



PERENCANAAN BIAYA PENGUPASAN OVERBURDEN DAN ORE GETTING PADA BLOK ULUSAWA 3 DI PT. GERBANG MULTI SEJAHTERA

Rizal Rindawuna^a, Erwin Anshari^b, Wd. Rizky Awaliah Nafiu^c, Irfan Saputra^d

Jurusan Teknik Pertambangan Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam
Universitas Haluoleo
Kampus Bumi Hijau Tri Dharma Andonohu, Kendari
E-mail : rizalrindawuna@gmail.com

Intisari

Proses kegiatan penambangan yang dilakukan PT. Gerbang Multi Sejahtera terdiri dari pembersihan lahan, pengupasan overburden, ore getting, pemstuan dan pengangkutan ore. Oleh karena itu, untuk memaksimalkan kegiatan penambangan tersebut PT. Gerbang Multi Sejahtera membutuhkan perencanaan biaya. Aspek biaya yang dimaksud adalah biaya pengupasan overburden dan ore getting. Penelitian ini bertujuan untuk menentukan jumlah alat gali muat dan alat angkut yang dibutuhkan pada kegiatan pengupasan overburden dan ore getting, serta menentukan total biaya yang dibutuhkan dalam kegiatan pengupasan overburden dan ore getting. Jumlah alat gali muat dan alat angkut dapat dihitung berdasarkan produktivitas alat berat dan target produksi bulanan, dalam kegiatan pengupasan overburden dan ore getting menggunakan alat gali muat excavator Cat 320-Tier dan excavator Sumitomo SH350, kemudian untuk pengangkutan overburden dan ore getting menggunakan alat angkut Dump Truck Mercy-Axor 2528C. Berdasarkan hasil penelitian diperoleh bahwa, jumlah alat gali muat yang dibutuhkan dalam kegiatan pengupasan overburden sebanyak satu unit dan untuk kegiatan loading overburden sebanyak satu unit serta untuk hauling overburden sebanyak satu unit. Kemudian untuk kegiatan ore getting dari bulan pertama sampai bulan kedua sebanyak tiga unit dan pada kegiatan loading ore sebanyak dua unit serta untuk hauling ore sebanyak delapan unit. Selanjutnya pada bulan ketiga untuk kegiatan ore getting sebanyak dua unit dan untuk kegiatan loading ore sebanyak satu unit serta untuk hauling ore pada bulan ketiga sebanyak empat unit. Total biaya untuk kegiatan pengupasan overburden sebesar Rp.1.853.822.361 dan untuk total biaya kegiatan ore getting sebesar Rp.15.527.625.972. sehingga biaya keseluruhan yang dibutuhkan untuk kegiatan penambangan pada Blok Ulusawa 3 sebesar Rp.17.381.448.333.

Kata Kunci: perencanaan biaya, biaya produksi, biaya penambangan

Abstract

The process of mining activities carried out by PT. The Multi Prosperous Gate consists of land clearing and stripping overburden, ore getting, ore loading and transport. Therefore, to maximize mining activities, PT. Multi Prosperous Gate requires cost planning. The cost aspect in question is the cost of stripping overburden and ore getting. This study aims to determine the number of loading and unloading equipment needed for stripping activities overburden and ore getting, and determine the total cost required in stripping activities overburden and ore getting. The number of digging equipment and hauling equipment can be calculated based on the productivity of heavy equipment and monthly production targets, in stripping activities overburden and ore getting using a loading excavator Cat 320-Tier and excavator Sumitomo SH350, then for transportation overburden and ore getting using a means of transport Dump Truck Mercy-Axor 2528C. Based on the research results, it was found that the number of digging tools needed in the stripping activity overburden 1 unit and for activities loading overburden 1 unit as well as for hauling overburden by 1 unit. Then for activities ore getting from the first month to the second month as many as 3 units and on activities loading ore as many as 2 units as well as for hauling ore as many as 8 units. Then in the third month for activities ore getting 2 units and for activities loading ore as much as 1 unit as well as for hauling ore in the third month as many as 4 units. Total cost for stripping activity overburden Rp.1.853.822.361 and for the total cost of activities ore getting in the amount of Rp.15.527.625.972. so that the total cost required for mining activities in the Ulusawa Block 3 is Rp.17.381.448.333.

Keywords: cost planning, production costs, mining costs

1. PENDAHULUAN

Perseroan Terbatas Gerbang Multi Sejahtera merupakan salah satu perusahaan yang bergerak dalam bidang pertambangan nikel yang berada di Kecamatan Laonti Kabupaten Konawe Selatan Provinsi Sulawesi Tenggara. Sistem penambangan yang di terapkan PT. Gerbang Multi Sejahtera adalah sistem penambangan terbuka (*open pit mining*), proses dari penambangan terbuka dimulai dari pembersihan permukaan tanah (*land clearing*), pengupasan tanah penutup (*overburden*), menggali bahan tambang (*ore getting*) dan mengangkut bahan tambang ke tempat penampungan (*stockpile*) untuk selanjutnya dimanfaatkan sebagai bahan *industry*.

Perseroan Terbatas Gerbang Multi Sejahtera memiliki luasan IUP operasi produksi ± 2.500 Ha yang terdiri dari 3 yaitu Blok Amesiu, Blok Wiawia, dan Blok Ulusawa. Pada Blok Ulusawa terbagi atas beberapa Sub-blok yaitu blok Ulusawa 1, Blok Ulusawa 2 dan blok Ulusawa 3. Saat ini, PT. Gerbang Multi Sejahtera berencana akan melakukan penambangan di blok baru yaitu blok Ulusawa 3, untuk memenuhi target produksi bulanan yaitu sebanyak 300.000 ton/bulan dengan CoG 1,4 % Ni dan kadar permintaan pasar sebesar 1,65 % Ni. Untuk memaksimalkan kegiatan tersebut maka diperlukan perencanaan biaya penambangan untuk mengetahui besarnya biaya selama produksi. Untuk mengoptimalkan produksi yang diinginkan oleh perusahaan maka perlu perencanaan biaya pengupasan *overburden* dan *ore getting* yang tepat guna meminimalisir pengeluaran biaya dalam proses penambangan. Jenis biaya operasional yang digunakan merupakan biaya langsung (*direct cost*).

Berdasarkan permasalahan diatas, maka perlu dilakukan penelitian mengenai "Perencanaan biaya pengupasan *overburden* dan *ore getting* pada Blok Ulusawa 3 di PT. Gerbang Multi Sejahtera Kecamatan Laonti Kabupaten Konawe Selatan". Perencanaan biaya dilakukan untuk mengetahui jumlah atau besar biaya penambangan dari suatu blok yang akan dibuka.

2. TINJAUAN Pustaka

A. Perencanaan Tambang

Pertambangan adalah sebagian atau seluruh tahapan kegiatan dalam rangka penelitian, pengelolaan, dan pengusahaan mineral atau batubara yang meliputi penyelidikan umum, eksplorasi, studi kelayakan, konstruksi, penambangan, pengolahan dan pemurnian, pengangkutan dan penjualan, serta kegiatan paska tambang (Agung dkk., 2020).

