JOURNAL OF MINING INSIGHT
Vol. 4 No. 2, 2026
e-ISSN: 2988-5264; DOI: –
https://ejournal.insightpublisher.com/index.php/JMI

Estimasi Biaya Ore Getting Bijih Nikel Blok B Pit C PT Bintang Sinar Perkasa Morowali

Abdul Salam[1], Deniyatno[2], Muhammad Ilham Kadar [3]

[1]Program Studi Teknik Pertambangan, Fakultas Teknik, Universitas Palangka Raya, Palangka Raya, Indonesia

Info Artikel

Diajukan: 18 Juni 2026
Diterima: 10 November 2026
Diterbitkan: 10 November 2026

Keywords:
Excavator; dump truck; ore getting; cost estimation

Kata Kunci:
Alat gali muat; alat angkut; ore getting; estimasi biaya

Lisensi: cc-by-sa

ABSTRACT

PT Bintang Sinar Perkasa plans to mine Pit C in Block B, Morowali Regency, Central Sulawesi. The pit covers approximately 20.98 hectares and contains an estimated 502,366 tonnes of ore. This study determines excavation and hauling equipment requirements and estimates ore getting costs. A quantitative approach combined field observations and company data, including equipment cycle times, haul-road geometry, production targets, equipment specifications, rental rates, fuel, lubricants, tyres, and operator wages. Theoretical productivity and equipment requirements were calculated for a 13-month production schedule. The results indicate a requirement for one Sany SY215C excavator for digging and one Sany SY365Hpro excavator for loading throughout the schedule. Hauling requires 14 Sany SYZ324C-8W(R) dump trucks during months 1–12 and eight units in month 13. Estimated equipment rental costs are IDR 15,141,085,714, while operating costs are IDR 40,001,619,838, resulting in total ore getting costs of IDR 55,142,705,552. These theoretical estimates provide a planning basis and require comparison with actual operating performance during mining.

ABSTRAK

PT Bintang Sinar Perkasa merencanakan penambangan Pit C pada Blok B di Kabupaten Morowali, Sulawesi Tengah. Pit tersebut memiliki luas sekitar 20,98 hektare dengan estimasi tonase bijih 502.366 ton. Penelitian ini bertujuan menentukan kebutuhan alat gali muat dan alat angkut serta mengestimasi biaya kegiatan ore getting. Pendekatan kuantitatif dilakukan melalui observasi lapangan dan pengumpulan data perusahaan, meliputi waktu edar, geometri jalan angkut, target produksi, spesifikasi alat, tarif sewa, bahan bakar, pelumas, ban, serta upah operator. Produktivitas dan kebutuhan alat dihitung secara teoritis untuk jadwal produksi 13 bulan. Hasil penelitian menunjukkan kebutuhan satu Excavator Sany SY215C untuk penggalian dan satu Excavator Sany SY365Hpro untuk pemuatan selama periode tersebut. Pengangkutan memerlukan 14 Dump Truck Sany SYZ324C-8W(R) pada bulan ke-1 hingga ke-12 dan delapan unit pada bulan ke-13. Estimasi biaya sewa alat sebesar Rp15.141.085.714 dan biaya operasional sebesar Rp40.001.619.838, sehingga total biaya ore getting sebesar Rp55.142.705.552. Estimasi teoritis ini menjadi dasar perencanaan dan perlu dibandingkan dengan kinerja aktual saat penambangan berlangsung.

Corresponding Author:
Mohammad Sopian
Program Studi Teknik Pertambangan, Fakultas Teknik, Universitas Palangkaraya, Palangkaraya, Indonesia.
sopianmuhammad058@gmail.com

PENDAHULUAN

Perseroan Terbatas (PT) Bintang Sinar Perkasa merupakan salah satu perusahaan yang bergerak di bidang penambangan bijih nikel dan mulai beroperasi sejak tahun 2017 yang secara administrasi terletak di Kecamatan Sombori Kepulauan, Kabupaten Morowali, Provinsi Sulawesi Tengah. Dengan Luasan Izin Usaha Pertambangan (IUP) 1.881,6 hektar, kegiatan penambangan pada PT. Bintang Sinar Perkasa sendiri menggunakan metode tambang terbuka (open cast). Perusahaan ini memiliki 1 blok area penambangan yaitu Blok B.

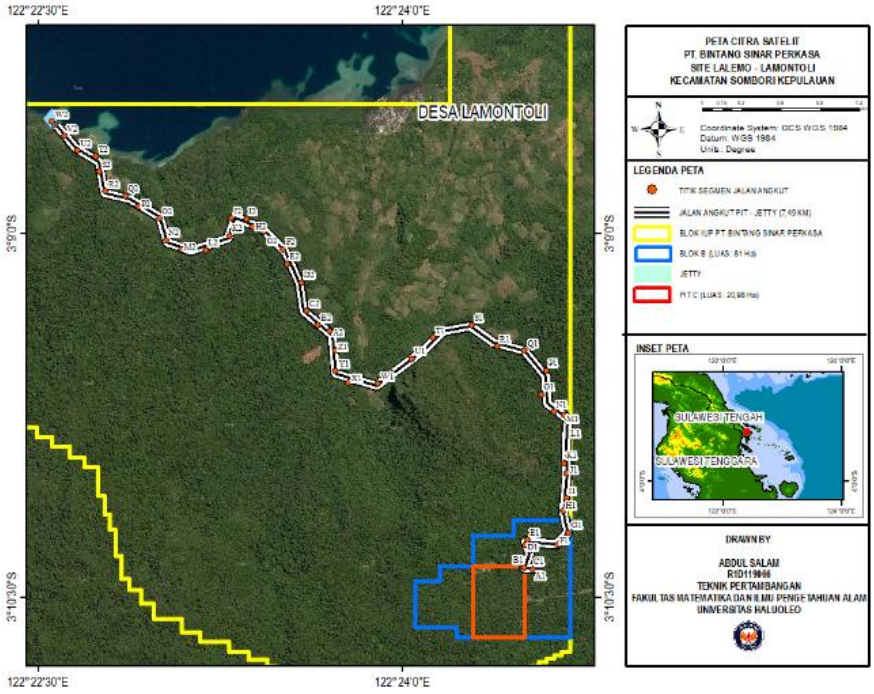
Estimasi biaya dilakukan untuk mengetahui jumlah atau besar biaya penambangan dari suatu Blok yang akan dibuka. Estimasi biaya ini merupakan bagian dari proses perencanaan tambang. Cakupan dari estimasi biaya penambangan ini terdiri dari biaya operasional *ore getting*.

