

## ANALISIS PERBANDINGAN BIAYA MINE DEWATERING DENGAN METODE LOAD AND HAUL DAN METODE MUD PUMPING PADA ANNUAL PLAN PT ABC

### COMPARATIVE ANALYSIS OF MINE DEWATERING COST WITH LOAD AND HAUL METHOD AND MUD PUMPING METHOD IN ANNUAL PLAN PT ABC

Tri Dedi Gunawan<sup>1)</sup>, Risnal Affandi Zega<sup>2)</sup>, Annisa Primalia<sup>3)</sup>  
 Corresponding Author E-mail: *tridedigunawan@gmail.com*

**Abstract:** Coal is an abundant natural resource in Indonesia and is an alternative energy source that is currently highly developed. Coal mining activities have a positive impact on the economic development of the surrounding area. However, coal mining activities also have a large impact on the environment, especially in mining with the open pit method. One of the big problems in mining activities using the open pit method is the handling of water and mud carried by runoff water from rainwater or ground water. Especially at PT ABC on sump pit Z has a large actual mud volume, which is 147,412 m<sup>3</sup> with a large catchment area of 1.99 km<sup>2</sup> in June 2020. The height difference between Sump Pit Z and the processing pond on EOY 2020 is 132 m, so 1 mud pump with 2 booster are needed to pump mud from Sump to the sediment pond. With the actual SG sump being 1.4 and total head on EOY 2020 is 132 m, a slurry pump with specifications is needed that is capable of pumping water that approaches the actual SG. Using a Dragflow HY85-160B pump and 2 Medso 150 booster pumps, 148.800 m<sup>3</sup> per month can be pumped into the treatment pond, with a total cost incurred if using the mud pumping method is \$ 842.403. This cost is smaller compared to the costs required for the load and haul method with saving cost up to 57%.

Keywords: Coal mining, runoff water, pumps, mud, load and haul

**Abstrak:** Batubara adalah sumberdaya alam yang melimpah di Indonesia dan menjadi sumber energi alternatif yang saat ini sangat berkembang. Kegiatan penambangan batubara memiliki dampak positif bagi perkembangan ekonomi daerah sekitarnya. Namun kegiatan penambangan batubara juga memiliki dampak yang besar terhadap lingkungan, khususnya pada penambangan dengan metode open pit. Salah satu permasalahan besar dari kegiatan penambangan dengan metode open pit adalah penanganan air dan lumpur oleh air limpasan hujan maupun air tanah. Khususnya di PT ABC pada sump pit Z memiliki volume lumpur aktual yang besar, yaitu 147,412 m<sup>3</sup> dengan luas area tangkapan hujan sebesar 1,99 km<sup>2</sup> pada bulan Juni 2020. Perbedaan ketinggian antara Sump Pit Z dengan kolam pengolahan hingga akhir tahun 2020 adalah 132 m sehingga dibutuhkan 1 pompa lumpur ditambah 2 booster untuk memompa lumpur dari sump hingga ke kolam pengendapan. Dengan SG aktual sump adalah 1,4 dan head hingga akhir tahun 132 m, maka dibutuhkan pompa lumpur dengan spesifikasi yang sesuai yaitu menggunakan pompa Dragflow HY85-160B dan 2 booster pump Medso 150. Kapasitas pemompaan per bulan adalah 148,800 m<sup>3</sup> dengan total biaya sebesar \$ 842,403. Biaya ini lebih rendah jika dibandingkan terhadap total biaya yang dibutuhkan jika menggunakan metode load and haul dengan penghematan mencapai 57%.

Kata kunci: Penambangan batubara, air limpasan, pompa, lumpur, load and haul

## 1. PENDAHULUAN

### 1.1 Latar Belakang

Sumberdaya energi yang banyak dimanfaatkan saat ini adalah batubara. Batubara merupakan salah satu sumberdaya alam yang melimpah di Indonesia. Berdasarkan RUEN 2014, ditentukan bahwa batubara akan digunakan sebagai beban dasar untuk memenuhi kebutuhan energi selain gas dan minyak. Dengan adanya kebijakan ini

akan memberi dampak positif pada industri pertambangan dan bagi negara.