Menurut Hustrulid dkk. (2013) ada beberapa tugas dalam perencanaan tambang agar dapat dilakukan dengan lebih mudah, berikut ini adalah tugas yang perlu diselesaikan dalam merencanakan tambang antaranya:

1. Penentuan Batas Penambangan
2. Perancangan Tahap Penambangan
3. Penjadwalan Produksi
4. Pemilihan Alat
5. Perhitungan Biaya Operasi dan Kapital.

B. Peralatan Tambang

Pemilihan alat berat dilakukan pada tahap perencanaan, dimana jenis, jumlah, dan kapasitas alat merupakan faktor-faktor penentu. Tidak setiap alat berat dapat dipakai untuk setiap proyek konstruksi. Oleh karena itu pemilihan alat berat yang tepat sangatlah diperlukan.

C. Produksi Alat Mekanis

Dalam menentukan kemampuan produksi alat gali muat dan alat angkut yang digunakan dalam kegiatan penambangan perlu diperhatikan faktor-faktor yang berpengaruh terhadap produksi alat-alat tersebut, faktor-faktor tersebut adalah (Istiqamah dan Gusman, 2019):

1. Faktor Pengembang (*Sweel Factor*)
2. Faktor Pengisian (*Fill Factor*)
3. Faktor Efisiensi Waktu
4. Faktor Efisiensi Kerja
5. Faktor Efisiensi Operator

D. Waktu Pengangkutan

1. Tahanan Gelinding (*rolling resistance*)

Tahanan gelinding adalah tahanan terhadap roda yang menggelinding akibat adanya gesekan antara roda dan tanah/jalan. Besarnya *rmpull* untuk mengatasi tahanan gulir/tahanan gelinding (*rolling resistance*) dicari dengan persamaan 2.4 (Sepriadi dan Webisono, 2017)

$$RR = W \times r \quad (1)$$

Keterangan :

RR = Tahanan gelinding (kg)

W = Berat kendaraan (kg)

r = Koefisien tahanan gelinding

2. Tahanan Kelandaian (*grade resistance*)

Grade resistance (GR) adalah besarnya gaya berat yang melawan atau membantu gerak kendaraan karena kemiringan jalur jalan yang dilewati oleh kendaraan tersebut.

Pengaruh kemiringan terhadap harga *grade resistance* (GR) adalah naik untuk kemiringan positif (akan memperbesar *rimpull*) dan turun untuk kemiringan negatif (akan memperkecil *rimpull*). Besarnya *grade resistance* (GR) tergantung pada kemiringan jalan (%) dan berat kendaraan tersebut (ton). Besarnya *grade resistance* (GR) dinyatakan rata-rata 20 lb dari *rimpull* untuk setiap *gross* berat kendaraan beserta isinya pada setiap kemiringan 1 % (Putra dan Kasim., 2017).

Grade (kemiringan) jalan angkut produksi dinyatakan dalam persen (%) yang merupakan perbandingan antara beda tinggi dengan jarak horizontal. Perhitungan untuk kemiringan jalan dapat menggunakan rumus berikut (Putra dan Kasim., 2017):

$$\text{Grade} = \frac{\Delta h}{\Delta x} \times 100 \% \quad (2)$$

Keterangan :

Δh = Beda tinggi antara 2 titik yang diukur (m atau ft)

Δx = Jarak horizontal dari 2 titik yang diukur (m atau ft)

3. Total Tahanan (*total resistance*)

Total tahanan merupakan jumlah dari tahanan gelinding dan tahanan kelandaian, dengan rumus (Rostiyanti, 2008) :

$$TR = RR \pm GR$$

(3)

Nilai *grade resistance* (GR) akan berubah berdasarkan keadaan permukaan jalan, pada jalan naik arah *grade resistance* (GR), sama dengan arah *rolling resistance* (RR) sehingga rumus menjadi (Rostiyanti, 2008):

$$TR = RR + GR$$

(4)

Sementara itu, pada jalan menurun arah GR berlawanan dengan arah RR sehingga rumus menjadi :

$$TR = RR - GR$$

(5)

Keterangan:

TR = *Total resistance* (lb/ton)

RR = *Rolling resistance* (lb/ton)

GR = *Grade resistance* (lb/to)

E. Rimpull

Rimpull merupakan besarnya kekuatan tarik (*pulling force*) yang dapat diberikan oleh mesin suatu alat kepada permukaan jalur jalan atau ban penggeraknya yang menyentuh permukaan jalur jalan. Rimpull biasanya dinyatakan dalam pounds (lbs) dan dihitung dengan rumus (Sepriadi dan Webisono, 2017).

$$RP = \frac{HP \times 375 \times \text{efisiensi mesin}}{V} \times 100\%$$

(6)

Untuk menentukan kecepatan optimum *dump truck* menggunakan persamaan berikut (Sepriadi dan Webisono, 2017) :

$$V = \frac{S}{t}$$

(7)

Keterangan :

RP : Rimpul atau kekuatan Tarik (lb)

HP : Tenaga mesin (HP)

375 : Angka konversi

V : Kecepatan (mph)

S : Jarak yang ditempuh (m)

T : Waktu tempuh (detik)

Untuk menentukan waktu pengangkutan dapat menggunakan persamaan 2.11 (Sokop dkk., 2018) :

$$HLT = \frac{D}{V}$$

(8)

Keterangan :

HLT : Waktu pergi bermuatan (menit)

D : Jarak angkut (meter)

V : Kecepatan (meter/menit)

F. Waktu Edar (*Cycle Time*)

Waktu edar (*cycle time*) merupakan waktu yang diperlukan suatu alat melakukan kegiatan tertentu dari awal sampai akhir dan siap untuk memulai kembali. Alat-alat mekanis bekerja menurut pola tertentu yang pada prinsipnya terdiri dari beberapa komponen waktu siklus (Pujangga dan Gusman, 2021)

1. Perhitungan Cycle Time Excavator

Waktu siklus *excavator* terdiri dari menggali, mengayun bermuatan, menumpah, mengayun dengan muatan kosong. Adapun perhitungan *cycle time* (waktu edar) *excavator* menggunakan persamaan 2.12 (Pujangga dan Gusman, 2021) :

$$CT_E = D_gT + SLT + D_{pt} + SET \quad (9)$$

Keterangan:

CT_E : waktu siklus atau (detik)

D_gT : waktu penggalian (detik)

SLT : waktu ayun bermuatan (detik)

D_{pt} : waktu penumpahan material (detik)

SET : waktu ayun kosong (detik)

2. Perhitungan Cycle Time Dump Truck

Waktu siklus *dump truck* terdiri dari waktu diisi hingga penuh oleh *excavator*, mengangkut dengan bak penuh, mengambil posisi untuk menumpahkan, menumpahkan

material, kembali ke *front* dengan muatan kosong dan mengambil posisi untuk diisi kembali. Adapun perhitungan *cycle time* (waktu siklus) *dump Truck* menggunakan persamaan 2.13 :

$$CT_{DT} = LT + HLT + SDT + DT + RT + SLT \quad (10)$$

Keterangan:

