



## EVALUASI SISTEM PENYALIRAN TAMBANG DI PT. SINAR KARYA MUSTIKA IUP PT. FAJAR BHAKTI NUSANTARA KECAMATAN PULAU GEBE KABUPATEN HALMAHERA TENGAH PROVINSI MALUKU UTARA

Assyifa Kurnianda<sup>1</sup>, Hilda Alkatiri<sup>2</sup>, Arbi Haya<sup>3</sup> dan Amrih Halil<sup>4</sup>

<sup>1,2,3,4</sup>Program Studi Teknik Pertambangan, Fakultas Teknik Universitas Khairun, Ternate

\*Corresponding author: amrih@unkhair.ac.id

### Article History

Received : 4 Maret 2022

Revised : 22 Maret 2022

Accepted : 1 April 2022

### Abstrak

Aktivitas penambangan memerlukan sistem penyaliran agar tidak mengganggu aktivitas produksi maupun tercemarnya air limbah ke lokasi lain. Tujuan dilakukan penelitian ini adalah untuk menanggulangi potensi air yang masuk ke dalam pit dan membuat rancangan dimensi saluran drainase dan kolam pengendapan. Kolam pengendapan yang berada dilokasi penelitian belum memenuhi KEPMEN 1827/K/MEM/2018 sehingga menyebabkan air merembes dari tanggul kolam ke badan jalan tambang. Penelitian ini dilakukan di Pulau Gebe Kabupaten Halmahera Tengah Provinsi Maluku Utara. Lokasi penelitian memiliki 6 pit dengan masing-masing dimensi saluran drainase berdasarkan hasil perhitungan Manning yaitu Pit Bunaken Bawah, Bunaken Atas dan F5C dengan didapat tinggi saluran basah (h) 0,4232 m, tinggi saluran jagaan (w) 1,38 m, tinggi saluran (H) 1,84 m, lebar dasar saluran (b) 0,46 m dan lebar saluran atas (B) 1,38 m dengan volume sebesar 425.449 m<sup>3</sup>. Pit F6 h=0,49 m, w=23 m, H=1,72 m, b=0,49 m dan B=1,23 m. dengan volume sebesar 1440,848 m<sup>3</sup>. Pit Morotai h=0,45m, w=1,35m, H=1,80m, b=0,45m dan B=1,35 m dengan volume sebesar 1577,998 m<sup>3</sup>. Pit Raja Ampat h=0,50m, w=1,50m, H=2m, b=0,50m dan B=1,50 m dengan volume 982,272 m<sup>3</sup>. Sedangkan dimensi kolam pengendapan yang ada saat ini yaitu berbentuk segi empat dengan dimenasi panjang 175,060 m, lebar 137,105 m dan tinggi 2 m. sesuai dengan Keputusan Menteri No.1827/K/MEM/30/2018 pada Lampiran II No. 7 Tentang Perencanaan Pengolahan dan atau Pemurnian, memiliki dimensi panjang 516,297 m, lebar 319,081 m, tinggi 10 m. Volume kolam yang ada saat ini yaitu 48003,202 m<sup>3</sup> hanya mampu menampung volume air limpasan yang masuk 16515,36 m<sup>3</sup> berdasarkan curah hujan terendah dan belum mampu menampung volume air limpasan 71331,84 m<sup>3</sup> berdasarkan perhitungan curah hujan tertinggi. Sehingga dibuat kolam pengendapan 549805,28 m<sup>3</sup> yang mampu menampung debit air limpasan selama periode 5 tahun.

**Kata kunci** : Debit, Dimensi, Kolam Pengendapan, Saluran Drainase, Volume

### Abstract

Mining activities require a drainage system to not interfere with production activities or pollute wastewater to other locations. The purpose of this research is to overcome the potential of water entering the pit and to design the dimensions of the drainage channel and settling pond. The settling pond at the research location has not complied with KEPMEN 1827/K/MEM/2018, causing water to seep from the pond embankment into the mine road body. This research was conducted on Gebe Island, Central Halmahera Regency, North Moluccas Province. The research location has 6 pits with each drainage channel dimension based on the results of Manning's calculations, namely the Upper Bunaken Pit with wet channel height (h) 0,4232 m, guard channel height (w) 1,38 m, channel height (H) 1,84 m, bottom width channel (b) 0,46 m and the top channel width (B) 1,38 m with a volume of 425,449 m<sup>3</sup>. Pit F6 h=0,49 m, w=23 m, H=1,72 m, b=0,49 m and B=1,23m. with a volume of 1440,848 m<sup>3</sup>. Bunaken pit h=0,46, w=1,38 m, H=1,84 m, b=0,46 m and B=1,38 m with a volume of 1809,535 m<sup>3</sup>. Morotai pit h=0,45 m, w=1,35 m, H=1,80 m, b=0,45 m and B=1,35 m with a volume of 1577,998 m<sup>3</sup>. Pit F5C h=0,46 m, w=1,38 m, H=1,84 m, b=0,46 m and B=1,38 m. with a volume of 2696,867 m<sup>3</sup>. The Raja Ampat pit h=0,50 m, w=1,50m, H=2 m, b=0,50 m and B=1,50 m with a volume of 982,272 m<sup>3</sup>. Meanwhile, the dimensions of the existing settling pond are rectangular in shape with dimensions of 175,060 m long, 137,105 m wide and 2 m high.

