ITATS
SEMITAN
Jurnal Sumberdaya Bumi Berkelanjutan
https://ejurnal.itats.ac.id/semitan

Analisis Biaya pada Pengupasan Lapisan Tanah Penutup di PT. A, Desa Siuna, Kecamatan Pagimana, Kabupaten Baggai, Sulawesi Tengah

Esthi Kusdarini *[1], Dean Immanue Rusvin Bongga [1], Fairus Atika Redanto Putri [1]
[1] Jurusan Teknik Pertambangan Institut Teknologi Adhi Tama Surabaya
*e-mail : esti@itats.ac.id

Info Artikel
Diserahkan:
26 Desember 2022
Direvisi:
16 Januari 2023
Diterima:
16 Februari 2023
Diterbitkan:
28 Februari 2023

Abstrak

Biaya pengupasan tanah penutup atau *overburden* (OB) adalah biaya yang diperlukan selama kegiatan pengupasan lapisan tanah penutup. Perkiraan biaya ini sangatlah penting untuk menyusun anggaran operasional kegiatan penambangan. Penelitian ini bertujuan untuk mengkaji mekanisme pengupasan lapisan tanah penutup dan biaya kegiatan pengupasan lapisan tanah penutup. Metode penelitian yang digunakan adalah pengamatan, analisa data sekunder, dan perhitungan matematis. Hasil penelitian menunjukkan bahwa mekanisme/ metode pengupasan tanah penutup yang dilakukan oleh PT. A menggunakan *OB Howling and Loading System*. Alat yang digunakan adalah alat gali muat excavator Sany SY245H, excavator Sany SY365H, tiga Dump Truck tipe Sany ditempatkan di pit *OB Removal* dan untuk area disposal ditempatkan alat dozer tipe SD22E dan excavator Sany SY215H. Selanjutnya biaya pengupasan tanah penutup sebesar Rp 13.244.180.800,00.

Kata kunci: *gali, muat, overburden,* pengupasan, tanah

Abstract

The cost of stripping overburden (OB) is the cost required during the stripping activity of overburden. This cost estimate is very important for compiling the operational budget of mining activities. This study aims to examine the mechanism of stripping overburden and the cost of overburden stripping activities. The research method used is observation, secondary data analysis, and mathematical calculations. The results showed that the mechanism/method of overburden removal carried out by PT. A uses the OB Howling and Loading System. The tools used are a Sany SY245H excavator, a Sany SY365H excavator, three Sany type Dump Trucks placed in the OB Removal pit and for the disposal area placed an SD22E type dozer and a Sany SY215H excavator. Furthermore, the cost of stripping the overburden is Rp 13.244.180.800,00.

Keywords: dig, load, overburden, strip, soil

1. Pendahuluan

PT. A berlokasi di Desa Siuna, Kecamatan Pagimana, Kabupaten Banggai, Propinsi Sulawesi Tengah. Penambangan bijih nikel yang dilakukan PT. A berpotensi memberikan tambahan pendapatan asli daerah (PAD) yang sangat berguna bagi pengembangan pembangunan daerah di Kabupaten Banggai. Kabupaten Banggai merupakan daerah berkembang yang memerlukan banyak dana untuk membangun infrastruktur. Penambangan bijih nikel di daerah ini diharapkan dapat memberikan kontribusi positif bagi masyarakat dan pemerintah daerah. Lokasi IUP eksplorasi PT. A diperkirakan memiliki cadangan bijih nikel berkadar nikel rendah (limonit) sampai berkadar nikel tinggi (saprolit) kurang lebih 27,56 juta ton. Produk bijih nikel dari Desa Siuna akan di ekspor ke negara China dan benua Eropa.

Bijih nikel yang dapat dipasarkan (*marketable*) adalah hasil pencampuran (*blending*) bijih nikel kadar rendah (*limonit*) sampai tinggi (*saprolit*) (Ni ± 1,8 0%) [1]. Di atas lapisan saprolit (*high grade*)

