

# Analisis Rembesan Pada Dam Tailing Di Desa Tokin Kecamatan Motoling Timur

Sheren S. Singal<sup>#1</sup>, Agnes T. Mandagi<sup>#2</sup>, Alva N. Sarajar<sup>#3</sup>

<sup>#</sup>Program Studi Teknik Sipil, Universitas Sam Ratulangi

Jl. Kampus UNSRAT Kelurahan Bahu, Manado, Indonesia, 95115

<sup>1</sup>sherensingal35@gmail.com; <sup>2</sup>atmandagi@gmail.com; <sup>3</sup>alva.sarajar@unsrat.ac.id

## Abstrak

Pertambangan mineral logam yang berada di Desa Tokin, Karimbow, dan Picuan Lama, Kecamatan Motoling Timur, Kabupaten Minahasa Selatan, Provinsi Sulawesi Utara, adalah pertambangan mineral (emas). Dalam pertambangan mineral (emas) pada proses pengolahan bijih menghasilkan tailing dimana Teknik pengolahannya dengan membangun dam tailing yang biasanya konstruksi dari urugan tanah yang memiliki angka pori yang besar sehingga mempunyai rembesan yang besar. Oleh karena itu kita perlu adanya analisis besar rembesan pada dam tailing. Analisis dimulai dengan mencari nilai  $k$  koefisien rembesan dengan uji permeabilitas lapangan yang dilakukan dengan metode Test PIT. Nilai permeabilitasnya menggunakan hukum Darcy. Dari hasil ini di peroleh nilai  $k$  tanah dibagian atas Dam sebesar  $72 \times 10^{-7}$  m/det dan nilai  $k$  tanah di bagian bawah Dam sebesar  $39 \times 10^{-7}$  m/det, dan untuk analisis rembesan dengan cara Craig di dapat besar rembesan  $q = 0,71 \text{ m}^3/\text{hari}$  dan untuk cara Schaffernak di dapat besar rembesan  $q = 0,74 \text{ m}^3/\text{hari}$  pada kondisi tinggi tailing maksimum.

**Kata kunci** – dam tailing, hukum Darcy, rembesan

## I. PENDAHULUAN

### A. Latar Belakang

Sektor Pertambangan merupakan salah satu sektor penting untuk menunjang pembangunan nasional. Peran sektor pertambangan sebagai penggerak roda ekonomi dalam negeri akan semakin dituntut untuk tetap mampu memberikan kontribusi positif secara kontinyu terhadap pembangunan negara dan daerah sekitar proyek dengan tetap melaksanakan good mining praktis terhadap lingkungan alam, sosial, dan hak asasi manusia. Berdasarkan database Ditjen Minerba tercatat 1.409 pertambangan mineral logam yang aktif di Indonesia, termasuk di dalamnya pertambangan yang ada di Desa Tokin, Karimbow, dan Picuan Lama, Kecamatan Motoling Timur, Kabupaten Minahasa Selatan, Provinsi Sulawesi Utara.

Dalam kegiatan pertambangan emas terdapat proses pengolahan bijih, dengan tahapan pemisahan mineral

berharga dengan bantuan bahan kimia yang menghasilkan mineral berharga dan tailing. Tailing adalah sisa material dari hasil ekstraksi bijih mineral (emas) dengan jumlah berkisar 90-98% dalam bentuk bubuk yang merupakan pencampuran mineral halus, partikel dan air. Salah satu teknik pengelolaan tailing adalah dengan membangun dam tailing yang biasanya dipilih area morfologi yang relative cekung atau lembah dengan memanfaatkan sebagian timbunan batuan penutup (over burder) sebagai tanggul untuk konstruksi dam tailing.

Dam Tailing dengan konstruksi urugan tanah memiliki angka pori yang besar, sehingga mempunyai rembesan yang besar. Rembesan yang besar mengakibatkan logam berbahaya yang terdapat dalam tailing yang bercampur dengan air, dapat ikut merembes keluar bersama air. Sehingga dapat mengakibatkan pencemaran sungai yang ada di sekitar dan aliran air tanah. Oleh karena itu kita perlu adanya analisis besar rembesan pada dam tailing, agar kita dapat mengetahui besarnya rembesan yang terjadi pada suatu dam tailing.