in accordance with Ministerial Decree No. 1827/K/MEM/30/2018 in Attachment II No. 7 Regarding Processing and/or Purification Planning, has dimensions of length 516,297 m, width 319,081 m, height 10 m. The current volume of the pond, which is 4,8003,202 m<sup>3</sup> is only able to accommodate the volume of runoff water that enters 16515,36 m<sup>3</sup> based on the lowest rainfall and has not been able to accommodate the volume of runoff water 71331,84 m<sup>3</sup> based on the calculation of the highest rainfall. So that a 549805,28 m<sup>3</sup> sedimentation pond was made which can accommodate runoff water discharge for a period of 5 years.

**Keyword:** Discharge, Dimension, Drainage Channel, Settling Pond, Volume.

## 1. Pendahuluan

Kegiatan penambangan bijih nikel telah memberikan manfaat baik secara langsung maupun tidak langsung bagi perkembangan perekonomian nasional. PT. Fajar Bhakti Lintas Nusantara yang lebih dikenal dengan PT.FBLN, merupakan perusahaan pertambangan bijih nikel yang berlokasi di Desa Ubulie, Kecamatan Pulau Gebe, kabupaten Halmahera Tengah, Provinsi Maluku Utara. Kegiatan usaha pertambangan ini didasarkan SK Bupati Halmahera Tengah No. 540/KEP/253/201. Salah satu faktor yang harus diperhatikan dalam penambangan adalah masalah penanganan air, pada PT. Fajar Bhakti Lintas Nusantara yang proses penambangannya menerapkan sistem tambang terbuka open cast dengan metode mining contour. Curah hujan pada suatu tambang terbuka akan berakibat menjadi daerah tangkapan hujan sehingga berpotensi menjadi tempat berkumpulnya air. Jika terjadi genangan air yang membanjiri front penambangan mengakibatkan terhambatnya produksi dan juga kerusakan pada alat mekanis. Oleh karena itu perlu dilakukan studi dan evaluasi mengenai sistem penyaliran tambang [1]. Sistem penyaliran tambang adalah suatu sistem yang dilakukan untuk mencegah masuknya aliran air ke dalam lubang bukaan tambang atau mengeluarkan air yang telah masuk ke dalam lubang bukaan tambang [2].

Debit adalah suatu koefisien yang menyatakan banyaknya air yang mengalir dari suatu sumber persatuan waktu, dilambangkan dengan Q dalam satuan meter kubik/ detik [3]. Debit dapat dihitung menggunakan persamaan berikut :

$$Q = 0,278 \times C \times I \times A \quad (1)$$

Dengan :

Q = Debit (m<sup>3</sup>/detik)

C = Koefisien limpasan

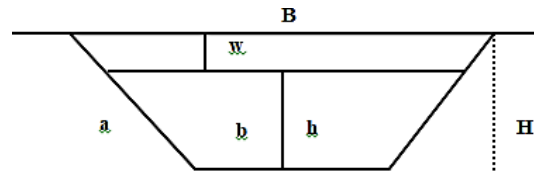
I = Intensitas curah hujan (mm/jam)

A = Luas daerah tangkapan hujan (km<sup>2</sup>)

Saluran penyaliran berfungsi untuk menampung dan mengalirkan air ke tempat kolam pengendapan. Dimensi saluran disesuaikan dengan debit air limpasan. Bentuk penampang saluran yang digunakan dalam penelitian ini yaitu Trapesium dengan perhitungan menggunakan persamaan seperti pada tabel berikut :

**Tabel 1.** Unsur Geometris Penampang Saluran

No	Keterangan	Rumus
1	Tinggi Air (h)	$0.775 \times Q^{0,248}$
2	Lebar Dasar Saluran (b)	$n \times h$
3	Luas Penampang Basah (A)	$[(b + (z \times h))] h, \text{dimana } z = \tan 45^\circ$
4	Lebar Permukaan Saluran (B)	$2A = (B + b) h$
5	Daerah Jagaan Air (w)	$B - b + h$
7	Sudut Kemiringan Saluran (a)	$\tan 45^\circ$



