

# Analisis Investasi Kebutuhan Alat Muat (*excavator*) dan Alat Angkut (*dumptruck*) pada Penambangan Batu Kapur untuk Memenuhi Target Produksi 900.000 ton/bulan di *Quarry* PT. Semen Padang

Fachri Arif<sup>1\*</sup>, and Yoszi Mingsi Anaperta<sup>1\*\*</sup>

<sup>1</sup>Jurusan Teknik Pertambangan, Fakultas Teknik, Universitas Negeri Padang

\*arriffachri8@gmail.com

\*\*yosziperta@ft.unp.ac.id

**Abstract.** The process of loading and transporting limestone at PT. Semen Padang from the mining front towards crusher using a combination of mining equipment Excavator Caterpillar 6030 BH and Dump Truck Komatsu 785. Based on company data, target productions of limestone estimate 900.000 ton/month. In reality in fact of first three month of 2018 were 2.2 million ton, in January were 768.321 ton, February were 748.252 ton, and in March were 759.636 ton. This study chooses whether to buy or rent an equipment that is more effectively used in limestone mining by using economic analysis Present Worth Cost (PWC) and Future Worth Cost (FWC) in terms of the smallest costs used. Differences in costs incurred between the cost of buying and renting equipment after doing calculations with analysis Present Worth Cost (PWC) and Future Worth Cost (FWC) for one loading unit Excavator Cat 6030, PWC= Rp. 47.931.918.250 and FWC= Rp. 57.172.394.270, while for two units of transportation Komatsu HD 785, PWC= Rp. 16.785.906.482 and FWC= Rp. 1.157.760.340. The results of calculations using analysis Present Worth Cost (PWC) and Future Worth Cost (FWC) then the alternative that will be chosen is to rent an equipment, due the purchase cost is bigger than the rental fee. In this case only considering the investment side.

**Keywords:** Production, Investment, Excavator, Dump Truck, PWC, FWC

## 1 Pendahuluan

Indonesia merupakan negara berkembang yang berfokus pada pembangunan dan pengembangan infrastruktur. Negara yang makmur dan sejahtera memerlukan semen yang cukup besar sebagai bahan baku utama konstruksi untuk meningkatkan pembangunan infrastruktur. Seiring dengan meningkatnya pembangunan terutama di daerah Sumatera dan sekitarnya, PT. Semen Padang (Persero) Tbk sebagai salah satu produsen terbesar untuk daerah Sumatera berusaha untuk meningkatkan produksinya.

PT. Semen Padang melakukan kegiatan penambangan batu kapur di Bukit Karang Putih. Pada *quarry* Karang Putih terdapat beberapa *area front* penambangan, salah satunya adalah daerah *existing*. Area ini merupakan penyedia bahan baku pembuatan semen berupa batu kapur. Berdasarkan data perusahaan target produksi batu kapur pada *area* ini sebesar 900.000

ton/bulan. Sedangkan realisasinya di lapangan produksi pada tiga bulan pertama tahun 2018 sebesar 2.2 juta ton, bulan Januari sebesar 768.321 ton, bulan Februari 748.252 ton, dan bulan Maret 759.636 ton.

Untuk merealisasikan peningkatan produksi yang direncanakan harus didukung dengan ketersediaan alat mekanis yang cukup untuk menghasilkan bahan baku sesuai dengan yang diinginkan. Alat muat yang digunakan saat ini *Excavator Hitachi EX 2500-6* dan alat angkut yang digunakan saat ini *Dump Truck Caterpillar HD785*. Berdasarkan data perusahaan alat yang digunakan saat ini sering terjadi kerusakan dikarenakan umur alat yang sudah lebih 10 tahun, untuk melakukan perbaikan memerlukan banyak waktu karena kerusakan tidak hanya satu bagian. Oleh karena itu, seringkali alat dalam keadaan *stand by* karena perbaikan menyebabkan alat bekerja tidak optimal dan target produksi yang diinginkan tidak tercapai. Untuk itu perusahaan memutuskan untuk

melakukan pengadaan alat muat dan alat angkut baru. Untuk melakukan pengadaan alat muat dan alat angkut tidaklah mudah, perlu dikaji dari segi investasi terhadap pemilihan alat mekanis yang akan digunakan apakah ingin membeli atau dengan menyewa.

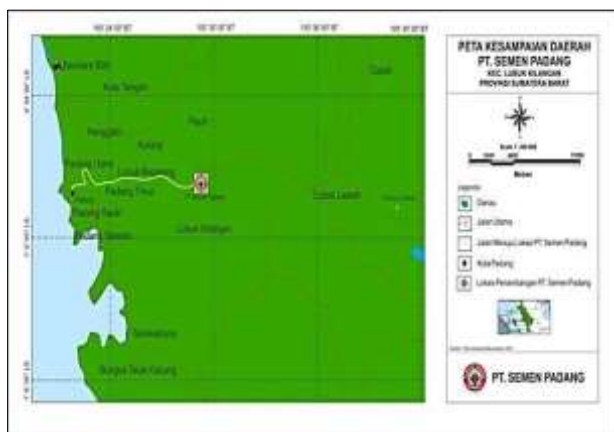
Suatu investasi merupakan kegiatan menanamkan modal jangka panjang, dimana selain investasi tersebut perlu disadari bahwa investasi akan diikuti oleh sejumlah pengeluaran lain. Investasi adalah salah satu pilihan untuk memperoleh penghasilan yang lebih besar di kemudian hari. Keputusan dilakukannya investasi suatu proyek penambangan harus dipersiapkan dengan cermat. Upaya yang harus dilakukan memerlukan penilaian pada situasi dan kondisi dimasa yang akan datang. Maka, analisis investasi merupakan suatu langkah sistematis yang dilakukan untuk mengevaluasi potensi keuntungan pada suatu aktivitas penambangan. Hal ini sangat penting karena akan ditinjau biaya terkecil yang dikeluarkan perusahaan untuk pengadaan alat mekanis dengan tetap memperhatikan produksi.

Kajian mengenai “**Analisis Investasi Kebutuhan Alat Muat (*excavator*) dan Alat Angkut (*dumptruck*) pada Penambangan Batu Kapur untuk Memenuhi Target Produksi 900.000 ton/bulan di Quarry PT. Semen Padang**”, agar dapat mempertimbangkan pemilihan investasi untuk menentukan mana yang lebih ekonomis antara membeli atau menyewa alat muat dan alat angkut untuk penambangan batu kapur PT. Semen Padang.

