan metode pembelian secara tunai, rental dan kredit maka dapat menghitung berapa besar aliran uang keluar (*cash out flow*).

Sementara untuk aliran uang yang masuk (*cash in flow*) dapat dilihat dari harga jual hasil produksi menyesuaikan dengan harga batubara berdasarkan nilai jual batubara *Indonesia Coal Index (ICI)*.

a. Metode Pembelian Tunai

Untuk uang masuk (*Cash In*) terdiri dari hasil penjualan produksi dengan pemberian pembobotan dan nilai sisa dari alat di tahun terakhir. Untuk aliran uang keluar (*cash out*) yaitu terdiri dari biaya investasi pembelian alat diawal (*owning cost*) dan biaya operasional (*operating cost*) alat yang harus dikeluarkan setiap tahunnya.

b. Metode Pembelian Leasing

Untuk uang masuk (*cash in*) terdiri dari hasil penjualan produksi dengan pemberian pembobotan dan nilai sisa alat di tahun terakhir. Untuk aliran uang keluar (*cash out*) terdiri dari biaya angsuran tahun 1–5 dan biaya operasional.

c. Metode Rental Alat

Untuk uang masuk (*cash in*) terdiri dari hasil penjualan produksi dengan pemberian pembobotan. Untuk aliran uang keluar terdiri dari biaya rental alat dari tahun 1 – 5 dan biaya operasional.

4.1.6 Analisis Investasi Menggunakan Metode NPV

a. Perhitungan Analisis NPV untuk Excavator PC 210

Metode Pembelian Secara Tunai

Bunga = 8 %

Inflasi = 3,49%

Owning cost & Operating cost = \$ 184.869,552

Investasi = \$ 72.013

Nilai Sisa = \$ 31.935

Hasil Penjualan = \$ 28.628.640

Tabel 16. Perhitungan NPV Excavator PC 210 secara Tunai

n	Activity	Present (\$)	Annual (\$)
	<i>Investment</i>	72,013	-
1	<i>Cost</i>	191,354	205,193
2		184,434	212,113
3		177,514	219,033
4		170,595	225,953
5		163,675	232,872
1	<i>Benefit</i>	27,629,500	29,627,780
2		26,630,361	30,626,919
3		25,631,221	31,626,059
4		24,632,082	32,625,198
5		23,632,942	33,624,338
	Nilai Sisa	30,820	33,050
	Total	129,146,512	159,258,507

NPV = PWB – PWC

= \$ 159,258,507 - \$ 129,146,512

= \$ 30,111,995

Metode Pembelian Secara Kredit (*Leasing*)

Inflasi = 3,49%

Bunga = 8%

Owning cost & Operating cost = \$ 190.655,475

Down Payment = \$ 18.003,25

Angsuran = \$ 26.810,35

Nilai Sisa = \$ 31.935

Hasil Penjualan = \$ 28.628.640

Tabel 17. Perhitungan NPV Excavator PC 210 secara *Leasing*

n	Activity	Present (\$)	Annual (\$)
	<i>Investment</i>	72,013	-
1	<i>Cost</i>	184,002	197,309
2		177,348	203,963
3		170,694	210,617
4		164,040	217,271
5		157,386	223,925
1	<i>Benefit</i>	27,629,500	29,627,780
2		26,630,361	30,626,919
3		25,631,221	31,626,059
4		24,632,082	32,625,198
5		23,632,942	33,624,338
1	<i>Angsuran</i>	30,820	33,050
2		11,259	11,666
3		10,852	11,666
4		10,445	11,666
5		10,038	11,666
	Nilai Sisa	9,630	11,666
	Total	129,708,116	159,274,759

NPV = PWB – PWC

= \$ 159.274.759 – \$ 129.708.116

= \$ 29.566.643

Metode Rental Alat

Inflasi = 3,49%

Bunga Investasi = 8%

Rent Cost per Tahun = \$ 41.728,76

Fuel Cost per Tahun = \$ 59.310,38

Hasil Penjualan = \$ 28.628.640

Tabel 18. Perhitungan NPV Excavator PC 210 secara Rental

n	Activity	Present (\$)	Annual (\$)
	<i>Investment</i>	41,729	-
1	<i>Rent Cost</i>	40,272	43,185
2		38,816	44,641
3		37,360	46,098
4		35,903	47,554
5		-	-
1	<i>Fuel Cost</i>	57,240	61,380
2		55,171	63,450
3		53,101	65,520
4		51,031	67,590
5		48,961	69,660
1	<i>Benefit</i>	27,629,500	29,627,780
2		26,630,361	30,626,919
3		25,631,221	31,626,059
4		24,632,082	32,625,198
5		23,632,942	33,624,338
	Nilai Sisa	-	-
	Total	128,615,690	158,639,372