- CTDT : Waktu siklus (detik)
LT : Waktu pemuatan material (detik)
HLT : Waktu pergi bermuatan (detik)
SDT : Waktu manuver sebelum menumpah (detik)
DT : Waktu menumpahkan material (detik)
RT : Waktu kembali tanpa muatan (detik)
SLT : Waktu manuver sebelum dimuati (detik) (Pujangga dan Gusman, 2021)

G. Produktivitas Alat Gali-Muat dan Alat Angkut

Produktivitas merupakan kemampuan suatu alat gali-muat maupun alat angkut untuk mengangkut material *overburden* dan bahan galian dalam satuan waktu dan perunit

1. Produksi Alat Gali-Muat (Pm)

Produksi alat gali-muat dapat dihitung dengan menggunakan persamaan 2.14 (Wibisono dkk., 2018) :

$$Pm = \frac{3600 \times Cb \times Ff \times FK}{Ctm} \quad (11)$$

Keterangan :

- Pm : Produktivitas alat gali muat (m³/jam)
Ctm : Waktu edar alat gali-muat (detik)
Cb : Kapasitas bucket alat gali muat (m³)
Ff : *Fill factor* (%)
FK : Faktor koreksi (%)

2. Produksi Alat Angkut (Pa)

Produksi alat angkut dapat dihitung dengan menggunakan persamaan 2.15 (Wibisono dkk., 2018) :

$$Pa = \frac{3600 \times KM \times FK}{Cta} \quad (12)$$

Keterangan :

- Pa : Produktivitas alat angkut (m³/jam)
Cta : Waktu edar alat angkut (detik)
KM : Kapasitas muat (m³)
FK : Faktor Koreksi (%)
KT : $n \times Kb \times Fb$
Fb : *Fill bucket Factor* (%)
n : Jumlah pengisian

Kb : Kapasitas *Bucket excavator* (m³)

H. Jumlah Kebutuhan Alat

Cara mendapatkan estimasi jumlah alat yang diperlukan, maka harus diketahui terlebih dahulu target produksi dan produksi alat sehingga dapat dirumuskan dengan persamaan 2.16 (Epi dkk., 2017):

$$\text{Jumlah alat} = \frac{\text{target produksi (ton/jam)}}{\text{produktivitas (ton/jam)}} \quad (13)$$

I. Keserasian Kerja Alat Berat (*Match Factor*)

Match factor merupakan faktor yang digunakan dalam menentukan tingkat keserasian kerja alat-alat berat yang dioperasikan dalam kegiatan penambangan. Untuk menentukan nilai *match factor* tersebut, maka dapat digunakan rumus (Yastavia dan Yulhendra, 2020) :

$$MF = \frac{Na \times CTm \times n}{Cta \times Nm} \quad (14)$$

Keterangan :

- MF : Faktor keserasian kerja alat berat
Na : Jumlah alat angkut
CTm : *Cycle time* alat muat
N : Jumlah pengisian
Cta : *Cycle time* alat angkut
Nm : Jumlah alat muat

J. Ekonomi Penambangan

Ekonomi Penambangan tidak terlepas dari biaya-biaya yang ditimbulkan oleh suatu kegiatan, baik itu biaya langsung maupun biaya tidak langsung. Biaya yang dikeluarkan untuk menghasilkan suatu barang atau jasa merupakan salah satu unsur terpenting dalam pengelolaan perusahaan hal ini disebabkan besar kecilnya biaya akan menentukan besar kecilnya keuntungan yang akan diperoleh. Oleh sebab itu biaya mempunyai pengertian semua pengeluaran yang dapat diukur dengan uang, baik yang telah, sedang maupun yang akan dikeluarkan untuk menghasilkan suatu produk (Vahlevi dkk., 2016)

K. Biaya Operasi (*Operating Cost*)

Biaya operasi merupakan biaya yang harus dikeluarkan setiap jamnya selama alat-alat mekanis tersebut masih digunakan. Biaya operasi ini meliputi biaya bahan bakar, biaya pelumas, biaya pergantian ban, dan biaya reparasi (Dania dkk., 2018).

1. Biaya Bahan Bakar

Biaya bahan bakar merupakan biaya yang harus dikeluarkan untuk mengoperasikan alat berat, masing-masing jenis alat berat memiliki kebutuhan bahan bakar yang berbeda-beda. Biaya bahan bakar dapat dihitung dengan persamaan (Sandeir dan Prabowo, 2018):

Biaya bahan bakar = pemakaian perjam (L) × harga perliter (Rp)

2. Biaya Bahan Pelumas

Untuk kebutuhan bahan bakar tersebut, setiap alat berbeda sesuai dengan kondisi pekerjaan. Bahan pelumas terdiri dari oli mesin, oli transmisi, oli hidrolis, oli final drive, dan gemuk. Persamaan untuk menghitung biaya bahan pelumas adalah sebagai berikut (Hayati dan Murad, 2020)

Biaya bahan pelumas = kebutuhan pelumas perjam x harga perliter

3. Biaya Ban

Salah satu komponen penting dari alat gali-muat dan alat angkut, terutama alat angkut adalah komponen ban. Usia pakai dari ban itu sendiri juga dapat diperhitungkan, menyesuaikan dengan kondisi permukaan jalan yang dilalui.

Untuk menghitung berapa estimasi biaya ban perjam dapat dihitung dengan menggunakan persamaan 2.23 (Monika dan Murad, 2017).

$$BN = \frac{HB}{UB}$$

Keterangan :

BN : Biaya pemakaian ban perjam (jam)

HB : Harga ban (Rp)

UB : Umur ban (jam)

4. Upah Operator

Upah operator merupakan biaya yang dikeluarkan untuk seseorang yang menjalankan alat berat. Gaji operator biasanya akan disesuaikan dengan tingkat kecakapan hingga lamanya pengalaman kerja operator tersebut.

L. Biaya Sewa

Biaya sewa adalah biaya yang dikeluarkan untuk menyewa penggunaan alat berat dalam satuan jam atau hari (Febrianti dan Zakia, 2019).

M. Biaya Operasional

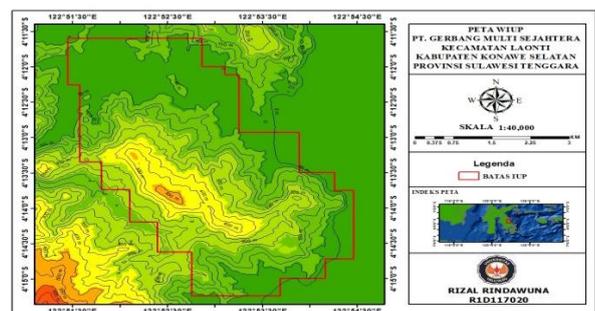
Biaya operasional adalah keseluruhan biaya-biaya komersil yang dikeluarkan untuk menunjang atau mendukung kegiatan atau

aktivitas perusahaan untuk mencapai sasaran yang telah ditentukan, dan dalam arti lain biaya operasional adalah biaya yang terjadi dalam hubungannya dengan proses kegiatan operasional perusahaan dalam usahanya mencapai tujuan perusahaan yang lebih maksimal (Winarso, 2014).