## 2 Tinjauan Pustaka

### 2.1 Lokasi dan Kesampaian Daerah

Lokasi penambangan PT. Semen Padang berada di Bukit Karang Putih terletak di Kelurahan Batu Gadang, Kecamatan Lubuk Kilangan, Kabupaten Indarung, Kota Padang, Provinsi Sumatera Barat. Lokasi koordinatnya adalah 100° 28' 4" BT sampai 100° 30' 15" BT dan 0° 57' 40" LS sampai 0° 58' 56" LS. Berikut peta kesampaian daerah dapat dilihat pada gambar dibawah ini.

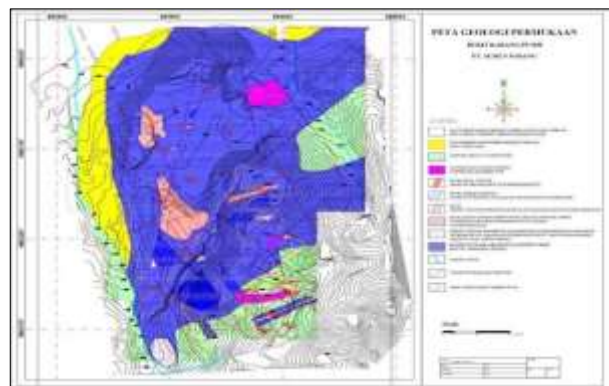


**Gambar 1.** Peta Kesampaian Daerah PT. Semen Padang

### 2.1 Keadaan Geologi

#### 2.1.1 Morfologi

Secara umum morfologi daerah Bukit Karang Putih termasuk ke perbukitan lemah-kuat dan *karst* dengan kemiringan lereng 20–65°. Daerah Bukit Karang Putih mempunyai luas kurang lebih 1 x 1.5 km<sup>2</sup>, dengan daerah perbukitan yang terjal, terletak pada ketinggian 150–560 mdpl, yang didominasi oleh litologi batu lempung yang telah mengalami perubahan menjadi batu lempung tufa terdapat di tenggara-selatan daerah penelitian dan diendapkan menjadi batuan vulkanik. Disamping itu dijumpai batuan terobosan yang berkomposisi basaltis.



**Gambar 2.** Peta Geologi Bukit Karang Putih PT. Semen Padang

#### 2.1.2 Stratigrafi

Struktur yang berkembang di Provinsi Sumatera Barat adalah struktur perlipatan (*antiklinorium*) dan struktur sesar dengan arah umum barat laut–tenggara, yang mengikuti struktur regional Pulau Sumatera. Kondisi stratigrafi dari struktur geologi Sumatera Barat adalah sebagai berikut:

- a. Kelompok pra tersier
- b. Kelompok batuan ultrabasa pra tersier
- c. Kelompok melange pra tersier
- d. Kelompok batuan sedimen pra tersier
- e. Kelompok transisi pra tersier – tersier bawah
- f. Kelompok tersier
- g. Kelompok batuan melange tersier
- h. Kelompok batuan sedimen tersier
- i. Kelompok batuan gunung api tersier
- j. Kelompok transisi tersier–kwarter (plio-plistosen)
- k. Kelompok batuan sedimen plio-plistosen
- l. Kelompok batuan gunungapi plio-plistosen
- m. Kelompok kwarter

Kolom bahan galian bukit karang putih dapat dilihat pada gambar dibawah ini.

KORUM GEOLAGI BAHAN GALIAN BUKIT KARANG PUTIH				
UNIT BATUAN	TEBAL RATA-RATA (M)	SIMBOL BATUAN	PEMERIAN	SUMBER BAHAN
ENDAPAN RESER	0,5 – 3,0		MATERIAL TIMUNAN / BRUGAN	
ENDAPAN VOLKANIK	0,4 – 2,5		LEMPUNG RESER / SOEL	ALUMINA (AL2O3)
	1,6		TUFA	SILIKA (SiO2)
	66,9		TUFA KERIKAN TEKTONIK DEPOSIT (BAHAN ROMBOKAN)	
BATUAN METASOMEN DAN METAMORF	± 340		BATUGAMPING – MARMER	KAPUR CaO, MgO
	± 500		BATULEMPUNG TUFAN (BATUAN KERIKAN I)	SILIKA (SiO2)

Gambar 3. Kolom Geologi Bahan Galian Bukit Karang Putih

### 2.1.3 Kegiatan Penambangan

Kegiatan penambangan batu gamping di Bukit Karang PT. Semen Padang menerapkan sistem penambangan terbuka. Metode penambangan yang digunakan adalah penambangan *side hill quarry* yang merupakan metode penambangan bahan galian pada daerah perbukitan. Kegiatan penambangan batu kapur di PT. Semen Padang dimulai dari kegiatan *land clearing*, aktivitas pengeboran dan peledakan, aktivitas pemuatan dan pengangkutan, dilanjutkan dengan *aktivitas crushing dan conveying*.

*Quarry* adalah sistem tambang terbuka yang diterapkan untuk menambang endapan-endapan bahan galian industri atau mineral industri, antara lain, penambangan batu gamping, marmer, granit, andesit dan sebagainya. *Quarry* dapat menghasilkan material atau hasil tambang dalam bentuk *loose* atau *broken materials* ataupun dalam bentuk *dimensional stones*.

## 2.2 Batu Kapur

Batu kapur merupakan batuan sedimen yang terdiri dari mineral *kalsit* dan *aragonit* dan merupakan dua varian yang berbeda dari  $\text{CaCO}_3$  (kalsium karbonat). Pembentukannya dapat terjadi secara mekanik, kimia dan organik. Batu gamping mudah larut dalam air dan warna batu ini umumnya putih keabu-abuan.

Berat jenis (densitas) yang terdapat di batugamping berkisar antara 2.2 – 2.4 ton/bcm, sedangkan berat *loose* berkisar antara 1.5 – 1.8 ton/lcm. Klasifikasi batu kapur dapat dilihat pada tabel berikut ini.

Tabel 1. Klasifikasi Batu Kapur Berdasarkan Kadar MgO (Dolomit)

Nama Batuan	Kadar Dolomit	Kadar MgO (%)
Batu kapur	0 – 5	0,1 – 1,1
Batu kapur bermagnesium	5,0 – 10	1,1 – 2,2
Batu kapur dolomitan	10,0 – 50,0	2,2 – 10,9
Dolomit berkalsium	50 – 90	10,9 – 19,7
Dolomit	90 – 100	19,7 – 21,8

## 2.2 Produksi

Produksi adalah laju material yang dapat dipindahkan atau dialirkan persatuan waktu (biasanya per jam). Umumnya pemindahan material dihitung berdasarkan volume ( $\text{m}^3$ ), sedangkan pada tambang biasanya dinyatakan dalam ton.