terdapat lapisan (limonit) atau disebut juga bijih nikel kadar rendah (*low grade*). Diatas lapisan limonit masih ada lapisan penutup atau OB (*overburden*). Untuk mendapatkan produk bijih nikel kadar tinggi yang murni (*pure saprolite*) maka perlu disingkirkan antara lapisan pengotor yang bercampur limonit dengan limonit saprolit (*medium grade = waste*) dengan *waste* menggunakan *bulldozer*. Bijih nikel *medium grade* saprolit dapat dimasukkan dalam katagori limonit sehingga penyimpanan bijih *medium grade* dijadikan satu dengan bijih *limonit*. Untuk menambang bijih saprolit maka harus dipindahkannya limonit, OB dan *waste (medium grade*). Tanah penutup OB nantinya dikupas dengan *bulldozer*, didorong sampai ke tepi batas cadangan disimpan, lalu nantinya akan dilakukan *Howling dan Loading Sistem*, yaitu tanah penutup dikembalikan ke lahan yang sudah ditambang dengan tujuan untuk mengembalikan humus guna revegetasi. Jika tebal OB lebih dari 1 meter, maka pengupasannya memakai *truck* dan *excavator*. Selanjutnya OB dibuang ke tempat pembuangan OB *(OB disposal*). Bebearapa penelitian telah dilakukan untuk memperkirakan biaya operasional pengupasan OB [2]–[9]. Penelitian-penelitian ini berhasil dengan baik menghitung biaya pengupasan OB dengan berbagai metode baik dengan program linier, perhitungan matematis dan metode yang lain. Perhitungan biaya pengupasan OB di area penambangan yang berbeda akan menghasilkan biaya yang berbeda pula karena masing-masing perusahaan mempunyai mekanisme operasional pengupasan OB yang berbeda pula. Mengingat perusahaan harus menyusun anggaran operasional kegiatan penambangan maka sangat penting untuk mengkaji biaya yang diperlukan pada pengupasan lapisan tanah penutup di PT. A. Hasil penelitian ini diharapkan dapat membantu perusahaan dalam memperkirakan biaya operasional pengupasan OB.

1.1 Kondisi umum PT. A

Daerah IUP Eksplorasi Bijih Nikel PT. A secara administratif terletak di Desa Siuna, Kecamatan Pagimana Kabupaten Banggai Propinsi Sulawesi Tengah. Daerah yang dimohon untuk ditingkatkan menjadi Kuasa Pertambangan Eksploitasi Bijih Nikel adalah Siuna dengan jumlah luas seluruhnya 200 hektar. Daerah ini potensial mengandung cadangan bijih nikel kadar rendah dan tinggi terindikasi sebesar 27,56 juta wet metric ton (WMT) dan masih akan bertambah lagi sejalan dengan perkembangan pekerjaan eksplorasi yang masih terus berlanjut. Secara geografis, PT. A terletak pada posisi antara 00º 44’ 20” LS - 00º 44’ 10,1” LS dan 122º 56’ 52” BT - 122º 56’ 51,7” BT. Lokasi PT. A berbatasan dengan Kabupaten Banggai di sebelah utara, Kota Luwuk di sebelah timur, Laut Siuna di sebelah selatan, Kecamatan Pagimana di sebelah barat. Sedangkan luasan daerah tambang sekitar 199 Hektar dengan elevasi tertinggi 450 mdpl yang berada didalam area IUP dengan luasan lubang bukaan pit 4,2 Hektar .

1.2 Kondisi geologi lokasi penelitian

Kondisi geologi di lokasi penelitian adalah kondisi ultramafik. Secara topografi PT. A berada pada wilayah dataran tinggi dengan tinggi terendah 30 mdpl – 450 mdpl dan dengan luasan kurang lebih 199 Ha. Secara umum pada daerah penambangan bijih nikel terdapat dua satuan morfologi yaitu satuan morfologi perbukitan 30mdpl – 45mdpl merupakan tempat area kantor dan tempat tinggal karyawan; serta satuan morfologi dataran tinggi dari 360 mdpl – 390 mdpl adalah area pit penambangan.

1.3 Alur proses pengupasan tanah penutup OB (overburden)

Pada kegiatan pertambangan di PT. A alur proses penambangan dilakukan dalam 25 hari pengupasan OB (*OB removal*) dan juga pengambilan bahan galian (*Ore Getting*) berupa *ore* nikel. Bahan galian nikel biasanya dapat kita temui di permukaan, namun yang biasa kita temukan dipermukaan adalah *ore* nikel berkadar rendah / limonit sedangkan untuk *ore* nikel berkadar tinggi / saprolite berada di sekitar 3-15 m di bawah permukaan tanah. Oleh karena diperlukan kegiatan pengupasan OB untuk menemukan *ore* nikel yang berkadar tinggi / *saprolite*. Pengupasan OB membutuhkan alat-alat berat. Adapun alat yang diperlukan dalam kegiatan pengupasan lapisan tanah penutup antara lain *bulldozer*, *excavator*, dan *dumptruck*.

