

Perencanaan Kebutuhan Alat Gali-Muat dan Alat Angkut Batukapur di Area Pit Limit pada Tambang *Quarry* PT. Semen Padang, Sumatera Barat.

Siska Rahayu^{1*}, Murad M.S^{1**}

¹Jurusan Teknik Pertambangan Fakultas Teknik Universitas Negeri Padang

*Siskarahayu0795@gmail.com

**Muradms@ft.unp.ac.id

Abstract. PT. Semen Padang is one of the companies engaged in mining, especially limestone, silica, clay and iron. Which mining is located in Batu Karang Putih Bukit Ngalau, Indarung Village, Kuranji District, Padang City, West Sumatra Province. With the opening of mining in the pit limit area with limestone reserves and the many production demands, mining is carried out in the pit limit area. Based on the description above, it is necessary to estimate the number of loading and hauling tools to be used and an estimate of the total operational costs to be incurred in limestone mining for the pit limit area at PT. Semen Padang. The calculation of the results of the need for the equipment obtained using the same tool is using a Komatsu PC 1250 Excavator digging tool and HD 785-7 type Dump Truck. The results in 2019 from September to December were 1 unit of Exca and 2 units of Dump Truck, in 2020 there were 1 unit of excavator and 3 units of dump truck, in 2021 there were 1 exca and 3 units of dump truck. And in 2022 there will be 1 excavator and 2 dump trucks. For operational costs per year on the komatsu PC 1250 excavator unit digging equipment amounting to Rp.1,484,457,648 / Year and operational costs for loading unit HD 785-7 units Rp. 8,627,409,264/years.

Keywords: limestone, operating cost, Excavator, Dump Truck, Produksi

1 Pendahuluan

PT. Semen Padang adalah salah satu perusahaan yang bergerak dalam bidang pertambangan khususnya batu kapur, silika, tanah liat dan besi. Yang mana kuasa pertambangannya terletak di Batu Karang Putih Bukit Ngalau, Kelurahan Indarung, Kecamatan Kuranji, Kota Padang, Provinsi Sumatera Barat.

PT. Semen Padang telah melakukan kegiatan penambangan sejak tahun 1910, telah banyak dari tahun tersebut lahan yang diambil bahan galian batu kapurnya. Cadangan batu kapur yang melimpah menuntut peningkatan produksi. Dengan cadangan yang melimpah PT. Semen Padang mengharuskan untuk selalu produksi. Di PT. Semen Padang kegiatan penambangan saat ini dilakukan di area eksisting, area pit limit dan area tajarang. Seluruh kegiatan penambangan dipindahkan di area pit limit dimana di area pit limit terdapat sekitar 21 juta ton batukapur dan di estimasi akan habis tahun

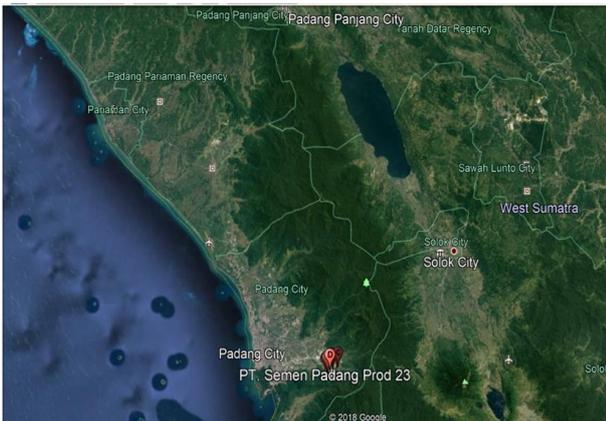
2022^[1]. Untuk melakukan proses kegiatan penambangan maka dilakukan perencanaan kebutuhan alat dan biaya operasional di area pit limit dari awal penambangan sampai akhir penambangan dan alat angkut apa saja yang akan digunakan serta biaya operasional alat gali-muat dan alat angkut.

Dengan adanya cadangan batu kapur dan tufa di area tersebut dan adanya pembukaan pit yang baru akan ditambang serta target produksi maka perlu adanya perencanaan untuk jumlah alat gali-muat dan alat angkut serta berapa biaya operasi yang akan diperlukan dalam penambangan yang pada area pit limit agar berjalan dengan lancar proses penambangan nantinya. Jadi, disini peneliti melakukan perhitungan jumlah alat gali-muat dan alat angkut pada area pit limit menggunakan alat gali muat-dan alat angkut yang telah ada untuk meminimalisir biaya dan alat yang lama masih dapat beroperasi dengan baik, dari segi alat yang akan digunakan memiliki spesifikasi yang cocok untuk

dilakukan di area pit limit . Peneliti disini menggunakan metode terapan yang dapat diterapkan dilapangan nanti dan akan menghasilkan berapa biaya operasional (*operating cost*) alat muat dan alat angkut per unit serta berapa alat gali-muat dan alat angkut yang akan digunakan.

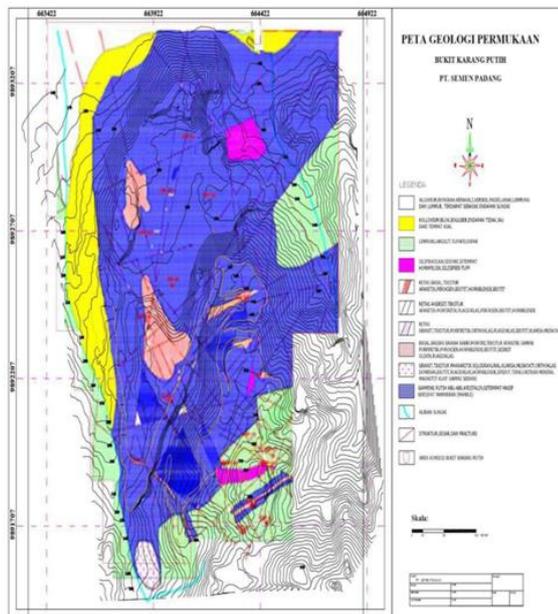
2 Lokasi Penelitian

Lokasi tambang PT. Semen Padang berada di Bukit Karang Putih, Indarung, Kecamatan Lubuk Kilangan, Kota Padang, Provinsi Sumatera Barat ± 15 KM di sebelah Timur Kota Padang. Secara geografis terletak pada 1° 04' 30" LS sampai 1° 06' 30" LS dan 100° 15' 30" BT sampai 100° 10' 30" BT. Berbatasan ke arah Barat dengan Kota Padang, ke arah Timur dengan Kabupaten Solok, ke arah Utara dengan Kabupaten Agam dan ke arah Selatan berbatasan dengan Kabupaten Pesisir Selatan.



Gambar 1. Peta kesampaian daerah PT.Semen Padang

Peta Geologi Kabupaten Karimun dapat dilihat pada gambar 2.



Gambar 2. Peta Geologi PT. Semen Padang

3 Kajian Teori

3.1 Tujuan Penggunaan Alat Berat

- 1) Secara Teknis
 - a) Untuk mendapatkan ketelitian kerja yang lebih besar.
 - b) Menyederhanakan/memudahkan pengurusan organisasi pelaksanaan^[2].
- 2) Secara Ekonomis
 - a) Mempercepat / memperbesar daya kerja
 - b) Mengurangi biaya pelaksanaan kerja
- 3) Secara humanis
 - a) Mengoptimalkan penggunaan tenaga buruh Dengan penggunaan alat-alat berat, tenaga buruh yang ada dapat dimanfaatkan seoptimal mungkin sehingga pekerjaan dapat berjalan dengan lancar.
 - b) Memungkinkan untuk pelaksanaan pekerjaan yang tidak dapat dilaksanakan secara manual.