Salah satu dampak positif kegiatan pertambangan adalah meningkatkan pendapatan dari daerah di sekitarnya serta meningkatkan ekonomi daerah. Dampak negatif yang dihasilkan oleh adanya kegiatan pertambangan yang dilakukan di bentangan alam adalah merusak alam itu sendiri.

Akibat terjadinya perubahan bentangan alam akibat kegiatan pertambangan, banyak

faktor-faktor lingkungan yang perlu diperhatikan. Faktor penting yang sangat berpengaruh terhadap proses penambangan adalah masalah penanganan air atau yang lebih umum disebut penyaliran tambang.

Kegiatan penambangan yang dilakukan di PT ABC ini dilakukan dengan metode *open pit*. Penambangan dengan metode *open pit* akan menyebabkan terbentuknya cekungan pada permukaan tanah dan menjadi tempat terkumpulnya air akibat air hujan maupun air limpasan dari kontur topografi permukaan. Limpasan air yang melalui kontur permukaan tanah membawa material yang dilaluinya yang kemudian terendapkan di titik terdalam.

Penumpukan material ini kemudian menjadi tumpukan lumpur di dasar *sump* yang perlu untuk dibuang agar kegiatan penambangan dapat terus dilakukan. Kegiatan pengeringan lumpur pada *sump* dapat dilakukan dengan beberapa metode. Beberapa diantaranya adalah dengan metode *load and haul* dan metode *mud pumping*.

Pemilihan sistem yang akan digunakan dari kedua metode ini yang masih menjadi permasalahan dalam rencana penambangan tahunan di PT ABC. Pertimbangan akan dilihat dari sisi benefit operasional yang akan didapatkan.

### 1.2 Rumusan Masalah

Penelitian ini dilakukan karena adanya permasalahan dalam penentuan metode penanganan lumpur di *sump*. Pemilihan sistem yang akan digunakan mengacu kepada pembiayaan operasional yang lebih menguntungkan untuk dilakukan di *sump Pit Z* PT ABC.

### 1.3. Batasan Masalah

Batasan masalah dalam penelitian ini adalah penulis hanya membandingkan diantara dua metode, yaitu *load and haul* dan *mud pumping* pada perencanaan tahun 2020 di *sump Pit Z* PT ABC.

### 1.4. Tujuan Penelitian

Tujuan dari penelitian ini adalah :

1. Menghitung curah hujan harian berdasarkan data curah hujan beberapa tahun sebelumnya.
2. Menghitung debit air yang masuk ke dalam *sump* berdasarkan curah hujan rencana yang telah dihitung sebelumnya, dan luas area tangkapan hujan.
3. Menghitung volume lumpur aktual yang terdapat di *sump Pit Z*.
4. Menentukan kebutuhan dan biaya pompa lumpur untuk *mine dewatering* agar sesuai rencana penambangan kuartir berikutnya.
5. Menganalisa biaya yang dibutuhkan untuk kegiatan *load and haul* lumpur yang terdapat di *sump Pit Z*
6. Membandingkan biaya antara metode *mud pumping* dengan metode *load and haul* lumpur.

### 1.5 Manfaat Penelitian

Manfaat dari penelitian ini adalah

1. Dapat mengetahui gambaran atau prediksi curah hujan yang akan datang.
2. Mengetahui seberapa besar debit air yang masuk dalam kurun waktu tertentu dan luas daerah tangkapan hujan pada *sump pit Z*.
3. Mengetahui berapa volume lumpur aktual yang ada di *sump* dan berada pada elevasi berapa.
4. Mampu menentukan jumlah dan jenis pompa dan pipa yang ideal untuk kebutuhan di *sump pit Z*.
5. Mengetahui besaran biaya yang dibutuhkan jika menggunakan metode *load and haul* untuk menangani lumpur yang terdapat di *sump pit Z*.
6. Mengetahui metode mana yang lebih menguntungkan untuk diterapkan.

## 2. METODOLOGI PENELITIAN

Penelitian ini dilakukan pada Mei s.d. Juni 2020 dengan lokasi penelitian di PT ABC.

