

Estimasi Biaya *Disposal* PET 97 DP Menggunakan Metode *High and Low* di PT Vale Indonesia Tbk, Kabupaten Luwu Timur, Sulawesi Selatan

Muhammad Abdi Dzil Ikram¹, Aryanti Virtanti Anas*¹, Rizki Amalia¹

¹Departemen Teknik Pertambangan, Fakultas Teknik, Universitas Hasanuddin
Jl. Poros Malino km. 6 Bontomarannu, Gowa, Sulawesi Selatan, 92171

*Email: aryantiv@unhas.ac.id

DOI: 10.25042/jpe.052021.08

Abstrak

Area *disposal* merupakan sebuah lokasi pada tambang terbuka yang digunakan untuk menyimpan sementara tanah penutup maupun *waste rock* yang dihasilkan dari kegiatan pengupasan. Di PT Vale Indonesia terdapat tiga tipe *disposal* yang digunakan, yaitu *induced flow*, *semi-induced flow*, dan *finger flow*. Penelitian dilakukan pada *disposal* PET 97 DP yang termasuk tipe *semi-induced flow*. *Disposal* ini dikerjakan menggunakan dua unit *dozer* CAT D8R sebagai alat utama dan material sipil untuk meningkatkan stabilitas *disposal*. *Disposal* PET 97 DP memiliki empat *dumping point* dengan kapasitas 919.484,363 ton sehingga total kebutuhan material sipil 321.819,527 ton. Estimasi biaya produksi material sipil dilakukan menggunakan metode *high and low* dan menghasilkan total biaya sebesar \$1.186.777,53. *Disposal* PET 97 DP diperkirakan dapat digunakan hingga 12 minggu dengan target produksi 75.000 ton/minggu. Total biaya yang dibutuhkan dalam pengoperasian *disposal* PET 97 DP diperkirakan mencapai \$1.450.513,50.

Abstract

Cost Estimation of Disposal PET 97 DP at PT Vale Indonesia Tbk, East Luwu Regency, South Sulawesi. Disposal area is a location in an open pit mine that were used to temporarily keep waste rock or overburden that were produced during the stripping process. In PT Vale Indonesia, Tbk there were three types of disposal that were used, those are induced flow, semi-induced flow, and finger flow. This research was done at PET 97 DP disposal with the type of the disposal being semi-induced flow. This disposal was done using two units of CAT D8R dozers as the main equipment and civil material as the petrification materials to increase the stability of the disposal. PET 97 DP disposal has four dumping points and capacity of 919.484,363 ton so that the needs of 321.819,527 ton of civil materials. Civil material production cost was estimated using high-low method with the total cost was \$1.186.777,53. PET 97 DP disposal was expected to be used for 12 weeks with production target of 75.000 ton/week. The total operation cost that was needed for PET 97 DP disposal was estimated at \$1.450.513,50.

Kata Kunci: Dozer CAT D8R, material sipil, metode high-low, semi-induced flow, tanah penutup

1. Pendahuluan

Pertambangan merupakan sebuah kegiatan jangka panjang yang dilakukan dengan tujuan untuk mengambil mineral berharga termasuk mineral logam dari dalam bumi. Hampir semua bijih logam terletak di bawah lapisan tanah penutup (*overburden*) atau batuan (*waste rock*). Lapisan tersebut harus dikupas atau digali untuk menudahkan proses eksploitasi endapan bijih logam [1]. Tanah atau batuan penutup tersebut setelah dikupas diangkut ke lokasi penimbunan yang disebut *disposal*.

Disposal merupakan sebuah lokasi pada sebuah tambang terbuka yang digunakan untuk menyimpan sementara tanah penutup maupun *waste rock* yang dihasilkan selama proses

pengupasan [2]. *Disposal* terkadang dapat menjadi masalah pada proses penambangan antara lain karena perencanaan yang kurang sesuai dengan kondisi aktual di lapangan. Desain *disposal* dilakukan saat membuat desain tambang terbuka [3] dan perlu dilakukan secara matang agar target produksi dapat tercapai serta operasi pengerjaan aman dilakukan. Beberapa faktor yang perlu diperhatikan dalam mendesain *disposal* antara lain lokasi, kapasitas lahan yang akan digunakan, faktor keamanan dari lereng *disposal* [4], dan jumlah alat berat yang digunakan karena memengaruhi tingkat produksi serta lama penggunaan *disposal*.