NPV = PWB – PWC

= \$ 158.639.372 – \$ 128.615.690

$$= \$ 30.023.682$$

b. Perhitungan Analisis NPV untuk *Excavator CAT 330D*

Metode Pembelian Secara Tunai

$$\text{Bunga} = 8\%$$

$$\text{Inflasi} = 3,49\%$$

$$\text{Owning cost \& Operating cost} = \$ 198.273,60$$

$$\text{Investasi} = \$ 165.496$$

$$\text{Nilai Sisa} = \$ 49.677$$

$$\text{Hasil Penjualan} = \$ 28.628.640$$

Tabel 19. Perhitungan NPV *Excavator CAT 330D* secara tunai

n	Activity	Present (\$)	Annual (\$)
	<i>Investment</i>	165,496	-
1	<i>Cost</i>	191,354	205,193
2		184,434	212,113
3		177,514	219,033
4		170,595	225,953
5		163,675	232,872
1	<i>Benefit</i>	27,629,500	29,627,780
2		26,630,361	30,626,919
3		25,631,221	31,626,059
4		24,632,082	32,625,198
5		23,632,942	33,624,338
	Nilai Sisa	47,943	51,411
	Total	129,257,118	159,276,868

$$\text{NPV} = \text{PWB} - \text{PWC}$$

$$= \$ 159.276.868 - 129.257.118$$

$$= \$ 30.019.750$$

Metode Pembelian Secara Kredit (*Leasing*)

$$\text{Inflasi} = 3,49\%$$

$$\text{Bunga} = 8\%$$

$$\text{Owning cost \& Operating cost} = \$ 211.256,64$$

$$\text{Down Payment} = \$ 41.374$$

$$\text{Angsuran} = \$ 26.810,35$$

$$\text{Nilai Sisa} = \$ 49.677$$

$$\text{Hasil Penjualan} = \$ 28.628.640$$

Tabel 20. Perhitungan NPV *Excavator 330D* secara *Leasing*

n	Activity	Present (\$)	Annual (\$)
	<i>Investment</i>	165,496	-
1	<i>Cost</i>	203,884	218,629
2		196,511	226,002
3		189,138	233,375
4		181,765	240,748
5		174,392	248,121
1	<i>Benefit</i>	27,629,500	29,627,780
2		26,630,361	30,626,919
3		25,631,221	31,626,059
4		24,632,082	32,625,198
5		23,632,942	33,624,338
1	<i>Angsuran</i>	47,943	51,411
2		25,875	26,810
3		24,939	26,810
4		24,003	26,810
5		23,068	26,810
	Nilai Sisa	22,132	26,810
	Total	129,435,253	159,482,632

$$\text{NPV} = \text{PWB} - \text{PWC}$$

$$= \$ 159.482.632 - \$ 129.435.253$$

$$= \$ 30.047.378$$

Metode Rental Alat

$$\text{Inflasi} = 3,49\%$$

$$\text{Bunga Investasi} = 8\%$$

$$\text{Rent Cost per Tahun} = \$ 45.901,63$$

$$\text{Fuel Cost per Tahun} = \$ 54.660,48$$

$$\text{Hasil Penjualan} = \$ 28.628.640$$

Tabel 21. Perhitungan NPV *Excavator 330D* secara rental

n	Activity	Present (\$)	Annual (\$)
	<i>Investment</i>	45,901.63	-
1	<i>Rent Cost</i>	44,300	47,504
2		42,698	49,106
3		41,096	50,708
4		39,494	52,309
5		37,892	53,911
1	<i>Fuel Cost</i>	52,753	56,568
2		50,845	58,476
3		48,938	60,383
4		47,030	62,291
5		45,122	64,199
1	<i>Benefit</i>	27,629,500	29,627,780
2		26,630,361	30,626,919
3		25,631,221	31,626,059
4		24,632,082	32,625,198
5		23,632,942	33,624,338
	Nilai Sisa	-	-
	Total	128,652,175	158,685,748