Pada PT. Bintang Sinar Perkasa sendiri akan membuka pit baru yaitu pada pit C dengan luasan sebesar 20,98 Ha. Salah satu hal yang penting dalam penambangan bijih nikel adalah perencanaan biaya penambangan karena dengan adanya perencanaan dan perhitungan yang baik diharapkan dapat memperlancar operasi kegiatan penambangan serta meminimalkan biaya yang dikeluarkan untuk mencapai target produksi yang diinginkan. Sehubungan dengan permasalahan di atas peneliti tertarik untuk melakukan penelitian yang berjudul "Estimasi Biaya Ore Getting Penambangan Bijih Nikel pada Blok B Pit C PT. Bintang Sinar Perkasa Kabupaten Morowali".

METODE

Waktu dan Lokasi Penelitian

Penelitian telah dilaksanakan dalam jangka waktu ± 2 bulan di PT Bintang Sinar Perkasa.



Gambar 1. Peta Lokasi Penelitian

Secara administrasi PT Bintang Sinar Perkasa terletak di Desa Lalemo dan Desa Lamontoli, Kecamatan Sombori Kepulauan, Kabupaten Morowali, Provinsi Sulawesi Tengah. Lokasi ini dapat dicapai dengan mengendarasi motor maupun mobil dari kota Kendari ke arah utara melewati jalur poros lintas Sulawesi menuju Kecamatan Sombori Kepulauan Kabupaten Morowali selama ±7 jam. Peta lokasi penelitian dapat dilihat pada Gambar 1.

Jenis Penelitian

Jenis penelitian ini adalah jenis penelitian kuantitatif dengan metode observasi lapangan. Penelitian kuantitatif adalah penelitian yang melibatkan teori, desain, hipotesis dan menentukan subjek. Dalam pelaksanan penelitian ini telah dilakukan dengan pengumpulan data dan menganalisa data sebelum dilakukan penulisan kesimpulan.

Bahan dan Materi Penelitian

Data primer dan sekunder adalah bahan maupun materi penelitian yang digunakan. Data primer telah diperoleh langsung di lapangan atau di lokasi penelitian, dan data sekunder diperoleh dari data perusahaan PT. Bintang Sinar Perkasa.

Data primer

Data primer meliputi waktu edar alat gali muat, yaitu waktu menggali, ayunan bermuatan, penumpahan, dan ayunan kosong, serta waktu edar alat angkut yang meliputi pemuatan, pengangkutan bermuatan, penumpahan, dan perjalanan kembali kosong.

Data sekunder

Data yang dikumpulkan selama aktivitas penelitian dari sumber yang sudah ada disebut sebagai data sekunder. Data sekunder dikumpulkan dari literatur ataupun sumber lain, seperti perusahaan PT. Bintang Sinar Perkasa. Data sekunder yang diperoleh dari penelitian ini meliputi: lokasi blok, elevasi dan jarak jalan angkut, data density material *ore*, target produksi bijih nikel, *roster* kerja Perusahaan, spesifikasi peralatan mekanis, nilai *bucket fill factor*, gaji operator, biaya sewa alat *Excavator* dan *Dump Truck*, harga bahan bakar, jumlah cadangan *ore*, harga pelumas, harga ban.

Instrumen Penelitian

Adapun instrumen penelitian dapat dilihat pada Tabel 1.

Tabel 1. Alat dan bahan beserta kegunaan

No	Alat dan Bahan	Kegunaan
1.	GPS	Sebagai alat untuk mengambil titik koordinat di lapangan
2.	*Stop-watch*	Sebagai alat untuk menghitung waktu kerja alat mekanis.
3.	*Microsoft Excel*	Sebagai alat dalam mengolah data dan membuat laporan

Prosedur Penelitian

Prosedur penelitian yang dilakukan pada penelitian ini yaitu sebagai berikut:

Studi literatur

Studi literatur adalah tahapan awal dalam memulai kegiatan penelitian mengenai pengumpulan sumber atau referensi dari berbagai sumber yang berhubungan dengan penelitian.

Observasi

Observasi telah dilakukan dengan cara melaksanakan pengamatan langsung di lapangan pada area operasi penambangan dan melakukan wawancara terhadap pegawai perusahaan. Hal ini dilakukan sebagai media perkenalan terhadap lingkungan kerja dan lokasi operasi penambangan PT. Bintang Sinar Perkasa dan dibutuhkan untuk mengetahui situasi serta kondisi daerah penelitian.

