



Estimasi Biaya Produksi Alat Gali Muat dan Alat Angkut pada Penambangan Nikel di Blok B1 Pit 5 PT. Anugrah Harisma Barakah Kecamatan Kabaena Selatan Kabupaten Bombana Provinsi Sulawesi Tenggara

Syaharuddin¹, Firdaus², Erwin Anshari³

^{1,2,3}Program Studi Teknik Pertambangan, Fakultas Matematika Ilmu dan Pengetahuan Alam, Kendari

*Corresponding author: syaharuddin2098@gmail.com

Article History

Received : 19 Maret 2024

Revised : 25 Maret 2024

Accepted : 1 April 2024

Abstrak

Perseroan Terbatas Anugrah Harisma Barakah merupakan salah satu perusahaan yang melakukan penambangan bijih nikel yang berlokasi di Kecamatan Kabaena Selatan, Kabupaten Bombana, Provinsi Sulawesi Tenggara yang sementara ini berencana membuka Blok baru yaitu pada Blok B1 Pit 5. Penelitian ini bertujuan untuk menentukan jumlah serta biaya produksi alat gali muat dan alat angkut pada proses pengupasan *overburden* dan penambangan biji nikel dengan tonase *overburden* 130.421 ton dan tonase *ore* yaitu 82.316 ton. Target produksi pengupasan *overburden* yaitu 75.000 ton dan target produksi penambangan nikel yaitu 50.000 ton. Alat gali muat yang digunakan pada kegiatan pengupasan *overburden* dan penambangan biji nikel yaitu *excavator Komatsu PC 300-8* sedangkan alat angkut yang digunakan yaitu *Dump truck Hino 500 FM260JD*. Jumlah alat gali muat yang dibutuhkan pada kegiatan pengupasan *overburden* yaitu 1 unit alat gali muat dan 4 unit alat angkut. Kemudian untuk penambangan biji nikel menggunakan 1 unit alat gali muat dan 3 unit alat angkut. Kemudian dibutuhkan 1 unit alat gali muat dan 4 unit alat angkut kegiatan pemindahan *ore* dari *ETO* ke *EFO*. Total biaya yang dibutuhkan pada kegiatan pengupasan *overburden* yaitu Rp 2.257.488.280 dan biaya penambangan nikel yaitu Rp 6.803.422.885. Total biaya produksi mulai dari pengupasan *overburden* sampai penambangan biji nikel pada Blok B1 Pit 5 PT. Anugrah Harisma Barakah yaitu Rp 9.060.911.166.

Kata kunci: Alat Angkut, Alat Gali Muat, Biaya Produksi

Abstract

Anugrah Harisma Barakah Limited Liability Company is one of the companies that mines nickel ore located in South Kabaena District, Bombana Regency, Southeast Sulawesi Province which is currently planning to open a new block, namely in Block B1 Pit 5. This study aims to determine the amount and cost of production of loading and hauling equipment in the process of stripping overburden and mining nickel ore with an overburden tonnage of 130,421 tons and ore tonnage of 82,316 tons. The overburden stripping production target is 75,000 tons and the nickel mining production target is 50,000 tons. The loading and digging equipment used in overburden stripping and nickel ore mining activities is the Komatsu PC 300-8 excavator while the transportation equipment used is the Hino 500 FM260JD dump truck. The number of loading and digging tools needed in overburden stripping activities is 1 unit of loading digging equipment and 4 units of transportation equipment. Then for nickel ore mining using 1 unit of loading and digging equipment and 3 units of transportation equipment. Then 1 unit of loading and digging equipment and 4 units of ore transfer activities are needed from the ETO to the EFO. The total cost required for overburden stripping activities is IDR 2,257,488,280 and nickel mining costs are IDR 6,803,422,885. Total overall costs ranging from stripping overburden to mining nickel ore in Block B1 Pit 5 PT. Harisma Barakah's grace is IDR 9,060,911,166.