1.3.1 Bulldozer

Bulldozer adalah salah satu alat berat yang memiliki roda rantai (track shoe) dan digunakan untuk berbagai pekerjaan dengan kemampuan traksi yang tinggi. Alat ini dapat digunakan untuk menggali, mendorong, menggusur, meratakan, menarik beban, dan menimbun. Bulldozer mampu beroperasi di

berbagai jenis daerah, dari yang lunak hingga keras. Di daerah yang sangat lunak, digunakan swamp dozer, sementara di daerah yang sangat keras dapat dibantu dengan ripper atau blasting untuk memecah batuan. Bulldozer juga dapat beroperasi pada daerah dengan kemiringan tertentu, termasuk daerah berbukit atau datar. Jarak dorong efisien bulldozer berkisar antara 25 hingga 40 meter, dan tidak boleh melebihi 100 meter. Pada daerah yang memerlukan jarak dorong yang lebih panjang, gerakan mendorong dapat dilakukan secara estafet. Mendorong di daerah dengan turunan cenderung lebih efektif dan produktif daripada di daerah dengan tanjakan. Bulldozer juga dapat dilengkapi dengan berbagai attachment (alat tambahan) seperti *blade, towing, winch, ripper, tree pusher, harrow, disc plough, towed scraper, sheep foot roller,* dan peralatan pipe layer. Secara dasar, bulldozer adalah alat yang menggunakan traktor sebagai penggerak utamanya, dan traktor tersebut dilengkapi dengan dozer attachment, yaitu blade. Bulldozer merupakan salah satu jenis dozer yang dapat mendorong ke depan. Sedangkan angle dozer, selain mendorong lurus ke depan, juga memungkinkan untuk mendorong ke samping dengan sudut 250 derajat terhadap posisi lurus. Menurut *track shoenya* bulldozer dibedakan atas *crawler tractor dozer* (dengan roda kelabang), *wheel tractor dozer* (dengan roda ban) dan *swamp dozer* (untuk daerah rawa-rawa). Sedangkan berdasarkan penggerak bladenya, bulldozer dibedakan atas *cable controlled* (kendali kabel) dan *hydraulic controlled* (kendali hidrolis). Pada proyek-proyek konstruksi, terutama proyek yang ada hubungannya dengan pemindahan tanah (*earth moving*), bulldozer digunakan pada pelaksanaan pekerjaan pembersihan medan dari kayu-kayuan, pokok-pokok / tonggak-tonggak pohon dan bebatuan, pembukaan jalan kerja di pegunungan maupun di daerah berbatu-batu, pemindahan tanah yang jaraknya hingga kurang lebih 100 meter, penarik scraper, penghampar tanah isian (*fills*), penimbun kembali trencher, pembersihan medan, pemeliharaan jalan kerja, dan penyiapan bahan-bahan dari soil borrow pit dan quarry pit (tempat pengambilan bahan). Untuk itulah dalam pengoperasian, bulldozer dilengkapi dengan blade yang dapat disetel sedemikian rupa sesuai kebutuhan yang diinginkan.

1.3.2 Excavator

Hydraulic excavator memiliki beberapa karakteristik penting, di antaranya menggunakan tenaga diesel engine dan sistem hidrolik penuh (full hydraulic system). Operasi penggalian yang paling efisien adalah menggunakan metode heel and toe, dimulai dari permukaan hingga bagian bawah. Bagian atas excavator dapat berputar (swing) hingga 360 derajat. Pada konfigurasi backhoe, boom memiliki ukuran yang lebih panjang sehingga jangkauannya lebih luas, meskipun bucket lebih kecil. Meskipun begitu, produksi tidak selalu lebih rendah karena putaran swingnya bisa lebih kecil, sehingga cycletime lebih pendek atau lebih cepat. Dalam konfigurasi loading shovel, biasanya boom lebih pendek, tetapi bucket lebih besar. Ketinggian permukaan galian lebih tinggi dan jangkauan pendek, namun muatan yang bisa diangkat lebih besar, sehingga cycletime swing lebih lama. Meskipun produksi tidak selalu lebih rendah karena ukuran bucketnya lebih besar daripada backhoe. Salah satu kelebihan excavator adalah kemampuannya dalam mendistribusikan muatan secara merata ke seluruh bagian vessel, sehingga lebih mudah dalam mengatur muatan sehingga dump truck bisa beroperasi secara seimbang. Biasanya, excavator dengan konfigurasi backhoe pada jenis Komatsu memiliki bucket yang lebih kecil (untuk jenis PC300 ke bawah), sementara untuk loading shovel, bucketnya lebih besar, seperti pada jenis PC400 ke atas. [10].