3.2 Waktu Edar Alat Gali Muat

Waktu edar alat gali muat terdiri dari waktu penggalian material, waktu *swing* isi, waktu menumpahkan material dan waktu *swing* kosong. Maka formulasi perhitungan waktu edar alat gali muat adalah^[3]:

$$C_m = T_{m1} + T_{m2} + T_{m3} + T_{m4} \quad (1)$$

Keterangan :

- C_m = Cycle time gali-muat (detik)
- T_{m1} = Waktu menggali material (detik)
- T_{m2} = Waktu *swing loaded* (detik)
- T_{m3} = Waktu *dumping* (detik)
- T_{m4} = Waktu *swing empty* (detik)

3.3 Waktu Edar Alat Angkut

Waktu edar sangat penting pengaruhnya terhadap produksi kerja alat karena waktu edar menjadi variabel dalam perhitungan jumlah *rate* yang dapat dilakukan dalam satu jam kerja. Semakin kecil waktu edar maka akan semakin besar juga jumlah produktivitas yang akan dihasilkan. Adapun cara menghitung *cycle time* alat gali angkut adalah:

$$C_{ta} = Ta_1 + Ta_2 + Ta_3 + Ta_4 + Ta_5 + Ta_6 \quad (2)$$

Keterangan :

- Ta_1 = Waktu mengatur posisi untuk diisi muatan (menit)
- Ta_2 = Waktu diisi muatan (menit)
- Ta_3 = Waktu mengangkut muatan (menit)
- Ta_4 = Waktu mengatur posisi untuk menumpahkan muatan
- Ta_5 = Waktu menumpahkan muatan (menit)
- Ta_6 = Waktu kembali kosong (menit)

3.4 Produktivitas Alat Gali Muat dan Alat Angkut

Produktivitas adalah laju material yang dapat dipindahkan atau dialirkan persatuan waktu (biasanya per jam). Pemindahan material dihitung berdasarkan volume (m^3 atau yd^3), sedangkan pada batubara biasanya kapasitas produksi dalam ton. Kemampuan produktivitas alat gali muat dan alat angkut merupakan besarnya produktivitas yang terpenuhi secara real oleh alat gali muat dan alat angkut berdasarkan pada kondisi yang dapat dicapai.

3.4.1 Produktivitas Alat Gali Muat

Untuk memperkirakan produktivitas alat gali muat, dapat digunakan rumus berikut ini^[4]:

$$Q = q_1 \times \frac{3600}{Cm} \times E \quad (3)$$

$$q_1 = q_l \times k \quad (4)$$

Keterangan:

- Q = Produktivitas (m^3 /jam)
- q_1 = Kapasitas *Bucket* (m^3)
- k = *Bucket Fill Factor*
- Cm = *Cycle Time* (Detik)
- E = Efisiensi Kerja (%)

3.4.2 Produktivitas Alat Angkut

Untuk memperkirakan produktivitas alat angkut, dapat digunakan rumus berikut ini^[5]:

$$P = C \times \frac{60}{Cmt} \times Et \times M \quad \text{Posisi} \quad (5)$$

$$C = n \times q_1 \times k^{[6]} \quad (6)$$

Keterangan:

- P = Produktivitas *dump truck* (m^3 /jam)
- C = Produksi per siklus (m^3)
- Cmt = Waktu Siklus *dump truck* (menit)
- Et = Efisiensi *dump truck* (%)
- M = Jumlah *dump truck* yang dioperasikan

3.5 Faktor- Faktor Yang Mempengaruhi Produksi Alat^[7]

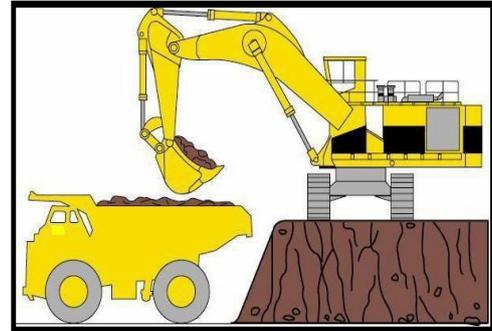
3.5.1 Pola Pemuatan

Pola pemuatan dapat dilihat dari beberapa keadaan yang ditunjukkan alat gali-muat dan alat angkut, yaitu:^[7]

1. Pola pemuatan yang didasarkan pada keadaan alat gali-muat yang berada di atas atau di bawah jenjang.

a) *Top Loading*

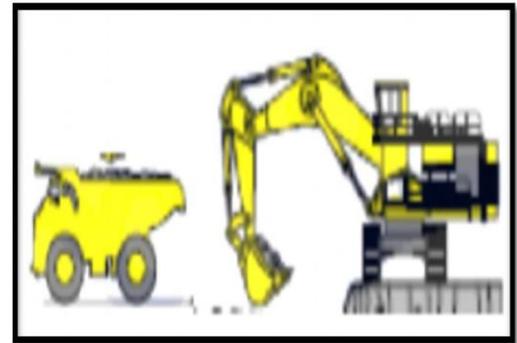
Alat gali-muat melakukan penggalian dengan menempatkan dirinya di atas jenjang atau alat angkut berada di bawah alat gali-muat. Adapun gambar *top loading* pada **gambar 3**.



Gambar 3. Pola Pemuatan Top Loading

b) *Bottom Loading*

Alat gali-muat melakukan penggalian dengan menempatkan dirinya di jenjang yang sama dengan posisi alat angkut. Adapun gambar *bottom loading* pada **gambar 4** dibawah ini.



Gambar 4. Pola Pemuatan berdasarkan Alat Gali-Muat Terhadap Alat Angkut.

2. Pola pemuatan berdasarkan jumlah penempatan posisi alat angkut untuk dimuati terhadap posisi alat gali-muat.

a) *Single Back Up*

Single Back Up yaitu alat angkut memposisikan diri untuk dimuati pada satu tempat sedangkan alat angkut berikutnya menunggu alat angkut pertama dimuati sampai penuh, setelah alat angkut pertama berangkat alat angkut kedua memposisikan diri untuk dimuati sedangkan truk ketiga menunggu, dan begitu seterusnya.

b) *Double Back Up*

Double Back Up yaitu angkut memposisikan diri untuk dimuati pada dua tempat, kemudian alat gali-muat mengisi salah satu alat angkut sampai penuh setelah itu mengisi alat angkut kedua yang sudah memposisikan diri di sisi lain sementara alat angkut kedua diisi, alat angkut ketiga memposisikan diri di tempat yang sama dengan alat angkut pertama dan seterusnya.

c) *Triple Back Up* Truk memposisikan untuk pada tiga tempat.

3.5.2 Faktor Isian Bucket (Fill Factor)

Fill Factor adalah angka perbandingan antara volume nyata atau kapasitas nyata mangkuk alat muat dengan volume atau kapasitas teoritis *bucket* alat muat sesuai dengan spesifikasi alat muat yang digunakan. Dapat dilihat pada tabel 1 dibawah ini faktor isian Bucket (fill factor).