Keyword: *Conveyance, Loading and Digging Equipment, Production Cost Estimation*

1. Pendahuluan

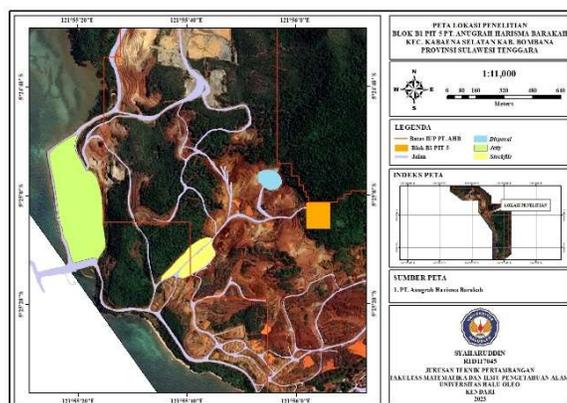
Pertambangan merupakan kegiatan, teknologi serta bisnis yang dimulai dari tahapan prospeksi, eksplorasi, evaluasi, penambangan, pengolahan, pemurnian, pengangkutan, hingga dengan pemasaran. Tahapan kegiatan penambangan terdiri atas kegiatan yang meliputi pembersihan lahan, pengupasan tanah penutup, penggalian bahan galian, pemuatan, pengangkutan dan

penumpahan. Usaha pertambangan merupakan salah satu usaha yang membutuhkan modal yang cukup besar. Sesuai dengan prinsip ekonomi dengan modal yang besar tentunya perusahaan juga menginginkan keuntungan yang besar. Demi terwujudnya hal tersebut salah satu upaya yang dapat dilakukan yaitu menghemat pengeluaran seperti penggunaan alat yang lebih ekonomis dalam proses produksi. Biaya produksi merupakan besaran biaya yang harus dikeluarkan untuk mendapatkan suatu hasil yang diinginkan. Biaya produksi yaitu biaya yang dikeluarkan dari operasional tambang. Komponen utama dalam menghitung biaya perproduksi yaitu biaya pengadaan alat berat dan biaya operasi. Perseroan terbatas Anugrah Harisma Baarakah merupakan salah satu perusahaan yang melakukan penambangan bijih nikel yang berlokasi di Kecamatan Kabaena Selatan, Kabupaten Bombana, Provinsi Sulawesi Tenggara. Saat ini PT. Anugrah Harisma Barakah berencana membuka blok baru yaitu pada Blok B1 Pit 5, namun belum dilakukan perencanaan biaya penambangan pada blok tersebut. Perencanaan biaya penambangan merupakan salah satu hal yang harus dilakukan sebelum membuka blok baru karena dengan perencanaan dan perhitungan yang baik diharapkan dapat memperlancar operasi kegiatan penambangan serta meminimalisir biaya yang akan dikeluarkan.

2. Metode

Lokasi penelitian

secara administrasi terletak di Kecamatan Kabaena Selatan, Kabupaten Bombana, Provinsi Sulawesi Tenggara. Kesempaian daerah untuk menuju lokasi penelitian adalah jarak dari Kota Kendari ke Kasipute sejauh 162 KM dan dapat ditempuh dengan menggunakan kendaraan roda dua ataupun roda empat selama kurang lebih 3 jam. Kemudian dilanjutkan dengan naik kapal laut kurang lebih selama 3 jam untuk sampai ke lokasi penelitian. Peta lokasi penelitian dapat dilihat pada gambar berikut.