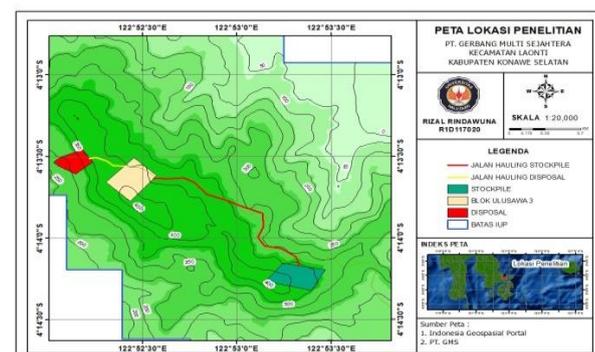
3. METODE PENELITIAN

A. Waktu dan Tempat Penelitian

Waktu penelitian dilakukan selama kurang lebih dua bulan di PT. Gerbang Multi Sejahtera. Lokasi penelitian berada pada wilayah administrasi Desa Sangi-sangi Kecamatan Laonti Kabupaten Konawe Selatan Sulawesi Tenggara. Lokasi penelitian dapat dijangkau hanya menggunakan sarana transportasi laut karena belum terdapat jalur darat sebagai akses ke daerah Laonti. Lokasi penelitian dapat diakses menggunakan kapal laut dari Pelabuhan Batu Kota Kendari menuju Kecamatan Laonti kurang lebih 4 jam dan kemudian dilanjutkan menggunakan kendaraan roda dua atau roda empat di tempuh selama kurang lebih 20 menit menuju pantai Sangi-sangi lalu dilanjutkan lagi dengan menggunakan kapal kecil selama kurang lebih 15 menit menuju ke site Amesi-laonti. Peta Wilayah Izin Usaha Penambangan (WIUP) daerah penelitian dapat dilihat pada **Gambar 1** dan Peta lokasi penelitian dapat dilihat pada **Gambar 2**.



Gambar 1. Peta wilayah Izin Usaha Pertambangan (IUP)



Gambar 2. Peta Lokasi Blok Ulasawa 3

B. Jenis Penelitian

Jenis penelitian ini yaitu menggunakan penelitian kuantitatif. Penelitian kuantitatif adalah penelitian yang dilakukan dengan pengumpulan data yang dapat diukur dengan melakukan teknik statistik, matematika atau komputasi. Penelitian kuantitatif ini dilakukan untuk pengolahan data primer dan data sekunder yang akan diperoleh, dimana pengolahan datanya dalam bentuk angka-angka.

C. Instrumen Penelitian

Instrumen dan peralatan yang digunakan dalam penelitian ini adalah sebagai berikut :

Tabel 1. Alat dan bahan penelitian beserta kegunaan

No	Alat dan Bahan	Kegunaan
1.	Alat tulis	Sebagai alat untuk menulis di lapangan
2.	Buku Lapangan	Sebagai alat untuk mencatat data-data yang ada pada saat melakukan observasi dan deskripsi lapangan.
3.	Kamera	Sebagai alat untuk dokumentasi
4.	Stopwatch	Sebagai alat mengukur waktu edar alat berat
5.	Laptop	Sebagai alat mengolah data dan membuat laporan

D. Prosedur Penelitian.

Penelitian ini dibagi menjadi beberapa tahapan yaitu tahap studi literatur, tahap pengamatan lapangan, tahap pengambilan dan pengumpulan data serta tahap pengolahan dan analisa data. Berikut adalah tahapan penelitian yang di maksud.

1. Studi Literatur

Studi literatur merupakan bagian dari kegiatan penelitian yang bertujuan untuk mengumpulkan dan mengkaji berbagai sumber literatur/referensi yang berkaitan dengan perencanaan biaya penambangan untuk mendapatkan gambaran umum tentang masalah penelitian.

2. Pengamatan Lapangan

Pengolahan data dilakukan dengan

menggunakan Microsoft exel untuk menunjang tujuan penelitian. Adapun tahap pengolahan dan analisis data dari penelitian ini meliputi:

3. Pengolahan dan Analisis Data

Pada tahapan pengumpulan data didasarkan pada pedoman yang sudah dipersiapkan dalam rancangan penelitian. Data yang dikumpulkan berupa data primer dan data sekunder.

- Menghitung *cycle time*
- Menghitung rimpul
- Menghitung produktivitas alat gali-muat dan angkut
- Menghitung target produksi perjam
- Menghitung jumlah alat gali-muat dan angkut yang digunakan
- Menghitung total biaya pengupasan *overburden* dan *ore getting*

4. HASIL DAN PEMBAHASAN

A. Daerah Penelitian

Penelitian ini dilakukan di PT. Gerbang Multi Sejahtera pada Blok Ulasawa 3 yang memiliki luas area 13 Ha. Berdasarkan hasil eksplorasi dan estimasi cadangan PT.Gerbang Multi Sejahtera dengan *cut off grade* 1,4 % pada Blok Ulasawa 3 memiliki cadangan lapisan *overburden* sebesar 159.130 ton dengan berat jenis 1,6 ton/m³ dan cadangan *ore* sebesar 762.900 ton dengan berat jenis 1,5 ton/m³.

B. Target Produksi Pengupasan *Overburden* dan *Ore Getting*

Dalam proses kegiatan pengupasan *overburden* dan *ore getting* dalam perencanaan alat sangat dibutuhkan. Mulai dari perencanaan alat untuk pengupasan dan pengangkutan tanah penutup (*overburden*) serta penggalian dan pengangkutan *ore* ketempat penyimpanan sementara (*stockpile*). Jumlah alat gali muat dan alat angkut dapat dihitung berdasarkan produktivitas alat berat dan target produksi bulanan dalam kegiatan pengupasan *overburden* dan *ore getting* menggunakan alat gali muat *excavator merk Cat 320-Tier* untuk kegiatan penggalian (*digging*) dan *excavator merk Sumitomo SH350* untuk kegiatan pemuatan (*loading*), kemudian untuk mengangkutan *overburden* dan *ore getting* menggunakan alat angkut *dump truck merk Mercy-Axor 2528C*.