### 2.1 Jenis Penelitian

Metode penelitian yang digunakan adalah metode penelitian kuantitatif. Penelitian tipe kuantitatif dapat digunakan apabila data

yang dikumpulkan berupa data kuantitatif atau jenis data lain yang dapat dikuantitaskan dan diolah menggunakan teknik statistik.

Selain menggunakan metode penelitian kuantitatif pada penelitian ini juga digunakan metode penelitian terapan. Penelitian terapan lebih menekankan pada penerapan ilmu dan aplikasi ataupun penggunaan ilmu untuk keperluan tertentu.

## 2.2 Teknik Pengumpulan Data

Tahap pengumpulan data dimulai dengan studi literatur, yaitu mempelajari data-data perusahaan. Selanjutnya observasi lapangan berupa pengamatan secara langsung terhadap hal-hal yang akan dikaji.

## 2.3 Teknik Analisis Data

Teknik analisis data yang dilakukan adalah dengan menggabungkan teori dan data-data lapangan sehingga dari keduanya didapat pendekatan penyelesaian masalah.

### 2.3.1 Pengambilan Data

Tahap pengumpulan data dimulai dengan mengambil data primer berupa elevasi titik tertinggi, elevasi pipa buang dan pipa hisap, penentuan luas catchment area, debit air limpasan, debit airtanah dan jarak lintasan angkut. Data sekunder berupa *face position* Mei 2020 s.d. Desember 2020, data curah hujan, spesifikasi pompa, panjang dan diameter pipa, spesifikasi unit *load and haul*, rencana jam kerja dan *billing rate* masing-masing unit.

### 2.3.2 Analisis Hasil Pengolahan Data

Dilakukan secara kualitatif dan kuantitatif untuk memperoleh kesimpulan sementara. Selanjutnya kesimpulan sementara akan diolah lebih lanjut dalam bagian pembahasan. Pengolahan data dilakukan dengan melakukan simulasi beberapa opsi. Selanjutnya disajikan dalam bentuk tabel, kurva atau rangkaian perhitungan dalam penyelesaian masalah yang ada. Data-data yang diperoleh nantinya akan menjadi acuan dalam penentuan sistem apa yang akan digunakan.

## 2.3.3 Kesimpulan

Kesimpulan diambil dari hasil pengolahan data dengan membandingkan dan menganalisa opsi-opsi dan selanjutnya memberikan rekomendasi yang mendasar pada perusahaan.

## 3. HASIL DAN PEMBAHASAN

### 3.1 Analisis Kondisi Aktual

#### 3.1.1 Analisis Data Curah Hujan

Dalam penelitian ini pengolahan data curah hujan dilakukan untuk mendapatkan besarnya nilai curah hujan dan intensitas hujan. Data curah hujan yang digunakan di daerah penelitian adalah selama 3 tahun mulai tahun 2017-2020 dengan periode ulang hujan 2 tahun. Perhitungan analisis curah hujan dilakukan dengan metode Gumbel. Berdasarkan perhitungan didapatkan data proyeksi curah hujan rata-rata dan maksimum untuk setiap bulan di tahun 2020.

**Tabel 3.1** Proyeksi Curah Hujan Tahun 2020

Data analysis	Periode Ulang Hujan	$\bar{X}$ (average actual rain fall)	$s$ (standar deviation)	$Y_m$	$S_m$	$\bar{X}$ (average rain fall)	$X_t$ (max daily rain fall)
Jan-20	2	10.78	1.09	0.40	0.70	12.34	51.00
Feb-20		11.24	0.76			12.92	57.50
Mar-20		12.10	4.12			13.49	185.00
Apr-20		10.07	0.82			11.69	74.00
May-20		5.59	2.32			7.07	52.00
Jun-20		4.55	0.76			6.18	36.00
Jul-20		4.40	4.38			5.78	45.00
Aug-20		3.73	2.43			5.22	40.00
Sep-20		2.03	1.67			3.61	37.00
Oct-20		3.82	0.89			5.39	22.00
Nov-20		21.27	2.97			22.77	136.00
Dec-20		8.24	0.54			9.82	79.00