### 2.2.1 Faktor-Faktor yang Memengaruhi Produksi

Produksi dari alat muat dan alat angkut adalah kemampuan yang paling optimum yang dapat dicapai oleh alat-alat tersebut dengan memperhitungkan faktor yang mempengaruhinya. Berikut adalah faktor-faktor yang mempengaruhi produktivitas alat muat dan angkut:

- Kondisi Front Kerja**  
Medan kerja sangat berpengaruh, karena apabila medan kerja buruk akan mengakibatkan peralatan mekanis sulit untuk dapat dioperasikan secara optimal. Tempat kerja tidak hanya harus memenuhi syarat bagi pencapaian sasaran produksi, tetapi juga harus aman bagi penempatan alat beserta mobilitas pekerja yang berada di sekitarnya.
- Pola Pemuatan**  
Pola pemuatan merupakan salah satu faktor yang mempengaruhi waktu edar alat untuk memperoleh hasil yang sesuai dengan sasaran produksi. Pola pemuatan yang digunakan tergantung pada kondisi lapangan operasi pengupasan serta alat mekanis yang digunakan dengan asumsi bahwa setiap alat angkut yang datang, *bucket* alat gali muat sudah terisi penuh dan siap ditumpahkan.
- Altitude of Elevation**  
Perubahan kadar oksigen dalam udara akan berpengaruh terhadap *horse power* mesin dari suatu alat yang beroperasi pada suatu daerah dengan ketinggian tertentu. Makin tinggi suatu daerah kerja semakin berkurang kadar oksigen, maka tenaga alat yang tersedia makin berkurang (harus dikoreksi) untuk kenaikan 1000 ft yang kedua.
- Faktor Efisiensi**  
Nilai keberhasilan dari suatu pekerjaan dipengaruhi oleh efisiensi waktu, efisiensi kerja atau kesediaan alat untuk dioperasikan dan efisiensi operator.
- Swell Factor**  
Material di alam diperoleh dalam keadaan padat dan terkonsolidasi dengan baik, sehingga kandungan rongga yang berisi udara atau air antar butir dalam material di alam tersebut sangat sedikit. Sehingga apabila material yang berada di alam tersebut terbongkar, maka akan terjadi pengembangan volume (*swell*). Besarnya pengembangan volume tersebut dikenal istilah yaitu *swell factor*.

## 3 Metode Penelitian

Metode penelitian untuk melakukan penelitian di PT. Semen Padang adalah dengan menggabungkan antara teori dengan data-data yang ada di lapangan, sehingga dari keduanya didapatkan alternatif yang akan dipilih

antara menyewa atau membeli alat baru. Penelitian ini dilakukan pada bulan Juli-Agustus tahun 2018. Lokasi penelitian di PT. Semen Padang (persero) Tbk, Padang, Sumatera Barat.

### 3.1 Jenis Penelitian

Penelitian ini menggunakan jenis penelitian kuantitatif. Hal itu dikarenakan dalam penelitian nantinya, akan menggunakan data-data berupa angka-angka. Berdasarkan jenis data yang diperoleh maka teknik analisis data menggunakan data kuantitatif, yaitu dengan mengolah kemudian disajikan dalam bentuk tabel. Metode penelitian kuantitatif merupakan metode penelitian yang berlandaskan pada filsafat positivisme, digunakan untuk meneliti pada populasi atau sampel yang umumnya dilakukan secara random, pengumpulan data menggunakan instrumen penelitian, analisis data bersifat kuantitatif.

### 3.2 Tahap Pengumpulan Data

Tahap pengumpulan data dimulai dengan mengambil data primer yaitu data *cycle time* alat excavator Caterpillar 6030 BH dan Dump Truck Komatsu 785-7. Kemudian data sekunder berupa peta lokasi kegiatan, spesifikasi alat muat dan alat angkut, target produksi batu kapur, dan data *operating time*, data *breakdown time* dan data *standby time* alat muat dan alat angkut.

### 3.3 Tahap Pengolahan dan Analisis Data

Data yang telah diperoleh diolah dengan menggunakan perhitungan, selanjutnya disajikan dalam bentuk tabel atau perhitungan penyelesaian.

#### 3.3.1 Ketersediaan Alat Mekanis

Ketersediaan alat mekanis juga sering disebut dengan *availability* suatu alat mekanis. Beberapa jenis *availability* alat yang dapat menunjukkan keadaan alat mekanis dan keefektifan penggunaannya. Ketersediaan alat mekanis terdiri dari:

##### a. Mechanical Availability (MA)

*Mechanical Availability* merupakan suatu cara untuk mengetahui kondisi mekanis yang sesungguhnya dari alat yang sedang dipergunakan.

$$MA = \frac{W}{W+R} \times 100\% \quad (1)$$

##### b. Physical Availability (PA)

Merupakan catatan mengenai keadaan fisik dari alat yang sedang dipergunakan, persamaannya adalah:

$$PA = \frac{W+S}{W+R+S} \times 100\% \quad (2)$$

##### c. Use of Availability (UA)

Menunjukkan berapa persen waktu yang dipergunakan oleh suatu alat untuk beroperasi pada

saat alat tersebut dapat dipergunakan (*available*), dengan menggunakan rumus sebagai berikut:

$$UA = \frac{W}{W+S} \times 100\% \quad (3)$$

##### d. Effective Utilization (EU)

Menunjukkan berapa persen dari seluruh waktu kerja yang tersedia dapat dimanfaatkan untuk kerja produktif. "*Effective Utilization*" sebenarnya sama dengan pengertian efisiensi kerja. Adapun persamaannya adalah:

$$EU = \frac{W}{W+R+S} \times 100\% \quad (4)$$

### 3.3.2 Produktivitas Alat Gali-Muat Aktual

Produksi alat muat sangat bergantung pada kapasitas *bucket* dan *cycle time* alat, semakin besar ukuran *bucket* maka semakin besar pula produksi yang dihasilkan, tetapi bila *cycle time* semakin lama maka produksi akan semakin kecil. Produktivitas alat gali muat secara teoritis dapat dihitung dengan rumus:

$$Q = \frac{q \times 3600 \times E}{ct} \times SF \times Db \quad (5)$$

Untung ruginya suatu perusahaan tambang terletak pada kelancaran dan sarana pengangkutan yang tersedia. Produktivitas alat angkut secara teoritis dapat dihitung dengan rumus:

$$Q = \frac{q \times 3600 \times E}{ct} \times SF \times Db \quad (6)$$

### 3.3.3 Kebutuhan Alat muat dan Alat Angkut

Penentuan jumlah alat mekanis berkaitan erat dengan target produksi yang ingin diraih perusahaan. Bila target produksi tinggi maka jumlah alat yang dibutuhkan lebih besar pula, demikian pula sebaliknya. Persamaan yang digunakan untuk menghitung berapa jumlah alat mekanis yang dibutuhkan untuk mencapai target produksi yaitu :

$$\text{Jumlah alat mekanis} = \frac{\text{Target Produksi /hari}}{\text{Target Produksi Alat/hari}} \quad (7)$$