Jam kerja tersedia yang ditetapkan oleh PT. Gerbang Multi Sejahtera dalam satu

bulan yaitu 17 jam/hari dengan menggunakan sistem kerja dua shift, dengan waktu kerja efektif 944 menit/hari. Untuk target pengupasan overburden bulanan pada Blok Ulusawa 3 yaitu 80.000 ton/bulan dan target produksi ore pada Blok Ulusawa 3 yaitu 300.000 ton/bulan. Kemudian untuk mendapatkan hasil target produksi ton/jam diperoleh dari hasil pembagian target produksi perbulan dengan waktu kerja tersedia selama 1 bulan yaitu 506 jam sehingga di peroleh nilai target produksi sebesar 158 ton/jam. Adapun target produksi overburden dan ore untuk tiap bulan dan tiap jamnya dapat dilihat pada Tabel 2 dan Tabel 3

Tabel 2. Target produksi *overburden*

Target Produksi <i>Overburden</i>		
Bulan	Ton/bulan	Ton/jam
1	80.000	158
2	79.130	156

Sumber : PT. Gerbang Multi Sejahtera

Tabel 3. Target produksi *ore*

Target Produksi <i>Ore</i>		
Bulan	Ton/bulan	Ton/jam
1	300.000	593
2	300.000	593
3	162.900	322

Sumber : PT. Gerbang Multi Sejahtera

C. Produktivitas Alat Gali-Muat

1. Produktivitas *Excavator Merk Cat 320-Tier (Digging Overburden)*

Kegiatan pengupasan *overburden* alat yang digunakan yaitu *excavator merk Cat 320-Tier*. Adapun nilai-nilai komponen dari produktivitas alat gali muat *excavator tipe Cat 320-Tier* dapat dilihat pada **Tabel 4**.

Tabel 4. *Excavator merk Cat 320-Tier (Digging OB)*

No	Komponen	Nilai
1	Kapasitas <i>bucket</i> (m ³)	1,2
2	Waktu gali (detik)	6,9
3	Waktu putar bermuatan (detik)	5,8
4	Waktu buang muatan (detik)	3,4
5	Waktu putar tak bermuatan (detik)	5,5
6	Densitas (ton/m ³)	1,6
7	Efisiensi waktu	0,83
8	Efisiensi kerja	0,93
9	Efisiensi operator	0,83

Sumber : Pengolahan Data

Berdasarkan nilai dari masing-masing

komponen di atas sehingga didapatkan produktivitas alat gali muat *excavator merk Cat 320-Tier* pada proses menggali (*digging*) dengan menggunakan persamaan 2.10 yaitu 204,04 ton/jam.

2. Produktivitas *Excavator Merk Sumitomo SH350 (loading overburden)*

Adapun masing-masing nilai dari komponen-komponen alat dalam menentukan produktivitas *excavator merk Sumitomo SH350* dapat dilihat pada **Tabel 5**.

Tabel 5. *Excavator Merk Sumitomo SH350 (Loading Ore)*

No	Komponen	Nilai
1	Kapasitas <i>bucket</i> (m ³)	1,8
2	Waktu gali (detik)	6,1
3	Waktu putar bermuatan (detik)	5,5
4	Waktu buang muatan (detik)	3,8
5	Waktu putar tak bermuatan (detik)	4,1
6	Densitas (ton/m ³)	1,6
7	Efisiensi waktu	0,83
8	Efisiensi kerja	0,93
9	Efisiensi operator	0,83

Sumber : Pengolahan Data

3. Produktivitas *Excavator Cat 320-Tier (Ore Digging)*

Adapun nilai yang terdiri dari komponen-komponen alat dalam menentukan produktivitas *excavator merk Cat 320-Tier* pada saat *ore loading* dapat dilihat pada **Tabel 6**.

Tabel 6. Produktivitas *Merk Excavator Cat 320-Tier*

No	Komponen	Nilai
1	Kapasitas <i>bucket</i> (m ³)	1,2
2	Waktu gali (detik)	6,2
3	Waktu putar bermuatan (detik)	5,7
4	Waktu buang muatan (detik)	4,6
5	Waktu putar tak bermuatan (detik)	4,1
6	Densitas (ton/m ³)	1,5
7	Efisiensi waktu	0,83
8	Efisiensi kerja	0,93
9	Efisiensi operator	0,83

Sumber : Pengolahan Data

Berdasarkan nilai komponen tersebut sehingga didapatkan produktivitas alat gali muat *excavator merk Cat 320-Tier* pada proses

menggali (*ore digging*) dengan menggunakan persamaan 2.10 yaitu 200,57 ton/jam.

4. Produktivitas Excavator merk Sumitomo SH350 (*ore loading*)

Adapun masing-masing nilai dari komponen-komponen alat dalam menentukan produktivitas *excavator merk* Sumitomo SH350 dapat dilihat pada **Tabel 7**.

Tabel 7. Produktivitas *Excavator merk* Sumitomo SH350

No	Komponen	Nilai
1	Kapasitas <i>bucket</i> (m ³)	1,8
2	Waktu gali (detik)	5,8
3	Waktu putar bermuatan (detik)	5,0
4	Waktu buang muatan (detik)	3,5
5	Waktu putar tak bermuatan (detik)	4,1
6	Densitas material (ton/m ³)	1,5
7	Efisiensi waktu	0,83
8	Efisiensi kerja	0,93
9	Efisiensi operator	0,83

Sumber: Pengolahan Data

Dengan beberapa komponen tersebut sehingga didapatkan produktivitas alat gali muat *excavator merk* sumitomo SH350 pada proses memuat (*loading*) dengan menggunakan persamaan 2.10 yaitu 339,66 ton/jam.

D. Pengangkutan Overburden

Alat angkut yang akan digunakan pada proses pengangkutan material *overburden* dari *pit* ke *disposal* menggunakan *dump truck merk* Mercy-Axor 2528C yang akan dimuati oleh *excavator merk* Sumitomo SH350. Adapun nilai yang terdiri dari komponen-komponen alat angkut dalam menentukan produktivitas pada saat mengangkut *overburden* dapat dilihat pada **Tabel 8**.

Tabel 8. Komponen Produktivitas *Dump Truck* (*Hauling Overburden*)

No	Komponen	Nilai
1	Jumlah pengisian (n) (kali)	6
2	Densitas material (ton/m ³)	1,6
3	Efisiensi kerja	0,93
4	Efisiensi waktu	0,83
5	Efisiensi operator	0,83
6	Kapasitas <i>bucket Excavator</i> (m ³)	1,8
7	Kapasitas Muat (KM) (m ³)	11

8	Waktu muat (detik)	117
9	Waktu manuver kosong (detik)	54,3
10	Waktu manuver isi (detik)	30
11	Waktu angkut (detik)	34,8
12	Waktu kembali (detik)	30,96

Sumber: Pengolahan Data

Berdasarkan nilai masing-masing dari komponen diatas diperoleh produktivitas alat angkut *dump truck merk* Mercy-Axor 2528C pada saat *hauling overburden* dari *pit* ke *disposal* dengan menggunakan persamaan 2.15 yaitu 132,47 ton/jam.

E. Pengangkutan Ore

Dalam pengangkutan *ore* dari *pit* ke *stockpile* angkut yang digunakan adalah *Dump truck merk* Mercy-Axor 2528 yang dimuati oleh *excavator merk* Sumitomo SH350. Adapun nilai yang terdiri dari komponen-komponen alat angkut dalam menentukan produktivitas pada saat mengangkut *ore* dapat dilihat pada **Tabel 9**.