Tabel 1. Faktor Isian Bucket

Pemuatan	Jenis bahan diangkut	Bucket Fill Factor (%)
Easy	Loading clayey soil, clay or soft soil	1,1-1,2
Average	Loading loose soil with small diameter Gravel	1,0-1,1
Rather Difficult	Loading well blasted rock	0,8-0,9
Difficult	Loading poorly blasted rock	0,7-0,8

3.6 Pertimbangan Pemilihan Alat Berat

Untuk menghindari kerugian dan mendapatkan keuntungan dari penggunaan alat berat, dibutuhkan pengetahuan yang baik mengenai pemilihan dan penggunaan peralatan sehingga dapat diperoleh hasil yang optimal. Untuk itu diperlukan pemilihan alat-alat berat yang harus digunakan.

ada beberapa pertimbangan dalam pemilihan alat berat, antara lain:

- 1) Pertimbangan Teknik
 - a. Kemampuan peralatan yang akan digunakan
 - b. Tingkat teliti alat yang akan digunakan
 - c. Pelayanan alat yang akan digunakan
 - d. Keserbagunaan alat
 - e. Keisitimewaan alat
 - f. Kondisi tempat kerja alat
 - g. Dimensi alat
 - h. Kemungkinan kerusakan dari alat
 - i. Ketersediaan tenaga mekanik dan *spare part* alat tersebut.
- 2) Pertimbangan Ekonomis
 - a. Harga alat sampai di *site*
 - b. Biaya pemeliharaan / perawatan
 - c. Biaya perbaikan
 - d. Gaji operator
 - e. Biaya penyusutan
 - f. Pajak dan biaya asuransi yang dibebankan ke perusahaan
 - g. Berapa lama pengembalian modal dari pembelian peralatan

3.7 Alat Muat dan Alat Angkut

3.7.1 Alat Muat

Salah satu tolak ukur yang dapat dipakai untuk mengetahui baik-buruknya hasil kerja (keberhasilan) suatu alat pemindahan tanah mekanis termasuk alat-alat muat adalah besarnya produksi yang dapat dicapai oleh alat tersebut.^[6] Oleh sebab itu usaha dan upaya untuk dapat mencapai produksi yang tinggi selalu menjadi perhatian yang serius. Untuk pengambilan dan pemuatan material ke atas alat angkut dipergunakan alat-alat muat yang sangat banyak macamnya karena keadaan lapangan kerjanya sangat bermacam-macam.

Alat muat yang digunakan di PT. Semen Padang adalah *Excavator*. *Excavator* adalah alat yang bekerjanya berputar bagian atasnya pada sumbu vertikal di antara sistem roda-rodanya, sehingga *excavator* yang beroda ban (*truck mounted*), pada kedudukan arah kerja attachment tidak searah dengan sumbu memanjang sistem roda-roda, sering terjadi proyeksi pusat berat alat yang dimuati berada di luar pusat berat dari sistem kendaraan, sehingga dapat menyebabkan alat berat terguling. Untuk mengurangi kemungkinan terguling ini diberikan alat yang disebut *out-triggers*.

Excavator mempunyai bagian-bagian utama antara lain:

- 1) Bagian atas yang dapat berputar
- 2) Bagian bawah untuk berpindah tempat (*travelling unit*), dan
- 3) Bagian-bagian tambahan (*attachment*) yang dapat diganti sesuai pekerjaan yang akan dilaksanakan.

Umumnya *excavator* mempunyai tiga pasang mesin penggerak pokok yaitu:

- 1) Penggerak untuk mengendalikan *attachment*, misalnya untuk gerakan menggali mengangkat dan sebagainya.
- 2) Penggerak untuk memutar *revolving unit* berikut attachment yang dipasang.
Penggerak untuk menjalankan *excavator* pindah dan satu tempat ke tempat lain.

3.7.2 Alat Angkut

Pengangkutan batuan, endapan bijih, karyawan, "waste", kayu penyangga (*timber*), dan barang-barang keperluan sehari-hari (*supply*) merupakan suatu hal yang sangat mempengaruhi kelancaran operasi penambangan^[8]. Untung-ruginya suatu perusahaan tambang terletak juga pada lancar tidaknya sarana pengangkutan yang tersedia.

3.7 Produktivitas Alat Muat Dan Alat Angkut

Untuk perhitungan produktivitas alat angkut digunakan persamaan sebagai berikut:

$$Q = \frac{n \times Kb \times Bff \times 60 \times Eff \times SF}{Ct} \quad (8)$$

Keterangan :

Q = Produktivitas alat gali-muat (BCM/jam)

Kb = Kapasitas mangkuk (*bucket capacity*) (m³)

Bff = Faktor pengisian mangkuk (*bucket fill factor*)

Ct = Waktu edar alat angkut (*cycle time*) (menit)

Eff = Efisiensi kerja (*job efficiency*) (%)

SF = *Swell factor*

3.8 Operating Cost

Operating cost / biaya operasi adalah biaya yang harus dikeluarkan oleh pengguna alat berat tersebut saat alat berat tersebut bekerja. Ada 6 hal yang diperhitungkan dalam *operating cost* ini, yakni^[9]:

3.7.1 Bahan Bakar (Fuel)

Biaya bahan bakar merupakan biaya yang harus dikeluarkan untuk mengoperasikan alat berat, masing-masing jenis alat berat memiliki *fuel consumption* yang berbeda-beda.

Ongkos Bahan Bakar = Harga Bahan Bakar/Liter x Waktu Lama Pemakaian (9)

3.7.2 Lubricant (Oil and Grease), Filters, and Periodic Maintenance Labor

Setiap unit yang dioperasikan tentunya membutuhkan perawatan, baik itu perawatan apabila terjadi kerusakan, maupun perawatan rutin setiap waktu penggunaan tertentu. Perawatan rutin biasanya meliputi penggantian oli, pelumasan dengan *grease* (gomok), pergantian saringan, dan beberapa perawatan rutin lainnya. Untuk setiap unit yang berbeda tentunya juga memiliki kebutuhan terhadap oli dan gomok yang berbeda.

Biaya Grease= Kebutuhan per jam (kg) x Harga Per Kg (10)

Biaya Filter = $\frac{\text{Jumlah Filter (unit)} \times \text{Harga Per Unit}}{\text{Interval penggantian Filter (jam)}} \quad (11)$

3.7.3 Ban (Tires)

Salah satu komponen penting dari alat berat, terutama alat pengangkutan adalah komponen ban. Karena ban menjadi tumpuan dari beban yang diangkutnya. Untuk jenis HD 465 ban menjadi sebuah komponen yang cukup mahal dikarenakan ukuran ban yang tergolong raksasa. Usia pakai dari ban itu sendiri juga dapat

diperhitungkan, menyesuaikan dengan kondisi permukaan jalan yang dilalui.

Ongkos penggantian ban = $\frac{\text{Harga Ban}}{\text{Umur Ban}} \quad (12)$

3.7.4 Biaya Perbaikan (Repair Cost)

Selain perawatan berkala seperti pergantian oli, saringan oli, saringan minyak, dan perawatan rutin lainnya, kerusakan pada unit juga sering terjadi. Untuk itu biaya perbaikan (*repair cost*) juga harus diperhitungkan. Biaya perbaikan (*repair cost*) dapat dihitung dengan formula:

Biaya perbaikan= $\frac{\text{Repair Factor} \times \text{Harga Unit}}{\text{Usia Pakai Alat (Jam)}} \quad (13)$

3.7.5 Special Items

Yang dimaksud *special item* disini adalah bagian-bagian dari unit alat berat yang harus diganti bila sudah haus, seperti *teeth bucket*, *ripper point*, dan *shank* pada grader. *Special Items* juga mempunyai masa pakai, tergantung material yang dikerjakan dan lokasi kerjanya.