### 3.3.4 Perhitungan Biaya Beli Alat

#### a. Investasi Alat

Investasi alat ialah biaya yang harus dikeluarkan guna melaksanakan kegiatan penambangan batubara, besarnya biaya investasi alat berdasarkan harga di tempat yang telah ditetapkan.

#### a) Nilai sisa peralatan

Nilai sisa peralatan bekas pakai, dimana umur ekonomisnya sudah habis. Secara umum bahwa nilai sisa peralatan dihargai 10% dari harga barunya. Berikut cara menghitung nilai sisa alat:

$$\text{Nilai sisa} = 10\% \times \text{harga alat} \quad (8)$$

b) Perhitungan Biaya Kepemilikan dan Biaya Operasi

1) Biaya Kepemilikan

Biaya dari pembelian alat yang seharusnya diterima kembali dan dihitung perjam serta dihitung selama umur ekonomisnya. Ongkos-ongkos yang perlu dipergunakan sebagai berikut:

[1] Depresiasi  

$$\frac{\text{Harga alat} - \text{nilai sisa alat}}{\text{umur alat (jam)}} \quad (9)$$

[2] Bunga, pajak, asuransi dan sewa diambil 10% (bunga 5%, pajak 2%, dan asuransi 3%) dari penanaman modal tahunan.

Jadi biaya total biaya kepemilikan = Depresiasi + Bunga, Pajak, dan lain-lain + Biaya gudang

2) Biaya Operasi

Di dalam memperkirakan biaya operasi setiap tahunannya dilakukan perhitungan secara estimasi yang disesuaikan dengan data ketetapan dari perusahaan yang merupakan hasil penelitian sebelumnya dan dianggap konstan pada kondisi normal.

3.3.5 Perhitungan Sewa Alat

Pembatasan sumber finansial yang ada di dalam pemanfaatannya adalah sangat penting. Hal ini dilakukan untuk mencari cara penyelesaian yang terbaik pada masalah-masalah dengan memilih dari sekian banyak alternatif yang ada untuk memperoleh keuntungan semaksimal mungkin dengan pengeluaran biaya kecil. Dalam hal ini penyewaan alat-alat perlu dipertimbangkan dalam usaha mencapai dan meningkatkan target produksi yang telah ditetapkan pertahunnya dengan memperhitungkan dan mempertimbangkan biaya-biaya operasi alat sewa yang akan dikeluarkan.

3.3.6 Analisis Beli dan Sewa Alat

Pada penelitian ini memilih alternatif apakah membeli atau sewa alat yang lebih efektif digunakan pada penambangan batu kapur dengan menggunakan analisis ekonomi *Present Worth Cost (PWC)* dan *Future Worth Cost (FWC)* ditinjau dari biaya terkecil yang akan dikeluarkan.

Berikut ini adalah rumus dasar yang berkaitan dengan penentuan nilai *Present Worth* dan *Future Worth*, yaitu :

a. *Single Payment Present Worth Factor*

$$P = F ( P / F i . n )$$



b. *Single Payment Compound-Amount Factor*



4 Hasil dan Pembahasan

4.1 Peralatan yang Digunakan

Metode penambangan batu kapur di *Site Bukit Karang Putih* adalah tambang terbuka *Quarry Side Hill*. Metode penambangan ini menggunakan metode konvensional kombinasi alat gali muat dan alat angkut. Alat gali-muat yang tersedia untuk memproduksi batu kapur yaitu Excavator Caterpillar 6030 BH yang memiliki kapasitas bucket 15 m<sup>3</sup>, sedangkan untuk alat pengangkutan batu kapur menggunakan Dump Truck Komatsu HD 785 yang memiliki kapasitas bak 150 ton. Target produksi batu kapur per bulan sebesar 900.000 ton/ bulan.

4.2 Waktu Kerja

Pada *site* penambangan bukit karang putih telah ditetapkan waktu kerja operasional yaitu dibagi menjadi tiga shift dengan total waktu kerja 24 jam dalam sehari.

Tabel 2. Rencana Jadwal Kerja PT Semen Padang (Persero) Tbk.

Shift I		
Jadwal Kerja	Keterangan	Waktu (Jam)
07.00-09.00	Waktu Kerja	2
09.00-09.30	Istirahat	0.5
09.30-12.00	Waktu Kerja	2.5
12.00-13.00	Istirahat	1
13.00-15.00	Waktu Kerja	2
Total		8
Shift II		
Jadwal Kerja	Keterangan	Waktu (Jam)
15.00-18.00	Waktu Kerja	3
18.00-19.30	Istirahat	1.5
19.30-22.00	Waktu Kerja	2.5
Total		7
Shift III		
Jadwal Kerja	Keterangan	Waktu (Jam)
22.00-02.00	Waktu Kerja	4
02.00-05.00	Istirahat	3
05.00-07.00	Waktu Kerja	2
Total		9
Total Jam Kerja Keseluruhan		18

### 4.3 Pola Pemuatan

Pola pemuatan yang dilakukan pada proses penambangan batu kapur adalah *top loading*, dimana alat muat berada di atas tumpukan material sehingga posisi alat muat menjadi lebih tinggi dari pada alat angkut. Berdasarkan jumlah penempatan posisi alat angkut untuk dimuati terhadap posisi alat gali-muat, pola pemutan yang digunakan adalah *Single Back Up* yang merupakan posisi alat angkut untuk dimuati pada satu sisi alat muat saja, setelah pemuatan selesai alat angkut pertama berangkat kemudian alat angkut kedua melakukan manuver dan mundur untuk kemudian dimuat.