Pengolahan dan analisis data

Pada tahap ini dilakukan pengolahan dan analisis data yang telah dikumpulkan selama penelitian. Adapun tahapan prosesnya yaitu:

Pengolahan data meliputi penyusunan profil jalan angkut dari pit ke jetty, analisis kemiringan setiap segmen jalan dan total resistance, perhitungan rimpull serta waktu antrean alat angkut, perhitungan waktu edar dan produktivitas alat gali muat maupun alat angkut, serta penentuan kebutuhan alat dan biaya operasional berdasarkan target produksi.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Produktivitas Alat Gali Muat (Ore Getting)

Alat yang digunakan dalam kegiatan *ore digging* yaitu *Excavator* Sany Sy215c. Penentuan produktivitas alat gali-muat dapat dihitung dengan menggunakan persamaan berikut:

$q = q_1 \times K$

$q = 0{,}93\ m^3 \times 1{,}1$

$q = 1{,}02\ m^3$

$Q = q \times \frac{3600}{cm} \times E$

$Q = 1{,}02\ m^3 \times \frac{3600}{17{,}84} \times \frac{1}{jam} \times \frac{(0{,}75+0{,}83+0{,}85)}{3} \times 1{,}5\ \frac{ton}{m^3}$

Q = 250,76 ton/jam

Alat yang digunakan dalam kegiatan *ore loading* yaitu *Excavator* Sany Sy365Hpro. Penentuan produktivitas alat gali-muat dapat dihitung dengan menggunakan persamaan berikut:

$q = q_1 \times K$

$q = 1{,}6\ m^3 \times 1{,}1$

$q = 1{,}76\ m^3$

$Q = q \times \frac{3600}{cm} \times E$

$Q = 1{,}76\ m^3 \times \frac{3600}{21{,}29} \times \frac{1}{jam} \times \frac{(0{,}75+0{,}83+0{,}85)}{3} \times 1{,}5\ \frac{ton}{m^3}$

Q = 361,58 ton/jam

Produktivitas Alat Angkut (Ore Getting)

Alat angkut yang digunakan dalam pengangkutan *ore* dari *pit* ke *jetty* maupun sebaliknya yaitu *Dump Truck* Sany SYZ324C-8W(R).

1. Profil jalan hauling

Jalan angkut pada blok B pit C dari pit ke jetty memiliki jarak sejauh 7.492 meter yang terbagi menjadi empat puluh delapan segmen dengan elevasi tertinggi 340 meter di atas permukaan laut dan elevasi terendah yaitu 3 meter di atas permukaan laut. Jalan angkut dari pit ke jetty memiliki kemiringan yang berbeda di setiap segmen. Kemiringan jalan (grade) dapat ditentukan yang dapat dilihat pada Tabel 2.

Tabel 2. Kemiringan Jalan dari Pit ke Jetty (Sumber: Hasil Penelitian)

Segmen	Panjang Segmen (m)	Elevasi		Beda Tinggi (m)	Panjang Segmen Horizontal (m)	*Grade* (%)
		Awal (m)	Akhir (m)			
A_1-B_1	67,81	340	340	0	67,81	0
B_1-C_1	136,11	340	324	-16	135,17	-11,75
C_1-D_1	63,19	324	317	-7	62,8	-11,08
D_1-E_1	40,46	317	313	-4	40,26	-9,89
E_1-F_1	231,61	313	286	-27	230,03	-11,66
F_1-G_1	129,67	286	271	-15	128,8	-11,57
G_1-H_1	171,84	271	251	-20	170,67	-11,64
H_1-I_1	99,51	251	240	-11	98,9	-11,05
I_1-J_1	189,09	240	220	-20	188,03	-10,58
J_1-K_1	84,26	220	226	6	84,05	7,12
K_1-L_1	314,3	226	213	-13	314,03	-4,14
L_1-M_1	61,58	213	219	6	61,29	9,74
M_1-N_1	83,56	219	226	7	83,27	8,38
N_1-O_1	189,57	226	248	22	188,29	11,61
O_1-P_1	185,6	248	236	-12	185,21	-6,47

Segmen	Panjang Segmen (m)	Elevasi		Beda Tinggi (m)	Panjang Segmen Horizontal (m)	*Grade* (%)
		Awal (m)	Akhir (m)			
P_1-Q_1	224,79	236	211	-25	223,4	-11,12
Q_1-R_1	215,76	211	186	-25	214,31	-11,59
R_1-S_1	251,7	186	160	-26	250,35	-10,33
S_1-T_1	312,77	160	156	-4	312,74	-1,28
T_1-U_1	225,07	156	179	23	223,89	10,22
U_1-V_1	188,64	179	196	17	187,87	9,01
V_1-W_1	136,71	196	211	15	135,88	10,97
W_1-X_1	225,99	211	184	-27	224,37	-11,95
X_1-Y_1	132,39	184	169	-15	131,54	-11,33
Y_1-Z_1	157,87	169	158	-11	157,49	-6,97
Z_1-A_2	130,7	158	143	-15	129,84	-11,48
A_2-B_2	101,17	143	131	-12	100,46	-11,86
B_2-C_2	141,74	131	118	-13	141,14	-9,17
C_2-D_2	221,38	118	92	-26	219,85	-11,74
D_2-E_2	178,1	92	81	-11	177,76	-6,18
E_2-F_2	115,36	81	68	-13	114,63	-11,27
F_2-G_2	199,4	68	46	-22	198,18	-11,03
G_2-H_2	95,54	46	35	-11	94,9	-11,51
H_2-I_2	75,91	35	27	-8	75,49	-10,54
I_2-J_2	115,45	27	27	0	115,45	0
J_2-K_2	132,88	27	42	15	132,03	11,29
K_2-L_2	215,72	42	67	25	214,27	11,59
L_2-M_2	187,12	67	88	21	185,94	11,22
M_2-N_2	136,15	88	83	-5	136,06	-3,67
N_2-O_2	172,16	83	69	-14	171,59	-8,13
O_2-P_2	185,8	69	50	-19	184,83	-10,23
P_2-Q_2	128,82	50	35	-15	127,94	-11,64
Q_2-R_2	157,01	35	49	14	156,38	8,92
R_2-S_2	155,01	49	42	-7	154,85	-4,52
S_2-T_2	121,36	42	30	-12	120,77	-9,89
T_2-U_2	148,05	30	37	7	147,88	4,73
U_2-V_2	149,82	37	20	-17	148,85	-11,35
V_2-W_2	143,47	20	3	-17	142,46	-11,85

a. *Rolling resistance* (RR), *grade resistance* (GR) dan *total resistance* (TR)

Dengan mengetahui nilai dari rolling resistance dan grade resistance maka total resistance diketahui yang dapat dilihat pada Tabel 3.