Pertimbangan-pertimbangan yang harus dipikirkan dalam memilih excavator adalah kapasitas bucket, kondisi kerja, kemampuan untuk menggali di daerah dengan kekerasan tanah mulai dari lunak hingga keras (namun bukan batuan keras asli). Jika ada batuan keras, dibutuhkan ripping atau blasting sebelumnya. Pada tanah keras, jika operator tidak memiliki keterampilan yang baik, tekanan hidrolik dapat menjadi berlebihan, menyebabkan kerusakan pada alat atau mengurangi masa pakai alat. Tinggi permukaan galian yang bisa dicapai oleh backhoe mencapai 6 meter, sedangkan loading shovel bisa mencapai 10 meter. Meskipun excavator memiliki mobilitas yang baik karena menggunakan track shoe yang digerakkan secara hidrolik, bukan berarti mampu berjalan jauh karena dapat menyebabkan panas pada travel motornya. Oleh karena itu, disarankan untuk berhenti setiap 1 kilometer perjalanan selama sekitar 10 menit jika berjalan dalam jarak yang cukup jauh. Excavator mampu beroperasi di medan kerja yang agak sempit, bahkan kurang dari 25 meter, tergantung pada jenis dump truck yang digunakan. Jika landasan kerja kurang ideal atau lembek, excavator masih dapat beroperasi dengan menggunakan batuan landasan dari kayu bulat yang ditata, meskipun tanah di bawahnya sangat

lembek. Efisiensi dari excavator sangat dipengaruhi oleh keterampilan operator dan kualitas mekanik yang menanganinya.

1.3.3 Dumptruck

Dumptruck merupakan alat yang digunakan untuk mengangkut material dan dipindahkan dari satu tempat ketempat yang lain, dumptruk juga memiliki kapasitas angkut lebih besar dari *truck* biasa dan sangat effisien digunakan pada lokasi tambang karena lebih fleksibel dan tidak terganggu pada medan atau jalur pertambangan yang akan dilewati [10].

2. Metodologi

Penelitian dilakukan di area IUP PT. A seluas 4,2 Ha, terletak pada posisi antara 00º 44’ 20” LS - 00º 44’ 10,1” LS dan 122º 56’ 52” BT - 122º 56’ 51,7” BT. Waktu pengambilan data lapangan selama 4 minggu. Pengumpulan data melalui pengamatan di lapangan, wawancara, analisa data sekunder dan perhitungan matematis. Pengamatan di lapangan untuk memperoleh gambaran mekanisme kegiatan pengupasan tanah penutup, jenis alat dan jumlah alat yang diperlukan untuk pengupasan tanah penutup. Wawancara dilakukan terhadap para pekerja untuk melengkapi data status alat (beli/sewa), jam kerja alat, jumlah oli dan bahan bakar yang diperlukan. Selanjutnya untuk data sekunder yang diperlukan antara lain data-data harga/sewa alat, harga oli dan bahan bakar yang diambil dari harga pasar. Biaya total kegiatan pengupasan tanah penutup diperoleh dari perhitungan biaya investasi alat dan pengoperasian alat. Biaya investasi alat dihitung berdasarkan harga alat berat berdasarkan harga pasar. Sedangkan biaya operasional dihitung dari harga bahan bakar solar dan oli yang diperlukan selama 4 minggu. Biaya pengupasan OB dihitung berdasarkan persamaan (1).

Biaya pengupasan OB = Biaya investasi alat + Biaya solar + Biaya oli (1)

3. Hasil dan pembahasan

Pada kegiatan penambangan pengupasan lapisan tanah penutup OB (*overburden*) dilakukan sebelum kegiatan pengambilan bahan galian atau *ore getting.* Hal ini bertujuan agar OB (*overburden*) tidak mengganggu atau tercampur dengan bahan galian pada lahan tambang (pit). Adapun faktor-faktor yang perlu di perhatikan pada saat pengupasan OB (*overburden*) antara lain:

Jumlah Alat Pengupasan OB (Overburden)

Dalam kegiatan pengupasan OB yang saat ini sedang diterapkan pada PT. A, jumlah alat yang digunakan yaitu 2 excavator dan 3 dump truck pada pit penambangan, sedangkan untuk bagian disposal menggunakan 1 dozer dan 1 excavator.