Di PT Vale Indonesia (PTVI) terdapat tiga tipe *disposal* yang digunakan sebagai tempat penyimpanan tanah penutup, yaitu *induced flow*,



semi-induced flow, dan *finger flow* [2]. *Disposal* PET 97 DP termasuk tipe *semi-induced flow* yang dikerjakan menggunakan dua unit alat dorong (*dozer*) CAT D8R sebagai alat utama. Untuk meningkatkan stabilitas *disposal* digunakan material sipil yang terdiri dari material *slag*, *reject*, dan material kuari. Biaya yang digunakan untuk memproduksi material sipil bervariasi setiap bulan sehingga memengaruhi biaya *disposal*. Biaya *disposal* tipe *semi-induced flow* di PTVI seperti Watulabu 16C DP adalah \$51,841.49 dan Nickel Hill 15 DP sebesar \$138,061.15 [5].

Biaya *disposal* terdiri dari biaya penggunaan alat berat dan biaya produksi material sipil. Perhitungan biaya *disposal* di perusahaan umumnya menggunakan metode aritmatik. Selain metode aritmatik, terdapat metode lain yang juga dapat digunakan untuk menghitung biaya produksi seperti metode analisis akuntansi (AA), metode *high-low* (MHL) dan analisis regresi (AR) [6]. Salah satu metode yang paling sederhana untuk memisahkan biaya produksi menjadi biaya tetap dan biaya variabel adalah metode MHL. Metode ini mengidentifikasi tingkat aktivitas terendah dan tertinggi untuk jangka waktu tertentu [7]. Kelebihan metode ini adalah dapat digunakan pada data yang jumlahnya terbatas karena hanya memerlukan data pada titik tertinggi dan titik terendah dari data yang tersedia [8].

Oleh karena itu, penelitian ini mengestimasi biaya *disposal* PET 97 DP dimana perhitungan biaya produksi material sipil menggunakan metode *high-low*.

2. Metode Penelitian

Pada kegiatan penelitian ini dilakukan pengambilan data yang terdiri dari:

1. Data *dozer* CAT D8R; efisiensi kerja, waktu siklus, target produksi/minggu, dan biaya operasi dan biaya perbaikan.
2. Densitas material *disposal* sebesar 1,72 ton/m³.
3. Data topografi; untuk mendesain *disposal*.
4. Target produksi mingguan; rencana jumlah material yang akan ditimbun pada lokasi penelitian tiap minggu, yaitu 75.000 ton/minggu.
5. Data penggunaan material sipil sebagai bahan perkuatan sebesar 35%.

6. Biaya produksi material sipil bulan Januari-Juni 2019.

Keseluruhan data diolah untuk mendapatkan biaya *disposal* dengan langkah-langkah sebagai berikut:

1. Mendesain *disposal*
Desain *disposal* dibuat menggunakan *Maptek Vulcan 7.5* untuk menentukan volume dan tonase *disposal*.
2. Menghitung produktivitas *dozer*.
3. Menghitung umur pada *disposal* yang ditentukan dari jumlah tonase yang dapat ditampung oleh *disposal* tersebut dan kemampuan produksi *dozer*.
4. Mengestimasi jumlah *dozer* yang digunakan pada *disposal* berdasarkan target produksi dan produktivitas *dozer*.
5. Menghitung biaya *disposal* yang merupakan jumlah dari biaya produksi material sipil dan biaya *dozer*.

Estimasi biaya produksi material sipil didasarkan pada data historis bulan Januari-Juni 2019 menggunakan metode *high-low*. Estimasi biaya penggunaan *dozer* dilakukan berdasarkan tingkat produktivitas alat, umur *disposal*, target produksi tanah penutup dalam satu minggu, dan data historis biaya *dozer*.