Tabel 3. RR dan TR Setiap Segmen Jalan dari Pit ke Jetty (Sumber: Hasil Penelitian)

Segmen	*Grade Resistance* (GR)	*Rolling Resistance* (RR)	*Total Resistance* (TR)
A_1-B_1	0	300	300
B_1-C_1	-235	300	65
C_1-D_1	-221,6	300	78,4

Segmen	*Grade Resistance* (GR)	*Rolling Resistance* (RR)	*Total Resistance* (TR)
D_1-E_1	-197,8	300	102,2
E_1-F_1	-233,2	300	66,8
F_1-G_1	-231,4	300	68,6
G_1-H_1	-232,8	300	67,2
H_1-I_1	-221	300	79
I_1-J_1	-211,6	300	88,4
J_1-K_1	142,4	300	442,4
K_1-L_1	-82,8	300	217,2
L_1-M_1	194,8	300	494,8
M_1-N_1	167,6	300	467,6
N_1-O_1	232,2	300	532,2
O_1-P_1	-129,4	300	170,6
P_1-Q_1	-222,4	300	77,6
Q_1-R_1	-231,8	300	68,2
R_1-S_1	-206,6	300	93,4
S_1-T_1	-25,6	300	274,4
T_1-U_1	204,4	300	504,4
U_1-V_1	180,2	300	480,2
V_1-W_1	219,4	300	519,4
W_1-X_1	-239	300	61
X_1-Y_1	-226,6	300	73,4
Y_1-Z_1	-139,4	300	160,6
Z_1-A_2	-229,6	300	70,4
A_2-B_2	-237,2	300	62,8
B_2-C_2	-183,4	300	116,6
C_2-D_2	-234,8	300	65,2
D_2-E_2	-123,6	300	176,4
E_2-F_2	-225,4	300	74,6
F_2-G_2	-220,6	300	79,4
G_2-H_2	-230,2	300	69,8
H_2-I_2	-210,8	300	89,2
I_2-J_2	0	300	300
J_2-K_2	225,8	300	525,8
K_2-L_2	231,8	300	531,8
L_2-M_2	224,4	300	524,4
M_2-N_2	-73,4	300	226,6
N_2-O_2	-162,6	300	137,4
O_2-P_2	-204,6	300	95,4
P_2-Q_2	-232,8	300	67,2
Q_2-R_2	178,4	300	478,4
R_2-S_2	-90,4	300	209,6
S_2-T_2	-197,8	300	102,2
T_2-U_2	94,6	300	394,6

Segmen	*Grade Resistance* (GR)	*Rolling Resistance* (RR)	*Total Resistance* (TR)
U_2-V_2	-227	300	73
V_2-W_2	-237	300	63

Nilai rolling resistance didapatkan berdasarkan kondisi jalan, dimana kondisi jalannya yaitu tidak terawat sama sekali, lembek, becek, rusak parah maka nilainya yaitu 15% atau 300 lb/ton. Total resistance terbesar pada Tabel 3 dapat dilihat pada segmen jalan N1-O1 yaitu 532,2 lb/ton merupakan jalan mendaki dan terendah pada segmen W1-X1 yaitu 61 lb/ton dimana pada segmen jalan ini merupakan jalan menurun.

b. Tenaga yang dibutuhkan

Tenaga yang dibutuhkan setiap segmen jalan dari pit ke jetty didapatkan dari hasil perkalian total resistance dengan berat kendaraan bermuatan. Tenaga yang dibutuhkan di setiap segmen jalan dapat dilihat pada Tabel 4.

Tabel 4. Tenaga yang Dibutuhkan dari Pit ke Jetty (Sumber: Hasil Penelitian)

Segmen	*Total Resistance* (lb/US ton)	GMW (US ton)	Tenaga yang Dibutuhkan (lb)
A_1-B_1	300	32,41	9.722,37
B_1-C_1	65	32,41	2.106,51
C_1-D_1	78,4	32,41	2.540,78
D_1-E_1	102,2	32,41	3.312,09
E_1-F_1	66,8	32,41	2.164,85
F_1-G_1	68,6	32,41	2.223,18
G_1-H_1	67,2	32,41	2.177,81
H_1-I_1	79	32,41	2.560,23
I_1-J_1	88,4	32,41	2.864,86
J_1-K_1	442,4	32,41	14.337,26
K_1-L_1	217,2	32,41	7.039,00
L_1-M_1	494,8	32,41	16.035,44
M_1-N_1	467,6	32,41	15.153,94
N_1-O_1	532,2	32,41	17.247,49
O_1-P_1	170,6	32,41	5.528,79
P_1-Q_1	77,6	32,41	2.514,85
Q_1-R_1	68,2	32,41	2.210,22
R_1-S_1	93,4	32,41	3.026,90
S_1-T_1	274,4	32,41	8.892,73
T_1-U_1	504,4	32,41	16.346,55
U_1-V_1	480,2	32,41	15.562,28
V_1-W_1	519,4	32,41	16.832,67
W_1-X_1	61	32,41	1.976,88
X_1-Y_1	73,4	32,41	2.378,74
Y_1-Z_1	160,6	32,41	5.204,71
Z_1-A_2	70,4	32,41	2.281,52
A_2-B_2	62,8	32,41	2.035,22
B_2-C_2	116,6	32,41	3.778,76
C_2-D_2	65,2	32,41	2.113,00
D_2-E_2	176,4	32,41	5.716,76