### 4.4 Ketersediaan Alat Mekanis

**Tabel 3.** Jam Kerja Alat Pada Bulan Januari 2018

Jenis Alat	Working	Standby	Repair
	(Jam)	(Jam)	(Jam)
<i>Caterpillar 6030 BH</i>	419,00	84,50	105,50
<i>Komatsu HD 785-7</i>	417,79	102,88	88,33

**Tabel 4.** Nilai Ketersediaan Alat Bulan Januari 2018

Jenis Alat	MA	PA	UA	EU
	Availability (%)			
<i>Caterpillar 6030BH</i>	79,89	82,68	83,22	68,80
<i>Komatsu HD 785-7</i>	82,55	85,50	80,24	68,60

Dari perhitungan diperoleh nilai MA 79,89 % keadaan mekanik dari alat *Excavator Caterpillar 6030 BH* bulan Januari 2018, untuk PA keadaan fisik alat diperoleh 82,68 %, selanjutnya nilai UA sebesar 83,22 % didapatkan bahwa penggunaan *Excavator Caterpillar 6030 BH* hanya digunakan sebesar 83,22 % pada bulan Januari 2018, serta nilai EU sebesar 68,80 %.

*DumpTruck Komatsu HD 785* dari perhitungan diperoleh nilai MA 82,55 % keadaan mekanik dari alat *DumpTruck Komatsu HD 785-7* bulan Januari 2018, untuk PA keadaan fisik alat diperoleh 85,50 %, selanjutnya untuk nilai UA sebesar 80,24 % didapatkan bahwa penggunaan *DumpTruck Komatsu HD 785-7* hanya digunakan sebesar 80,24 % pada bulan Januari 2018, serta nilai EU sebesar 68,60 %.

### 4.5 Waktu Edar Alat Gali – Muat Aktual

**Tabel 5.** Rata - Rata Waktu Edar Alat Gali - Muat

Alat Gali - Muat	Gali	Swing Isi	Tumpah	Swing Kosong	Cycle Time
	Detik (s)				
<i>Caterpillar 6030 BH</i>	10,9	5,4	3,6	4,7	24,6

Waktu edar didapatkan secara aktual di lapangan dengan pengambilan data sebanyak 30 data. Waktu edar alat gali – muat dihitung meliputi waktu menggali material hingga waktu mengisi material ke dalam bucket, waktu ayun bermuatan, waktu menumpahkan material, dan waktu ayun kosong.

### 4.6 Waktu Edar Alat Angkut Aktual

**Tabel 6.** Rata - Rata Waktu Edar Alat Angkut

Pengisian Bucket	Angkut	Manuver Isi	Dumping	Returning	Manuver Kosong	Total
Detik (s)						
102	403.7	12.1	10.5	351.5	9.9	889.9

Faktor yang mempengaruhi waktu edar alat angkut adalah jarak dari front penambangan menuju crusher III A/B. Dari hasil pengukuran waktu edar rata-rata untuk alat angkut sebesar 889.9 detik atau 14,8 menit untuk jarak 500 m.

### 4.7 Produktivitas Alat Gali – Muat Aktual

**Tabel 7.** Produktivitas Alat Gali-Muat Aktual

Parameter	Lambang	Satuan	Nilai
Kapasitas Bucket	q1	m <sup>3</sup>	15
Bucket fill Facktor	K	%	90
Produksi per cycle	Q	m <sup>3</sup>	13.5
Efesiensi kerja	E	%	68,80
Density bank	Db	ton/m <sup>3</sup>	2,65
Swell factor	SF		0,6
Cycle time	Ct	detik	24,60
Jam kerja Efektif	Jk	jam/hari	18
Produktivitas	Q	ton/jam	2136

### 4.8 Produktivitas Alat Angkut Aktual

**Tabel 8.** Produktivitas Alat Angkut Aktual

Parameter	Lambang	Satuan	Nilai
Jumlah bucket	n		5
Kapasitas Bucket	q1	m <sup>3</sup>	15
Bucket fill Facktor	K	%	90
Produksi per cycle	Q	m <sup>3</sup>	67,5
Efesiensi kerja	E	%	68,60
Density Bank	Db	ton/ m <sup>3</sup>	2,65
Swell factor	SF		0,6
Cycle time	Ct	menit	14,8
Jam kerja	Jk	jam/hari	18
Produktivitas	Q	ton/jam	295,5

### 4.9 Kebutuhan Alat Angkut dan Alat Muat

**Tabel 9.** Kebutuhan alat muat

Parameter	Satuan	Nilai
Target produksi	Ton/bulan	900.000
Produksi bulan Januari	Ton/bulan	768.231
Produksi aktual alat	Ton/bulan	1.153.440
Kebutuhan alat	Unit	1

**Tabel 9.** Kebutuhan alat angkut

Parameter	Satuan	Nilai
Target produksi	Ton/bulan	900.000
Produksi aktual alat	Ton/bulan	159.300
Kebutuhan alat	Unit	6

Dari data yang diperoleh dari perusahaan alat yang masih layak dipakai sebanyak 4 unit. Untuk itu perusahaan melakukan pengadaan alat angkut baru sebanyak 2 unit Dump Truck Komatsu HD 785.

#### 4.10 Perhitungan Biaya Beli Alat

**Tabel 10.** Investasi Alat

No	Uraian	Harga (Rp)
1	Excavator CAT 6030	39.000.000.000
	1 unit	39.000.000.000
2	Dump Truck Komatsu HD 785	13.000.000.000
	2 unit	26.000.000.000
Biaya Investasi Alat		65.000.000.000

**Tabel 11.** Nilai Sisa Alat

No	Uraian	Umur Alat	Nilai Sisa 10%
1	Excavator CAT 6030	10 tahun	3.900.000.000
	1 unit		3.900.000.000
2	Dump Truck Komatsu HD 785	10 tahun	1.300.000.000
	2 unit		2.600.000.000
Total Nilai Sisa Alat			6.500.000.000

#### 4.11 Biaya Operasi Alat Muat

**Tabel 12.** Biaya Operasi Alat Muat

No	Jenis biaya	Harga (Rp)	Kebutuhan (jam)	Harga / jam
1	Solar	11.500/l	150 l	Rp. 1.725.000
2	Pelumas			Rp. 4.438
3	Filter-filter			Rp. 2.219
4	Perbaikan dan pemeliharaan			Rp. 20.000
5	Upah operator			Rp. 30.000
Total biaya operasi				Rp. 1.781.702/ jam