Tabel 9. Produktivitas *Dump Truck* (*hauling ore*)

No	Komponen	Nilai
1	Jumlah pengisian (n) (kali)	6
2	Densitas material (ton/m ³)	1,5
3	Efisiensi kerja	0,93
4	Efisiensi waktu	0,83
	Efisiensi operator	0,83
5	Kapasitas Muat (KT) (m)	11
6	Kapasitas <i>bucket Excavator</i> (m ³)	1,8
7	Waktu muat (detik)	110
8	Waktu manuver kosong (detik)	54,3
9	Waktu manuver isi (detik)	30
10	Waktu angkut (detik)	75,2 3
11	Waktu kembali (detik)	207, 6
12	Waktu tumpah (detik)	34,8 0

Sumber: Pengolahan Data

Berdasarkan nilai masing-masing dari komponen di atas diperoleh produktivitas alat angkut *dump truck merk* Mercy-Axor 2528 pada saat *hauling overburden* dari *pit* ke *disposal* dengan menggunakan persamaan 2.15 yaitu 72,93 ton/jam.

F. Penentuan Jumlah Alat Gali-Muat

Pada penentuan jumlah alat gali muat dan angkut yang akan digunakan ditentukan berdasarkan kegunaan, kapasitas produksi alat, serta target produksi tiap bulannya. Adapun alat gali muat yang digunakan dalam kegiatan pengupasan *overburden* dan *ore* alat yang digunakan berupa *excavator merk Cat 320-Tier* digunakan untuk menggali (*digging*) dan *excavator merk Sumitomo SH350* digunakan untuk memuat material (*loading*) serta *Dump Truck merk Mercy-Axor 2528C* untuk mengangkut (*hauling*) material. Dimana target produksi *overburden* yaitu 80.000 ton/bulan atau 158 ton/jam dan target produksi *ore* untuk tiap bulannya sebesar 300.00 ton/bulan atau 593 ton/jam. Adapun untuk jumlah alat pada masing-masing kegiatan dapat dilihat pada **Tabel 10**.

Tabel 10. Jumlah Alat Mekanis Yang digunakan

No	Alat Berat	Kegiatan	Jumlah Unit
1	Excavator Cat 320-Tier	Diging Overburden bulan ke-1 sampai bulan ke-2	1
2	Sumitomo SH350	Loading Overburden bulan ke-1 sampai bulan ke-2	1
3	Dump Truck Mercy-Axor 2528C	Hauling Overburden bulan ke-1 sampai bulan ke-2	1
4	Excavator Cat 320-Tier	Diging Ore bulan ke-1 sampai bulan ke-2	3
5	Sumitomo SH350	Loading Ore bulan ke-1 sampai bulan ke-2	2
6	Dump Truck Mercy-Axor 2528 C	Hauling Ore bulan ke-1 sampai bulan ke-2	8
7	Excavator Cat 320-Tier	Diging Overburden bulan ke-3	2
8	Sumitomo SH350	Loading ore bulan ke-3	1
9	Dump Truck Mercy-Axor 2528C	Hauling ore bulan ke-3	4

Sumber: Pengolahan Data

G. Biaya

1. Biaya Sewa Alat Gali Muat dan Alat Angkut

Biaya sewa alat gali muat dan angkut untuk penggunaan alat perjam dari masing-masing jenis alat dapat dilihat pada **Tabel 11**.

Tabel 11. Biaya sewa alat perjam

Biaya Sewa Alat		
No	Unit	Biaya sewa/jam
1	Excavator CAT 320-Tier	Rp.250.000
2	Sumitomo SH350	Rp.370.000

3	Dump Truck Mercy-Axor 2528 C	Rp.350.000
---	------------------------------	------------

Sumber: PT. Gerbang Multi Sejahtera

Adapun besar biaya sewa alat gali muat dan angkut yang dibutuhkan pada proses pengupasan *overburden* dan *ore* dapat dilihat pada **Tabel 12** dan **Tabel 13**.

Tabel 12. Biaya sewa alat gali-muat dan angkut kegiatan *overburden*

Kegiatan	Jumlah (Unit)	Harga Sewa Alat/Jam	Jam Kerja	Total biaya sewa (Rp)
Diging Overburden bulan ke-1 sampai bulan ke-2	1	250.000	1011	252.750
Loading Overburden bulan ke-1 sampai bulan ke-2	1	370.000	1011	374.070
Hauling Overburden bulan ke-1 sampai bulan ke-2	1	350.000	1011	353.850
Total biaya sewa alat (Rp)				981.640

Sumber: Pengolahan Data

Tabel 13. Biaya sewa alat gali-muat dan angkut kegiatan *ore getting*

Kegiatan	Jumlah (Unit)	Harga Sewa Alat/Jam	Jam Kerja	Total biaya sewa (Rp)
Diging Ore bulan ke-1 sampai bulan ke-2	3	Rp.250.000	1011	758.250.000
Loading Ore bulan ke-1 sampai bulan ke-2	2	Rp.370.000	1011	748.140.000
Hauling Ore bulan ke-1 sampai bulan ke-2	8	Rp.350.000	1011	2,830.800.00
Ore getting bulan ke-3	2	Rp.250.000	506	253.000.000
Loading ore bulan ke-3	1	Rp.370.000	506	187.220.000
Hauling ore bulan ke-3	4	Rp.350.000	506	704.400.000
Total biaya sewa alat (Rp)				5.485.810.000

Sumber: Pengolahan Data

Berdasarkan dari tabel di atas total biaya sewa alat gali muat dan angkut yang dibutuhkan dalam kegiatan pengupasan *overburden* sebesar Rp.981.640.00 dan kegiatan *ore getting* sebesar Rp. 5.485.810.000.

2. Biaya Operasional Pengupasan Overburden dan Ore Getting

a. Biaya Operasional (*digging overburden*)

Tabel 14. Biaya Operasional Excavator Merk Cat 320-Tier (*digging overburden*)

No	Parameter	Harga (Rp)	Penggunaan (Liter)	Jam operasi	Kebutuhan (perjam)	Biaya total (unit/bulan)
1	Solar	18.000	20	506	20	Rp.182.160.000
2	Oli mesin	30.000	25	506	0,07	Rp.1.054.166
3	Oli hidrolik	35.000	20	506	0,04	Rp.655.925.926
4	Oli transmisi	35.000	70	506	0,1	Rp.1.721.805
5	Gaji operator	25.000	-	506	25.000	Rp.12.650.000
Total Biaya Per Unit						Rp.198.241.898
Biaya Operasional Untuk 1 Unit CAT 320-Tier						Rp.198.241.898

Sumber: Pengolahan Data

b. Biaya Operasional (*Loading Overburden*)

Tabel 15. Biaya Operasional Excavator Merk Sumitomo SH350 (*Loading Overburden*)

Parameter	Harga (Rp)	Penggunaan (Liter)	Jam op	Kebutuhan (perjam)	Biaya total (unit/bulan)
Solar	18.000	35	506	35	Rp.318.780.000
Oli mesin	30.000	25	506	0,07	Rp.1.054.166
Oli hidrolik	35.000	20	506	0,04	Rp.655.925
Oli transmisi	35.000	70	506	0,1	Rp.1.721.805
Gaji operator	25.000	-	506	25.000	Rp.12.650.000
Total Biaya Per Unit					Rp.334.861.898
Biaya Operasional Untuk 1 Unit Sumitomo 350					Rp.334.861.898

