

# Perencanaan *Disposal Semi Induced Flow* dan *Finger Flow* di PT Vale Indonesia Tbk, Kabupaten Luwu Timur, Provinsi Sulawesi Selatan

Dzul Fajrin<sup>1\*</sup>, Aryanti Virtanti Anas<sup>1</sup>, Rizki Amalia<sup>1</sup>, Hasliana Alimuddin<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Departemen Teknik Pertambangan, Fakultas Teknik, Universitas Hasanuddin  
Jl. Poros Malino km.6, Bontomarannu, Kabupaten Gowa, Sulawesi Selatan 92171

<sup>2</sup>Short Term Planning Section, PT. Vale Indonesia Tbk  
Jl. D. Towuti No. 44, Sorowako, Kabupaten Luwu Timur, Sulawesi Selatan 92983

\*Email: dzulfajrin91@gmail.com

DOI: 10.25042/jpe.112019.11

## Abstrak

PT Vale Indonesia Tbk memiliki jumlah produksi bijih nikel yang cukup besar, yakni rata-rata 75.000 ton per tahun dan menghasilkan jumlah lapisan tanah penutup sekitar empat kali lipat dari jumlah produksi bijih nikel sehingga membutuhkan perencanaan *disposal* yang baik. Perencanaan *disposal* meliputi desain *disposal*, alokasi jumlah alat dorong, umur *disposal*, serta biaya *disposal*. Lokasi penelitian terletak di Watulabu 16C DP dan Watulabu 19 DP di *West Block Area* serta *Nickel Hill 15 DP* dan *Nayoko 01 DP* di *East Block Area*. Watulabu 16C DP dan *Nickel Hill 15 DP* merupakan *disposal semi induced*, sedangkan Watulabu 19 DP dan *Nayoko 01 DP* merupakan *disposal finger flow*. Setiap *disposal* memiliki alokasi alat dorong sebanyak dua unit. Alat dorong yang digunakan adalah *dozer D8R Caterpillar*. Perencanaan *disposal* dibuat menggunakan perangkat lunak *Maptek Vulcan* dan *Microsoft Excel*. Berdasarkan hasil penelitian, desain *disposal* Watulabu 16C DP memiliki luas permukaan 72.229,40 m<sup>2</sup> dengan volume 125.959,92 m<sup>3</sup>, *Nickel Hill 15 DP* memiliki luas permukaan 92.375,68 m<sup>2</sup> dengan volume 128.344,04 m<sup>3</sup>, Watulabu 19 DP memiliki luas permukaan 129.061,97 m<sup>2</sup> dengan volume 775.396,21 m<sup>3</sup>, dan *Nayoko 01 DP* memiliki luas permukaan 227.318,16 m<sup>2</sup> dengan volume 1.270.176,94 m<sup>3</sup>. Umur *disposal* Watulabu 16C DP adalah 1,5 minggu (11 hari), *Nickel Hill 15 DP* adalah 1,4 minggu (10 hari), Watulabu 19 DP adalah 7,5 minggu (53 hari), dan *Nayoko 01 DP* adalah 11,2 minggu (79 hari). Biaya *disposal* Watulabu 16C DP sebesar \$51,841.49, *Nickel Hill 15 DP* sebesar \$138,061.15, Watulabu 19 DP sebesar \$370,924.26, dan *Nayoko 01 DP* sebesar \$957,625.14.