Gambar 1. Lokasi Penelitian

Jenis Penelitian

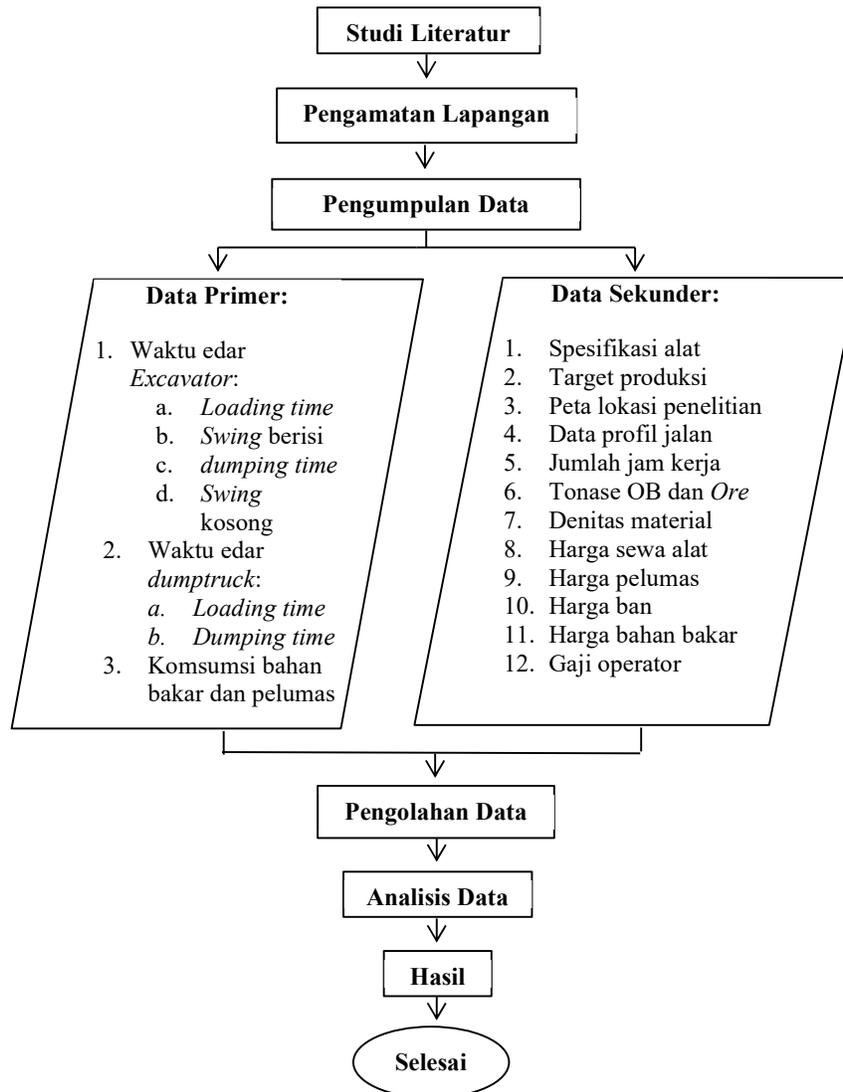
Penelitian ini merupakan penelitian kuantitatif karena berfokus untuk memberikan suatu solusi secara praktis. Penelitian ini dilakukan dengan observasi langsung di lapangan dengan berdasarkan keadaan aktual serta pengambilan data di lapangan. Kemudian melakukan pengamatan dan perhitungan langsung yang dibutuhkan sebagai data penelitian. Kemudian menggabungkan teori dengan data-data yang didapatkan di lapangan sehingga dapat diperoleh pendekatan penyelesaian masalah.

Pengumpulan data

Data yang dimaksud yaitu data primer dan data sekunder yang diambil pada PT. Anugrah Harisma Barokah. Data primer diperoleh dengan cara melakukan pengamatan langsung di lapangan, data yang di peroleh berupa *cycle time* alat gali muat dan alat angkut yang dihitung menggunakan *stopwatch* serta pemakaian bahan bakar dan pelumas. Sedangkan data sekunder diperoleh langsung dari perusahaan seperti peta lokasi penelitian, target produksi, spesifikasi alat, profil jalan, tonase OB dan *Ore*, harga sewa alat, harga bahan bakar, harga pelumas, harga ban jumlah jam kerja dan gaji operator.

Pengolahan dan analisis data

Mencakup Menentukan waktu edar alat gali muat, Menentukan *rolling resistance*, *grade resistance* dan *total resistance* setiap segmen jalan, Menentukan waktu *hauling* dan waktu *return* Menentukan waktu *manuver* atau waktu tunggu alat angkut pada saat *loading* dan *dumping* dengan teori antrian Menentukan waktu edar alat, Menghitung produktivitas alat gali muat dan alat angkut, Menghitung jumlah alat gali muat dan alat angkut yang akan digunakan, Menghitung jumlah jam kerja yang dibutuhkan untuk pengupasan *overburden* dan penambangan *ore*, Menghitung biaya operasional alat gali muat dan alat angkut, Menghitung total biaya produksi alat gali muat dan alat angkut dalam kegiatan pengupasan *overburden* dan penambangan *ore*. Alur penelitian dapat dilihat pada gambar 2.