Segmen	*Total Resistance* (lb/US ton)	GMW (US ton)	Tenaga yang Dibutuhkan (lb)
E_2-F_2	74,6	32,41	2.417,63
F_2-G_2	79,4	32,41	2.573,19
G_2-H_2	69,8	32,41	2.262,07
H_2-I_2	89,2	32,41	2.890,79
I_2-J_2	300	32,41	9.722,37
J_2-K_2	525,8	32,41	17.040,08
K_2-L_2	531,8	32,41	17.234,53
L_2-M_2	524,4	32,41	16.994,71
M_2-N_2	226,6	32,41	7.343,63
N_2-O_2	137,4	32,41	4.452,85
O_2-P_2	95,4	32,41	3.091,71
P_2-Q_2	67,2	32,41	2.177,81
Q_2-R_2	478,4	32,41	15.503,95
R_2-S_2	209,6	32,41	6.792,70
S_2-T_2	102,2	32,41	3.312,09
T_2-U_2	394,6	32,41	12.788,16
U_2-V_2	73	32,41	2.365,78
V_2-W_2	63	32,41	2.041,70

c. Rimpull

Perhitungan kekuatan tarik yang dapat diberikan oleh mesin atau sering disebut rimpull. Efisiensi mesin yang berdasarkan rekomendasi SAE (Society of Automative Engineers) yaitu 85%. Daya mesin yang digunakan yaitu 286,00 HP, nilai tersebut digunakan berdasarkan spesifikasi alat angkut. Nilai rimpull dan kecepatan alat angkut dapat dilihat pada Tabel 5 berikut.

Tabel 5. Rimpull yang Tersedia (Sumber: Hasil Penelitian)

Gear	*Transmission Ratio*	*Rimpull* (lb)	Efisensi-E (%)	Daya-HP	Kecepatan-V (mph)	Kecepatan-V (km/jam)
1	15,527	24.010,48	0,85	286,00	3,80	6,11
2	12,216	18.890,45	0,85	286,00	4,83	7,76
3	9,386	14.514,22	0,85	286,00	6,28	10,11
4	7,330	11.334,89	0,85	286,00	8,04	12,94
5	5,726	8.854,51	0,85	286,00	10,30	16,57
6	4,462	6.899,90	0,85	286,00	13,21	21,26
7	3,480	5.381,37	0,85	286,00	16,94	27,26
8	2,738	4.233,96	0,85	286,00	21,53	34,64
9	2,104	3.253,56	0,85	286,00	28,02	45,08
10	1,643	2.540,68	0,85	286,00	35,88	57,73
11	1,283	1.983,99	0,85	286,00	45,95	73,93
12	1,000	1.546,37	0,85	286,00	58,95	94,85

d. Waktu hauling

Berdasarkan tenaga yang dibutuhkan pada Tabel 4 pada segmen jalan A1-B1 sebesar 9.722,37 lb, maka untuk mengatasi hambatan tersebut alat angkut harus menggunakan gear 4, dimana pada gear ini memiliki rimpull yang tersedia yaitu 11.334,89 lb dengan kecepatan alat angkut yaitu 8,04 mph atau

12,94 km/jam. Waktu yang dibutuhkan alat angkut untuk setiap segmen jalan disajikan pada Tabel 6 dan Tabel 7 berikut.

Tabel 6. Waktu Hauling Bermuatan (Sumber: Hasil Penelitian)

Segmen	Tenaga yang Dapat Digunakan (lb)	Kecepatan-V (mph)	Kecepatan-V (km/jam)	Kecepatan-V (m/detik)	Waktu per segmen (detik)
A_1-B_1	11.334,89	8,04	12,94	3,60	18,86
B_1-C_1	2.540,68	35,88	57,74	16,04	8,49
C_1-D_1	3.253,56	28,02	45,09	12,53	5,04
D_1-E_1	4.233,96	21,53	34,65	9,63	4,20
E_1-F_1	2.540,68	35,88	57,74	16,04	14,44
F_1-G_1	2.540,68	35,88	57,74	16,04	8,08
G_1-H_1	2.540,68	35,88	57,74	16,04	10,71
H_1-I_1	3.253,56	28,02	45,09	12,53	7,94
I_1-J_1	3.253,56	28,02	45,09	12,53	15,10
J_1-K_1	14.514,22	6,28	10,11	2,81	30,01
K_1-L_1	8.854,51	10,30	16,57	4,60	68,29
L_1-M_1	18.890,45	4,83	7,77	2,16	28,54
M_1-N_1	18.890,45	4,83	7,77	2,16	38,73
N_1-O_1	18.890,45	4,83	7,77	2,16	87,87
O_1-P_1	5.381,37	16,94	27,26	7,57	24,51
P_1-Q_1	3.253,56	28,02	45,09	12,53	17,95
Q_1-R_1	2.540,68	35,88	57,74	16,04	13,45
R_1-S_1	3.253,56	28,02	45,09	12,53	20,09
S_1-T_1	11.334,89	8,04	12,94	3,60	86,99
T_1-U_1	18.890,45	4,83	7,77	2,16	104,33
U_1-V_1	18.890,45	4,83	7,77	2,16	87,44
V_1-W_1	18.890,45	4,83	7,77	2,16	63,37
W_1-X_1	2.540,68	35,88	57,74	16,04	14,09
X_1-Y_1	2.540,68	35,88	57,74	16,04	8,25
Y_1-Z_1	5.381,37	16,94	27,26	7,57	20,85
Z_1-A_2	2.540,68	35,88	57,74	16,04	8,15
A_2-B_2	2.540,68	35,88	57,74	16,04	6,31
B_2-C_2	4.233,96	21,53	34,65	9,63	14,73
C_2-D_2	2.540,68	35,88	57,74	16,04	13,80
D_2-E_2	6.899,90	13,21	21,26	5,91	30,15
E_2-F_2	2.540,68	35,88	57,74	16,04	7,19
F_2-G_2	3.253,56	28,02	45,09	12,53	15,92
G_2-H_2	2.540,68	35,88	57,74	16,04	5,96
H_2-I_2	3.253,56	28,02	45,09	12,53	6,06
I_2-J_2	11.334,89	8,04	12,94	3,60	32,11
J_2-K_2	18.890,45	4,83	7,77	2,16	61,59
K_2-L_2	18.890,45	4,83	7,77	2,16	99,99
L_2-M_2	18.890,45	4,83	7,77	2,16	86,74
M_2-N_2	8.854,51	10,30	16,57	4,60	29,58