### B. Perumusan Masalah

Permasalahan yang akan di bahas pada laporan Tugas Akhir ini mengenai rembesan pada dam tailing yang ada di Desa Tokin kecamatan Motoling Timur. Dengan menggunakan cara Craig dan Schaffernak.

### C. Tujuan Penelitian

Tujuan dari penelitian ini yaitu untuk mengetahui besarnya rembesan yang terjadi pada dam tailing

## II. METODOLOGI PENELITIAN

Kegiatan penelitian dilakukan dengan mekanisme penelitian dapat dilihat pada Gambar 1.

### A. Uraian Umum

Penelitian ini di mulai dengan studi literatur mengenai Rembesan. Perhitungan rembesan menggunakan cara Craig dan Schaffernak. Data yang di gunakan dalam study literatur ini adalah data sekunder dari perusahaan pertambangan yang ada di Desa Tokin Kecamatan Motoling Timur. Dari hasil perhitungan Rembesan pada ketinggian tailing

maksimum di gambarkan dalam bentuk jaringan aliran (*flow net*)

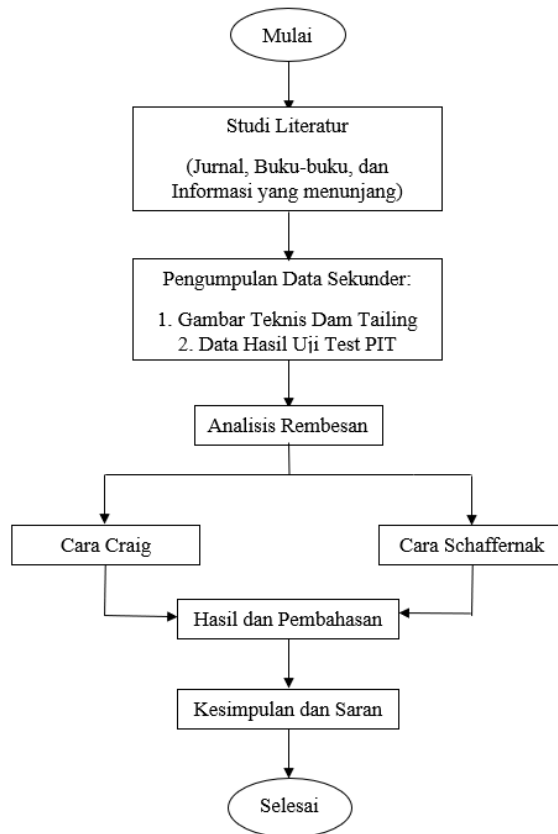
### B. Tempat Penelitian

Lokasi penelitian di Dam Tailing terletak di Desa Tokin, Kec. Motoling Timur, Kab. Minahasa Selatan, Prov. Sulawesi Utara

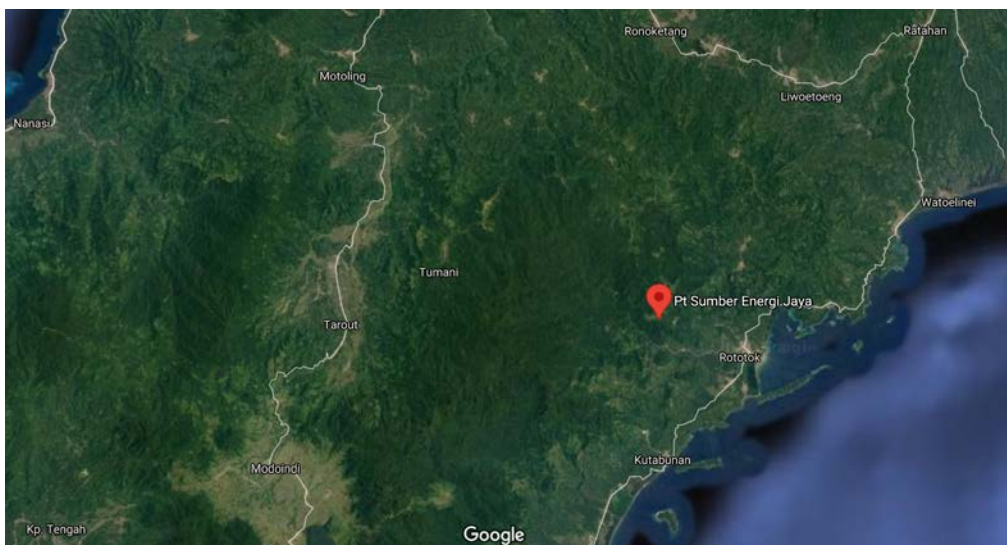
### C. Analisis dengan Cara Craig dan Schaffernak