## Abstract

*Disposal Planning of Semi Induced Flow and Finger Flow in PT Vale Indonesia Tbk, East Luwu Regency, South Sulawesi Province.* PT Vale Indonesia Tbk produces sizable nickel ore, which is an average of 75,000 tons per year and the overburden is around four times the amount of nickel ore production, thus requiring good disposal planning. Disposal planning includes disposal design, allocation of the number of dozers, disposal life length, and disposal costs. The research locations are Watulabu 16C DP and Watulabu 19 DP in West Block Area and Nickel Hill 15 DP and Nayoko 01 DP in East Block Area. Watulabu 16C DP and Nickel Hill 15 DP are semi-induced disposal, while Watulabu 19 DP and Nayoko 01 DP are disposal finger flow. Each disposal has two units dozer. The dozers used are dozer D8R Caterpillar. Disposal planning was made using Maptek Vulcan and Microsoft Excel software. Based on the results of the research, the disposal design of Watulabu 16C DP has a surface area of 72,229.40 m<sup>2</sup> and a volume of 125,959.92 m<sup>3</sup>, Nickel Hill 15 DP has a surface area of 92,375.68 m<sup>2</sup> and a volume of 128,344.04 m<sup>3</sup>, Watulabu 19 DP has a surface area of 129,061.97 m<sup>2</sup> and volume of 775,396.21 m<sup>3</sup>, and Nayoko 01 DP has a surface area of 227,318.16 m<sup>2</sup> and volume of 1,270,176.94 m<sup>3</sup>. The disposal life length of Watulabu 16C DP is 1.5 weeks (11 days), Nickel Hill 15 DP is 1.4 weeks (10 days), Watulabu 19 DP is 7.5 weeks (53 days), and Nayoko 01 DP is 11.2 weeks (79 days). The disposal cost of Watulabu 16C DP is \$51,841.49, Nickel Hill 15 DP is \$138,061.15, Watulabu 19 DP is \$370,924.26, and Nayoko 01 DP is \$957,625.14.

**Kata Kunci:** *Disposal, dozer D8R, finger flow, semi induced flow, overburden*

## 1. Pendahuluan

Sorong merupakan kota yang telah direncanakan sebagai pusat perekonomian yang akan melayani kawasan timur Indonesia. Hal ini membuat Sorong direncanakan sebagai

Kawasan Ekonomi Khusus (KEK) berdasarkan Rencana Tata Ruang PT Vale Indonesia Tbk merupakan salah satu perusahaan pertambangan terbesar yang berlokasi di daerah Sorowako, Kabupaten Luwu Timur, Provinsi Sulawesi



Selatan. Produksi bijih nikel PT Vale Indonesia Tbk pada tahun 2018 sebesar 74.806 ton dalam bentuk *nickel matte* dengan jumlah lapisan tanah penutup sekitar empat kali lipat produksi bijih [1]. Operasi penambangan nikel PT Vale Indonesia menggunakan sistem tambang terbuka dengan metode penambangan *open cast mining* yang berlangsung dalam beberapa tahapan penambangan. Pengambilan bijih dapat dilakukan setelah pengupasan *top soil* dan *overburden*. *Top soil* disimpan di *top soil stockpile* untuk keperluan revegetasi karena masih mengandung unsur hara yang dibutuhkan bagi pertumbuhan tanaman yang nantinya akan digunakan untuk keperluan revegetasi, sedangkan *overburden* dibuang di *disposal* [2].

*Disposal* adalah daerah pada suatu operasi tambang terbuka yang dijadikan tempat membuang material kadar rendah dan/atau material bukan bijih [3]. PT Vale Indonesia saat ini menggunakan dua jenis *disposal* berdasarkan ketinggian lereng, yaitu *disposal semi induced flow* dan *finger flow*. *Disposal semi induced flow* merupakan *disposal* yang memanfaatkan ketinggian lereng tempat penimbunan (*dumping point*) 15 – 30 meter untuk mengalirkan material ke kaki *disposal*, sedangkan *disposal finger flow* merupakan *disposal* memanfaatkan beda ketinggian <15 m dengan sudut kemiringan final 26 – 30 derajat *disposal* [4].

Perencanaan *disposal* meliputi desain, umur, dan biaya *disposal*. Desain *disposal* akan menentukan volume dan tonase material yang akan mengisi *disposal* serta dapat dijadikan acuan untuk menentukan umur *disposal* yang mempertimbangkan produktivitas dari *dozer*. Biaya *disposal* ditentukan dari jumlah *civil material* dan *equipment unit cost* dari *dozer D8R* [4].