#### 3.1.2 Daerah Tangkapan Hujan dan Debit Air Limpasan

Penentuan luasan daerah tangkapan hujan didasarkan oleh topografi daerah tangkapan, rencana penambangan setahun, dan arah aliran air permukaan. Air limpasan adalah bagian dari curah hujan yang mengalir diatas permukaan tanah menuju titik terendah. Air limpasan berlangsung ketika jumlah curah hujan melebihi laju infiltrasi air ke dalam tanah. Debit air limpasan dihitung dengan menggunakan persamaan sebagai berikut:

$$Q = 0,278 \times C \times I \times A$$

Contoh perhitungan debit air limpasan permukaan rata-rata pada bulan May 2020 sebagai berikut:

$$Q = 0,278 \times C \times I \times A_{avg}$$

$$Q = 0,278 \times 0,7 \times 2,05 \text{ mm/hours} \times 24 \text{ hours/day} \times 2,08 \text{ km}^2 \times 1.000 \text{ m.m}^2/\text{mm.km}^2$$

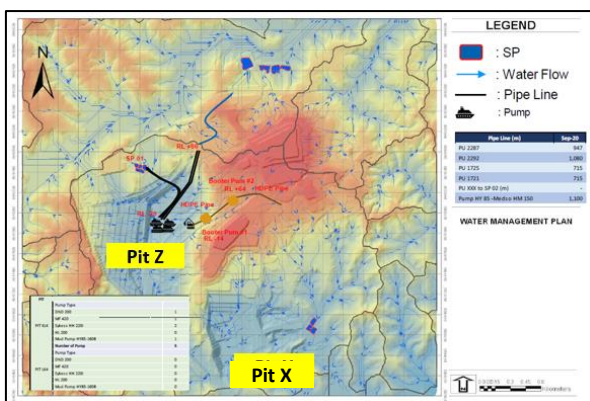
$$Q = 19,939 \text{ m}^3/\text{day}$$

Contoh perhitungan debit air limpasan permukaan maksimum pada bulan May 2020 adalah sebagai berikut:

$$Q = 0,278 \times C \times I \times A_{\text{max}}$$

$$Q = 0,278 \times 0,7 \times 3,9 \text{ mm/hours} \times 24 \text{ hours/day} \times 2,08 \text{ km}^2 \times 1.000 \text{ m.m}^2/\text{mm.km}^2$$

$$Q = 54,137 \text{ m}^3/\text{day}$$



**Gambar 3.1** Peta Daerah Tangkapan Hujan dan Stream Flow

Debit air limpasan permukaan pada bulan Januari hingga Desember 2020 pada Pit Z dapat dilihat pada tabel 3.2.

**Tabel 3.2** Debit Air Limpasan Tahun 2020

Item/Month	CA (km <sup>2</sup> )	Water ingress (m <sup>3</sup> /day) with rainfall average	Water ingress (m <sup>3</sup> /day) with rainfall max
Jan-20	1.97	16,718	34,679
Feb-20	1.96	20,082	44,024
Mar-20	1.96	21,015	124,065
Apr-20	2.06	22,004	70,778
May-20	2.08	19,939	54,137
Jun-20	2.10	12,973	34,012
Jul-20	1.99	17,331	41,928
Aug-20	1.97	15,890	39,471
Sep-20	1.99	15,698	57,190
Oct-20	2.03	18,076	14,176
Nov-20	2.04	39,951	127,661
Dec-20	1.72	17,241	69,047

### 3.1.3 Perhitungan Penambahan Lumpur pada Sump Pit Z

Volume lumpur di sump diasumsikan sebesar 30% dari total volume water ingress

average. Dengan anggapan bahwa setiap air yang masuk ke sump 30% persen dari volumenya adalah material yang tererosi ketika air limpasan melaju di atas permukaan tanah.

Debit air limpasan per hari yang masuk ke sump Pit Z dikalikan 30 hari, untuk mendapatkan total volume sump dalam 1 bulan.