Langka-langkah yang dilakukan dalam penulisan Tugas Akhir ini:

1. Menghitung koefisien permeabilitas ( $k$ ) dari hasil test PIT;
2. Menghitung rembesan dengan menggunakan cara Craig dan Schaffernak;
3. Menggambarkan jaringan aliran (*flow net*).



Gambar 1. Bagan Alir Penelitian



Gambar 2. Lokasi Studi

III. HASIL DAN PEMBAHASAN

A. Analisis Uji Test PIT

a. Uji Test PIT

Dari hasil yang diperoleh sesuai dengan uji test PIT di lapangan pada bagian atas daerah sekitar Dam diperoleh nilai permeabilitasnya dengan menggunakan hukum Darcy  $Q = V.A = ki A$  dimana ukuran lubang Test Pit  $1 m \times 1 m \times 1 m$   $A = 1 m^2$  dan waktu yang diperlukan adalah 23 menit = 1380 detik. Test Pit 2 di lakukan pada bagian bawah daerah sekitar Dam dimana ukuran lubang  $1 m \times 1 m \times 1 m$   $A = 1 m^2$  dan waktu yang diperlukan adalah 41 menit 26 detik = 2520 detik.

b. Perhitungan nilai k

$$Q = V.A = ki A$$

$$V = ki$$

$$\frac{1 m}{1380 s} = ki$$

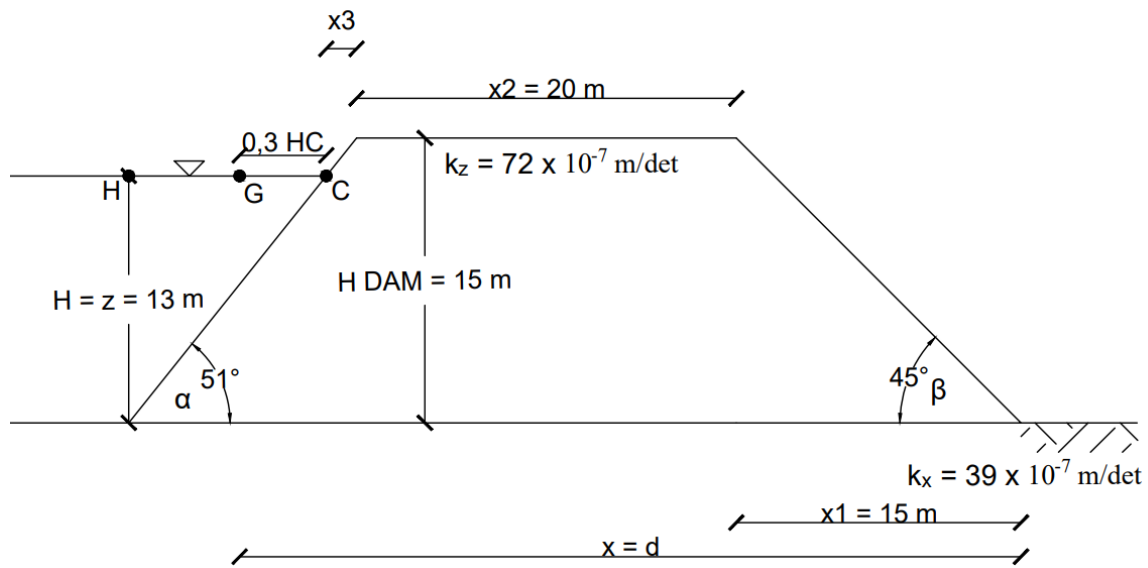
Dari hasil ini diperoleh nilai  $k_z$  tanah di bagian atas dam  $72 \times 10^{-5}$  dan  $k_x$  di bagian bawah dam  $39 \times 10^{-5}$ .