#### 4.12 Biaya Operasi Alat Angkut

**Tabel 13.** Biaya Operasi Alat Angkut

No	Jenis biaya	Harga (Rp)	Kebutuhan (jam)	Harga/ jam
1	Solar	11.500/l	60 l	Rp. 690.000
2	Pelumas			Rp. 3.189
3	Filter-filter			Rp. 1.594
4	Perbaikan dan pemeliharaan			Rp. 20.000
5	Upah operator			Rp. 30.000

Total biaya operasi		Rp. 744.783/ jam
Untuk 2 unit		Rp. 1.549.566/ jam

#### 4.13 Perhitungan Biaya Sewa Alat

**Tabel 14.** Biaya Sewa Alat

No	Uraian	Harga sewa/ jam	Harga sewa/ hari	Harga sewa/ bulan
1	Alat muat	Rp. 2.000.000	Rp. 48.000.000	Rp. 1.440.000.000
	1 unit	Rp. 2.000.000	Rp. 48.000.000	Rp. 1.440.000.000
2	Alat angkut	Rp. 1.000.000	Rp. 24.000.000	Rp. 720.000.000
	2 unit	Rp. 2.000.000	Rp. 48.000.000	Rp. 1.440.000.000

#### 4.14 Perbandingan antara Beli dan Sewa Alat

PT. Semen Padang menyediakan alat untuk kegiatan penambangan adalah dengan membeli alat. Untuk memperkirakan biaya yang dikeluarkan dari semua alat yang digunakan harus dapat mengetahui ongkos-ongkos seperti: biaya kepemilikan yang terdiri dari biaya penyusutan (depresiasi), bunga modal, pajak dan asuransi. Sedangkan biaya operasi alat yang terdiri dari pembelian bahan bakar, dan biaya lain-lain yang dikeluarkan selama operasional berlangsung.

Berdasarkan hasil perhitungan dengan menggunakan analisis *Present Worth Cost (PWC)* adalah sebagai berikut:

**Tabel 15.** Analisis PWC Beli Alat Muat

Jenis Biaya	Tahun ke-	Cost	Factor (i=10%)	PW Cost
Investasi awal	-	39.000.000.000	-	39.000.000.000
Biaya Kepemilikan dan Operasi Alat	1	19.118.401.920	0.909	17.378.627.345
	2	19.118.401.920	0.826	15.791.799.985
	3	19.118.401.920	0.751	14.357.919.841
	4	19.118.401.920	0.683	13.057.868.511
	5	19.118.401.920	0.621	11.872.527.592
	6	19.118.401.920	0.564	10.782.778.682
	7	19.118.401.920	0.513	9.807.740.184
	8	19.118.401.920	0.467	8.928.293.696
	9	19.118.401.920	0.424	8.106.202.414
Nilai Sisa Alat	9	3.900.000.000	0.424	1.653.600.000
TOTAL				147.430.158.250

Dari tabel analisis PWC di atas biaya yang dikeluarkan beli alat muat Excavator Cat 6030 dari tahun 1 sampai tahun ke 9 adalah Rp.147.430.158.250.

**Tabel 16.** Analisis PWC Beli Alat Angkut

Jenis Biaya	Tahun ke-	Cost	Factor (i=10%)	PW Cost
Investasi awal	-	26.000.000.000	-	26.000.000.000
Biaya Kepemilikan dan Operasi Alat	1	15.871.230.720	0.909	14.426.948.724
	2	15.871.230.720	0.826	13.109.636.574
	3	15.871.230.720	0.751	11.919.294.270
	4	15.871.230.720	0.683	10.840.050.581
	5	15.871.230.720	0.621	9.856.034.277
	6	15.871.230.720	0.564	8.951.374.126
	7	15.871.230.720	0.513	8.141.941.359

	8	15.871.230.720	0.467	7.411.864.746
	9	15.871.230.720	0.424	6.729.401.825
Nilai Sisa Alat	9	2.600.000.000	0.424	1.102.400.000
TOTAL				116.284.146.482

Dari tabel analisis PWC di atas biaya yang dikeluarkan beli 2 unit alat angkut Komatsu HD 785 dari tahun 1 sampai tahun ke 9 adalah Rp.116.284.146.482.

Perhitungan dengan menggunakan analisis *Future Worth Cost* (FWC) adalah sebagai berikut:

**Tabel 17.** Analisis FWC Beli Alat Muat

Jenis Biaya	Tahun ke-	Cost	Factor (i=10%)	PW Cost
Investasi awal	-	39.000.000.000	-	39.000.000.000
Biaya Kepemilikan dan Operasi Alat	1	19.118.401.920	1.100	21.030.242.112
	2	19.118.401.920	1.210	23.133.266.323
	3	19.118.401.920	1.331	25.446.592.955
	4	19.118.401.920	1.464	27.989.340.410
	5	19.118.401.920	1.610	30.780.627.091
	6	19.118.401.920	1.771	33.858.689.800
	7	19.118.401.920	1.948	37.242.646.940
	8	19.118.401.920	2.143	40.970.735.314
	9	19.118.401.920	2.357	45.062.073.325
Nilai Sisa Alat	9	3.900.000.000	2.357	9.192.300.000
TOTAL				315.231.914.270

Dari tabel analisis FWC di atas biaya yang dikeluarkan beli 1 unit alat muat Excavator Cat 6030 dari tahun 1 sampai tahun ke 9 adalah Rp. 315.231.914.270.

**Tabel 18.** Analisis FWC Beli Alat Angkut

Jenis Biaya	Tahun ke-	Cost	Factor (i=10%)	PW Cost
Investasi awal	-	26.000.000.000	-	26.000.000.000
Biaya Kepemilikan dan Operasi Alat	1	15.871.230.720	1.100	17.458.353.792
	2	15.871.230.720	1.210	19.204.189.171
	3	15.871.230.720	1.331	21.124.608.088
	4	15.871.230.720	1.464	23.235.481.774
	5	15.871.230.720	1.610	25.552.681.459
	6	15.871.230.720	1.771	28.107.949.605
	7	15.871.230.720	1.948	30.917.157.442
	8	15.871.230.720	2.143	34.012.047.432
	9	15.871.230.720	2.357	37.408.490.807
Nilai Sisa Alat	9	2.600.000.000	2.357	6.128.200.000
TOTAL				256.892.759.570

Dari tabel analisis FWC di atas biaya yang dikeluarkan beli 2 unit alat angkut Komatsu HD 785 dari tahun 1 sampai tahun ke 9 adalah Rp. 256.892.759.570.