Total vol air per bulan = Water ingress/day x 30 days

Total vol air perbulan = 16,718 m<sup>3</sup>/day x 30 days

Total vol air perbulan = 16,718 m<sup>3</sup>/day x 30 days

Total vol air perbulan = 598,182 m<sup>3</sup>

Volume lumpur yang terdapat di sump Pit Z pada setiap bulan di tahun 2020 sebagai berikut:

**Tabel 3.3** Total Volume Lumpur di Sump Pit Z Tahun 2020

Item/Month	Total Water (m <sup>3</sup> )	Total Mud (m <sup>3</sup> )
Jan-20	501,532	150,460
Feb-20	602,447	180,734
Mar-20	630,435	189,131
Apr-20	660,122	198,036
May-20	598,183	179,455
Jun-20	389,190	147,412
Jul-20	519,944	159,395
Aug-20	476,708	153,608
Sep-20	470,945	146,091
Oct-20	542,271	164,772
Nov-20	1,198,529	375,531
Dec-20	517,215	386,696

## 3.2 Analisis Penanganan Lumpur dengan Metode Pemompaan

### 3.2.1 Analisis Head dan Debit Pompa

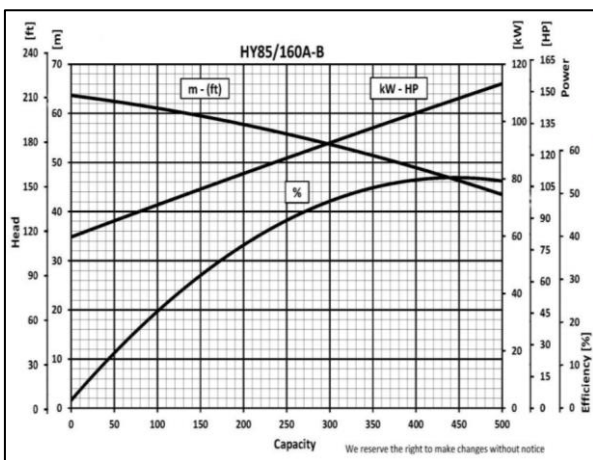
Sistem penanganan lumpur tambang menggunakan metode pemompaan dengan pompa lumpur merupakan kombinasi antara submersible pump dan slurry booster. Perhitungan head dari konfigurasi tersebut berbeda-beda. Total head hingga Desember 2020 pada sump Pit Z adalah 132 meter.



**Tabel 3.4 Total Head dalam Meter**

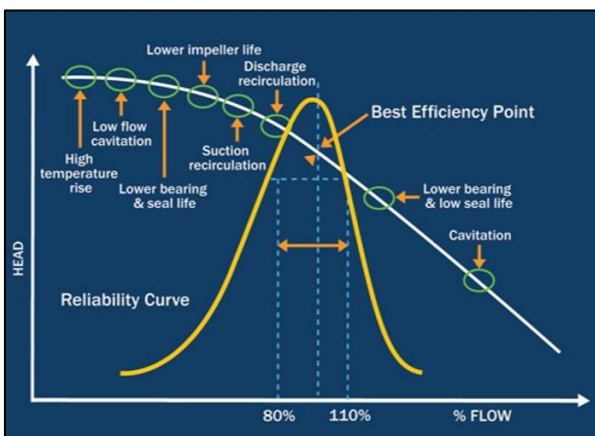
Item (m)	Top Elevation	Bottom Elevation	Static Head	Friction Lost	NPSHR + NPSHA	Total Head
May-20	85	-10	95	12	6	113
Jun-20	85	-10	95	12	6	113
Jul-20	85	-20	105	12	6	123
Aug-20	85	-29	114	12	6	132
Sep-20	85	-29	114	12	6	132
Oct-20	85	-29	114	12	6	132
Nov-20	85	-29	114	12	6	132
Dec-20	85	-29	114	12	6	132

Estimasi debit pompa dilakukan setelah total head pompa diketahui. Nilai *total head* pompa telah di-plot ke dalam kurva spesifikasi pompa dan dipotongkan dengan efisiensi tertentu sehingga diperoleh debit yang sesuai dengan *total head* pompa.