3. Hasil Penelitian

3.1 Desain *Disposal* PET 97 DP

Disposal PET 97 DP didesain menggunakan aplikasi *Vulcan 9.1* berdasarkan data topografi tahun 2018 pada area bekas penambangan. Pada *disposal* terdapat empat *dumping point* yang masing-masing berada pada ketinggian 895m, 890m, 887m, dan 884m. Titik terendah berada pada ketinggian 845m sehingga beda tinggi mencapai 50m.

Volume *disposal* yang diperoleh dari hasil desain adalah 528.439,289 m³. Tingkat densitas tanah pada area *Petea* sebesar 1,72 ton/m³ sehingga total tonase *disposal* PET 97 DP sebesar 919.484,36 ton.

3.2 Produktivitas *Dozer*

Perhitungan produktivitas aktual *dozer* dilakukan untuk mengetahui tingkat produksi tanah penutup yang dihasilkan oleh satu unit *dozer* dalam satu jam. *Dozer* yang digunakan



adalah CAT D8R tipe *semi universal* (SU) dengan kapasitas *blade* sebesar 8,7 m³ [9]. Material pada *disposal* PET 97 DP berupa tanah dengan kandungan air yang cukup tinggi sehingga termasuk dalam kategori agak sukar digusur. Oleh karena itu *blade fill factor* yang digunakan sebesar 0,65 [10].

Efisiensi kerja *dozer* pada *disposal* PET 97 DP dihitung berdasarkan tingkat ketersediaan penggunaan (UA) menggunakan Persamaan 1[11] yang hasilnya dapat dilihat pada Tabel 1.

$$UA = \frac{W}{W+S} \quad (1)$$

dimana,

UA = Ketersediaan penggunaan

W = Jumlah waktu yang digunakan alat

untuk bekerja (Jam)
 S = Jumlah waktu yang tidak digunakan alat
 untuk bekerja (Jam)

Nilai rata-rata efisiensi kerja *dozer* selama pengamatan waktu siklus sebesar 0,55.

Produktivitas aktual dihitung menggunakan data waktu siklus aktual yang didapatkan melalui pengamatan aktivitas *dozer* pada selama lima hari. Data waktu siklus yang diperoleh terdiri dari rata-rata waktu maju, waktu mundur, dan waktu tetap (ganti *gear*) yang dibutuhkan *dozer* untuk melakukan pendorongan material secara maksimal dari batas *dumping* hingga ujung *crest*. Hasil pengamatan waktu siklus *dozer* ditunjukkan pada Tabel 2.

Tabel 1. Efisiensi kerja dozer berdasarkan pengamatan lapangan

Hari/Tanggal	Waktu Pengamatan (WITA)	Dozer	Efisiensi Kerja
Rabu/28 Mei 2019	8.43 - 12.00	DZ 4044	0,30
Jumat/31 Mei 2019	8.26 - 11.08	DZ 4040	0,72
Senin/10 Juni 2019	8.18 - 11.26	DZ 4063	0,33
Rabu/12 Juni 2019	8.49 - 12.08	DZ 4063	0,65
Kamis/13 Juni 2019	8.05 - 11.57	DZ 4063	0,69
Jumat/14 Juni 2019	8.16 - 10.55	DZ 4051	0,64
Rabu/3 Juli 2019	8.27 - 12.03	DZ 4062	0,53
Rata-Rata			0,55

Tabel 2. Hasil Pengamatan Waktu Siklus Dozer

Kegiatan	Maju	Mundur	Ganti gigi
Rata-rata (s)	31,686	19,381	6,000
Rata-rata (menit)	0,528	0,323	0,100

Total waktu siklus aktual adalah 0,951 menit, sehingga tingkat produktivitas satu unit *dozer* dengan densitas material sebesar 1,74 ton/m³ adalah 9,84 ton. Faktor kemiringan pada *disposal* PET 97 DP diasumsikan satu, sehingga dengan efisiensi kerja sebesar 0,55 diperoleh tingkat produktivitas *dozer* dalam satu jam mencapai 341.971 ton.