Salah satu alternatif dalam penyediaan alat-alat mekanis untuk penambangan batu kapur di PT. Semen Padang adalah dengan cara menyewa alat. Dari hasil perhitungan biaya sewa alat, maka biaya yang dikeluarkan

untuk sewa 1 unit alat muat adalah Rp. 17.280.000.000/tahun dan untuk sewa 2 unit alat angkut adalah Rp. 17.280.000.000/tahun.

Perhitungan dengan menggunakan analisis *Present Worth Cost* (PWC) adalah sebagai berikut:

**Tabel 19** Analisis PWC Sewa Alat Muat

Jenis Biaya	Tahun ke-	Cost	Factor (i=10%)	PW Cost
Sewa Alat	1	17.280.000.000	0.909	15.707.520.000
	2	17.280.000.000	0.826	14.273.280.000
	3	17.280.000.000	0.751	12.977.280.000
	4	17.280.000.000	0.683	11.802.240.000
	5	17.280.000.000	0.621	10.730.880.000
	6	17.280.000.000	0.564	9.745.920.000
	7	17.280.000.000	0.513	8.864.640.000
	8	17.280.000.000	0.467	8.069.760.000
	9	17.280.000.000	0.424	7.326.720.000
TOTAL				99.498.240.000

Dari tabel analisis PWC di atas biaya yang dikeluarkan sewa alat muat Excavator Cat 6030 dari tahun 1 sampai tahun ke 9 adalah Rp. 99.498.240.000.

**Tabel 20.** Analisis PWC Sewa Alat Angkut

Jenis Biaya	Tahun ke-	Cost	Factor (i=10%)	PW Cost
Sewa Alat	1	17.280.000.000	0.909	15.707.520.000
	2	17.280.000.000	0.826	14.273.280.000
	3	17.280.000.000	0.751	12.977.280.000
	4	17.280.000.000	0.683	11.802.240.000
	5	17.280.000.000	0.621	10.730.880.000
	6	17.280.000.000	0.564	9.745.920.000
	7	17.280.000.000	0.513	8.864.640.000
	8	17.280.000.000	0.467	8.069.760.000
	9	17.280.000.000	0.424	7.326.720.000
TOTAL				99.498.240.000

Dari tabel analisis PWC di atas biaya yang dikeluarkan sewa 2 unit alat angkut Komatsu HD 785 dari tahun 1 sampai tahun ke 9 adalah Rp. 99.498.240.000.

Perhitungan dengan menggunakan analisis *Future Worth Cost* (FWC) adalah sebagai berikut:

**Tabel 21.** Analisis FWC Sewa Alat Muat

Jenis Biaya	Tahun ke-	Cost	Factor (i=10%)	PW Cost
Sewa Alat	1	17.280.000.000	1.100	19.008.000.000
	2	17.280.000.000	1.210	20.908.800.000
	3	17.280.000.000	1.331	22.999.680.000
	4	17.280.000.000	1.464	25.297.920.000
	5	17.280.000.000	1.610	27.820.800.000
	6	17.280.000.000	1.771	30.602.880.000
	7	17.280.000.000	1.948	33.661.440.000
	8	17.280.000.000	2.143	37.031.040.000
	9	17.280.000.000	2.357	40.728.960.000
TOTAL				258.059.520.000



Dari tabel analisis FWC di atas biaya yang dikeluarkan sewa 1 unit alat muat Excavator Cat 6030 dari tahun 1 sampai tahun ke 9 adalah Rp. 258.059.520.000.

**Tabel 22.** Analisis FWC Beli Alat Muat

Jenis Biaya	Tahun ke-	Cost	Factor (i=10%)	PW Cost
Sewa Alat	1	17.280.000.000	1.100	19.008.000.000
	2	17.280.000.000	1.210	20.908.800.000
	3	17.280.000.000	1.331	22.999.680.000
	4	17.280.000.000	1.464	25.297.920.000
	5	17.280.000.000	1.610	27.820.800.000
	6	17.280.000.000	1.771	30.602.880.000
	7	17.280.000.000	1.948	33.661.440.000
	8	17.280.000.000	2.143	37.031.040.000
	9	17.280.000.000	2.357	40.728.960.000
TOTAL				258.059.520.000

Dari tabel analisis FWC di atas biaya yang dikeluarkan sewa 1 unit alat muat Excavator Cat 6030 dari tahun 1 sampai tahun ke 9 adalah Rp. 258.059.520.000.

**Tabel 22.** Analisis FWC Beli Alat Angkut

Jenis Biaya	Tahun ke-	Cost	Factor (i=10%)	PW Cost
Sewa Alat	1	17.280.000.000	1.100	19.008.000.000
	2	17.280.000.000	1.210	20.908.800.000
	3	17.280.000.000	1.331	22.999.680.000
	4	17.280.000.000	1.464	25.297.920.000
	5	17.280.000.000	1.610	27.820.800.000
	6	17.280.000.000	1.771	30.602.880.000
	7	17.280.000.000	1.948	33.661.440.000
	8	17.280.000.000	2.143	37.031.040.000
	9	17.280.000.000	2.357	40.728.960.000
TOTAL				258.059.520.000

Dari tabel analisis FWC di atas biaya yang dikeluarkan sewa 2 unit alat angkut Komatsu HD 785 dari tahun 1 sampai tahun ke 9 adalah Rp. 258.059.520.000.

Alat	Alternatif Beli	Alternatif Sewa
Muat	PWC= Rp. 147.430.158.250	PWC= Rp. 99.498.240.000
	FWC= Rp. 315.231.914.270	FWC= Rp. 258.059.520.000
Angkut	PWC= Rp. 116.284.146.482	PWC= Rp. 99.498.240.000
	FWC= Rp. 256.892.759.570	FWC= Rp. 258.059.520.000

Berdasarkan tabel di atas perbedaan biaya yang dikeluarkan antara biaya beli dan sewa alat setelah melakukan perhitungan dengan analisis *Present Worth Cost* dan *Future Worth Cost* untuk satu unit alat muat Excavator Cat 6030, PWC= Rp. 47.931.918.250 dan FWC= Rp. 57.172.394.270, sedangkan untuk dua unit alat angkut Komatsu HD 785, PWC= Rp. 16.785.906.482 dan FWC= Rp. 1.157.760.340.