Gambar 2. Diagram Alir Penelitian

Beberapa perhitungan yang akan disajikan dalam pengolahan data dan analisis data yaitu sebagai berikut:

1. *Rolling resistance*

Tahanan gelinding merupakan suatu gaya yang terjadi akibat gesekan roda alat yang sedang bergerak dengan permukaan tanah yang arahnya selalu berlawanan. Tahanan gelinding akan berbeda setiap jenis serta kondisi permukaan tanah dan juga sangat bergantung dari tipe roda alat angkut. Besaran

rolling resistance dapat dinyatakan dengan % atau dapat pula dinyatakan dalam lbs/ton (dimana 1 ton = 2000 lbs[1]. *rolling resistance* yang dibutuhkan dapat dilihat pada tabel 1.

Tabel 1. Tahanan Gelinding yang Dibutuhkan Berbagai Jenis Roda Terhadap Permukaan Jalan

Kondisi Jalan	RR
Permukaan jalan keras, mulus, stabil, tanpa penetrasi di bawah beban, disiram, dipelihara	2 %
Kondisi jalan sama seperti diatas, namun permukaannya sedikit tenggelam karena beban kendaraan	3,5 %
Kurang terawat, tidak basah, tenggelam karena beban kendaraan	5 %
Tidak terpelihara dengan baik, dasar jalan tidak dipadatkan atau distabilkan, mudah membentuk bekas roda	8 %
Jalan berpasir atau berkerikil lepas	10 %
Tidak terawat sama sekali, lembek, becek, rusak parah	15 % – 20 %

Sumber: (Komatsu,2019)

2. *Grade resistance*

Grade resistance merupakan besarnya gaya berat yang melawan atau membantu gerak kendaraan karena kemiringan jalur jalan yang dilewati oleh kendaraan tersebut. Penentuan untuk tahanan yang biasanya ditemui yaitu grade 1% (mewakili kenaikan 1 unit dalam 100 unit jarak horizontal) dianggap memiliki ketahanan sama dengan 1% dari berat kendaraan. Ini merupakan sesuai dengan faktor ketahanan tingkat 20 lb/ton untuk setiap 1% tingkatan[2].

$$Grade = \frac{\Delta h}{\Delta x} \times 100\% \quad (1)$$

Pada persamaan (1), Δh merupakan beda tinggi antara dua titik yang diukur (m), Δx merupakan jarak datar antara dua titik yang diukur (m)

$$Grade Resistance = grade (\%) \times 20 \text{ lb/ton} \quad (2)$$

3. *Total resistance*

Total resistance merupakan jumlah dari *grade resistance* dengan *grade resistance*. *Total resistance* dapat dihitung dengan persamaan berikut[2]

$$TR = RR \pm GR \quad (3)$$

Pada persamaan (3), TR merupakan *total resistance*, RR merupakan *rolling resistance*, GR merupakan *grade resistance* (bernilai positif jika kendaraan mendaki dan bernilai negatif jika kendaraan menurun)

4. *Rimpull*

Rimpull merupakan besarnya kekuatan tarik (*pulling force*) yang dapat di berikan oleh mesin suatu alat kepada permukaan jalur jalan atau ban penggeraknya yang menyentuh permukaan jalur jalan. *Rimpull* biasanya dinyatakan dalam *pounds* (lb). untuk menentukan *rimpull* dapat dihitung dengan persamaan berikut[1]:

$$Rimpull \text{ (lb)} = \frac{(0,90 \times Engine \text{ Torque} \times Total \text{ Gear Ratio} \times ME)}{Tire \text{ Rolling Radius In Inches}} \quad (4)$$

Pada persamaan (4), ME merupakan efisiensi mesin

5. Watu Edar

a. Waktu edar alat gali muat

Waktu edar alat gali muat terdiri dari waktu menggali, waktu putar bermuatan, waktu buang, waktu putar kosong. Berikut persamaan yang digunakan untuk menghitung waktu edar alat gali muat[3]:

$$C_m = t_m + t_{pb} + t_b + t_{pk} \quad (5)$$

Pada persamaan (5), C_m merupakan waktu edar alat gali muat. t_m adalah waktu menggali, t_{pb} merupakan waktu putar bermuatan, t_b merupakan waktu buang dan t_{pk} merupakan waktu putar kosong.