3.3 Umur *Disposal*

Perkiraan umur *disposal* PET 97 DP dilakukan berdasarkan kapasitas desain *disposal*

dan target produksi tanah penutup mingguan yang ditetapkan oleh *disposal engineer*. Target produksi mingguan yang ditetapkan untuk *disposal* PET 97 DP adalah 75.000 ton/minggu. Kapasitas *disposal* sebesar 919.484,36 ton, sehingga *disposal* PET 97 DP diestimasi dapat digunakan hingga 12 minggu.

3.4 Estimasi Jumlah *Dozer*

Jumlah *dozer* yang diperlukan dalam pengoperasian *disposal* ditentukan berdasarkan tingkat target produksi yang ditetapkan dalam satu minggu dan tingkat produktivitas *dozer*. Target produksi mingguan *disposal* PET 97 DP adalah 75.000 ton/minggu dengan produktivitas aktual *dozer* sebesar 341,971 ton/jam, sehingga diperoleh tingkat produktivitas *dozer* dalam satu minggu yang dapat dilihat pada Tabel 3.



Tabel 3. Produktivitas aktual dozer dalam satu minggu

Jumlah Dozer	Produktivitas			
	Jam	Shift (7 Jam)	Hari	Minggu
1	341,97 ton	2.393,80 ton	7.181,39 ton	50.269,74 ton
2	683,94 ton	4.787,59 ton	14.362,78 ton	100.539,47 ton

Produktivitas satu unit *dozer* dalam satu minggu sebesar 50.269,74 ton/minggu. Jumlah tersebut belum mampu mencapai target produksi mingguan (75.000 ton/minggu) sehingga perlu ditambahkan satu unit *dozer*. Jumlah *dozer* yang diperlukan agar target produksi tercapai adalah dua unit *dozer* dengan tingkat produktivitas aktual sebesar 100.539,47 ton/minggu.

3.5 Biaya Disposal

Perhitungan biaya dilakukan untuk mengetahui total biaya yang diperlukan dalam pengerjaan *disposal* PET 97 DP. Perhitungan biaya dibagi menjadi dua bagian yaitu perhitungan biaya produksi material sipil dan biaya penggunaan alat.

1. Biaya Produksi Material Sipil

Material sipil merupakan material pembatuan yang digunakan untuk pengerasan landasan area kerja *dozer* pada *dumping point* yang dalam proses produksinya membutuhkan biaya.

Data historis biaya produksi material sipil pada periode Januari–Juni 2019 sangat bervariasi sehingga perlu dilakukan analisis biaya untuk menentukan biaya tetap dan biaya variabel dengan metode *high-low*. Pada metode ini ditentukan tingkat aktivitas tertinggi dan terendah pada periode tertentu dan membaginya dengan perubahan biaya yang dihasilkan dari dua tingkat tersebut [12]–[14].

Tabel 4. Biaya produksi material sipil pada bulan Januari dan Juni 2019

Aktivitas	Januari 2019		Juni 2019	
	Biaya (\$)	Ton	Biaya (\$)	Ton
Pengangkutan	505.346	134.057	2.708.477	1.143.814
Pemuatan	74.648	134.057	620.346	1.143.814
Pengeboran dan Peledakan	21.735	134.057	185.558	1.143.814

Biaya produksi material sipil terdiri dari biaya pengangkutan, pemuatan, dan pengeboran dan peledakan. Tingkat produksi tertinggi berada pada bulan Juni untuk ketiga aktivitas tersebut sebesar 1.143.814 ton dan tingkat produksi terendah berada pada bulan Januari sebesar 134.057 ton. Biaya produksi material sipil pada bulan Januari dan Juni 2019 dapat dilihat pada Tabel 4.

Data pada Tabel 4 digunakan untuk menghitung biaya variabel menggunakan Persamaan 2 [13]:

$$\text{Biaya variabel (b)} = \frac{y_2 - y_1}{x_2 - x_1} \tag{2}$$

dimana,

y_2 = total biaya pada tingkat aktivitas tertinggi

y_1 = total biaya pada tingkat aktivitas terendah

x_2 = jumlah produksi pada tingkat aktivitas tertinggi

x_1 = jumlah produksi pada tingkat aktivitas terendah

Setelah mengetahui jumlah biaya variabel, maka biaya tetap dapat dihitung dengan mengurangi biaya variabel dari total biaya produksi [7] berdasarkan data historis yang tersedia dalam jangka waktu tertentu [15]. Hasil perhitungan biaya variabel dan biaya tetap material sipil dapat dilihat pada Tabel 5.