**Gambar 3.2 Kurva Karakteristik Pompa**

Untuk meningkatkan kapasitas pemompaan, maka dibatasi sampai dengan efisiensi maksimal. Jika dipaksakan melebihi kapasitas normal (kapasitas spesifikasi) dengan nilai *head* total lebih besar dari *head* maksimal, maka akan berpengaruh pada tingkat keausan pompa.



**Gambar 3.3 Kurva Reliability Pompa**

Pengaruh nilai RPM (kecepatan pompa), *head* dan kapasitas yang melebihi keadaan normal akan menghasilkan getaran yang akan mengakibatkan kerusakan pada komponen pompa, menimbulkan suara yang bising, *casing* pompa cepat panas dan boros dalam pemakaian bahan bakar.

**3.2.2 Perhitungan Kebutuhan Pipa HDPE**

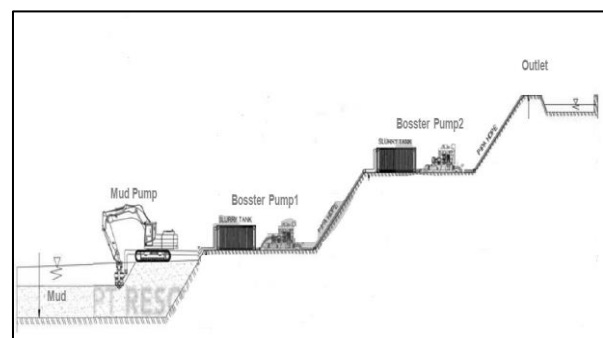
Instalasi pemipaan pada *sump pit Z* menggunakan pipa HDPE (*high density polyethylene*). Untuk tipe, ukuran dan panjang pipa yang digunakan pada instalasi pemipaan dapat dilihat pada tabel 3.5.

**Tabel 3.5 Kebutuhan dan Tipe Pipa**

Item	Submersible Pump (m)	Booster 1 (m)	Booster 2 (m)	Total Pipa (m)	Diameter (mm)	Tipe Pipa
May-20	100	750	250	1,100	280	Pn10
Jun-20	100	750	250	1,100	280	Pn10
Jul-20	100	850	250	1,200	280	Pn10
Aug-20	100	500	600	1,200	280	Pn10
Sep-20	100	500	600	1,200	280	Pn10
Oct-20	100	500	600	1,200	280	Pn10
Nov-20	100	500	600	1,200	280	Pn10
Dec-20	100	500	600	1,200	280	Pn10

**3.2.3 Perhitungan Kebutuhan Pompa Lumpur di Sump Pit Z**

Dari hasil analisa *total head*, maka dapat ditentukan spesifikasi pompa yang sesuai untuk pemompaan lumpur pada *sump Pit Z*. Agar tercapainya target *dewatering* pada akhir tahun, maka dengan data debit yang didapat dari grafik pompa dapat ditentukan berapa jumlah pompa yang dibutuhkan.



**Gambar 3.4 Scenario Pompa Lumpur**

*Total head* ideal untuk *submersible pump* adalah 20 meter, sedangkan untuk *slurry booster* adalah maksimal 83 meter. Sehingga konfigurasi yang tepat untuk pemompaan

lumpur di *sump pit Z* adalah 1 x *submersible pump* dan 2 x *slurry booster*.

Pemilihan pompa lumpur juga harus memperhatikan SG aktual di lapangan. Perhitungan SG di lapangan dilakukan dengan menimbang massa (gram) 1 liter lumpur menggunakan timbangan. Massa yang didapatkan dibagi dengan 1000 ml.



Gambar 3.5 Perhitungan SG Sump Pit Z

Berdasarkan pertimbangan tersebut, maka spesifikasi *submersible pump* yang sesuai adalah *Dragflow HY85-160B* dan *slurry booster* yang sesuai adalah *Metso HM150*. Pompa tersebut dapat menerima *input SG* sebesar 1,3 s.d.1,4.



Gambar 3.6 Dragflow HY85-160B

Hasil perhitungan kebutuhan pompa dengan kriteria di atas dapat dilihat pada tabel 3.6.