b. Waktu edar alat angkut

Waktu edar alat angkut terdiri dari waktu pengisian bak, waktu angkut material, waktu mengosongkan bak, waktu kembali kosong, waktu atur posisi dan tunggu pemuatan. Berikut persamaan yang digunakan untuk menghitung waktu edar (*cycle time*) alat angkut[3]:

$$C_t = t_m + t_{am} + t_k + t_b + t_t \quad (6)$$

Pada persamaan (6), C_t merupakan waktu edar alat angkut. t_m adalah waktu pengisian bak, t_{am} merupakan waktu pengangkutan material, t_k merupakan waktu mengosongkan bak, t_b merupakan waktu kembali kosong dan t_t merupakan waktu atur posisi dan tunggu pemuatan.

6. Efisiensi Kerja

Efisiensi kerja adalah penilaian terhadap pelaksanaan suatu pekerjaan, atau merupakan suatu perbandingan antara waktu yang dipakai untuk bekerja dengan waktu yang tersedia. Efisiensi kerja adalah persentase dari waktu efektif terhadap waktu produktif. Baik buruknya efisiensi kerja dapat dinyatakan dengan persamaan berikut[4]:

$$E = \frac{W_e}{W_p} \times 100\% \quad (7)$$

Pada persamaan (7), E merupakan efisiensi kerja (%), W_e merupakan waktu efektif (menit) dan W_t merupakan waktu produktif (menit).

7. Produktivitas alat mekais

a. Alat gali muat

Produksi alat gali muat dapat dihitung dengan persamaan berikut [5]:

$$Q = q \times \frac{3600}{c_m} \times E \quad (8)$$

Nilai q dapat dihitung dengan menggunakan persamaan berikut:

$$q = q_1 \times K \quad (9)$$

Pada persamaan (8) dan (9), Q merupakan produksi perjam alat gali muat (m^3/jam), q merupakan produksi persiklus (m^3), q_1 merupakan kapasitas bucket (m^3), K merupakan faktor pengisian *bucket*, E merupakan efisiensi kerja (%) dan C_m merupakan waktu siklus (detik).

b. Produksi alat angkut dihitung dengan persamaan berikut [5]:

$$P = C \times \frac{60}{ctm} \times E_t \times M \quad (10)$$

Nilai C dapat dihitung dengan menggunakan persamaan berikut:

$$C = n \times q1 \times K \quad (11)$$

Pada persamaan (10) dan (11), P merupakan produksi perjam alat angkut (m^3/jam), C merupakan produksi persiklus (m^3), n merupakan jumlah pengisian *bucket*, q1 merupakan kapasitas bucket (m^3), K merupakan faktor pengisian bucket, E_t merupakan efisiensi kerja (%) dan Ctm merupakan waktu siklus (menit).

8. Biaya bahan bakar

Kebutuhan bahan bakar berbeda untuk setiap alat atau *merk* dari mesin tersebut. Untuk konsumsi bahan bakar alat tergantung dari besar kecilnya daya mesin yang digunakan. Kondisi medan juga salah satu faktor yang mempengaruhi penggunaan bahan bakar. Untuk menghitung berapa estimasi biaya bahan bakar perjam dapat dihitung dengan persamaan berikut [5]:

$$\text{Biaya BBM/jam} = \text{Komsumsi/jam} \times \text{harga/liter} \quad (12)$$

Untuk menghitung kebutuhan bahan bakar minyak pada suatu alat sangat penting dilakukan. Untuk menghitung kebutuhan bahan bakar minyak, yang digunakan adalah nilai dari HP yang tersedia di mesin yaitu *horse power*. Untuk menghitung kebutuhan bahan bakar minyak dapat digunakan persamaan berikut [6]:

$$\text{Komsumsi BBM, galon/jam} = 0,04 \times \text{HP} \times f \quad (13)$$

Pada persamaan (13), HP merupakan *horse power*, f merupakan faktor efisiensi alat