## 5 Penutup

### 5.1 Kesimpulan

Berdasarkan hasil pengamatan dan pembahasan pada bab terdahulu, maka dapat ditarik kesimpulan sebagai berikut:

- Hasil perhitungan produksi alat muat dan alat angkut maka alat yang dibutuhkan untuk mencapai target produksi yang diinginkan adalah untuk alat muat Excavator Cat 6030 sebanyak satu unit, sedangkan untuk alat angkut Komatsu HD 785 sebanyak enam unit. Dengan rincian, yang masih layak pakai sebanyak empat unit dan untuk pengadaan alat baru sebanyak dua unit.
- Berdasarkan hasil perhitungan dengan menggunakan analisis *Present Worth Cost* dan *Future Worth Cost* maka alternatif yang akan dipilih adalah menyewa alat, karena *cost* beli lebih besar dibandingkan *cost* sewa. Selisih investasi antara membeli dan menyewa alat selama 10 tahun untuk satu unit alat Excavator Cat 6030, PWC = Rp. 47.931.918.250 dan FWC = Rp. 57.172.394.270, sedangkan untuk dua unit alat angkut Komatsu HD 785, PWC = Rp. 16.785.906.482 dan FWC = Rp. 1.157.760.340 dalam hal ini hanya mempertimbangkan sisi investasi saja.

### 5.1 Saran

Dari hasil penelitian dan pengamatan di lapangan, maka disarankan untuk mengatasi permasalahan yang sering menghambat jam operasi adalah sebagai berikut:

- Pada kegiatan *loading* dan *hauling* hasil produksi yang rendah disebabkan oleh efisiensi kerja yang rendah. Sebaiknya dilakukan evaluasi lagi untuk meningkatkan hasil produksi agar sesuai dengan target produksi.
- Agar lebih diperhatikan jam perbaikan dan pemeliharaan mesin alat serta dilakukan secara berkala agar kerja alat tetap baik.
- Agar perusahaan mempertimbangkan hasil analisis investasi dalam pengadaan alat, walaupun banyak pertimbangan lain dalam pemilihan alat.
- Hasil penelitian ini hanya mempertimbangkan biaya investasi saja, sebaiknya dilakukan lagi penelitian dari segi analisis *income value*.

## Daftar Pustaka

- [1] Anonim, *Data Data Laporan dan Arsip PT. Semen Padang (Persero)*. Padang, Sumatera Barat.
- [2] Andreas, A., Sumarya, S., & Yulhendra, D. (2014). PERENCANAAN BIAYA DAN KEBUTUHAN ALAT MUAT DAN ANGKUT PADA LOKASI PENAMBANGAN AREA 242, 3Ha BATU KAPUR PT. SEMEN PADANG SUMATERA BARAT. *Bina Tambang*, 1(1), 7-10.
- [3] Eryad, 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.
- [4] Fadly, M., & Yulhendra, D. (2019). Optimalisasi Peralatan Tambang Komatsu HD 785 dan Caterpillar 6030 BH Menggunakan Metode Quality Control Circle Untuk Memenuhi Target Produksi Batu Gamping Pada PT. Semen Padang (Persero) Tbk. *Bina Tambang*, 4(3), 340-351.
- [5] Giatman. (2006). *Ekonomi Teknik*. Jakarta: Rajawali Pers.
- [6] Komatsu Publication. (2009). *Specification and Application Handbook*, 30<sup>th</sup> Edition. Japan: Komatsu Ltd.
- [7] Mailadiniya, S., & Abdullah, R. (2018). Kajian Ekonomi Penambangan Batubara di PT. Indomining, Sanga-Sanga, Kutai Kartanegara, Kalimantan Timur pada Desain Penambangan Tahun 2018-2027. *Bina Tambang*, 3(4), 1367-1376.
- [8] Monalisa, M., Gusman, M., & Ansosry, A. (2018). STUDI KELAYAKAN EKONOMIS PENAMBANGAN DAN PENGOLAHAN BAHAN GALIAN BASALT MENJADI BATU SPLIT DI AREA BUKIT KARANG PUTIH PT SEMEN PADANG. *Bina Tambang*, 3(2), 667-687.
- [9] Oktoberen, D., Kasim, T., & Ansosry, A. (2018). Kajian Teknis Peralatan Tambang Untuk Memenuhi Target Produksi Batugamping 550.000 Ton/Bulan Pada Area Pit Limit (15, 15 Ha) PT. Semen Padang. *Bina Tambang*, 3(1), 532-543.
- [10] Partanto, Prodjosumarto. (1995). *Pemindahan Tanah Mekanis*. Bandung: Jurusan Teknik Pertambangan, Institut Teknologi Bandung.
- [11] Rahayu, S., & Murad, M. (2020). Perencanaan Kebutuhan Alat Gali-Muat dan Alat Angkut Batukapur di Area Pit Limit pada Tambang Quarry PT. Semen Padang, Sumatera Barat. *Bina Tambang*, 5(1), 212-224.
- [12] Rija, S., & Anaperta, Y. M. (2020). Optimalisasi Peralatan Tambang dengan Metoda Overall Equipment Effectiveness (OEE) untuk Memenuhi Target Produksi Pengupasan Overbuden Bulan Agustus 2019 di Pit 1 Utara Bangko Barat PT. Satria Bahana Sarana Tanjung Enim Sumatera Selatan. *Bina Tambang*, 5(3), 102-110.
- [13] 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.
- [14] Saputra, A. R., Anaperta, Y. M., & Maiyudi, R. (2019). Optimalisasi Produksi Alat Gali-Muat dan Alat Angkut dengan Metode Quality Control Circle (QCC) Pada Proses Penambangan Batukapur Di Area Existing PT. Semen Padang. *Bina Tambang*, 4(3), 317-326.
- [15] Sugiyono. *Metodologi Penelitian Kuantitatif, Kualitatif, dan R & D*. Jakarta: Alfabeta. (2017).
- [16] Sumarya. (2009). *Bahan Ajar Alat Berat dan Interaksi Alat Berat*. Padang: Universitas Negeri Padang.
- [17] Ulfa, H., Yulhendra, D., & Ansosry, A. (2018). Analisis Investasi Pengadaan Alat Berat Di PT. Anugrah Halaban Sepakat Dengan Metode NPV dan IRR. *Bina Tambang*, 3(3), 1004-1013.
- [18] Zakri, R. S., & Saldy, T. G. (2019). Analisis Sensitivitas Deterministik Investasi Pengadaan Alat Berat di Perusahaan Pertambangan Batubara dengan Metode NPV. *Bina Tambang*, 4(3), 395-405.