3 Metode Penelitian

Metode penelitian yang digunakan adalah jenis penelitian kuantitatif. Metode penelitian kuantitatif merupakan jenis penelitian dimana dalam penelitian ini data yang dikumpulkan berupa angka (*numbers*) sebagai lambang dari peristiwa atau kejadian dan dianalisis dengan menggunakan teknik statistik. Selain itu, dalam penelitian ini teknik pengambilan data dilakukan dengan observasi langsung di lapangan, wawancara (*Interview*), dan analisis dokumen^[10].

Penelitian ini lebih terarah ke penelitian terapan yaitu penelitian yang dikerjakan dengan maksud untuk menerapkan, menguji, dan mengevaluasi kemampuan suatu teori yang ditetapkan dalam pemecahan permasalahan praktis.

4 Hasil dan Pembahasan

4.1 Data

4.1.1 Waktu Kerja Penambangan pada Area Pit Limit

Jam kerja efektif adalah waktu kerja yang sesungguhnya yang digunakan pada operasi penambangan, adapun jam kerja yang tersedia pada kegiatan penambangan di PT. Semen Padang adalah 154 jam/bulan (pembahasan yang hanya dihitung pada satu shift). Pada area pit limi terdiri dari 2 shift kerja perharinya dengan distribusi waktu kerja yang berbeda pada tiap hari kerjanya. Dapat dilihat pada tabel dibawah ini waktu kerja penambangan pada area pit limit.

Tabel 2. Waktu Kerja Penambangan pada area Pit Limit

Kegiatan	Waktu Kerja
Shift I	07.00-15.00
Shift II	15.00-22.00

4.2 Pembahasan

4.2.1 Effisiensi Kerja Excavator Komatsu PC 1250 Waktu Kerja Efektif

$$We = T - Wr - Ws - Wd \quad (14)$$

Keterangan:

- We = Waktu Efektif
- T = Waktu Kerja Tersedia
- Wr = Waktu repair
- Ws = Waktu standby
- Wd = Waktu delay
- We = (154 - 0 - 0 - 54) menit/shift
= **306 menit/shift**

Karena selama pengamat berada dilapangan tidak ditemukan adanya kerusakan pada alat sehingga waktu repairnya tidak ada atau kosong

1) Effisiensi Kerja

Rumus:

$$Eff = \frac{Waktu\ Efektif\ (We)}{Waktu\ Kerja\ Tersedia\ (T)} \times 100\%$$

Diketahui:

- We = 306 menit
- T = 360 menit

Penyelesaian:

$$Eff = \frac{306\ menit}{360\ menit} \times 100\% = 85\%$$

4.2.2 Effisiensi Kerja Dump Truck Komatsu Type HD-785-7

Waktu Kerja Efektif

$$We = T - Wr - Ws - Wd$$

Keterangan:

- We = Waktu Efektif
- T = Waktu Kerja Tersedia
- Wr = Waktu repair
- Ws = Waktu standby
- Wd = Waktu delay
- We = (360 - 0 - 0 - 0) menit/shift
= **360 menit/shift**

Karena selama pengamat berada dilapangan tidak ditemukan adanya kerusakan pada alat sehingga waktu repairnya tidak ada atau kosong .

Effisiensi Kerja

Rumus:

$$Eff = \frac{Waktu\ Efektif\ (We)}{Waktu\ Kerja\ Tersedia\ (T)} \times 100\%$$

Diketahui:

- We = 360 menit
- T = 360 menit

Penyelesaian:

$$Eff = \frac{360\ menit}{360\ menit} \times 100\% = 100\%$$

4.2.3 Perhitungan Produktivitas Alat Gali Muat dan Alat Angkut

Produktivitas Excavator komatsu Pc 1250

Rumus:

$$P. Exc = \frac{Kb \times D \times SF \times EK}{CT} \times 3600\ detik/jam$$

Diketahui:

- Kapasitas Bucket (KB) = 6.7 m³
- Density Batu Kapur = 2,65 ton/m³
- Swell Factor (SF) = 0,60
- Effisiensi Kerja (EK) = 0,85
- Cycle Time (CT) = 35,06 detik

Penyelesaian:

$$P. Exc = \frac{Kb \times D \times SF \times EK}{CT} \times 3600\ detik/jam$$

$$P. Exc = \frac{6.7\ m^3 \times 2,65\ \frac{ton}{m^3} \times 0,60 \times 0,85}{35,06\ detik} \times 3600\ detik/jam$$

$$P. Exc = 929,782\ ton/jam.$$

Produktivitas 1 unit Backhoe Excavator komatsu Pc 1250 adalah sebesar 2081,60 ton/jam

4.2.4 Produktivitas Dump Truck Komatsu Type HD-785-7

Rumus:

$$P. DT = \frac{n \times Kb \times FF \times EK \times SF \times D}{CT} \times 3600\ detik/jam$$

Diketahui:

- Banyak Pengisian (n) = 4 kali
- Kapasitas Bucket (KB) (Excavator) = 6.7 m³
- Fill Factor Bucket (FF) = 1
- Effisiensi Kerja (EK) = 1

Swell Factor (SF) = 0,60
 Density Batu Kapur = 2,65 ton/m³
 Cycle Time (CT) = 529.20 detik
 Penyelesaian:

$$P. DT = \frac{4 \times 6,7 \text{ m}^3 \times 1 \times 1 \times 0,60 \times 2,65 \text{ ton/m}^3}{725,04 \text{ detik}} \times 3600 \text{ detik/jam}$$

P. DT = 203,98 ton/jam per unit Dump Truck

4.2.3 Perhitungan Produktivitas Alat Gali Muat dan Alat Angkut

Berdasarkan perhitungan diatas, maka didapatkan hasil estimasi kebutuhan alat tahun 2019 pada tabel dibawah ini:

Tabel 3. Esrimasi Kebutuhan Alat tahun 2019.