Alat dorong yang digunakan adalah *Dozer D8R Caterpillar* [5]. Tipe *disposal* akan berpengaruh terhadap produktivitas *dozer* yang mendorong dan meratakan material yang ada. Dalam perencanaan *disposal*, perlu diketahui aspek teknis suatu *disposal* antara lain kemampuan produksi alat dorong untuk menentukan jumlah alat dorong yang diperlukan di setiap *disposal*.

PT Vale Indonesia Tbk memiliki beberapa area penambangan, namun dua area yang terbesar adalah *West Block Area* dan *East Block Area*. Setiap area penambangan memiliki tempat penimbunan tanah penutup dengan

menggunakan dua jenis *disposal* di atas. *Disposal* yang digunakan sebagai lokasi pengambilan data produktivitas *dozer* adalah Watulabu 16C DP untuk *disposal semi induced flow* dan Watulabu 19 DP untuk *disposal finger flow* di *West Block Area* serta *Nickel Hill* 15 DP untuk *disposal semi induced flow* dan Nayoko 01 DP untuk *disposal finger flow* di *East Block Area*.

Berdasarkan pertimbangan tersebut, maka dilakukan penelitian mengenai perencanaan *disposal* yang meliputi desain *disposal*, alokasi jumlah *dozer* dan umur *disposal* mempertimbangkan produktivitas *dozer D8R*, dan estimasi biaya *disposal*.

## 2. Metode Penelitian

Perencanaan *disposal* secara garis besar terdiri dari dua bagian, yaitu sisi teknis dan ekonomis. Sisi teknis dalam perencanaan *disposal* meliputi rancangan/desain, alokasi alat dorong *dozer*, dan umur dari suatu *disposal*. Sisi ekonomis berupa biaya suatu *disposal* yang meliputi biaya operasi alat dan biaya penggunaan material perkuatan *disposal*, yakni material sipil. Penelitian ini membahas mengenai perencanaan *disposal semi induced flow* dan *finger flow* pada *West Block Area* dan *East Block Area* PT Vale Indonesia.

### 2.1. Pengambilan Data

Pengambilan data dilakukan selama empat minggu di PT Vale Indonesia. Secara umum data yang diambil merupakan data primer dan data sekunder yang berhubungan dengan perencanaan *disposal*. Data yang diambil terdiri dari:

#### 1) Data produktivitas *dozer D8R*

Data produktivitas *dozer D8R* merupakan data aktual dari kemampuan suatu *dozer* dalam melakukan kegiatan produksi pada kedua jenis *disposal* di masing-masing area [5].

- *Disposal semi induced flow* di *West Block Area* 500,30 ton/jam.
- *Disposal finger flow* di *West Block Area* 605,60 ton/jam
- *Disposal semi induced flow* di *East Block Area* 546,62 ton/jam.
- *Disposal finger flow* di *East Block Area* 662,80 ton/jam.



- 2) Densitas  
Densitas material *disposal* yang digunakan pada penelitian ini sebesar 1,72 ton/m<sup>3</sup>.
- 3) Data topografi  
Data topografi digunakan sebagai panduan saat mendesain *disposal*.
- 4) Target produksi mingguan  
Target produksi mingguan *disposal* merupakan rencana jumlah ton material yang akan ditimbun pada lokasi penelitian tiap minggu.
  - Watulabu 16C DP 80.000 ton
  - Watulabu 19 DP 90.000 ton
  - Nickel Hill 15 DP 100.000 ton
  - Nayoko 01 DP 120.000 ton
- 5) Biaya operasi *dozer D8R*  
Biaya operasi *Dozer D8R* merupakan biaya yang dikeluarkan untuk menjalankan (operasi) alat mekanis *Dozer D8R*.
  - Biaya bahan bakar \$15.63/jam
  - Biaya reparasi \$35.36/jam
  - Gaji operator \$13.04/jam
- 6) Data penggunaan material sipil  
Material sipil digunakan sebagai bahan perkuatan agar landasan *dumping disposal* tidak longsor.
  - Watulabu 16C DP 6%
  - Watulabu 19 DP 10%
  - Nickel Hill 15 DP 20%
  - Nayoko 01 DP 11%
- 7) Biaya penggunaan material sipil  
Biaya penggunaan material sipil di *West Block Area* sebesar \$1,71/ton dan di *East Block Area* sebesar \$2.52/ton.