Tabel 5. Biaya variabel dan biaya tetap dengan metode *high-low*

Aktivitas	Biaya Variabel (\$/Ton)	Biaya Tetap pada Aktivitas Tertinggi (\$)	Biaya Tetap pada Aktivitas Terendah (\$)
Pengangkutan	2,18	212.855,02	212.855,02
Pemuatan	0,54	2.200,44	2.200,44
Pengeboran dan Peledakan	0,16	14,73	14,73

Berdasarkan data historis diketahui penggunaan material sipil pada *disposal* sebesar 35% dari total keseluruhan material dan sebanyak 65% berupa material tanah penutup (Tabel 6).

Pada Tabel 6 diketahui bahwa jumlah material sipil yang dibutuhkan yaitu 321.819,527 ton dari total kebutuhan seluruh material sebesar 919.484,363 ton.

Tabel 6. Penggunaan material sipil

Jenis	Persentase	Jumlah (ton)
Tanah penutup	65%	597.664,836
Material sipil	35%	321.819,527
Total Jumlah Material		919.484,363

Hasil perhitungan biaya produksi material sipil dapat dilihat pada Tabel 7.

Tabel 7. Total biaya produksi material sipil

Aktivitas	Biaya Variabel (\$/Ton)	Total Biaya Variabel (\$)	Biaya Tetap (\$)	Total Biaya (\$)
Pengangkutan	2,18	702.159,65	212.855,02	915.014,66
Pemuatan	0,54	173.919,36	2.200,44	176.119,80
Pengeboran dan peledakan	0,16	52.212,16	14,73	52.197,43
Total Biaya Produksi				1.143.331,89

Material sipil terbagi atas tiga jenis, yaitu material *slag*, *reject*, dan material kuari. Material *slag* merupakan limbah hasil pengolahan yang mengeras dan membentuk tekstur keras menyerupai batuan. Material kuari merupakan material batuan yang diambil secara khusus dari alam sehingga dalam penggunaannya dikenakan pajak. Pajak yang dikenakan sebesar Rp9.000/ton atau sekitar \$0,64/ton dengan kurs \$1 = Rp14.000. Sebanyak 21% dari total keseluruhan material sipil merupakan material kuari, yaitu 67.582,101 ton. Oleh karena itu, total pajak material kuari adalah \$43.445,64, sehingga total biaya yang dikeluarkan untuk penggunaan material sipil adalah \$1.186.777,53.

2. Biaya Alat

Jenis alat yang digunakan pada proses pengerjaan *disposal* adalah *dozer* CAT D8R dengan detail biaya per unit yang dapat dilihat pada Tabel 8.

Total biaya yang diperlukan untuk mengoperasikan satu unit *dozer* dalam satu jam adalah \$64,02, sehingga total biaya yang diperlukan untuk mengoperasikan satu unit *dozer* dalam satu hari sebesar \$1.536,69/hari. Jumlah

dozer yang digunakan diestimasi sebanyak dua unit dengan total waktu pengerjaan mencapai 12 minggu, sehingga total biaya yang diperlukan adalah \$263.735,97.

Tabel 8. Estimasi Biaya Dozer D8R

Aktivitas	Biaya/Jam
Biaya Operasi	\$28,66
Biaya Perbaikan	\$35,36
Total Biaya/jam	\$64,02

Biaya produksi material sipil diestimasi sebesar \$1.186.777,53 dan biaya penggunaan alat \$263.735,97, sehingga total biaya untuk pengerjaan *disposal* PET 97 DP adalah \$1.450.513,50.