Kebutuhan Alat	Produktifitas alat ton/bulan	
	Alat Muat Excavator	Alat Angkut Dump Truck
	929,782 Ton/jam	203,98 Ton/jam
September	1	6
Oktober	1	6
November	1	6
Desember	1	6

Berdasarkan perhitungan diatas, maka didapatkan hasil estimasi kebutuhan alat tahun 2020 pada tabel dibawah ini:

Tabel 4. Estimasi Kebutuhan Alat Tahun 2020

Kebutuhan Alat	Produktifitas alat ton/bulan	
	Alat Muat Excavator	Alat Angkut Dump Truck
	929,782 Ton/jam	203,9 Ton/jam
Januari	2	7
Februari	2	7
Maret	2	7
April	2	7
Mei	2	7
Juni	2	7
Juli	2	7
Agustus	2	7
September	2	7
Oktober	2	7
November	2	7
Desember	2	7

Berdasarkan perhitungan diatas, maka didapatkan hasil estimasi kebutuhan alat tahun 2021 pada tabel disamping ini:

Tabel 5. Estimasi kebutuhan alat tahun 2021

Kebutuhan Alat	Produktifitas alat ton/bulan	
	Alat Muat Excavator	Alat Angkut Dump Truck
	929,782 Ton/jam	203,98 Ton/jam
Januari	2	7
Februari	2	7
Maret	2	7
April	2	7
Mei	2	7
Juni	2	7
Juli	2	7
Agustus	2	7
September	2	7
Oktober	2	7
November	2	7
Desember	2	7

Berdasarkan perhitungan diatas, maka didapatkan hasil estimasi kebutuhan alat tahun 2022 pada tabel dibawah ini:

Tabel 6. Estimasi Kebutuhan alat tahun 2022

Kebutuhan Alat	Produktifitas alat ton/bulan	
	Alat Muat Excavator	Alat Angkut Dump Truck
	929,782 Ton/jam	203,9 Ton/jam
Januari	1	5
Februari	1	5
Maret	1	5
April	1	5
Mei	1	5
Juni	1	5
Juli	1	5
Agustus	1	5
September	1	5
Oktober	1	5
November	1	5
Desember	1	5

4.2.3 Biaya Operasional Alat Muat Excavator Komatsu PC 1250

a. Biaya Bahan Bakar

Dapat dilihat konsumsi bahan bakar pada **tabel 7** dibawah ini :

Tabel 7. Konsumsi Bahan Bakar

No	Keterangan	Total	Satuan
1	Konsumsi bahan bakar per jam	60	Liter/jam
2	Harga	Rp.12.500	/Liter

- Biaya Bahan Bakar per jam
= Konsumsi bahan bakar per jam x harga bahan bakar per liter
= 60 liter/jam x Rp 12.500 /liter
= Rp.750.000 /jam
- Biaya Bahan Bakar per bulan
= Biaya bahan bakar per jam x 1 bulan (154 jam)
= Rp.750.000 /jam x 154 jam
= Rp.115.500.000

b. Biaya Pelumas

Dapat dilihat pada **tabel 8** penggunaan konsumsi pelumas dan grease sebagai berikut :

Tabel 8. Konsumsi Pelumas dan Grease

No	Komponen	Merk Pelumas	Total	Satuan
1	Engine oil	Meditran SX Plus	0.12	Liter/jam
2	Transmission oil	Meditran SX Plus	0.050	Liter/jam
3	Final drive oil	Rored HDA 90	0.220	Liter/jam
4	Hydraulic oil	Rored HDA 90	0.140	Liter/jam
5	Grease	Turalik 48	0.180	Kg

Pada **tabel 9** dibawah ini terdapat harga pelumas sebagai berikut :

Tabel 9. Harga pelumas

No	Komponen	Merk Pelumas	Harga	Satuan
1	Engine oil	Meditran SX Plus	Rp.14.365	Liter/jam
2	Transmissi on oil	Meditran SX Plus	Rp.14.365	Liter/jam
3	Final drive oil	Rored HDA 90	Rp.14.365	Liter/jam
4	Hydraulic oil	Rored HDA 90	Rp.10.008	Liter/jam
5	Grease	Turalik 48	Rp.21.356	Kg

- Biaya *Engine Oil* per jam
= Konsumsi *Engine Oil* x harga per liter
= 0,12 liter/jam x Rp.14.365 /liter
= Rp.1.723,8 /jam
- Biaya *Engine Oil* per bulan
= Biaya *Engine Oil* per jam x harga per liter
= Rp. 1.723,8 jam x 1 bulan (154 jam)
= Rp.265,465.2
- Biaya *Transmission oil* per jam
= Konsumsi *Transmission oil* x harga per liter
= 0,050 liter/jam x Rp.14.365 /liter
= Rp.718,25 /jam
- Biaya *Transmission oil* per bulan
= Biaya *Transmission oil* per jam x 1 bulan (154 jam)
= Rp.718,25 jam x 1 bulan (154 jam)
= Rp. 110,610.5
- Biaya *Final drive oil* per jam
= Konsumsi *Final drive oil* x harga per liter
= 0,220 liter/jam x Rp.14.365 /liter
= Rp.3.160,3/jam
- Biaya *Final drive oil* per bulan
= Biaya *Final drive oil* per jam x 1 bulan (154 jam)
= Rp.3.160,3/jam x 1 bulan (154 jam)
= Rp. 486,686.2
- Biaya *Hydraulic oil* per jam
= Konsumsi *Hydraulic oil* x harga per liter
= 0,140 liter/jam x Rp10.008 /liter
= Rp.1.401,12/jam
- Biaya *Hydraulic oil* per bulan
= Biaya *Hydraulic oil* per jam x 1 bulan (154 jam)
= Rp.1.401,12 jam x 1 bulan (154 jam)
= Rp.215,784.8
- Biaya *Grease* Per jam
= Konsumsi *Grease* x harga per kg
= 0,180 kg/jam x Rp.21.356 /kg
= Rp.3.844,08 /jam
- Biaya *Grease* Per bulan
= Biaya *Grease* per jam x 1 bulan (154 jam)
= Rp.3.844,08 /jam x 1 bulan (154 jam)
= Rp. 519,988.32
- Total biaya pemakaian pelumas per jam
=Biaya *Engine Oil* + Biaya *Transmission oil* + Biaya *Final drive oil* + + Biaya *Hydraulic Control Oil* + Biaya *Grease*
=Rp. 1.723,8 /jam + Rp. 718,25 /jam + Rp. 3.160,3 /jam + Rp.235,15/jam + Rp. 1.401,12/jam + Rp. 3.844,08 /jam
= Rp. 11.081 /jam
- Total biaya pemakaian pelumas bulan
= Biaya *Engine Oil* + Biaya *Transmission oil* + Biaya *Final drive oil* + Biaya *Hydraulic Control Oil* + Biaya *Grease*
= Rp.265,465.2 + Rp.110,610.5 + Rp.486,686.2 + Rp. 215,784.8 + Rp. 519,988.32
= Rp. 1.598,535.

c. Biaya *Filter*

Perhitungan biaya *filter* yaitu berdasarkan 50% dari total biaya pelumas (*Spesification and Application Handbook* Edisi 30), maka dari itu dapat diketahui biaya per jam yaitu:

- Biaya *Filter* per jam
 = 50% x Total biaya pelumas per jam
 = 50% x Rp.11.081 /jam
 = Rp.5.540,5 /jam
- Biaya *Filter* per bulan
 = 50% x Total biaya filter per jam
 = 50% x Rp. 5.540,5 /jam
 = Rp.2.770,25

d. Biaya Perawatan dan Perbaikan

Untuk biaya perawatan dan perbaikan dapat dilihat pada tabel 10 berikut ini :

Tabel 10. Perawatan dan Perbaikan

No	Keterangan	Total
1	Faktor perawatan dan perbaikan	80 %
2	Harga alat	Rp.7.623.000.000
3	Umur ekonomis alat	9074 jam

- Biaya Perawatan dan Perbaikan per bulan
 = $\frac{\text{harga alat} \times \text{faktor perawatan dan perbaikan}}{\text{Umur ekonomis alat}}$
 = $\frac{\text{Rp. 7.623.000.000} \times 80\%}{9074 \text{ jam}}$
 = Rp. 672.074,058 /jam
 = Rp. 672.074,058 /jam x 154 jam
 = Rp. 103.499,405

e. Upah Operator

Upah Operator berdasarkan data yang diperoleh penulis dari PT. Semen Padang yaitu Rp.6.500.000 per bulan untuk jumlah jam kerja operator per bulan yaitu 154 jam.