Tabel 3.6 Konfigurasi Pompa

Item / Month	Mud Pump HY85-160B			Transfer Pump Medso 150 Stage 1			Transfer Pump Medso 150 Stage 2		
	Top RL	Bottom RL	Static Head (m)	Top RL	Bottom RL	Static Head (m)	Top RL	Bottom RL	Static Head (m)
May-20	5	-10	15	66	5	61	86	66	20
Jun-20	5	-10	15	66	5	61	86	66	20
Jul-20	-10	-20	10	66	-10	76	86	66	20
Aug-20	-14	-29	15	64	-14	78	105	66	39
Sep-20	-14	-29	15	64	-14	78	105	66	39
Oct-20	-14	-29	15	64	-14	78	105	66	39
Nov-20	-14	-29	15	64	-14	78	105	66	39
Dec-20	-14	-29	15	64	-14	78	105	66	39



Gambar 3.7 Slurry Booster Metso HM150

### 3.2.4 Perhitungan Biaya Kebutuhan Pompa Lumpur

Dari analisis kebutuhan pompa, maka biaya yang akan dikeluarkan untuk pengoperasian pompa lumpur sesuai konfigurasi tersebut seperti pada tabel 3.7.

Tabel 3.7 Total Biaya Penanganan Lumpur dengan Metode Pemompaan

Item/Month	Mud Pump (PT REL)							
	HY85 to Metso HM 150			Support Mud Pump				
Unit	Total Cost/month	Hose (m) - Layflat	Hose 1 (m)	Hose 2 (m)	Ex-350	Komatsu D85SS	Hitachi ZX210LC-5G	
Billing Rate (\$/hr)	\$ 52,816.90				30.68	52.17	36.85	
No Unit	1	Max Length	Max Length	Max Length	1	1	1	
May-20	WH	\$ 52,816.90	100	750	250	496	347	347
	Operating cost					\$ 15,217.28	\$ 18,113.42	\$ 12,794.32
Jun-20	WH	\$ 52,816.90	100	750	250	480	336	336
	Operating cost					\$ 14,726.40	\$ 17,529.12	\$ 12,381.60
Jul-20	WH	\$ 52,816.90	100	850	250	496	347	347
	Operating cost					\$ 15,217.28	\$ 18,113.42	\$ 12,794.32
Aug-20	WH	\$ 52,816.90	100	500	600	496	347	347
	Operating cost					\$ 15,217.28	\$ 18,113.42	\$ 12,794.32
Sep-20	WH	\$ 52,816.90	100	500	600	480	336	336
	Operating cost					\$ 14,726.40	\$ 17,529.12	\$ 12,381.60
Oct-20	WH	\$ 52,816.90	100	500	600	496	347	347
	Operating cost					\$ 15,217.28	\$ 18,113.42	\$ 12,794.32
Nov-20	WH	\$ 52,816.90	100	500	600	480	336	336
	Operating cost					\$ 14,726.40	\$ 17,529.12	\$ 12,381.60
Dec-20	WH	\$ 52,816.90	100	500	600	496	347	347
	Operating cost					\$ 15,217.28	\$ 18,113.42	\$ 12,794.32
Total Operating Cost (\$)	\$ 422,535.21		\$ 25,150.91	\$ 30,181.09	\$ 120,265.60	\$ 143,154.48	\$ 101,116.40	
Total (\$)	\$						842,403.68	

Total biaya yang dibutuhkan untuk penanganan lumpur dengan pengoperasian

pompa lumpur di bulan Mei 2020 s.d. Desember 2020 sebesar \$ 842,403.

### 3.3 Analisis Penanganan Lumpur dengan Metode *Load and Haul*

Sistem penanganan lumpur tambang menggunakan metode *load and haul* merupakan kombinasi alat-alat mekanis seperti alat gali-muat, alat angkut dan alat *support*. Kombinasi yang digunakan antara lain 1 unit *Excavator Liebherr 984* sebagai alat gali-muat, 3 unit *Cat 777D* dengan penambahan *tail gate* pada *vessel* sebagai alat angkut, 1 unit *bulldozer D65P* sebagai pendorong lumpur, 1 unit *Excavator Hitachi 350* dan 1 unit *motor grader Cat 14-M* sebagai *support* di sepanjang lintasan angkut dan 1 unit *bulldozer Cat D8R* sebagai *support* di *out pit dump*.