Sumber: Pengolahan Data

c. Biaya Operasional (*Digging Ore*)

Tabel 16. Biaya Operasional Excavator merk Cat 320-Tier (*digging ore*)

Parameter	Harga (Rp)	Penggunaan (Liter)	Jam op	Kebutuhan (perjam)	Biaya total (unit/bulan)
Solar	18.000	20	506	20	Rp.182.160.000
Oli mesin	30.000	25	506	0,07	Rp.1.054.166
Oli hidrolik	35.000	20	506	0,04	Rp.655.925
Oli transmisi	35.000	70	506	0,1	Rp.1.721.805
Gaji operator	25.000	-	506	25.000	Rp.12.650.000
Total Biaya Per Unit					Rp.198.241.898
Biaya Operasional 3 Unit Cat 320 Untuk Bulan Ke-1 Sampai Ke-2					Rp.1.189.451.388
Biaya Operasional 2 Unit Cat 320 Untuk Bulan Ke-3					Rp. 396.483.796
Biaya Total Keseluruhan					Rp.1.585.935.185

Sumber: Pengolahan Data

d. Biaya Operasional Excavator Sumitomo SH350 (*loading ore*)

Tabel 17. Biaya Operasional Excavator merk Sumitomo SH350 (*loading ore*)

Parameter	Harga (Rp)	Penggunaan (Liter)	Jam op	Kebutuhan (perjam)	Biaya total (unit/bulan)
Solar	18.000	35	506	35	Rp.318.780.000
Oli mesin	30.000	25	506	0,07	Rp.1.054.166
Oli hidrolik	35.000	20	506	0,04	Rp.655.925
Oli transmisi	35.000	70	506	0,1	Rp.1.721.805
Gaji operator	25.000	-	506	25.000	Rp.1.650.000
Total Biaya Per Unit					Rp.334.861.898
Biaya Operasional 2 Unit Sumitomo 350 Untuk Bulan Ke-1 Sampai Ke-2					Rp.1.339.447.592
Biaya Operasional 1 Unit Sumitomo 350 Untuk Bulan Ke-3					Rp.334.861.898
Biaya Total Keseluruhan					Rp.1.674.309.490

Sumber: Pengolahan Data

3. Biaya Operasional Dump Truck Merk Mercy-Axor 2528C (*Hauling Overburden dan Hauling Ore*)

a. Biaya Operasional Hauling Overburden

Tabel 18. Biaya Operasional Hauling Overburden

Parameter	Harga (Rp)	Penggunaan (L)	Jam Op	Kebutuhan (L/Jam)	Biaya Total (unit/bulan)
Solar	18.000	35	506	35	Rp.318.780.000
Oli mesin	30.000	25	506	0,07	Rp.1.054.166
Oli hidrolik	35.000	20	506	0,04	Rp.655.925
Oli transmisi	35.000	70	506	0,1	Rp.1.721.805
Ban	5.000.000	-	506	-	Rp.4.216.666
Gaji operator	25.000	-	506	25.000	Rp.12.650.000
Total Biaya Per Unit					Rp.339.078.564
Biaya Operasional Untuk 1 Unit Dump truck					Rp.339.078.564

Sumber: Pengolahan Data

b. Biaya Operasional Hauling Ore

Tabel 4.31 Biaya Operasional Hauling Ore

Parameter	Harga (Rp)	Penggunaan (L)	Jam Op	Kebutuhan (L/Jam)	Biaya Total (unit/bulan)
Solar	18.000	35	506	35	Rp.318.780.000
Oli mesin	30.000	25	506	0,07	Rp.1.054.166
Oli hidrolik	35.000	20	506	0,04	Rp.655.925
Oli transmisi	35.000	70	506	0,1	Rp.1.721.805
Ban	5.000.000	-	506	-	Rp.4.216.666
Gaji operator	25.000	-	506	25.000	Rp.12.650.000
Total Biaya Per Unit					Rp.339.078.564
Biaya Operasional 8 Unit Dump truck Untuk Bulan Ke-1 Sampai Ke-2					Rp.5.425.257.037

Biaya Operasional 4 Unit <i>Dump truck</i> Untuk Bulan Ke-3	Rp.1.356.314.259
Biaya Total Keseluruhan	Rp.6.781.571.296

Sumber: Pengolahan Data

Adapun total biaya operasional alat gali muat dan angkut dalam kegiatan pengupasan *overburden* sebesar Rp.872.182.360 dan untuk kegiatan penambangan bijih nikel membutuhkan biaya operasional sebesar Rp.10.041.815.972.

5. PENUTUP

A. KESIMPULAN

Kesimpulan yang dapat ditarik berdasarkan hasil penelitian ini adalah sebagai berikut :

1. Jumlah alat mekanis yang digunakan pada masing-masing kegiatan berbeda, pada kegiatan pengupasan *overburden* menggunakan *excavator merk* Cat 320-Tier sebanyak 1 unit dan untuk kegiatan *loading overburden* menggunakan *excavator merk* sumitomo SH350 sebanyak 1 unit serta untuk *hauling overburden* menggunakan *dump truck merk* Mercy-Axor 2528C sebanyak 1 unit. Kemudian untuk kegiatan *ore getting* dari bulan pertama sampai bulan kedua menggunakan *excavator merk* Cat 320-Tier sebanyak 3 unit dan pada kegiatan *loading ore* menggunakan *excavator merk* Sumitomo SH350 sebanyak 2 unit serta untuk *hauling ore* menggunakan *dump truck merk* Mercy-Axor 2528C sebanyak 8 unit. Selanjutnya pada bulan ketiga untuk kegiatan *ore getting* menggunakan *excavator merk* Cat 320-Tier sebanyak 2 unit dan untuk kegiatan *loading ore* menggunakan *excavator merk* sumitomo SH350 sebanyak 1 unit serta untuk *hauling ore* pada bulan ketiga menggunakan *dump truck merk* truk Mercy-Axor 2528C sebanyak 4 unit.
2. Total biaya yang akan dikeluarkan untuk kegiatan pengupasan *overburden* sebesar Rp. 1.853.822.361 (satu milyar delapan ratus lima puluh tiga juta delapan ratus dua puluh dua ribu tiga ratus enam puluh satu rupiah). Dan untuk total biaya yang akan dikeluarkan pada kegiatan *ore getting* sebesar Rp.15.527.625.972 (lima belas milyar lima ratus dua puluh tujuh juta enam ratus dua puluh lima ribu sembilan ratus tujuh puluh dua rupiah).

B. SARAN

Adapun saran yang dapat diberikan dari hasil penelitian ini yaitu untuk menghitung biaya pengupasan *overburden* dan biaya *ore getting*

pengkajian lebih dalam lagi terkait pemilihan alat dan menentukan jumlah alat gali muat dan angkut yang akan digunakan, karena dalam hasil penelitian ini biaya pengupasan *overburden* dan *ore getting* yang akan dikeluarkan sangat mempengaruhi oleh jenis dan jumlah alat yang digunakan serta untuk penelitian selanjutnya dalam menghitung biaya harus mengetahui Break Event Stripping Ratio (BSER) sehingga dapat diketahui untung ruginya dari kegiatan penambangan tersebut.