$$\text{NPV} = \text{PWB} - \text{PWC}$$

$$= \$ 158.685.748 - 128.652.175$$

= \$ 30.033.573

5 Kesimpulan dan Saran

5.1 Kesimpulan

Berdasarkan Analisis data dan pembahasan yang telah dilakukan maka didapatkan beberapa kesimpulan yaitu :

1. Produktivitas masing-masing alat yaitu untuk *excavator* CAT 330 D 102 lcm/jam, Komatsu PC 210 68,89 lcm/jam. *Dumptruck* HINO Ranger 5 23,68 lcm/jam dan Isuzu GIGA 28,83 lcm/jam.
2. Didapatkan NPV bernilai positif untuk semua metode pembelian, dimana investasi dapat dikatakan layak.
3. Nilai NPV untuk *excavator* 330D secara tunai adalah \$ 30.111.995. Nilai NPV *excavator* 330D secara leasing adalah \$ 29.566.643. Nilai NPV *excavator* 330D secara rental \$ 30.023.682.
4. Nilai NPV untuk *excavator* PC 210 secara tunai adalah \$ 30.019.750. Nilai NPV *excavator* PC 210 secara leasing adalah 30.047.378. Nilai NPV *excavator* PC 210 secara rental adalah \$ 30.033.573

5.2 Saran

1. Dari beberapa metode pembelian alat yang ditawarkan. Metode pembelian secara tunai lebih menguntungkan bagi kondisi perusahaan saat ini, mengingat umur tambang dan sisa cadangan.
2. Peralatan yang digunakan saat ini seharusnya dilakukan peremajaan, karena umur alat yang tergolong sudah tua.
3. Perlu pengawasan dan disiplin dalam melakukan perawatan berkala terhadap alat mekanis yang digunakan pada PT. Allied Indo Coal Jaya.

Daftar Pustaka

- [1] Sandeir, E., Prabowo, H. (2018). Evaluasi Kebutuhan dan Estimasi Biaya Alat Muat Kobelco 380 dan Hitachi 350 Dengan Alat Angkut Scania P360 dan Mercedes Actroz 4043 Pada Pengupasan Overburden PT. Caritas Energi Indonesia Jobsite KBB, Sarolangun. Bina Tambang, 3(3), 1091-1100.
- [2] Sosantri, B. J., Yulhendra, D., & Prabowo, H. (2018). Optimalisasi Peralatan Tambang

dengan Metoda Overall Equipment Effectiveness (OEE) di PIT 1 Penambangan Batubara Banko Barat PT Bukit Asam (Persero) Tbk Tanjung Enim Sumatera Selatan. Bina Tambang, 3(2), 702-721.