Segmen	Tenaga yang Dapat Digunakan (lb)	Kecepatan-V (mph)	Kecepatan-V (km/jam)	Kecepatan-V (m/detik)	Waktu per segmen (detik)
N_2-O_2	5.381,37	16,94	27,26	7,57	22,73
O_2-P_2	3.253,56	28,02	45,09	12,53	14,83
P_2-Q_2	2.540,68	35,88	57,74	16,04	8,03
Q_2-R_2	18.890,45	4,83	7,77	2,16	72,78
R_2-S_2	6.899,90	13,21	21,26	5,91	26,24
S_2-T_2	4.233,96	21,53	34,65	9,63	12,61
T_2-U_2	14.514,22	6,28	10,11	2,81	52,73
U_2-V_2	2.540,68	35,88	57,74	16,04	9,34
V_2-W_2	2.540,68	35,88	57,74	16,04	8,94
Total Waktu Tempuh (detik)					**1.454,18**
Total Waktu Tempuh (menit)					**24,24**

Tabel 7. Waktu Return Kosong (Sumber: Hasil Penelitian)

Segmen	Tenaga yang Dapat Digunakan (lb)	Kecepatan-V (mph)	Kecepatan-V (km/jam)	Kecepatan-V (m/detik)	Waktu per segmen (detik)
W_2-V_2	11.334,89	8,04	12,94	3,60	39,90
V_2-U_2	11.334,89	8,04	12,94	3,60	41,67
U_2-T_2	4.233,96	21,53	34,65	9,63	15,38
T_2-S_2	11.334,89	8,04	12,94	3,60	33,75
S_2-R_2	8.854,51	10,30	16,57	4,60	33,68
R_2-Q_2	2.540,68	35,88	57,74	16,04	9,79
Q_2-P_2	11.334,89	8,04	12,94	3,60	35,83
P_2-O_2	11.334,89	8,04	12,94	3,60	51,68
O_2-N_2	8.854,51	10,30	16,57	4,60	37,41
N_2-M_2	6.899,90	13,21	21,26	5,91	23,05
M_2-L_2	2.540,68	35,88	57,74	16,04	11,67
L_2-K_2	2.540,68	35,88	57,74	16,04	13,45
K_2-J_2	2.540,68	35,88	57,74	16,04	8,28
J_2-I_2	5.381,37	16,94	27,26	7,57	15,25
I_2-H_2	11.334,89	8,04	12,94	3,60	21,11
H_2-G_2	11.334,89	8,04	12,94	3,60	26,57
G_2-F_2	11.334,89	8,04	12,94	3,60	55,46
F_2-E_2	11.334,89	8,04	12,94	3,60	32,09
E_2-D_2	8.854,51	10,30	16,57	4,60	38,70
D_2-C_2	11.334,89	8,04	12,94	3,60	61,57
C_2-B_2	8.854,51	10,30	16,57	4,60	30,80
B_2-A_2	11.334,89	8,04	12,94	3,60	28,14
A_2-Z_1	11.334,89	8,04	12,94	3,60	36,35
Z_1-Y_1	8.854,51	10,30	16,57	4,60	34,30
Y_1-X_1	11.334,89	8,04	12,94	3,60	36,82
X_1-W_1	11.334,89	8,04	12,94	3,60	62,86
W_1-V_1	2.540,68	35,88	57,74	16,04	8,52
V_1-U_1	2.540,68	35,88	57,74	16,04	11,76

Segmen	Tenaga yang Dapat Digunakan (lb)	Kecepatan-V (mph)	Kecepatan-V (km/jam)	Kecepatan-V (m/detik)	Waktu per segmen (detik)
U_1-T_1	2.540,68	35,88	57,74	16,04	14,03
T_1-S_1	6.899,90	13,21	21,26	5,91	52,96
S_1-R_1	11.334,89	8,04	12,94	3,60	70,01
R_1-Q_1	11.334,89	8,04	12,94	3,60	60,01
Q_1-P_1	11.334,89	8,04	12,94	3,60	62,52
P_1-O_1	8.854,51	10,30	16,57	4,60	40,33
O_1-N_1	2.540,68	35,88	57,74	16,04	11,82
N_1-M_1	2.540,68	35,88	57,74	16,04	5,21
M_1-L_1	2.540,68	35,88	57,74	16,04	3,84
L_1-K_1	6.899,90	13,21	21,26	5,91	53,21
K_1-J_1	3.253,56	28,02	45,09	12,53	6,73
J_1-I_1	11.334,89	8,04	12,94	3,60	52,59
I_1-H_1	11.334,89	8,04	12,94	3,60	27,68
H_1-G_1	11.334,89	8,04	12,94	3,60	47,80
G_1-F_1	11.334,89	8,04	12,94	3,60	36,07
F_1-E_1	11.334,89	8,04	12,94	3,60	64,42
E_1-D_1	11.334,89	8,04	12,94	3,60	11,25
D_1-C_1	11.334,89	8,04	12,94	3,60	17,58
C_1-B_1	11.334,89	8,04	12,94	3,60	37,86
B_1-A_1	6.899,90	13,21	21,26	5,91	11,48
Total Waktu Tempuh (detik)					**1.543,23**
Total Waktu Tempuh (menit)					**25,72**

Total waktu yang dibutuhkan alat angkut dari *pit* ke *jetty* dalam keadaan bermuatan dengan jarak 7,49 kilo meter yaitu 1.454,18 detik atau sama dengan 24,24 menit. Sedangkan total waktu yang dibutuhkan alat angkut dari *jetty* ke *pit* dalam keadaan kosong dengan jarak yang sama yaitu 1.543,23 detik atau sama dengan 25,72 menit.