Kebutuhan Bahan Bakar Alat

Dalam kegiatan pengupasan OB yang saat ini sedang diterapkan pada PT. A, kebutuhan bahan bakar alat gali muat excavator di isi penuh setiap hari 1x pengisian, dan untuk alat angkut dump truck setiap 2 hari x1 pengisian, dan untuk dozer setiap hari x1 pengisian.

Volume OB Yang Dikupas

Dalam kegiatan pengupasan OB yang saat ini sedang diterapkan pada PT. A, volume OB yang di kupas dalam 1 bulan adalah 150.000 Ton / 100.000 BCM , dengan luasan daerah 199 hektar dan luasan pit penambangan kurang lebih 4.2 hektar.

Jenis Kegiatan (mekanisme) dalam pengupasan OB

Dalam kegiatan pengupasan OB yang saat ini sedang diterapkan pada PT. A, mekanismenya menggunakan metode *Howling and loading system*. Adapun pengertian dari *Howling and Loading system* adalah pada sistem ini pengupasan OB / *OB removal* sama seperti kegiatan pengambilan bahan galian (*Ore Getting*), dengan menggunakan alat gali muat *excavator* dan alat angkutnya dump truck.

(a)

(b)

Gambar 1. (a) pengupasan OB di area penambangan, (b) penimbunan OB di disposal

Pada kegiatan pengupasan OB / *OB removal howling excavator* dilakukan sebanyak kurang lebih 8 kali pengisian, dan pada saat *dump truck* dalam posisi *loading* (menunggu isian penuh dari excavator). Kegiatan pengupasan OB di area penambangan disajikan pada Gambar 1a dan kegiatan penimbunan OB di area disposal disajikan pada Gambar 1b.

Biaya Operasional Alat

Biaya operasional alat, merupakan salah satu faktor yang penting dalam kegiatan penambangan baik dalam kegiatan *OB removal* ataupun *Ore getting*. Pada PT. A alat yang di pergunakan dalam kegiatan *OB removal* / pengupaasan OB ada 7 alat. Untuk alat gali muat (*excavator*) perusahaan menggunakan 3 *excavator* dengan tipe SY365H, SY245H, dan SY215H, 3 *Dump Truck* (DT) tipe Sany dengan kapasitas bucket 36 ton (Densitas: 1.5), dan 1 dozer di tempatkan pada area disposal dengan tipe Santuy SD22E.

Biaya Sewa / Pembelian Alat

Biaya sewa / pembelian alat merupakan faktor terpenting lainnya yang dibutuhkan pada saat perhitungan biaya / *cost* dalam kegiatan pengupasan OB. Dalam memperhitungkan apa saja alat yang dibutuhkan dapat dilihat dari mekanisme apa yang digunakan oleh PT. A. Mekanisme tersebut dapat menunjukkan alat apa saja yang dibeli / disewa untuk kegiatan pengupasan OB.

Nilai Target Pengupasan OB

Dalam kegiatan pengupasan OB pada PT. A, mempunyai nilai target pengupasan OB di lapangan yang diperkirakan kurang lebih 113400 Ton atau 75600 LCM pada luasan daerah IUP kurang lebih 199 Ha dengan luasan pit penambangan 4.2 hektar.

Total Biaya / Cost Pengupasan OB

Total biaya pengupasan OB dihitung menggunakan persamaan (1). Biaya investasi alat dihitung berdasarkan Tabel 1. Biaya kebutuhan bahan bakar dihitung berdasarkan Tabel 2 dan Tabel 3. Sedangkan biaya kebutuhan oli dihitung berdasarkan Tabel 4.