- [3] Isgianda, F., Sumarya, S., & Prabowo, H. (2018). Evaluasi Biaya Dan Kebutuhan Alat Angkut Dan Alat Muat Pengupasan Lapisan Tanah Penutup (Overburden) Pit B PT. Bina Bara Sejahtera Kecamatan Ulok Kupai, Kabupaten Bengkulu Utara, Provinsi Bengkulu. Bina Tambang, 3(3), 1255-1261..
- [4] Ersyad, F., Yulhendra, D., & Prabowo, H. (2018). Kajian Teknis dan Ekonomis Perancangan Design Kemajuan Penambangan Quarry Batukapur pada Bulan April–Agustus 2017 di Front III B–IV B Bukit Karang Putih PT. Semen Padang. Bina Tambang, 3(3), 1185-1201.
- [5] Zamalia, Diah. (2017). Evaluasi Biaya Operasional Alat Mekanis pada Kegiatan Pengupasan Overburden di PT. Mifa Bersaudara, Aceh Barat. Teknik Pertambangan. Universitas Syah Kuala. Nangroe Aceh Darussalam
- [6] Yanto Indonesianto. (2010). Pemindahan Tanah Mekanis. Yogyakarta : Universitas Pembangunan Nasional Veteran.
- [7] Kurnia, D., Rusli, H. A. R., & Prabowo, H. (2018). Evaluasi Kondisi Aktual dan Perencanaan Sistem Penyaliran Tambang Emas di Pit Durian, Site Bakan PT. J Resources Bolaang Mongodow, Kecamatan Lolayan, Kotamobagu, Sulawesi Utara. Bina Tambang, 3(1), 556-565.
- [8] Giatman. (2011). Ekonomi Teknik”Raja Grafindo Persada. . Jakarta
- [9] Dian, M., & Prabowo, H. (2020). Produktivitas Pemboran Inpit pada Bukit Everest 9N2/TB. 19005, 9N2/TB. 19001, 9N2/TB. 19002 dan 9N2/TB. 19004 di PT. ANTAM Tbk. UBPB SULTRA. Bina Tambang, 5(2), 56-65.
- [10] Zakri, Rizto Zalia. Tri Gamela Saldy. (2018). Analisis Sensitivitas Dterministik Investasi Pengadaan Alat Berat di Perusahaan Penambangan Batubara dengan Metode NPV. Bina Tambang, 4(3), 2302-3333
- [11] Alifa, A., Gusman, M., & Prabowo, H. (2018). OPTIMASI ALAT GALI MUAT DAN ALAT ANGKUT TERHADAP PRODUKSI BATUBARA DENGAN METODE

- KAPASITAS PRODUKSI DAN METODE TEORI ANTRIAN PADA PIT TAMAN PERIODE OKTOBER 2016 UNIT PERTAMBANGAN TANJUNG ENIM PT. BUKIT ASAM (PERSERO) Tbk. Bina Tambang, 3(2), 807-818
- [12] Prabowo, H., Amran, A., & Arbain, A. (2019, August). Decreasing level of heavy metals Fe and Mn use the wetland method at coal open mining PT Bukit Asam South Sumatra Province. In IOP Conference Series: Earth and Environmental Science (Vol. 314, No. 1, p. 012023). IOP Publishing.
- [13] Azim, Fauzan., Yunasril., Heri Prabowo. (2018). Perencanaan Reklamasi dengan Revegetasi Pada Stockpile PT. Allied Indo Coal Kecamatan Talawi, Kotamadya Sawahlunto, Provinsi Sumatra Barat. Bina Tambang, 4(1), 2302-3333
- [14] Purnomo, A. D., Yunasril, Y., & Prabowo, H. (2018). Perencanaan Kegiatan Reklamasi pada Disposal Area PT. Andalas Nusa Indah (ANI) Sungai Beringin, Kecamatan Pelepat, Kabupaten Muaro Bungo, Provinsi Jambi. Journals Mining Engineering: Bina Tambang, 3(1), 492-503.
- [15] Arswendo, R. T., & Prabowo, H. (2021). Penerapan Kesehatan dan Keselamatan Kerja dan Perhitungan Statistik Kecelakaan Kerja Guna Mengurangi Resiko Bahaya pada Area Penambangan Batubara Tambang Terbuka PT. Daya Bambu Sejahtera, Kabupaten Tebo, Provinsi Jambi. Bina Tambang, 6(4), 81-90.
- [16] Mailadiniya, Sovi. (2018). Kajian Ekonomi Penambangan Batubara PT. Indomining, Sanga-Sanga, Kutai Kartanegara, Kalimantan Timur Pada Desain Penambangan tahun 2018-2027. Bina Tambang, (4)1, 2302-3333
- [17] Prabowo, H., Prengki, I., & Amran, A. (2019, December). Analysis System Occupational Health And Safety in coal Underground. In Journal of Physics: Conference Series (Vol. 1339, No. 1, p. 012107). IOP Publishing
- [18] Zara, M., & Prabowo, H. (2020). Kajian Teknis Geometri Jalan Angkut dan Pengaruhnya Terhadap Produksi Alat Angkut pada Penambangan Batu Andesit di PT. Ansar Terang Crushindo 1 Kecamatan Pangkalan Koto Baru, Sumatera Barat. Bina Tambang, 5(5), 20-31.
- [19] Sugiono. (2009). Metode Penelitian Pendidikan.. Bandung : Alfabeta.