B. Analisis Rembesan pada Dam Tailing

$$k_x = 39 \times 10^{-7} m/det$$

$$k_z = 72 \times 10^{-7} m/det$$

Rembesan pada dam tailing di hitung per meter di karenakan pada proses pengisian dam di isi bertahap dan pada proses pengosongannya (pengangkutan tailing) di pindahan secara bertahap.



Gambar 3. Dam Tailing di Lokasi

a. Menggunakan cara Craig (1989)

Analisis rembesan pada kondisi maksimum dengan ketinggian tailing 13 m.

Faktor skala untuk transformasi dalam arah x adalah:

$$\sqrt{\frac{k_z}{k_x}} = \sqrt{\frac{72}{39}} = 1,4$$

Permeabilitas isotropik ekivalennnya dapat di hitung menggunakan persamaan 2.23:

$$k' = \sqrt{(k_x k_z)}$$

$$k' = \sqrt{(39 \times 72) \times 10^{-7}} = 53 \times 10^{-7} m/det$$

Parabola dasar melalui titik G sedemikian rupa sehingga:

$$GC = 0,3 HC = 0,3 (11 \times 1,4) = 4,3 m$$

Koordinat titik G adalah:

$$x = x1 + x2 + x3 + GC$$

$$x = (15 \times 1,4) + (20 \times 1,4) + (2 \times 1,4) + 4,3 = 54,05 m$$

$$z = 13 m$$

Substitusikan koordinat-koordinat ini kedalam persamaan 2.34:

$$x = x_0 - \frac{z^2}{4x_0}$$

$$-54,05 = x_0 - \frac{13^2}{4x_0}$$

$$-54,05(4x_0) = 4x_0^2 - 13^2$$

$$-216,19x_0 = 4x_0^2 - 169$$

$$4x_0^2 + 216,19x_0 - 169$$

Menggunakan rumus ABC

$$x_0 = \frac{-b \pm \sqrt{b^2 - 4ac}}{2a}$$

Diperoleh:

$$x_0 = 0,77 m$$

Besar rembesan dapat di hitung menggunakan persamaan 2.33:

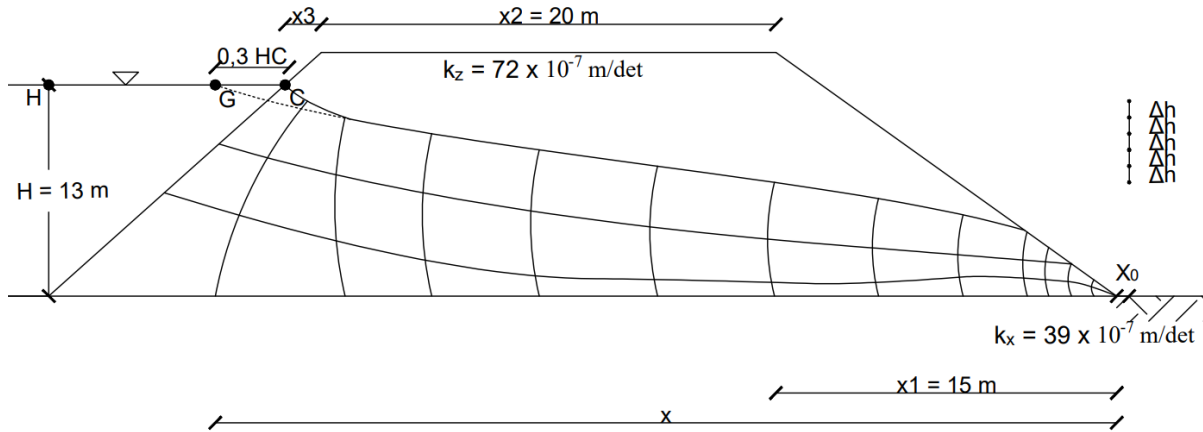
$$q = 2k'x_0$$

$$q = 2 \times 53 \times 10^{-7} \times 0,77$$

$$= 81,7 \times 10^{-7} m^3/det$$

$$= 8,17 \times 10^{-6} m^3/det$$

$$= 0,71 m^3/hari$$



Gambar 4. Jaringan Aliran Air dengan Cara Craig (1989)