2. Produktivitas alat angkut dari pit ke jetty

Tabel 8. Komponen dalam Menentukan Produktivitas Alat Angkut

No	Komponen	Nilai
1	Jumlah pengisian (kali)	5
2	Kapasitas *bucket Excavator* (*Loading Ore*) (m^3)	1,60
3	Faktor Pengisian *bucket*	1,10
4	Efisiensi kerja (%)	0,75
5	Efisiensi alat	0,83
6	Efisiensi operator (%)	0,85
7	Waktu *loading* (menit)	1,77
8	Waktu *haling* berisi (menit)	24,24
9	Waktu tunggu *dumping* (menit)	1,23
10	Waktu *dumping* (menit)	0,58
11	Waktu *hauling* kosong (menit)	25,72
12	Waktu tunggu *loading* (menit)	0,09
13	Kapasitas bak *Dump Truck* (ton)	13,20

No	Komponen	Nilai
14	Densitas *ore* (ton/m^3)	1,50

Nilai produktivitas alat angkut pada kegiatan ore getting dapat ditentukan yaitu 11,96 ton/jam.

Kebutuhan Jumlah Alat Mekanis

Alat gali muat yang digunakan untuk *digging* dan *loading ore* yaitu *Excavator* Sany SY215c dan *Excavator* Sany SY365GHpro. Sedangkan untuk alat angkut yang digunakan yaitu *Dump Truck Sany* SYZ324C-8W(R).

Tabel 9. Kebutuhan Alat Gali Muat (Sumber: Hasil Penelitian)

No	Kegiatan	Jumlah Alat
1	*Digging ore Excavator* Sany Sy215c pada bulan ke-1 sampai bulan ke-13	1
2	*Loading ore Excavator* Sany Sy365Hpro pada bulan ke-1 sampai bulan ke-13	1

Tabel 10. Kebutuhan Alat Angkut (Sumber: Hasil Penelitian)

Bulan	Target Produksi		Produktivitas Alat Angkut (ton/jam)	Jumlah Alat		
	Ore (ton/bulan)	*Ore* (ton/jam)				
1	40.000	158,19	11,96	13,23	≈	14
2	40.000	158,19	11,96	13,23	≈	14
3	40.000	158,19	11,96	13,23	≈	14
4	40.000	158,19	11,96	13,23	≈	14
5	40.000	158,19	11,96	13,23	≈	14
6	40.000	158,19	11,96	13,23	≈	14
7	40.000	158,19	11,96	13,23	≈	14
8	40.000	158,19	11,96	13,23	≈	14
9	40.000	158,19	11,96	13,23	≈	14
10	40.000	158,19	11,96	13,23	≈	14
11	40.000	158,19	11,96	13,23	≈	14
12	40.000	158,19	11,96	13,23	≈	14
13	22.366	88,45	11,96	7,39	≈	8

Biaya

1. Biaya sewa

Alat mekanis yang disewa oleh PT. Bintang Sinar Perkasa memiliki harga yang berbeda-beda, tergantung dari jenis dan tipe alat yang disewa. Biaya sewa alat mekanis dihitung berdasarkan penggunaan per jam. Biaya sewa alat gali muat dan alat angkut yang digunakan dapat ditentukan pada Tabel 11 berikut.

Tabel 11. Biaya Sewa Alat Gali Muat dan Alat Angkut (Sumber: Hasil Penelitian)

Kegiatan	Jumlah alat (unit)	Harga sewa alat/jam (Rp)	Jam kerja (jam/ bulan)	Total biaya sewa (Rp.)
Digging ore Excavator Sy125c bulan ke-1 sampai bulan ke-13	1	Rp340.000	252,86	Rp1.117.628.571,43
Loading ore Excavator Sy365Hpro bulan ke-1 sampai bulan ke-13	1	Rp340.000	252,86	Rp1.117.628.571,43
Hauling ore bulan ke-1 sampai DT Sany SYZ324C-8W(R) bulan ke-12	14	Rp290.000	252,86	Rp12.319.200.000,00
Hauling ore DT Sany SYZ324C-8W(R) bulan ke-13	8	Rp290.000	252,86	Rp586.628.571,43

Kegiatan	Jumlah alat (unit)	Harga sewa alat/jam (Rp)	Jam kerja (jam/ bulan)	Total biaya sewa (Rp.)
Total biaya sewa alat (Rp)				**Rp15.141.085.714,29**

2. Biaya operasional

Dalam penentuan komponen-komponen biaya operasional alat untuk kegiatan penambangan, telah disepakati terkait sistem pembayarannya antara pihak perusahaan yakni PT. Bintang Sinar Perkasa dengan kontraktor alat dalam kegiatan penambangan berdasarkan penggunaan alat per jamnya dimana biaya tersebut adalah biaya pemakaian *fuel* dan upah operator.

Tabel 12. Biaya Operasional Alat Gali Muat dan Alat Angkut (Sumber: Hasil Penelitian)

Item			Ore (*Pit - Jetty*)
BBM	*Dump Truck*		Rp28.788.856.153
	Excavator		Rp3.290.366.282
Pelumas	Oli mesin	*Dump Truck*	Rp1.341.706.356
		Excavator	Rp179.305.802
	Oli hidrolik	*Dump Truck*	Rp1.545.672.362
		Excavator	Rp1.023.508.250
Pelumas	Oli transmisi	*Dump Truck*	Rp1.167.376.752
		Excavator	Rp137.193.346
Ban			Rp1.695.734.535,24
Upah operator	*Dump Truck*		Rp667.542.857,14
	Excavator		Rp164.357.142,86
Total biaya			**Rp55.142.705.552**

3. Total biaya

Total biaya yang dikeluarkan selama kegiatan penambangan pada Blok blok B pit C dapat dilihat pada Tabel 13 berikut.