6. DAFTAR PUSTAKA

- Agung M., Wahab, dan Firdaus. 2020. *Analisis Kebutuhan Alat Gali Muat Dan Angkut Pada Blok Ulin PT. Indra Bakti Mustika Kec. Langgikima Kab. Konawe Utara. Jurnal GeoMining. ISSN : 2774-2644:Vol. 1 Nomor 2: Hal. 79–88.*
- Dania, P., Sri W., dan Zaenal., 2018. *Evaluasi Biaya Kepemilikan (Owning Cost) Dan Biaya Operasi (Operating Cost) Dump Truck Hino Ranger Ff 173 Ma Pada Penambangan Batu Andesit Di CV Panghegar, Blok Gunung Patapaan Desa Cilalaw , Kecamatan Sukatani, Kabupaten Purwakarta, Provinsi Jawa. Jurnal Teknik Pertambangan. ISSN : 2460-6599 : Vol. 4 Nomor 2 : Hal. 578–79.*
- Epi., Rr. Harminuke E., H., dan Abuamat H., 2017. *Re Desain Pengaturan Peralatan Coal Getting Untuk Memenuhi Target Produksi Desember 2016. ISSN : 2549-1008 : Jp. Vol 1 Nomor 4: Hal. 28–37.*
- Febrianti, D., dan Zakia., 2019. *Analisis Durasi Dan Perhitungan Biaya Penyusutan (Depresiasi) Alat Berat Excavator. Jurnal Teknik Sipil. ISSN : 2088-9321 : Vol. 8 Nomor 1: Hal. 10–19.*
- Hayati, N., dan M. Murad., 2020. *Analisis Biaya Pemboran Inpit Drill Di Front X PT. ANTAM Tbk. Unit Bisnis Penambangan Nikel Sulawesi Tenggara. Jurnal Bina Tambang. ISSN : 2302-3333 : Vol. 5 Nomor 2: Hal. 88–98.*
- Hustrulid, W., Kuchta, M., dan R. Martin., 2013. *Open Pit Mine Planning & Design 3rd Edition. CRC Press. ISBN-13: 978-1-4822-2117-6.*



- Istiqamah, D.,A., dan Mulya G., 2019. *Kajian Teknis Optimasi Produksi Alat Gali Muat Dan Alat Angkut Pada Kegiatan Pengupasan Overburden Berdasarkan Efisiensi Biaya Operasional Di Pit Barat PT. Allied Indo Coal Jaya Kota Sawahlunto. Jurnal Bina Tambang. ISSN : 2303-3333 : Vol.5 Nomor 1 : Hal. 61–73.*
- Monika, I., 2017. *Analisis Investasi Pengadaan Alat Berat Untuk Mencapai Target Produksi Batu Gamping 240.000 Ton/Tahun Dengan Metode NPV Dan IRR Di PT. Anugrah Halaban Sepakat. Jurnal Bina Tambang. ISSN: 2303-3333:Vol.3 Nomor 3: Hal.1014–2*
- Pujangga, A., dan Mulya G., 2021. *Optimalisasi Produksi Alat Gali-Muat Dan Alat Angkut Pada Proses Pengupasan Overburden Untuk Mencapai Target Produksi per Bulan Pada Penambangan Batubara PT . Pengembangan Investasi Riau Coal Mine Project Desa Pematang Benteng Kecamatan Batang Peranap Kabupaten Indragiri Hulu Provinsi Riau. Jurnal Bina Tambang. ISSN : 2303-3333 : Vol. 6 Nomor 3: Hal. 143–58.*
- Putra, R.N., dan Kasim, T, 2019, *Evaluasi Teknis Geometri Jalan Angkut Produksi Sebagai Upaya Pencapaian Target Produksi Batubara 20000 ton/bulan di Tambang Terbuka PT. Allied Indo Coal Jaya (AICJ) Perambahan, Kecamatan Talawi, Kota Sawalunto, Sumatera Barat, Jurnal Bina Tambang, Vol.4, No.3, Hal: 77-88, ISSN: 2302-3333*
- Rostiyanti, S.F., 2008, *Alat Berat Untuk Proyek Konstruksi, Jakarta: PT. Rineka Cipta.*
- Sandeir, E., dan 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. Jurnal Bina Tambang. ISSN : 2302-333 : Vol. 3 Nomor 3 : Hal. 1091–1100.*
- Sepriadi., dan Webisono K., 2017. *Evaluasi Geometri Jalan Angkut Terhadap Produktifitas Overburden Di Pit Mt 4 Penambangan Air Laya Pt Bukit Asam (Persero), Tbk. Tanjung Enim Propinsi Sumatera Selatan. Jurnal teknik patra*
- akademika. ISSN : 2621-9328 : Vol. 08 Nomor 02 : Hal. 1–9.*
- Sokop, R., M., Arsad. Tj., T., dan Malingkas G., 2018. *Analisa Perhitungan Produktivitas Alat Berat Gali-Muat (Excavator) Dan Alat Angkut (Dump Truck) Pada Pekerjaan Pematangan Lahan Perumahan Residence Jordan Sea. Jurnal Tekno. ISSN : 0215-9617 : Vol. 16 Nomor 70: Hal. 83–88.*
- Vahlevi R., S., Widayati, dan Yuliadi., 2016. *Owning Cost Dan Operating Cost Pada Penambangan Nikel Di PT Fajar Bhakti Lintas Nusantara Sub-Kontraktor PT Sinar Karya Mustika Desa Elevanun , Kecamatan Pulau Gebe, Kabupaten Halmahera Tengah, Provinsi Maluku Utara. Prosiding Teknik Pertambangan. Vo. 2 Nomor 2 : ISSN 2460- 6499 : Hal. 431–39.*
- Wibisono, R., A., Yuliad., dan Marynto., 2018. *Perancangan Pentahapan Kemajuan Tambang Batubara Dan Perencanaan Fleet Di PT Bukit Intan Indoperkasa , Desa Batang Kulur Kiri , Kecamatan Sungai Raya , Kabupaten Hulu Sungai Selatan , Provinsi Kalimantan Selatan. Design Sequence of Coal Mine and Planning O.Vol. 4 Nomor 1 : ISSN : 2460–6499): Hal. 352–61.*
- Winarso, W., 2014. *Pengaruh Biaya Operasional Terhadap Profitabilitas (ROA) Pt Industri Telekomunikasi Indonesia (Persero). Jurnal Ecomedica. ISSN : 2355-0295 Vol. 2 Nomor 2 : Hal. 258–72.*
- Yastavia, R., dan Yulhendra D., 2020. *Evaluasi Teknis Penambangan Bauksit Dari Front Penambangan Menuju Washing Plant Area Untuk Menganalisis Faktor Ketidaktercapaian Target Produksi Berdasarkan Efisiensi Biaya Operasional Penambangan PT . ANTAM Tbk . UBPB Tayan , Kalimantan Barat. Jurnal Bina Tambang. ISSN : 2302-3333 : Vol. 5 Nomor 1: Hal. 11–25.*