Dari hasil kalkulasi data yang penulis dapatkan dari PT. Semen Padang maka didapatkan biaya operasional *Excavator* Komatsu PC 1250 per tahun seperti pada **tabel 11** di bawah ini.

Tabel 11. Biaya Operasional untuk 1 *Excavator* Komatsu PC 1250 pada tahun 2019 dan 2022 per bulan.

No	Keterangan	Biaya per bulan
1	Bahan Bakar	Rp. 115.500.000
2	Pelumas	Rp. 1.598.535
3	<i>Filter</i>	Rp. 2.770
4	Perawatan dan Perbaikan	Rp. 103.499
6	Upah Operator	Rp. 6.500.000
Total Biaya Operasional		Rp. 123.704.804

Tabel 12. Biaya Operasional untuk 2 *Excavator* Komatsu PC 1250 pada tahun 2020 dan 2021 per bulan.

No	Keterangan	Biaya per bulan
1	Bahan Bakar	Rp. 115.500.000
2	Pelumas	Rp. 1.598.535
3	<i>Filter</i>	Rp. 2.770
4	Perawatan dan Perbaikan	Rp. 103.499
6	Upah Operator	Rp. 6.500.000
Total Biaya Operasional		Rp. 247.409.608

Dibawah ini biaya operasional *excavator* komatsu PC 1250 dapat dilihat pada **tabel 13** berikut ini :

Tabel 13. Biaya Operasional per unit *Excavator* Komatsu PC 1250 per tahun.

No	Keterangan	Biaya per Tahun
1	Bahan Bakar	Rp.1.386.000.000
2	Pelumas	Rp. 19.182.420
3	<i>Filter</i>	Rp. 33.240
4	Perawatan dan Perbaikan	Rp. 1.241.988
6	Upah Operator	Rp. 78.000.000
Total Biaya Operasional		Rp. 1.484.457.648

Tabel 14. Biaya Operasional untuk 2 *Excavator* Komatsu PC 1250 pada tahun 2020 dan 2021 per tahun.

No	Keterangan	Biaya per Tahun
1	Bahan Bakar	Rp.1.386.000.000
2	Pelumas	Rp. 19.182.420
3	<i>Filter</i>	Rp. 33.240
4	Perawatan dan Perbaikan	Rp. 1.241.988
6	Upah Operator	Rp. 78.000.000
Total Biaya Operasional		Rp. 2.968.915.296

Total biaya operasional (*operational cost*) *Excavator* Komatsu PC 1250 per tahun adalah:
Rp.1.484.457.648

2) **Biaya Operasional (*Operational Cost*) Alat Angkut HD 785-7**

a. Biaya Bahan Bakar

Untuk konsumsi bahan bakardapat dilihat pada **tabel 15** dibawah ini sebagai berikut:

Tabel 15. Konsumsi Bahan Bakar

No	Keterangan	Total	Satuan
1	Konsumsi bahan bakar per jam	77	Liter/jam
2	Harga bahan bakar	Rp.11.150	/liter

- Biaya Bahan Bakar
 - = Konsumsi bahan bakar x Harga bahan bakar
 - = 77 liter/jam x Rp.11.150/liter
 - = Rp. 858.550 /jam
- Biaya Bahan Bakar per bulan
 - = Biaya bahan bakar per jam x 1 bulan (154 jam)
 - = 858.550 /jam x 1 bulan (154 jam)
 - = Rp. 132.216.700

b. Biaya Pelumas

Tabel 16. Konsumsi Pelumas dan Grease

No	Komponen	Merk Pelumas	Total	Satuan
1	Oil Engine	Meditran SX Plus	0,26	Liter/jam
2	Transmission and Converter Oil	Translik HD 30	0,21	Liter/jam
3	Hydraulic Tank Oil	Meditran S, SAE 10	0,08	Liter/jam
4	Steering Tank Oil	Meditran S, SAE 10	0,13	Liter/jam
5	Differential Oil	Rored HAD 90	0,030	Liter/jam
6	Planetaries Oil	Rored HAD 90	0,016	Liter/jam
7	Grease	Almo 527	0,03	Kg/jam

Tabel 17. Harga pelumas

No	Komponen	Merk Pelumas	Harga	Satuan
1	Engine Oil	Meditran SX Plus	Rp.25.900	/Liter
2	Transmission and Converter	Translik HD 30	Rp.25.700	/Liter
3	Hydraulic Tank	Meditran S, SAE 10	Rp.18.400	/Liter
4	Steering Tank	Meditran S, SAE 10	Rp.18.400	/Liter
5	Differential	Rored HAD 90	Rp.25.242	/Liter
6	Planetaries	Rored HAD 90	Rp.25.242	/Liter
7	Grease	Almo 527	Rp.56.250	/Kg

- Biaya pemakaian *Engine Oil* per jam
 - = Konsumsi *Engine Oil* x harga per liter
 - = 0,26 liter/jam x Rp. 25.900
 - = Rp.6.734 /jam
- Biaya pemakaian *Engine Oil* per bulan
 - = Biaya *Engine Oil* per jam x 1 bulan (154 jam)
 - = 6.734 /jam x 1 bulan (154 jam)
 - = Rp.1.037,036
- Biaya pemakaian *Transmission and Converter Oil* per jam
 - = Biaya Konsumsi *TC Oil* per jam x harga per liter

- = 0,21 liter/jam x Rp. 25.900
- = Rp 5.439 /jam
- Biaya pemakaian *Transmission and Converter Oil* per bulan
 - =Biaya Konsumsi *TC Oil* per jam x 1 bulan (154 jam)
 - = Rp.5.439 /jam x 1 bulan (154 jam)
 - = Rp 837.606
- Biaya pemakaian *Hydraulic Tank Oil* per jam
 - =Konsumsi *Hydraulic Tank Oil* x harga pe rliter
 - =0,08 liter/jam x Rp. 18.400
 - =Rp 1.472 /jam
- Biaya pemakaian *Hydraulic Tank Oil* per bulan
 - =Biaya *Hydraulic Tank Oil* per jam x 1 bulan (154 jam)
 - = Rp.1.472 /jam x 1 bulan (154 jam)
 - = Rp 226,688
- Biaya pemakaian *Steering Tank Oil* per jam
 - = Konsumsi *Steering Tank Oil* x harga per liter
 - = 0,13 liter/jam x Rp.18.400 /liter
 - = Rp. 2.392 /jam
- Biaya pemakaian *Steering Tank Oil* per bulan
 - =Biaya *Steering Tank Oil* per jam x 1 bulan (154 jam)
 - =Rp. 2.392 /jam x 1 bulan (154 jam)
 - =Rp. 368,368
- Biaya pemakaian *Differential Oil* per jam
 - = Konsumsi *Differential Oil* x harga pe rliter
 - = 0,030 liter/jam x Rp. 25.242
 - = Rp. 757,26 /jam
- Biaya pemakaian *Differential Oil* per bulan
 - = Biaya *Differential Oil* per jam x 1 bulan (154 jam)
 - = 757,26/jam x 1 bulan (154 jam)
 - = Rp. 116.618.04
- Biaya pemakaian *Planetaries Oil* per jam
 - = Konsumsi *Planetaries Oil* x harga per liter
 - = 0,016 liter/jam x Rp. 25.242
 - = Rp. 403,872 /jam
- Biaya pemakaian *Planetaries Oil* per bulan
 - =Biaya *Planetaries Oil* per jam x 1 bulan (154 jam)
 - = Rp. 403.872 /jam x 1 bulan (154 jam)
 - = Rp. 62.196,.288
- Biaya pemakaian *Grease* per jam
 - = Konsumsi *Grease* x harga per kg
 - = 0,03 kg/jam x Rp 56.250 /kg
 - = Rp. 1.687,5 /jam
- Biaya pemakaian *Grease* per bulan
 - = Biaya *Grease* per jam x 1 bulan (154 jam)
 - = Rp. 1.687,5 /jam x 1 bulan (154 jam)
 - = Rp. 259.875
- Total biaya pemakaian pelumas per jam
 - = Biaya *Engine Oil* + Biaya *Transmission and Converter Oil* + Biaya *Hydraulic Tank Oil* + Biaya *Steering Tank Oil* + Biaya *Differential Oil* + Biaya *Planetaries Oil* + Biaya *Grease*
 - = Rp.6.734 /jam + Rp.5.439 /jam + Rp.1.472/jam + Rp. 2.392 /jam + Rp. 757,26 /jam + Rp. 403,872 /jam + Rp. 1.687,5 /jam
 - = Rp.34.073 /jam