## 2.2. Pengolahan dan Analisis Data

Pengolahan dan analisis data dilakukan di Laboratorium Perencanaan dan Valuasi Tambang dengan menggunakan *software Maptek Vulcan 7.5* untuk mendesain *disposal* dan menghitung volume dan tonase *disposal*. Selain itu, untuk menentukan alokasi *dozer*, umur, dan biaya *disposal* dilakukan menggunakan *software Microsoft Excel*. Tahapan dalam penelitian ini adalah [3]:

- 1) Mendesain *disposal*  
*Disposal* dibuat menggunakan *Maptek Vulcan 7.5* dengan menambahkan data topografi yang berupa *file. arch\_d*. Hasil desain juga digunakan untuk menentukan volume dan tonase *disposal* dengan

menambahkan data densitas material *disposal*.

- 2) Penentuan alokasi *dozer D8R*  
Alokasi *dozer* merupakan penentuan jumlah *dozer* yang akan bekerja pada setiap *disposal*. Kemampuan produksi *dozer D8R* menjadi parameter utama pada tahap ini.
- 3) Penentuan umur pada setiap *disposal*  
Umur dari suatu *disposal* ditentukan dari jumlah tonase yang dapat ditampung oleh *disposal* tersebut dan kemampuan produksi *dozer*.
- 4) Perhitungan penggunaan material sipil  
Jumlah penggunaan material sipil dihitung berdasarkan persentase tingkat kebutuhan material sipil dan jumlah tonase di setiap *disposal*.
- 5) Perhitungan biaya penggunaan material sipil  
Biaya penggunaan material sipil dihitung berdasarkan jumlah penggunaan material sipil dalam satuan ton dan biaya yang harus dikeluarkan untuk setiap ton material sipil yang digunakan.
- 6) Perhitungan biaya operasi *dozer D8R*  
Biaya operasi *dozer D8R* terdiri dari biaya bahan bakar, biaya reparasi, dan gaji operator *dozer*.
- 7) Perhitungan biaya *disposal*  
Besarnya biaya setiap *disposal* merupakan jumlah dari biaya penggunaan material sipil dan biaya operasi *dozer D8R* pada masing-masing *disposal*.

## 3. Hasil Penelitian

### 3.1. Desain *Disposal Semi Induced Flow* dan *Finger Flow*

Desain *disposal* pada perencanaan *disposal* dilakukan untuk mendapatkan gambaran mengenai bentuk dari *disposal* yang akan dibuat. Selain itu, desain *disposal* juga digunakan untuk menentukan volume dan tonase tiap *disposal*. Desain *disposal semi induced flow* menggunakan dimensi lereng sebagai berikut [3]:

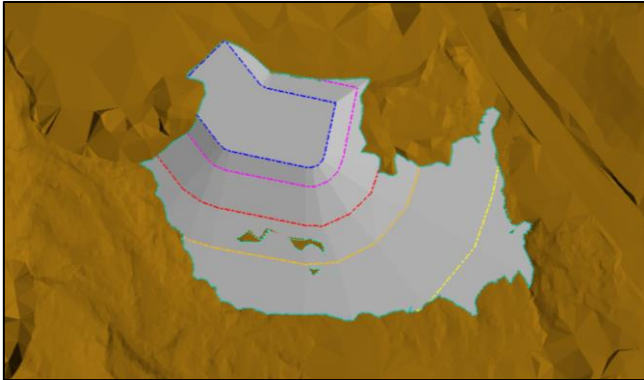
- Tinggi *level* pertama 10 meter dengan sudut 30°
- Tinggi *level* kedua 7,5 meter dengan sudut 25°
- Tinggi *level* ketiga 5 meter dengan sudut 20°
- Tinggi *level* keempat 5 meter dengan sudut