Tabel 13. Total Biaya (Sumber: Hasil Penelitian)

Item	*Ore* (*Pit - Jetty*)
Total Biaya Sewa Alat Gali Muat dan Alat Angkut	Rp15.141.085.714
Total Biaya Operasional Alat Gali Muat dan Alat Angkut	Rp40.001.619.838
Total biaya	**Rp55.142.705.552**

Total biaya yang digunakan pada penambangan *ore* yaitu sebesar Rp55.142.705.552.

SIMPULAN

Jumlah alat gali muat untuk digging dan loading ore dari bulan pertama sampai bulan ketiga belas menggunakan 1 unit Excavator Sany Sy215c dan 1 unit Excavator Sany Sy365Hpro. Adapun alat angkut yang digunakan dari bulan pertama sampai bulan kedua belas sebanyak 14 unit Dump Truck Sany SYZ 324C-8W(R) serta bulan ketiga belas sebanyak 8 unit Dump Truck Sany SYZ 324C-8W(R). Biaya sewa alat Excavator Sany Sy215c, Excavator Sany Sy365Hpro dan Dump Sany SYZ 324C-8W(R) yaitu Rp15.141.085.714. Adapun biaya operasional Excavator Sany Sy215c, Excavator Sany Sy365Hpro dan Dump Sany SYZ 324C-8W(R) yaitu Rp40.001.619.838. Total biaya yang digunakan untuk kegiatan produksi ore getting yaitu Rp55.142.705.552.

Saran yang dapat diberikan dari hasil penelitian ini yaitu agar melakukan analisis pada saat melakukan penambangan karena dalam penelitian ini untuk menghitung produktivitas alat gali muat

dan alat angkut serta biaya dilakukan dengan cara teoritis maka perlu dilakukan perhitungan secara aktual untuk mendapatkan hasil yang lebih akurat.

REFERENSI

Ananda, N. N., & Anaperta, Y. M. (2019). Evaluasi efisiensi alat gali-muat terhadap produktivitas setelah delay shift change pada pembongkaran overburden bulan Februari 2019 di Pit AB RTS (Roto South) tambang batubara PT Bukit Makmur Mandiri Utama Jobsite PT Kideco Jaya Agung. *Jurnal Bina Tambang, 4*(4), 0–8.

Asmiani, N., Puspitasari, A., & Widodo, S. (2017). Biaya penambangan nikel pada PT Bintang Delapan Mineral Kabupaten Morowali Provinsi Sulawesi Tengah. *Jurnal Geomine, 5*(2).

Dania, P. (2014). *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 Cilalawi, Kecamatan Sukatani, Kabupaten Purwakarta, Provinsi Jawa Barat.* Universitas Islam Bandung.

Ercelebi, S. G., & Bascetin, A. (2009). Optimization of shovel-truck system for surface mining. *The Journal of the Southern African Institute of Mining and Metallurgy, 109*, 433–439.

Febrianti, D., & Zakia, Z. (2019). Analisis durasi dan perhitungan biaya penyusutan (depresiasi) alat berat excavator. *Jurnal Teknik Sipil, 8*(1), 69–78.

Febrianti, D., Zakia, & Mawardi, E. (2021). Analisis biaya operasional alat berat pada pekerjaan timbunan. *Journal of Civil Engineering, 10*(1), 33–49.

Franicha, F., Hidayat, S., & Iskandar, T. (2017). Mining equipment analysis to reach target production on overburden in Kutai Kertanegara East Borneo. *International Journal of Engineering Research and Applications, 7*(12), 36–44.

Hustrulid, M., Kuchta, R., & Martin. (2013). *Open pit mine planning & design.* CRC Press/Balkem.

Indonesia. (2020). *Undang-Undang Republik Indonesia Nomor 3 Tahun 2020.*

Indonesianto, Y. (2016). *Pemindahan tanah mekanis.* Sekolah Tinggi Teknologi Nasional Yogyakarta.

Jalil, K., & Raza, S. (2019). Cost estimation for bench drilling phase of diamond wire sawing technique for granite mining. *International Journal of Scientific and Research Publications, 9*(3), 455–464.

Kholil, A. (2014). *Alat berat.* PT Remaja Rosdakarya.

Komatsu. (2019). *Spesification & application handbook* (Edisi ke-32).

Kusrin. (2008). *Pemindahan tanah mekanis dan alat berat.* Semarang University Press.

Mohammadi, M., Rai, P., & Gupta, S. (2015). Performance measurement of mining equipment. *International Journal of Emerging Technology and Advanced Engineering, 5*(7), 240–248.

Mohutsiwa, M., & Musingwini, C. (2015). Parametric estimation of capital costs for establishing a coal mine: South Africa case study. *Journal of the Southern African Institute of Mining and Metallurgy, 115*(8), 789–797.

Mukiat, & Asof, M. (2023). *Analisis investasi tambang.* Awfa Smart Media.

Nunnally, S. W. (2007). *Construction methods and management.* Pearson Prentice Hall.

Peurifoy, R. L., Schexnayder, C. J., & Shapira, A. (2006). *Construction planning, equipment, and methods.* McGraw-Hill Higher Education.

Rostiyanti, S. F. (2008). *Alat berat untuk proyek konstruksi.* PT Rineka Cipta.

Subowo, G. (2011). Penambangan sistem terbuka ramah lingkungan dan upaya reklamasi pasca tambang untuk memperbaiki kualitas sumberdaya lahan dan hayati tanah. *Jurnal Sumberdaya Lahan.*

Suryawan, K. A. (2019). *Manajemen alat berat.* Deepublish.

Winarso, W. (2014). Pengaruh biaya operasional terhadap profitabilitas (ROA) PT Industri Telekomunikasi Indonesia (Persero). *Jurnal Ecodemica: Jurnal Ekonomi Manajemen dan Bisnis, 2*(2), 258–271.