9. Biaya pelumas

Konsumsi pelumas dapat diperoleh jika diketahui daya mesin, kapasitas karter, interval pergantian dan efisiensi alat. Konsumsi pelumas yang digunakan dapat dihitung dengan menggunakan persamaan berikut [6]:

$$\text{Pelumas perjam} = \frac{f \times \text{HP} \times 0,006}{7,4} + \frac{c}{t} \quad (14)$$

Pada persamaan (14) f merupakan faktor efisiensi alat, HP merupakan *horse power*, c merupakan kapasitas karter (liter), dan t merupakan waktu pergantian pelumas (jam)

10. Biaya ban

Ban termasuk dalam kategori suku cadang habis pakai dan umumnya harga ban mahal, oleh karena itu, lebih baik memasukkan biaya ban sebagai item individual dalam biaya operasional. Biaya ban dapat di hitung dengan persamaan berikut [1]:

$$\text{The hourly of tires} = \frac{\text{cost complete set of tires and tubes}}{\text{tire life in hour}} \quad (15)$$

3. Hasil dan Pembahasan

a. Produktivitas alat gali muat dan alat angkut

Berikut merupakan hasil perhitungan produktivitas dari alat gali muat dan alat angkut, untuk produktivitas alat gali muat dapat dilihat pada tabel 2, sedangkan produktivitas alat angkut dapat dilihat pada tabel 3.

Tabel 2. Produktivitas alat gali muat

Kegiatan	Unit	Jumlah alat	Kapasitas produksi
<i>Digging dan loading overburden</i>	<i>Excavator Komatsu PC 300-8</i>	2	629,63 ton/jam
<i>Digging dan loading ore</i>	<i>Excavator Komatsu PC 300-8</i>	1	278,97 ton/jam
<i>Loading ore</i>	<i>Excavator Komatsu PC 300-8</i>	1	329,46 ton/jam

Tabel 3. Produktivitas Alat Angkut

Kegiatan	Unit	Jumlah alat	Kapasitas produksi
<i>Hauling overburden dari front ke disposal</i>	<i>dumptruck Hino 500 FM260JD</i>	4	477,68 ton/jam
<i>Hauling ore dari front ke ETO</i>	<i>dumptruck Hino 500 FM260JD</i>	3	238,67 ton/jam
<i>Hauling ore dari ETO ke EFO</i>	<i>dumptruck Hino 500 FM260JD</i>	4	227,72 ton/jam

b. Jumlah alat mekanis

Jumlah alat gali muat dan alat angkut yang digunakan dapat dilihat pada tabel 4.

Tabel 4. Jumlah Alat Gali Muat dan Alat Angkut

Jenis alat	Kegiatan	jumlah alat
<i>Excavator Komatsu PC 300-8</i>	<i>Digging dan loading overburden</i>	2
<i>Dump truck Hino 500 FM260JD</i>	<i>Pengangkutan overburden dari front ke disposal</i>	4
<i>Excavator Komatsu PC 300-8</i>	<i>digging dan loading ore</i>	1
<i>Dump truck Hino 500 FM260JD</i>	<i>Pengangkutan ore dari front ke ETO</i>	3
<i>Excavator Komatsu PC 300-8</i>	<i>Loading ore</i>	1
<i>Dump truck Hino 500 FM260JD</i>	<i>Pengangkutan ore dari ETO ke EFO</i>	4

c. Biaya Sewa Alat

Biaya sewa alat mekanis memiliki harga yang berbeda-beda, tergantung dari jenis dan tipe alat yang disewa. Biaya sewa alat mekanis di hitung berdasarkan penggunaan perjam. Biaya sewa alat mekanis pada pengupasan *overburden* dapat dilihat pada tabel 5, sedangkan biaya sewa alat mekanis pada penambangan *ore* dapat dilihat pada tabel 6.