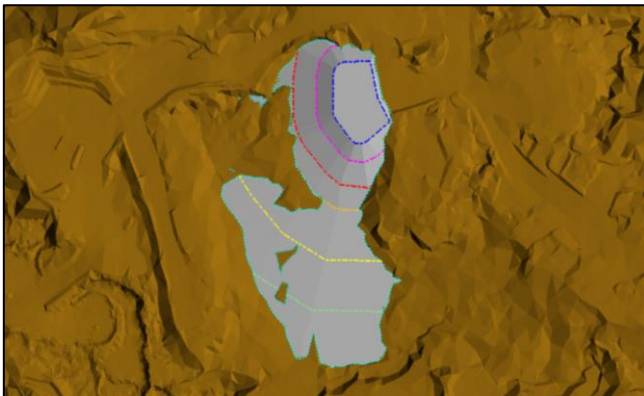
- 15°
- Tinggi *level* kelima 5 meter dengan sudut 10°
- Tinggi *level* keenam dan seterusnya 5 meter dengan sudut 5°

Desain *disposal semi induced flow* ditunjukkan pada Gambar 1-2.



Gambar 1. Desain *disposal* Watulabu 16C DP

Desain *disposal* Watulabu 16C DP memiliki empat *single bench* dengan tinggi *single bench* dari yang paling atas sampai paling bawah secara berurutan adalah 10 meter, 7,5 meter, 5 meter, dan 5 meter. *Disposal* ini memiliki lebar *plan crest* 92 meter dan panjang 58 meter. Volume dan tonase *disposal* ini adalah 125.959,92 m<sup>3</sup> dan 216.651,06 ton.



Gambar 2. Desain *disposal* Nickel Hill 15 DP

Desain *disposal* Nickel Hill 15 DP memiliki enam *single bench* dengan tinggi *single bench* dari yang paling atas sampai paling bawah secara berurutan adalah 10 meter, 7,5 meter, 5 meter, 5 meter, 5 meter, dan 5 meter. *Plan crest* pada *disposal* ini memiliki lebar 92 meter dan panjang 58 meter. Volume dan tonase *disposal* ini adalah 128.344,04 m<sup>3</sup> dan 220.751,74 ton.

Desain *disposal finger flow* menggunakan dimensi lereng sebagai berikut:

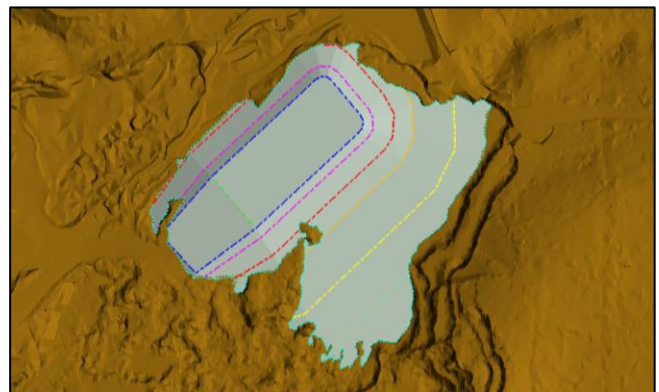
- Tinggi *level* pertama 5 meter dengan sudut 20°
- Tinggi *level* kedua 7,5 meter dengan sudut 15°
- Tinggi *level* ketiga 10 meter dengan sudut 10°
- Tinggi *level* keempat dan seterusnya 10 meter dengan sudut 5°

Desain *disposal finger flow* ditunjukkan pada Gambar 3-4.



Gambar 3. Desain *disposal* Watulabu 19 DP

Desain *disposal* Watulabu 19 DP memiliki tiga *single bench* dengan tinggi *single bench* dari yang paling atas sampai paling bawah secara berurutan adalah 5 meter, 7,5 meter, dan 10 meter. Lebar *plan crest* sebesar 72 meter dan panjang 280 meter. Volume dan tonase *disposal* ini adalah 775.396,21 m<sup>3</sup> dan 1.333.681,49 ton.