TABEL 1  
Hasil Analisis Rembesan dengan Cara Craig (1989)

H (m)	x1 (m)	x2 (m)	x3 (m)	HC (m)	GC (m)	x (m)	z (m)	Xo (m)	q (m <sup>3</sup> /det)	q (m <sup>3</sup> /hari)
1	15.00	20	11	1	0.3	63.29	1.00	0.00	4.19E-08	0.00
2	15.00	20	11	2	0.7	62.52	2.00	0.02	1.69E-07	0.01
3	15.00	20	10	2	1.0	61.75	3.00	0.04	3.86E-07	0.03
4	15.00	20	9	3	1.3	60.98	4.00	0.07	6.94E-07	0.06
5	15.00	20	8	4	1.7	60.21	5.00	0.10	1.10E-06	0.09
6	15.00	20	7	5	2.0	59.44	6.00	0.15	1.60E-06	0.14
7	15.00	20	6	6	2.3	58.67	7.00	0.21	2.21E-06	0.19
8	15.00	20	6	6	2.6	57.90	8.00	0.28	2.91E-06	0.25
9	15.00	20	5	7	3.0	57.13	9.00	0.35	3.73E-06	0.32
10	15.00	20	4	8	3.3	56.36	10.00	0.44	4.66E-06	0.40
11	15.00	20	3	9	3.6	55.59	11.00	0.54	5.71E-06	0.49
12	15.00	20	2	10	4.0	54.82	12.00	0.65	6.88E-06	0.59
13	15.00	20	2	11	4.3	54.05	13.00	0.77	8.17E-06	0.71

Sumber: Hasil Analisa

**b. Menggunakan cara Craig (1989)**

Analisis rembesan pada kondisi maksimum dengan ketinggian tailing 13 m.

Penyelesaian dapatkan dimensi-dimensi dan data dari gambar 4.1 sebagai berikut:

$H = 13 \text{ m}$

$k = 39 \times 10^{-7} \text{ m/det}$  (tanah dibawah)

$\beta = 45^\circ$

$d = 15 + 20 + 2 + 0,3(11) = 39,78 \text{ m}$

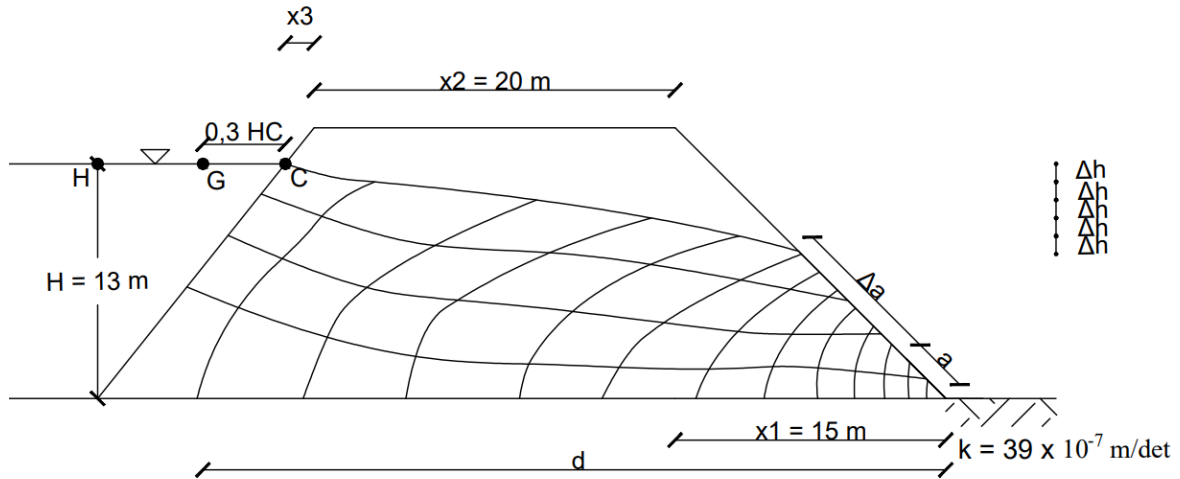
Dengan menggunakan persamaan (2.37), hitung jarak basah di muka bendungan bagian hilir,  $a$ , sebagai;

$$a = \frac{d}{\cos \beta} - \sqrt{\frac{d^2}{\cos^2 \beta} - \frac{H^2}{\sin^2 \beta}}$$

$$\begin{aligned} a &= \frac{39,78}{\cos 45^\circ} - \sqrt{\frac{39,78^2}{\cos^2 45^\circ} - \frac{13^2}{\sin^2 45^\circ}} \\ &= 56,26 - \sqrt{3164,89 - 338} \\ &= 56,26 - \sqrt{2826,89} \\ &= 56,26 - 53,17 \\ &= 3,1 \text{ m} \end{aligned}$$