Parameter yang digunakan dalam perhitungan *operating cost* penanganan lumpur menggunakan metode *load and haul* antara lain *billing rate* (\$/hr) dan *working hours*. Total volume lumpur dalam perhitungan tersebut adalah sama dengan total volume yang akan dipompa sehingga perbandingan *cost* dari kedua sistem tersebut ekuivalen.

**Tabel 3.8** Kombinasi Alat Mekanis untuk Penanganan Lumpur Tambang

Item/Month		Unit	Total Unit	Pdty (bcm/hr)
Load & Haul	Loading Mud	EX 984	1	250
		D65-P	1	137
		CAT-777	3	110
	Hauling Mud	Cat - 14M	1	38
		EX-350	1	100
		Dumping	Cat D8R	1

**Tabel 3.9** Total Biaya Penanganan Lumpur dengan Metode *Load and Haul*

Item	Loading Mud		Hauling Mud			Dumping Cat D8R	Total Operating Cost (\$)
	EX 984	D65-P	CAT-777	Cat - 14M	EX-350		
May-20	62,073	12,523	141,076	8,945	5,367	11,628	241,612
Jun-20	60,071	9,061	136,525	6,472	3,883	8,414	224,427
Jul-20	62,073	11,756	141,076	8,397	5,038	10,916	239,257
Aug-20	62,073	9,960	141,076	9,960	9,960	9,960	242,988
Sep-20	60,071	8,802	136,525	6,287	3,772	8,173	223,630
Oct-20	62,073	5,080	141,076	3,629	2,177	4,717	218,753
Nov-20	60,071	33,603	136,525	24,002	14,401	31,202	299,804
Dec-20	62,073	19,732	141,076	14,095	8,457	18,323	263,756
<b>Total</b>	<b>490,580</b>	<b>110,517</b>	<b>1,114,955</b>	<b>81,786</b>	<b>53,055</b>	<b>103,334</b>	<b>1,954,227</b>

Total biaya yang dibutuhkan untuk penanganan lumpur dengan metode *load and haul* di bulan Mei 2020 s.d. Desember 2020 sebesar \$ 1,954,227.

## 5. KESIMPULAN DAN SARAN

### 5.1 Kesimpulan

Dari pembahasan tersebut, maka kesimpulan dari penelitian ini, yaitu :

1. Curah hujan harian maksimum pada bulan Juli adalah 45 mm.
2. Debit air limpasan yang masuk ke *sump pit Z* sebesar 17,331 m<sup>3</sup>/hari, dengan luas daerah tangkapan hujan (*catchment area*) pada *sump pit Z* sebesar 1.99 km<sup>2</sup>.
3. Volume lumpur aktual yang terdapat di *sump pit Z* pada bulan Juni 2020 h sebesar 147,412 m<sup>3</sup>.
4. Dari hasil perhitungan kebutuhan pompa lumpur untuk menangani lumpur pada *sump pit Z* sebesar \$ 842,403.
5. Jika menggunakan metode *load and haul*, besar total biaya yang dibutuhkan adalah \$ 1,954,227.
6. Berdasarkan hasil perhitungan biaya dari kedua metode tersebut, sehingga dapat ditentukan bahwa metode *mud pumping* lebih menguntungkan daripada metode *load and haul* dengan penghematan mencapai 57%.

### DAFTAR PUSTAKA

Gautama., RS.. 1999. *Sistem Penyaliran Tambang*. Institut Teknologi Bandung.

PT KSB Indonesia. 2017. *Spesifikasi Poma DND 200 dan Grafik RPM*

Suwandhi, A.. 2004. *Perencanaan Sistem Penyaliran Tambang*. Universitas Islam Bandung.

A. Muri Yusuf. 2005. *Metodologi Penelitian*. UNP Press: Padang.

R. Sihan, dkk. 2017. *Evaluasi Teknis Sistem Penyaliran Tambang Studi Kasus: PT Bara Energi Lestari Kabupaten Nagan Rsy Aceh*. Jurnal Ilmiah Mahasiswa Teknik Kebumihan.