Gambar 4. Desain *disposal* Nayoko 01 DP

Desain *disposal* Nayoko 01 DP memiliki enam *single bench* dengan tinggi *single bench* dari yang paling atas sampai paling bawah secara berurutan adalah 5 meter, 7,5 meter, 5 meter, 5 meter, 5 meter, dan 5 meter. *Disposal* ini memiliki panjang *plan crest* 216 meter dan lebar 92 meter. Volume dan tonase dari desain *disposal finger flow* ini adalah 1.270.176,94 m<sup>3</sup> dan 2.184.704,34 ton.

### 3.2. Penentuan Alokasi Alat Dorong *Dozer D8R* dan Umur *Disposal*

Proses produksi pada *disposal semi induced flow* dan *finger flow* menggunakan alat dorong *dozer D8R Caterpillar* untuk meratakan dan membentuk *disposal*. Jumlah alat dorong yang bekerja pada tiap *disposal* menentukan lama penggunaan (umur) dari *disposal* tersebut. Penentuan alokasi alat dorong dan umur *disposal* dilakukan dengan membuat skenario produksi alat dorong dan membandingkannya

dengan target produksi pada tiap *disposal* [3].

- **Watulabu 16C DP**

*Disposal* Watulabu 16C DP merupakan *disposal semi induced flow* yang berada pada *West Block Area*. Kemampuan produksi *dozer D8R* pada jenis *disposal* dan area ini adalah 500,30 ton/jam, sedangkan target produksi untuk *disposal* ini sebesar 80.000 ton/minggu. Skenario produksi alat dorong pada *disposal* ini ditunjukkan pada Tabel 1.

**Tabel 1. Skenario Produksi *Dozer D8R* pada *disposal* Watulabu 16C DP**

Jumlah <i>Dozer</i> (unit)	Produktivitas (ton/jam)	Produktivitas per Hari (21 jam)	Produktivitas per Minggu (7 hari)	Tonase <i>Disposal</i> (ton)	Umur <i>Disposal</i> (minggu)
1	500,30	10.506,30	73.544,10	216.651,06	2,90
2	1000,60	21.012,60	147.088,20	216.651,06	1,50

- **Watulabu 19 DP**

*Disposal* Watulabu 19 DP merupakan *disposal finger flow* yang berada pada *West Block Area*. Kemampuan produksi *dozer D8R* pada *disposal finger flow* untuk area ini adalah

605,60 ton/jam. Target produksi yang ditetapkan untuk *disposal* ini sebesar 90.000 ton/minggu. Skenario produksi alat dorong pada *disposal* ini ditunjukkan pada Tabel 2.

**Tabel 2. Skenario produksi *Dozer D8R* pada *disposal* Watulabu 19 DP**

Jumlah <i>Dozer</i> (unit)	Produktivitas (ton/jam)	Produktivitas per Hari (21 jam)	Produktivitas per Minggu (7 hari)	Tonase <i>Disposal</i> (ton)	Umur <i>Disposal</i> (minggu)
1	605,60	12.717,60	89.023,20	1.333.681,49	15,00
2	1.211,20	25.435,20	178.046,40	1.333.681,49	7,50

- **Nickel Hill 15 DP**

*Disposal Nickel Hill 15 DP* yang berada pada *East Block Area* merupakan *disposal semi induced flow* dengan tingkat produksi *dozer D8R* sebesar 546,62 ton/jam. Jumlah target

produksi untuk *disposal* ini sebesar 100.000 ton/minggu.

Skenario produksi alat dorong pada *disposal* ini ditunjukkan pada Tabel 3.

**Tabel 3. Skenario produksi *Dozer D8R* pada *disposal Nickel Hill 15 DP***

Jumlah <i>Dozer</i> (unit)	Produktivitas (ton/jam)	Produktivitas per Hari (21 jam)	Produktivitas per Minggu (7 hari)	Tonase <i>Disposal</i> (ton)	Umur <i>Disposal</i> (minggu)
1	546,62	11.479,02	80.353,14	220.751,74	2,70
2	1.093,24	22.958,04	160.706,28	220.751,74	1,40

- **Nayoko 01 DP**

*Disposal* Nayoko 01 DP merupakan *disposal finger flow* yang berada pada *East Block Area*. Kemampuan produksi *dozer D8R* sebesar 662,80 ton/jam dan jumlah target

produksi untuk *disposal* ini sebesar 120.000 ton/minggu. Skenario produksi alat dorong pada *disposal* ini ditunjukkan pada Tabel 4.