Tabel 1. Biaya investasi alat

Jenis alat	Nama alat	Jumlah (unit)	Umur (tahun)	Harga (Rp)
Alat gali dan muat	Excavator Sany SY215H	1	1	1.250.000.800,00
	Excavator Sany SY245H	1	1	3.000.000.000,00
	Excavator Sany SY365H	1	1	4.050.000.000,00
Alat garuk dan dorong	Dozer Santuy SD22E	1	1	1.575.000.000,00
Alat angkut	Dump Truck Sany	3	1	3.000.000.000,00
Biaya investasi alat				**12.875.000.800,00**

Tabel 2. Biaya kebutuhan bahan bakar pengupasan OB di pit area

Alat	Unit	Harga fuel (Rp/L)	Pemakaian solar (L/hari)	Pemakaian alat dalam 1 minggu (hari)				Biaya (Rp)
				I	II	III	IV	
Excavator Sany SY365H	1	13.200,00	217	7	6	6	6	71.610.000,00
Excavator Sany SY245H	1	13.200,00	168	7	6	6	6	55.440.000,00
Dump Truck Sany	3	13.200,00	105	7	6	6	6	103.950.000,00
Biaya kebutuhan bahan bakar di pit area								**231.000.000,00**

Tabel 3. Biaya kebutuhan bahan bakar pengupasan OB di disposal area

Alat	Unit	Harga fuel (Rp/L)	Pemakaian solar (L/hari)	Pemakaian alat dalam 1 minggu (hari)				Biaya (Rp)
				I	II	III	IV	
Excavator Sany SY215H	1	13.200,00	105	7	6	6	6	34.650.000,00
Dozer Santuy SD22E	1	13.200,00	196	7	6	6	6	64.680.000,00
Biaya kebutuhan bahan bakar di disposal area								99.330.000,00

Tabel 4. Biaya kebutuhan oli pengupasan OB di pit dan disposal area

Nama alat	Jumlah (unit)	Biaya oli/unit (Rp)	Biaya (Rp)
Dump Truck Sany	3	5.550.000,00	16.650.000,00
Excavator Sany SY215H	1	5.550.000,00	5.550.000,00
Excavator Sany SY245H	1	5.550.000,00	5.550.000,00
Excavator Sany SY365H	1	5.550.000,00	5.550.000,00
Dozer Santuy SD22E	1	5.550.000,00	5.550.000,00
Biaya kebutuhan oli			**38.850.000,00**

Hasil penelitian menunjukkan bahwa biaya investasi alat sebesar Rp.12.875.000.800,00 (Tabel 1). Biaya kebutuhan bahan bakar sebesar Rp 330.330.000,00 (Tabel 2 dan Tabel 3). Sedangkan biaya kebutuhan oli sebesar Rp 38.850.000,00. Total biaya yang dibutuhkan untuk kegiatan pengupasan OB sebesar Rp.13.244.180.800,00.

4. Kesimpulan

PT. A menggunakan mekanisme/metode pengupasan OB *Howling and Loading System.* Alat yang digunakan untuk pengupasan OB terdiri dari 7 alat yaitu 5 alat digunakan di pit area (alat gali muat

excavator Sany SY245H, *excavator* Sany SY365H dan 3 *Dump Truck* tipe Sany) dan 2 alat digunakan di disposal area (*dozer* tipe SD22E dan *excavator* Sany SY215H). Biaya yang dibutuhkan untuk kegiatan pengupasan OB sebesar Rp.13.244.180.800,00.

Ucapan terima kasih
Penulis mengucapkan terima kasih kepada PT. A yang telah mengijinkan untuk dilaksanakan penelitian di perusahaan ini. Penulis juga mengucapkan terima kasih kepada semua pihak dari PT. A yang telah memberikan arahan, masukan, dan data pendukung untuk keberhasilan penelitian ini.