- Total biaya pemakaian pelumas per bulan
 = Biaya *Engine Oil* + Biaya *Transmission and Converter Oil* + Biaya *Hydraulic Tank Oil* + Biaya *Steering Tank Oil* + Biaya *Differential Oil* + Biaya *Planetaries Oil* + Biaya *Grease*
 = Rp. 1.037,036 + Rp. 837.606 + Rp. 226,688 + Rp. 368,368 + Rp. 116.618 + Rp.62.196,288 + Rp. 259.875
 = Rp.65.042.479

c. Biaya *Filter*

Perhitungan biaya *filter* yaitu berdasarkan 50% dari total biaya pelumas (*Spesification and Application Handbook* Edisi 30), maka dari itu dapat diketahui biaya per jam yaitu:

- Biaya *Filter* per jam
 = 50% x Total biaya pelumas per bulan
 = 50% x Rp.34.073
 = Rp. 17.036 /jam x 1 bulan (154 bulan)
 = Rp. 2.623.544

d. Biaya Ban

Tabel 18. Pemakaian Ban

No	Keterangan	Total
1	Jumlah ban per unit	6 buah
2	Umur ban	1800 jam
3	Harga satuan	Rp.99.000.000

- Waktu pemakaian ban 1 bulan
 Waktu jam kerja efektif x waktu kerja efektif 1 bulan
 = 7 jam/hari x 22 hari
 = 154 jam
 Umur ban = $\frac{1800}{154} = \pm 12$ Bulan (1 Tahun)
 Jadi, ban diganti 1 kali 1 tahun.
 Umur tambang 3 tahun 4 bulan
 Biaya penggantian selama di area pit limit
 =Jumlah ban x Jumlah pergantian ban x Harga ban
 = 6 x 3 x Rp 99.000.000
 = Rp. 1.782.000.000/tahun

e. Biaya Perawatan dan Perbaikan

Tabel 19. Perawatan dan Perbaikan

No	Keterangan	Total
1	Faktor perawatan dan perbaikan	90 %
2	Harga alat per unit	Rp.12.920.798.99 4
3	Umur ekonomis alat	4225 jam

- Biaya perawatan dan perbaikan
 = $\frac{\text{harga peralatan} \times \text{faktor perawatan dan perbaikan}}{\text{Umur ekonomis peralatan}}$
 = $\frac{\text{Rp. 12.920.798.994} \times 90\%}{4225 \text{ jam}}$
 = Rp 2.752,359.55 /jam

f. Upah Operator

Upah Operator berdasarkan data yang diperoleh penulis dari PT. Semen Padang yaitu Rp.6.500.000 per bulan untuk jumlah jam kerja operator per bulan yaitu jam. Dari hasil kalkulasi data yang penulis dapatkan dari PT. Semen Padang, maka didapatkan biaya operasional HD 785-7 per unit seperti pada **tabel 16** di bawah ini:

Tabel 20. Biaya Operasional 1unit HD 785-7 per bulan

No	Keterangan	Biaya
1	Bahan Bakar	Rp. 132216700
2	Pelumas	Rp. 5247242
3	<i>Filter</i>	Rp. 2623544
4	Ban	
5	Perbaikan dan Perawatan	Rp. 423863286
6	Upah Operator	Rp. 6500000
Total Biaya		Rp. 570.450.772

Total biaya operasional per bulan menggunakan 5 HD 785-7 pada tahun 2019 sebesar **Rp. 2.852.253.869**

Total biaya operasional per bulan pada tahun 2020 dan 2021 menggunakan 7 HD 785-7 sebesar **Rp. 3.993.155.479**

Total biaya operasional per bulan pada tahun 2022 menggunakan 6 HD 785-7 sebesar **Rp. 3.442.704.639**

Tabel 21. Biaya Operasional HD 785-7 per tahun

No	Keterangan	Biaya
1	Bahan Bakar	Rp. 1.586.600.400
2	Pelumas	Rp. 62.966.904
3	<i>Filter</i>	Rp. 31.482.528
4	Ban	Rp. 1.782.000.000
5	Perbaikan dan Perawatan	Rp. 5.086.359.432
6	Upah Operator	Rp. 78.000.000
Total Biaya		Rp. 8.627.409.264

Total biaya operasional HD 785-7 per unit adalah **Rp. 8.627.409.264**

Total biaya operasional per tahun menggunakan 5 HD 785-7 pada tahun 2019 sebesar **Rp. 43.137.046.320**

Total biaya operasional per tahun pada tahun 2020 dan 2021 menggunakan 7 HD 785-7 sebesar **Rp. 60.391.864.848/tahun.**

Total biaya operasional per tahun pada tahun 2022 menggunakan 6 HD 785-7 sebesar **Rp. 51.764.455.58/tahun.**