**Tabel 4. Skenario produksi Dozer D8R pada disposal Nayoko 01 DP**

Jumlah Dozer (unit)	Produktivitas (ton/jam)	Produktivitas per Hari (21 jam)	Produktivitas per Minggu (7 hari)	Tonase Disposal (ton)	Umur Disposal (minggu)
1	662,80	13.918,80	97.431,60	2.184.704,34	22,40
2	1.325,60	27.837,60	194.863,20	2.184.704,34	11,20

Berdasarkan hasil skenario produksi dozer D8R pada masing-masing disposal diketahui bahwa satu unit dozer D8R tidak mampu mencapai target produksi mingguan masing-masing disposal sehingga dilakukan penambahan satu unit dozer D8R di setiap disposal.

**3.3. Perhitungan Penggunaan Material Sipil tiap Disposal**

Material sipil digunakan sebagai material perkuatan pada disposal. Setiap disposal memiliki tingkat kebutuhan material sipil yang berbeda. Jumlah kebutuhan/penggunaan material sipil untuk keempat disposal ditunjukkan pada Tabel 5.

**Tabel 5. Tingkat kebutuhan material sipil tiap disposal**

Disposal	Persentase Overburden	Persentase Civil Material	Jumlah Tonase (ton)	Tonase Overburden (ton)	Tonase Civil Material (ton)
Watulabu 16C DP	94%	6%	216.651,06	203.652,00	12.999,06
Watulabu 19 DP	90%	10%	1.333.681,49	1.200.313,34	133.368,15
Nickel Hill 15 DP	80%	20%	220.751,74	176.601,39	44.150,35
Nayoko 01 DP	89%	11%	2.184.704,34	1.944.386,86	240.317,48

**3.4. Analisis Biaya Disposal**

Perencanaan disposal juga memiliki sisi ekonomi, yakni biaya disposal tersebut.

Parameter ekonomi yang digunakan meliputi biaya operasi dozer D8R (Tabel 6) dan biaya penggunaan material sipil (Tabel 7 - 8).

**Tabel 6. Biaya operasi Dozer D8R**

Disposal	Biaya Operasi per Hari	Jumlah Dozer (unit)	Total Biaya Operasi per Hari	Umur Disposal (hari)	Total Biaya Operasi
Watulabu 16C DP	\$1,344.52	2	\$2,689.03	11	\$29,579.37
Watulabu 19 DP	\$1,344.52	2	\$2,689.03	53	\$142,518.80
Nickel Hill 15 DP	\$1,344.52	2	\$2,689.03	10	\$26,890.34
Nayoko 01 DP	\$1,344.52	2	\$2,689.03	79	\$212,433.69

**Tabel 7. Biaya penggunaan material sipil pada disposal di West Block area**

Disposal	Tonase Material Sipil (ton)	Biaya Material Sipil
Watulabu 16C DP	12.999,06	\$22,262.12
Watulabu 19 DP	133.368,15	\$228,405.46

**Tabel 8. Biaya penggunaan material sipil pada disposal di East Block area**

Disposal	Tonase Material Sipil (ton)	Biaya Material Sipil
Nickel Hill 15 DP	44.150,35	\$111,170.81
Nayoko 01 DP	240.317,48	\$605,120.70

Khusus disposal Nayoko 01 DP terdapat material quarry sebesar 34% dari jumlah material pada disposal tersebut atau sekitar 81.707,94 ton sehingga dikenakan pajak sebesar \$1.71/ton. Jumlah total biaya penggunaan material sipil pada disposal Nayoko 01 DP sebagai berikut:

Total biaya Material sipil = Biaya material sipil + (material Quarry x \$1.71/ton)

$$= \$605,120.70 + (81.707,94 \text{ ton} \times \$1.71/\text{ton})$$

$$= \$605,120.70 + \$140,070.76$$

$$= \$745,191.46$$



Total biaya *disposal* dihitung berdasarkan jumlah dari biaya operasi *dozer D8R* dan biaya penggunaan material sipil pada masing-masing *disposal*.