3. Kesimpulan

Disposal PET 97 DP termasuk jenis *disposal semi-induced flow* dengan tonase sebesar 919.484,363 ton. *Disposal* diperkirakan dapat digunakan hingga 12 minggu dengan target produksi 75.000 ton/minggu. Proses pengerjaan *disposal* membutuhkan material sipil sebesar 321.819,527 ton dan dua unit *dozer* agar target



produksi tercapai. Total biaya yang dibutuhkan dalam pengerjaan *disposal* PET 97 DP diestimasi sebesar \$1.450.513,50.

Ucapan Terima Kasih

Penulis mengucapkan terima kasih kepada PT Vale Indonesia Tbk, serta seluruh pihak yang telah membantu dalam pelaksanaan kegiatan penelitian ini terutama pada proses pengambilan data.

Referensi

- [1] Z. Lua and M. Cai, "Disposal Methods on Solid Wastes From Mines In Transition From Open-Pit To Underground Mining," *Procedia Environ. Sci.*, vol. 16, pp. 715 – 721, 2012.
- [2] W. R. Mulyanti, Yuliadi, and Maryanto, "Analisa Teknis dan Ekonomis Strategi Short Distance Disposal West Block (Anoa South) Studi Kasus Oleh Section Short Term Planning, Departemen Mines and Exploration Di Pt. Vale Indonesia, Tbk. Kecamatan Nuha, Kabupaten Luwu Timur Propinsi Sulawesi Selatan," in *Pros. Tek. Pertamb.*, vol. 3, no. 1, 2017.
- [3] C. A. Ozturk, S. Ercelebi, I. E. Onsel, and M. Ozkan, "Open Pit Mine Waste Dump Area Design based on Stability Principles," in *International Mining Congress and Exhibition of Turkey (IMCET 2015)*, 2015.
- [4] A. Selyukov, V. Ermolaev, and I. Kostinez, "Efficiency of Low-Profile External Dumping at Open Pit Coal Mining in Kemerovo Region," *Second Int. Innov. Min. Symp.*, vol. 21, no. 01027, 2017.
- [5] D. Fajrin, A. V. Anas, R. Amalia, and A. H., "Perencanaan Disposal Semi Induced Flowdan Finger Flow di PT Vale Indonesia Tbk, KabupatenLuwu Timur, Provinsi Sulawesi Selatan," *J. Penelit. Enj.*, vol. 23, no. 2, pp. 170–176, 2019.
- [6] C. E. Stoenoiu and C. Cristea, "Comparative Analysis for Estimating Production Costs," *MATEC Web Conf.*, vol. 184, no. 04004, pp. 1–6, 2018.
- [7] L. M. Walther and C. J. Skousen, *Managerial and Cost Accounting*. Christopher J. Skousen & Ventus Publishing ApS., 2009.
- [8] N. R. Puti, "Analisis Perilaku Biaya pada Percetakan Total Print Pekanbaru," *Res. Account. J.*, vol. 1, no. 1, 2020.
- [9] Caterpillar, "D8R Track-Type Tractor," Amerika, 2009.
- [10] Komatsu, *Specifications and Application Handbook, Edition 27*. Japan, 2006.
- [11] R. Silalahi, Zaenal., and D. Guntoro, "Evaluasi Produktivitas Alat Angkut untuk Mengoptimalkan Controlling Muatan pada Kegiatan Penambangan Batugamping, di PT Semen Bosowa Maros, Desa Baruga, Kecamatan Bantimurung, Kabupaten Maros, Provinsi Sulawesi Selatan," *Pros. Tek. Pertamb.*, vol. 4, no. 2, 2018.
- [12] C. Drury, *Management and Cost Accounting 10th Edition*. United Kingdom: Cengage Learning EMEA, 2018.
- [13] I. O. Ajao, A. A. Abdullahi, and I. I. Raji, "Polynomial Regression Model of Making Cost Prediction In Mixed Cost Analysis," *Math. Theory Model.*, vol. 2, no. 2, pp. 14–23, 2012.
- [14] J. Woodroof, T. Ward, and B. Burg, "Should High-Low Go: An Analysis Using the Bootstrap," *Account. Educ. J.*, vol. XV, pp. 1–13, 2003.
- [15] W. Kenton, "High-Low Method Definition." <https://www.investopedia.com/terms/h/high-low-method.asp>.