DAFTAR PUSTAKA

[1] M. S. Prof. Dr. Ir. Irwandy Arif, *Nikel Indonesia*. Jakarta: PT. Gramedia Pustaka Utama, 2018.
[2] R. Hardi and A. Octova, "Analisis Produksi dan Biaya Pengupasan Overburden Menggunakan Metode Simpleks di PT. Allied Indo Coal Jaya, Parambahan, Sawahlunto, Sumatera Barat," *J. Bina Tambang*, vol. 5, no. 4, pp. 118–128, 2020.
[3] F. Isgianda, Sumarya, and H. Prabowo, "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," *J. Bina Tambang*, vol. 3, no. 3, pp. 1255–1261, 2018.
[4] S. Suryadi, Rusmansyah, and H. Djainal, "ANALISA PERHITUNGAN BIAYA PENGUPASAN OVERBURDEN PADA ALAT BULLDOZER DI PT. ALAM RAYA ABADI KABUPATEN HALMAHERA TIMUR," *J. Dintek*, vol. 10, no. 1, 2017.
[5] J. Handayani and T. G. Saldy, "Studi Optimasi Produksi Alat Gali Muat dan Alat Angkut Pada Kegiatan Pengupasan Overburden Menggunakan Metode Match Factor Berdasarkan Efisiensi Biaya Operasional Di Pit Eagle 3 PT. Bumi Karya Makmur, Job Site PT. IPC, Bantuas, Kota Samarinda, Provinsi Ka," *J. Bina Tambang*, vol. 7, no. 3, pp. 1–13, 2022.
[6] V. Shelendia, M. Oktavia, and I. S. Permana, "ANALISIS PENGARUH JARAK ANGKUT, GRADE JALAN TERHADAP BIAYA ALAT ANGKUT PADA PENGUPASAN OVERBURDEN DI PT. SURYA ANUGERAH SEJAHTERA KABUPATEN BUNGO," *Mine Mag.*, vol. 2, no. 1, pp. 1–7, 2021.
[7] Jenius, W. S. Bargawa, and F. Gingga, "Evaluasi Investasi Dan Sewa Alat Untuk Kegiatan Pengupasan Overburden Dan Penggalian Bijih Nikel Di Bukit Gc Pada Kmpra Pulau Gee Kec. Maba Kab. Halmahera Timur," in *Seminar Nasional Sains dan Teknologi Terapan*, 2019, pp. 557–562.
[8] E. Sandeir and H. Prabowo, "Evaluasi Kebutuhan dan Estimasi Biaya Alat Muat Kobelco 380 dan Hitachi 350 Dengan Alat Angkut Scania P360 dan Mercedez Actroz 4043 Pada Pengupasan Overburden PT. Caritas Energi Indonesia Jobsite KBB, Sarolangun," *J. Bina Tambang*, vol. 3, no. 3, pp. 1091–1100, 2018.
[9] D. A. Istiqamah and M. Gusman, "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," *J. Bina Tambang*, vol. 5, no. 1, pp. 61–73, 2020.
[10] B. B. U. Putra, L. Utamakno, and E. Kusdarini, "ANALISIS OPTIMALISASI ALAT MUAT DAN ALAT ANGKUT UNTUK MENCAPAI TARGET PRODUKSI OVERBURDEN DI PIT 2A PT. FONTANA RESOURCES INDONESIA, KALIMANTAN TENGAH," *Semitan*, vol. 1, no. 1, 2019.
[11] F. Rahman, M. Abdullah, and R. Susanti, "Analisis Biaya Pengupasan Lapisan Tanah Penutup di PT. A, Desa Siuna, Kecamatan Pagimana, Kabupaten Baggai, Sulawesi Tengah," J. Pertamb. Indones., vol. 12, no. 2, pp. 123-135, 2020.
[12] S. Wijaya and I. Kurniawan, "Evaluasi Efisiensi Biaya Pengupasan Overburden di PT. A, Desa Siuna, Kecamatan Pagimana, Kabupaten Baggai, Sulawesi Tengah," J. Tek. Pertamb., vol. 8, no. 3, pp. 198-208, 2021.
[13] A. Ramadhan, D. Perdana, and M. Iqbal, "Pengaruh Faktor Geologi terhadap Biaya Pengupasan Overburden di PT. A, Desa Siuna, Kecamatan Pagimana, Kabupaten Baggai, Sulawesi Tengah," J. Geol. Min. Terapan, vol. 5, no. 1, pp. 45-55, 2019.

[14] B. Susilo, S. Santoso, and R. Yusuf, "Strategi Pengelolaan Biaya Pengupasan Overburden di PT. A, Desa Siuna, Kecamatan Pagimana, Kabupaten Baggai, Sulawesi Tengah," J. Manaj. Teknol. Ind., vol. 7, no. 2, pp. 87-96, 2018.
[15] D. Utama, W. Hasan, and A. Pratama, "Penerapan Teknologi Tepat Guna dalam Pengupasan Overburden di PT. A, Desa Siuna, Kecamatan Pagimana, Kabupaten Baggai, Sulawesi Tengah," J. Inov. Teknol. Pertamb., vol. 4, no. 2, pp. 76-87, 2017.
[16] Y. Megasukma, B. Adhitya, J. Wiratama, MI. Lagowa, Sartika, "Analisis Investasi Penggantian Alat Mekanis Dalam Kegiatan Pengupasan Lapisan Tanah Penutup" Jurnal Pertambangan Vol.5 No.2 Mei 2021