Tabel 5. Biaya sewa Alat mekanis pada pengupasan *overburden*

Kegiatan	Unit	Jumlah alat	Biaya Sewa
<i>Digging dan loading overburden</i>	<i>Excavator Komatsu PC 300-8</i>	2	Rp 191.120.749
<i>Hauling overburden dari front ke disposal</i>	<i>dumptruck Hino 500 FM260JD</i>	4	Rp 273.029.641
<i>Total Biaya Sewa Alat Mekanis</i>			Rp 464.150.390

Tabel 6. Biaya sewa Alat mekanis pada penambangan *ore*

Kegiatan	Unit	Jumlah alat	Biaya Sewa
<i>Digging dan loading ore</i>	<i>Excavator Komatsu PC 300-8</i>	1	Rp 125.053.506
<i>Hauling ore dari front ke ETO</i>	<i>dumptruck Hino 500 FM260JD</i>	3	Rp 256.971.798
<i>Loading ore</i>	<i>Excavator Komatsu PC 300-8</i>	1	Rp 126.517.827
<i>Hauling ore dari ETO ke EFO</i>	<i>dumptruck Hino 500 FM260JD</i>	4	Rp 361.479.505
<i>Total Biaya Sewa Alat Mekanis</i>			Rp 881.022.635

d. Biaya Operasional

Biaya operasional yang dikeluarkan yaitu biaya bahan bakar, biaya pelumas yang terdiri dari oli mesin, oli hidrolik dan oli transmisi, biaya ban dan upah operator. Biaya operasional pada pengupasan *overburden* dapat dilihat pada tabel 7, sedangkan biaya operasional pada penambangan *ore* dapat dilihat pada tabel 8.

Tabel 7. Biaya Operasional pada pengupasan *overburden*

Item	Biaya
Bahan Bakar	Rp 1.566.152.849
Pelumas	Rp 132.347.513
Ban	Rp 41.614.029
Upah Operator	Rp 33.869.500
Total Biaya	Rp 1.773.938.890

Tabel 8. Biaya Operasional pada penambangan *ore*

Item	Biaya
Bahan Bakar	Rp 5.417.781.554
Pelumas	Rp 305.120.968
Ban	Rp 95.938.318
Upah Operator	Rp 78.083.832
Total Biaya	Rp 5.896.924.672

4. Kesimpulan

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

- Jumlah alat gali muat yang dibutuhkan untuk *getting* dan *loading overburden* dengan menggunakan 2 unit *excavator Komatsu PC 300-8*, dengan alat angkut Hino 500 FM260JD 4 unit. Kemudian untuk *getting* dan *loading ore* menggunakan *excavator Komatsu PC 300-8* 1 unit dan 3 unit alat angkut Hino 500 FM260JD. Kemudian untuk kegiatan *loading ore* dari *ETO* ke *EFO* menggunakan 1 unit *excavator Komatsu PC 300-8* dan 4 unit *dump truck* Hino 500 FM260JD.
- Total biaya yang digunakan untuk pengupasan *overburden* yaitu Rp 2.257.488.280, kemudian untuk penambangan *ore* menggunakan biaya sebesar Rp 6.803.422.885 total biaya keseluruhan yaitu Rp 9.060.911.166.

5. Referensi

- [1] Y. Indonesianto, *Pemindahan Tanah Mekanis*. Yogyakarta, 2015.
- [2] S. W. Nunnally, *Construction methods and management*. Pearson Prentice Hall, 2007.
- [3] K., A. Suryawan, *Manajemen Alat Berat*. Yogyakarta: deepublish, 2019.
- [4] F. Franicha, S. Hidayat, and T. Iskandar, "Mining Equipment Analysis to Reach Target Production on Overburden in Kutai Kertanegara East Borneo," *Febe Franicha. Int. Journal of*

- Engineering Research and Application* www.ijera.com, vol. 7, no. 2, pp. 36–44, 2017, doi: 10.9790/9622-0712023644.
- [5] Komatsu, “Specification and Application Handbook,” Japan, 2019.
- [6] D. Febrianti, Z. Zakia, and E. Mawardi, “Analisis Biaya Operasional Alat Berat pada Pekerjaan Timbunan,” *Tameh: Journal of Civil Engineering*, vol. 10, no. 1, pp. 33–41, Jun. 2021, doi: 10.37598/tameh.v10i1.131.