Hitung jumlah rembesan dengan menggunakan rumusan (2.36)

$$\begin{aligned} q &= k(a) \sin \beta \tan \beta \\ q &= 39 \times 10^{-7} (3,1) \sin 45^\circ \tan 45^\circ \\ q &= 85,2 \times 10^{-7} \text{ m}^3/\text{det} \\ q &= 8,52 \times 10^{-6} \text{ m}^3/\text{det} \\ q &= 0,74 \text{ m}^3/\text{hari} \end{aligned}$$



Gambar 5. Jaringan Aliran Air dengan Cara Schaffernak

TABEL 2  
Hasil Analisis Rembesan dengan Cara Schaffernak

H (m)	x1 (m)	x2 (m)	x3 (m)	HC (m)	GC (m)	d (m)	a (m)	q (m <sup>3</sup> /det)	q (m <sup>3</sup> /hari)
1	15.00	20	11	1	0.2	46.58	0.0	4.19E-08	0.00
2	15.00	20	11	2	0.5	46.01	0.1	1.70E-07	0.01
3	15.00	20	10	2	0.7	45.45	0.1	3.87E-07	0.03
4	15.00	20	9	3	1.0	44.88	0.3	6.97E-07	0.06
5	15.00	20	8	4	1.2	44.31	0.4	1.10E-06	0.10
6	15.00	20	7	5	1.5	43.75	0.6	1.61E-06	0.14
7	15.00	20	6	6	1.7	43.18	0.8	2.23E-06	0.19
8	15.00	20	6	6	1.9	42.61	1.1	2.96E-06	0.26
9	15.00	20	5	7	2.2	42.05	1.4	3.80E-06	0.33
10	15.00	20	4	8	2.4	41.48	1.7	4.77E-06	0.41
11	15.00	20	3	9	2.7	40.91	2.1	5.88E-06	0.51
12	15.00	20	2	10	2.9	40.34	2.6	7.12E-06	0.62
13	15.00	20	2	11	3.2	39.78	3.1	8.52E-06	0.74

Sumber: Hasil Analisis

Besar rembesan yang di peroleh dari hasil analisis untuk ketinggian per meter tailing adalah sebagai dengan menggunakan cara Craig dan Schaffernak berikut:

TABEL 3  
Besaran Rembesan Yang Terjadi Pada Dam Tailing

Cara Craig			Cara Schaffernak		
H (m)	q (m <sup>3</sup> /det)	q (m <sup>3</sup> /hari)	H (m)	q (m <sup>3</sup> /det)	q (m <sup>3</sup> /hari)
1	4,19E-08	0,0036168	1	4,19E-08	0,003617
2	1,69E-07	0,0146425	2	1,7E-07	0,014653
3	3,86E-07	0,0333455	3	3,87E-07	0,033402
4	6,94E-07	0,0600005	4	6,97E-07	0,060185
5	1,1E-06	0,0948888	5	1,1E-06	0,095357
6	1,6E-06	0,1382973	6	1,61E-06	0,139307
7	2,21E-06	0,1905181	7	2,23E-06	0,192467
8	2,91E-06	0,251848	8	2,96E-06	0,255314
9	3,73E-06	0,3225877	9	3,8E-06	0,328383
10	4,66E-06	0,4030408	10	4,77E-06	0,412269
11	5,71E-06	0,493513	11	5,88E-06	0,507645
12	6,88E-06	0,5943111	12	7,12E-06	0,615271
13	8,17E-06	0,7057415	13	8,52E-06	0,736014

Sumber: Hasil Analisis

#### IV. KESIMPULAN DAN SARAN

##### A. Kesimpulan

Dari hasil perhitungan rembesan pada ketinggian maksimum Dam Tailing 13 meter dengan cara Craig sebesar 0,706 m<sup>3</sup>/hari dan dengan cara Schaffernak sebesar 0,736 m<sup>3</sup>/hari. Berdasarkan hasil perhitungan ini rembesan yang terjadi besar, sehingga dapat menyediakan beberapa sediment pond agar air yang keluar ke perairan umum sudah memenuhi baku mutu lingkungan.