5 Analisis Hasil

Untuk meminimalisir biaya, maka alat yang digunakan pada area pit limit ini memakai alat yang sudah tersedia sebelumnya, karena alat yang masih lama dapat beroperasi dengan baik dan alat yang digunakan di area sebelumnya yaitu area eksisting memiliki spesifikasi yang cocok untuk dilakukan di area pit limit. Maka dari perhitungan dilapangan didapatkan efisiensi Kerja Alat Muat *Excavator* Komatsu PC 1250 adalah 85% dengan waktu kerja efektif 154 jam/bulan dan efisiensi kerja

untuk alat angkut HD 785-7 adalah 100 % dengan waktu kerja efektif 154 jam/bulan. Produktivitas Alat Muat *Excavator Komatsu PC 1250* yang didapatkan sebesar 2.081,60 ton/jam dan produktivitas HD 785-7 sebesar 203,98 ton/jam. Dari hasil perhitungan produktivitas alat maka didapatkan jumlah kebutuhan alat pada tahun 2019 *Excavator Komatsu PC 1250* pada bulan september sampai dengan desember sebanyak 1 unit dan jumlah HD 785-7 yang dibutuhkan sebanyak 6 unit *Dump Truck*. Untuk tahun 2020 dari bulan januari sampai bulan desember dibutuhkan sebanyak 2 Unit *Excavator Komatsu PC 1250* dan 7 unit HD 785-7. Jumlah kebutuhan alat yang dibutuhkan pada tahun 2021 sebanyak 2 jumlah HD 785-7 yang dibutuhkan sebanyak 7 unit HD 785-7. Dan sedangkan estimasi kebutuhan alat yang diperlukan pada tahun 2022 sebanyak 1 unit *excavator PC 1250* dan 5 unit dump truck jenis HD 785-7. Darihasil perhitungan didapatkan besarnya biaya operasional per bulan pada alat gali untuk tahun 2019 dan 2022 1 *Excavator Komatsu PC 1250* sebesar Rp. 123.704.804/bulan dan pada tahun 2020 dan 2021 menggunakan 2 excavator maka biaya operasional nya menjadi Rp. 247.409.608/bulan. Sedangkan besarnya biaya alat gali muat tahun 2019 dan 2022 untuk 1 unit HD 785-7 per tahun didapatkan sebesar Rp. 1.484.457.648/tahun dan biaya operasional tahun 2020 dan 2021 untuk 2 unit *Excavator komatsu PC 1250* per tahun sebesar Rp. 2.968.915.296. Total biaya operasional per bulan untuk 1 unit HD 785-7 sebesar Rp.570.450.772/bulan. Total biaya operasional per bulan pada tahun 2019 menggunakan 5 HD 785-7 sebesar Rp. 2.852.253.869/bulan. Total biaya operasional per bulan pada tahun 2020 dan 2021 menggunakan 7 HD 785-7 sebesar Rp. 3.993.155.479. Total biaya operasional per bulan menggunakan 6 HD 785-7 pada tahun 2022 sebesar Rp.3.442.704.639/bulan. Total biaya operasional per tahun untuk 1 unit HD 785-7 adalah Rp. 8.627.409.264/tahun. Total biaya operasional per tahun menggunakan 5 HD 785-7 pada tahun 2019 sebesar Rp. 43.137.046.320/tahun. Total biaya operasional per tahun pada tahun 2020 dan 2021 menggunakan 7 HD 785-7 sebesar Rp. 60.391.864.848/tahun. Total biaya operasional per tahun pada tahun 2022 menggunakan 6 HD 785-7 sebesar Rp. 51.764.455.584/tahun.

6 Penutup

6.1 Kesimpulan

1. Kebutuhan alat muat dan alat angkut yang digunakan untuk penambangan di area piit limit sesuai dengan rencana produksi yang telah ditentukan adalah sebagai berikut:

- Kebutuhan alat pada tahun 2019 *Excavator Komatsu PC 1250* dari bulan september sampai dengan desember sebanyak 1 unit dan jumlah HD 785-7 yang dibutuhkan sebanyak 6 unit *Dump Truck*.
- Kebutuhan alat pada tahun 2020 dibutuhkan sebanyak 2 Unit *Excavator Komatsu PC 1250* dan 7 unit HD 785-7.

- Kebutuhan alat yang dibutuhkan pada tahun 2021 sebanyak 1 jumlah HD 785-7 yang dibutuhkan sebanyak 7 unit HD 785-7.
 - Kebutuhan alat yang diperlukan pada tahun 2022 sebanyak 1 unit *excavator PC 1250* dan 5 unit dump truck jenis HD 785-7.
2. Besarnya biaya operasional alat gali dan alat angkut sesuai dengan target produksinya didapatkan sebagai berikut :
- Untuk biaya operasional per bulan pada alat gali untuk tahun 2019 dan 2022 1 *Excavator Komatsu PC 1250* sebesar Rp. 123.704.804/bulan dan pada tahun 2020 dan 2021 menggunakan 2 excavator maka biaya operasional nya menjadi Rp. 247.409.608/bulan. Sedangkan untuk total biaya operasional per tahun untuk per unit *Excavator komatsu PC 1250* sebesar Rp. 1.484.457.648/tahun. Total biaya operasional untuk 2 *Excavator komatsu PC 1250* per tahun Rp. 2.968.915.296/tahun.
 - Total biaya operasional per bulan HD 785-7 per unit adalah Rp. 570.450.772/bulan. Total biaya operasional per tahun HD 785-7 per unit adalah Rp. 8.627.409.264/tahun.
 - Total biaya operasional per bulan pada tahun 2019 menggunakan 6 HD 785-7 sebesar Rp. 3.442.704.639/bulan dan untuk total biaya operasional per tahun pada tahun 2019 dengan menggunakan 6 HD 785-7 sebesar Rp. 51.764.455.584/tahun.
 - Total biaya operasional per bulan pada tahun 2020 dan 2021 dengan menggunakan 7 HD 785-7 sebesar Rp. 3.993.155.479/bulan dan untuk total biaya operasional per tahun pada tahun 2020 dan 2021 dengan menggunakan 7 HD 785-7 sebesar Rp. 60.391.864.848/tahun.
 - Total biaya operasional per bulan menggunakan 5 HD 785-7 pada tahun 2019 sebesar Rp. 2.852.253.869/bulan dan total biaya operasional per tahun dengan menggunakan 5 HD 785-7 pada tahun 2019 sebesar Rp. 43.137.046.320/tahun.

6.2 Saran

- Selalu berkoordinasi dengan operator yang bekerja di lapangan agar apa yang telah direncanakan dilaksanakan dengan baik.
- Jam kerja alat harus selalu dimaksimalkan.

Daftar Pustaka

- [1] Anonim. (2019). PT.Semen Padang.
- [2] Mayyondra, T., Murad, M. S., & Fadhillah, F. (2015). Biaya Produksi Alat Muat Dan Alat Angkut Pada Kegiatan Pengupasan Overburden Penambangan Batubara di PT. Karbindo Abesyapradhi. *Bina Tambang*, 2(1), 217-229.
- [3] Sudrajat, F. R., Purwoko, B., & Syafrianto, M. K. Perencanaan Kebutuhan Alat Gali Muat Dan Alat Angkut Untuk Mencapai Target Produksi Overburden Pada Penambangan Batubara Di Pt. Ganda Alam Makmur Kecamatan Kaubun

Kabupaten Kutai Timur Provinsi Kalimantan Timur. *Jurnal Mahasiswa Teknik Sipil Universitas Tanjungpura*, 6(1).

- [4] Di Pt, P. L. B. B. Perancangan Penambangan Batu Granit Pada Lokasi Blok B Di Pt Wira Penta Kencana, Kabupaten Karimun, Kepulauan Riau.
- [5] 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.
- [6] Prodjosumarto, P. (1993). Pemindahan Tanah Mekanis. *Departemen Pertambangan Insitut Teknologi Bandung*
- [7] Rochmanhadi, I. (1992). Alat-Alat Berat dan Pemindahannya.
- [8] Anonim. (2009). Specification and Application Handbook Edition 30. Jepang: Komatsu.
- [9] 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.
- [10] A. Muri Yusuf. (2005). Metode Penelitian.
- [11] Indonesianto, Y. (2018). Pemindahan Tanah Mekanis. Universitas Pembangunan Nasional “Veteran” Jogjakarta.