- Watulabu 16C DP

Total biaya

$$\begin{aligned} \text{Disposal} &= \text{Biaya operasi Dozer D8R} + \\ &\quad \text{Biaya material sipil} \\ &= \$29,579.37 + \$22,262.12 \\ &= \$51,841.49 \end{aligned}$$

- Watulabu 19 DP

Total biaya

$$\begin{aligned} \text{Disposal} &= \text{Biaya operasi Dozer D8R} + \\ &\quad \text{Biaya material sipil} \\ &= \$142,518.80 + \$228,405.46 \\ &= \$370,924.26 \end{aligned}$$

- Nickel Hill 15 DP

Total biaya

$$\begin{aligned} \text{Disposal} &= \text{Biaya operasi Dozer D8R} + \\ &\quad \text{Biaya material sipil} \\ &= \$26,890.34 + \$111,170.81 \\ &= \$138,061.15 \end{aligned}$$

- Nayoko 01 DP

Total biaya

$$\begin{aligned} \text{Disposal} &= \text{Biaya operasi Dozer D8R} + \\ &\quad \text{Biaya material sipil} \\ &= \$212,433.69 + \$745,191.46 \\ &= \$957,625.14 \end{aligned}$$

#### 4. Kesimpulan

Kesimpulan dari penelitian ini adalah:

- Desain *disposal semi induced flow* Watulabu 16C DP memiliki volume 125.959,92 m<sup>3</sup>, sedangkan *Nickel Hill 15 DP* memiliki volume 128.344,04 m<sup>3</sup>. Desain *disposal finger flow* Watulabu 19 DP memiliki volume 775.396,21 m<sup>3</sup>, sedangkan *Nayoko 01 DP* memiliki dan volume 1.270.176,94 m<sup>3</sup>.

- Alokasi jumlah alat dorong *dozer D8R* pada *disposal semi induced flow* dan *finger flow* yaitu masing-masing *disposal* memiliki dua unit *dozer D8R*.

- Lama penggunaan (umur) *disposal semi induced flow* Watulabu 16C DP adalah 1,5 minggu atau sekitar 11 hari dan *Nickel Hill 15 DP* adalah 1,4 minggu atau sekitar 10 hari, sedangkan umur *disposal finger flow* Watulabu 19 DP adalah 7,5 minggu atau sekitar 53 hari dan *Nayoko 01 DP* adalah 11,2 minggu atau sekitar 79 hari.

- Biaya *disposal semi induced flow* Watulabu 16C DP sebesar \$51,841.49 dan *Nickel Hill 15 DP* sebesar \$138,061.15, sedangkan biaya *disposal finger flow* Watulabu 19 DP sebesar \$370,924.26 dan *Nayoko 01 DP* sebesar \$957,625.14.

#### Ucapan Terima Kasih

Penulis mengucapkan terima kasih kepada PT Vale Indonesia Tbk, dan semua pihak yang telah membantu selama proses penelitian ini.

#### Referensi

- PT Vale Indonesia Tbk. 2018. *Laporan Tahunan 2018 "Dedicating Through Ages, Optimizing Opportunities"*. Jakarta.
- Hustrulid, W.A., Kuchta, M., Martin, R.K. 2013. *Open Pit Mine Planning and Design*. CRC Press. Florida. P.1308.
- Lebre, E. 2017. Sustainable Practices in The Management of Mining Waste: A Focus on The Mineral Resource. *Minerals Engineering*, Vol. 107, pp. 34-42.
- Short Term Planning Section. 2016. *Disposal STP Section, Mine Engineering*. PT Vale Indonesia: Soroako.
- Caterpillar. 2004. *Caterpillar Performance Handbook*. Illinois: Caterpillar Inc.