Pada KEPMEN ESDM 1827 K/30/MEM/2018 tentang pedoman pelaksanaan kaidah Teknik pertambangan yang baik. Lampiran 5: tentang pedoman pelaksanaan pengolahan lingkungan hidup pertambangan mineral. Poin 5: pengolahan lingkungan pada kegiatan pengolahan dan/atau pemurnian. Huruf k menyatakan bahwa fasilitas penyimpanan sisa hasil proses pengolahan dan/atau pemurnian yang di bangun di darat berupa bendungan limbah tambang (tailing), dilengkapi sistem tanggap darurat dan rencana mitigasi kegagalan struktur. Jadi dengan hasil perhitungan bisa memenuhi ketentuan kaidah Teknik pertambangan yang baik.

##### B. Saran

Dengan hasil perhitungan rembesan yang ada bisa dilakukan kajian lebih lanjut tentang cara mengatasi rembesan pada dam tailing.

#### KUTIPAN

##### A. Buku

- [1] Bowles, J. E. dan Hainim, J. K. 1993. Sifat-Sifat Fisik dan Geoteknis Tanah (Mekanika Tanah). Edisi Kedua. Erlangga, Jakarta.
- [2] Das Braja M., Endah Noor, Mochtar Indrasurya B. 1995. *Mekanika tanah prinsip – prinsip geoteknik*, Jilid 1, Erlangga, Jakarta.
- [3] Departemen Pekerjaan Umum, Ditjen SDA, Direktorat Bina Teknik, 2004. Pedoman Bendungan Limbah Tambang. Jakarta.
- [4] PT Sumber Energi Jaya. 2018. Adendum Studi Kelayakan PT Sumber Energi Jaya Site Ranoyapo. Manado.
- [5] R.F. Craig, dan Susilo Budi. 1989. Mekanika Tanah. Edisi Keempat. Erlangga, Jakarta.
- [6] Sosrodarsono, Suyono dan Kensaku Takeda. 1989. Bendungan Type Urugan. Pradnya Paramita, Jakarta.

##### B. Peraturan, Undang-Undang, Standar

- [7] Keputusan Menteri Energi dan Sumber Daya Mineral, *NOMOR 1827 K/30/MEM/2018 tentang Pedoman Pelaksanaan Kaidah Teknik Pertambangan Yang Baik*. Jakarta: Menteri Energi Dan Sumber Daya Mineral Republik Indonesia, 2018.

##### C. Jurnal

- [8] Laonso, Hasan E. Harianto, Tri, dan Muhiddin, Achmad B. “*Studi Eksperimental Tingkat Rembesan Tailing Tambang PT. Freeport Indonesia dengan Stabilisasi Tanah Aspal Emulsi*”. Makasar: Universitas Hasanuddin.
- [9] Purnama, Yosep. 2016. “Peningkatan Nilai Melalui Implementasi Teknologi Solidifikasi Material Tailing untuk Mendukung Infrastruktur Hijau”. Bogor: PT. ANTAM(persero),Tbk
- [10] Putra, Andius D. 2013. “*Evaluasi dan Kontrol Pengaruh Rembesan pada Dam Tailing Way Linggo, Kabupaten Tanggamus*” dalam Konferensi Nasional Teknik Sipil 7 (KoNTekS 7). Surakarta: Universitas Sebelas Maret (UNS).
- [11] Sompie, Oktavian B. A. dan Pontororing, Christian. 2014. “*Analisis Tegangan-Rengangan, Tekanan Air Pori dan Stabilitas Model Dam Timbunan Tanah*” dalam Jurnal Ilmiah Media Engineering Vol.4 No.4, Desember 2014 (205-214) ISSN: 2087-9334.