**Gambar 1.** Dimensi Saluran Manning

Dengan :

b = Lebar dasar saluran (m)

h = Tinggi air (m)

A = Luas penampang basah (m<sup>2</sup>)

B = Lebar permukaan saluran (m)

w = Daerah jagaan air (m)

H = Kedalaman saluran (m)

a = Sudut Kemiringan Saluran (Tan°)

Pengukuran kecepatan aliran saluran terbuka merupakan satuan untuk mendekati nilai-nilai hidrologis proses yang terjadi di lapangan. Kemampuan pengukuran debit aliran sangat diperlukan untuk mengetahui potensi sumberdaya air di suatu wilayah [4]. Debit aliran yang digunakan dalam penelitian ini yaitu dengan menggunakan persamaan Manning. Dengan persamaan sebagai berikut :

$$V = \frac{1}{n} \times R^{2/3} \times S^{1/2} \quad (2)$$

Dengan :

V = Kecepatan pengaliran (m/s)

n = Dasar saluran dengan kedalaman air (m)

R = Radius hidraulik (m)

S = Kemiringan dasar saluran (%)

Kolam pengendapan (settling pond) adalah salah satu bagian penting dari sistem penyaliran tambang yaitu kolam yang berfungsi sebagai tempat penampung air tambang sekaligus untuk mengendapkan partikel-partikel padatan yang ikut bersama air tambang. Dalam merancang kolam pengendapan harus mempertimbangkan dimensi dan bentuk dari kolam tersebut. Besarnya dimensi kolam pengendapan ditentukan berdasarkan debit air yang masuk dan kecepatan pengendapan material padatannya [5]. Bentuk kolam pengendapan dalam penelitian ini menggunakan dimensi prisma terpancung dengan perhitungan sebagai berikut :

$$V = \frac{1}{3} LA \times T \quad (3)$$

Dengan :

V = Volume kolam (m<sup>3</sup>)

LA = Luas alas (m<sup>2</sup>)

T = Tinggi (m)

Pedoman pengelolaan teknis pertambangan pada Keputusan Menteri Energi Dan Sumber Daya Mineral No.1827/K/30/MEM/2018 Lampiran II nomor 7 Tentang Perencanaan Pengolahan dan/atau Pemurnian terdapat beberapa syarat tentang Kajian Hidrologi dan Hidrogeologi, yaitu diantaranya : Dalam hal tempat khusus dalam bentuk bendungan dengan tinggi  $\geq 15$  (lebih dari atau sama dengan lima belas) meter diukur dari dasar pondasi terdalam atau tinggi 10 – 15 (sepuluh sampai lima belas) meter diukur dari dasar pondasi terdalam ketentuan:

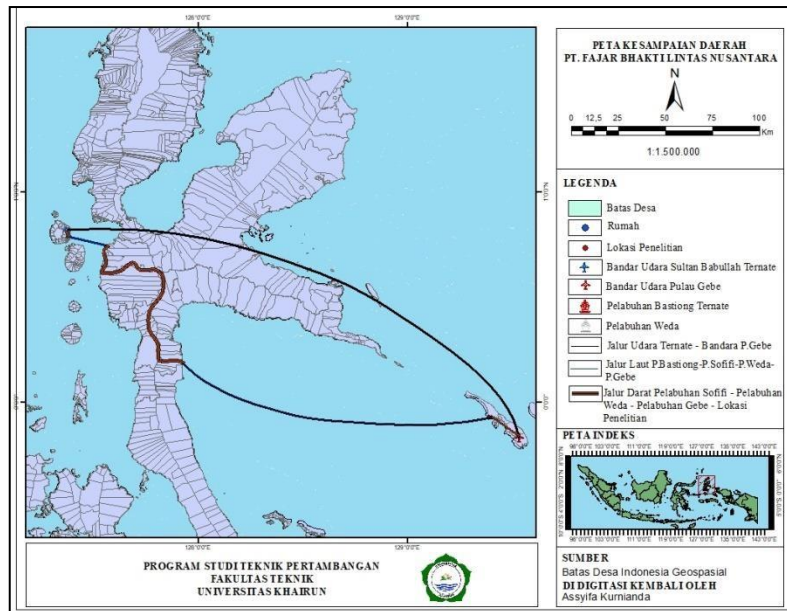
- Panjang puncak bendungan lebih dari 500 (lima ratus) meter.
- Daya tampung bendungan paling sedikit 500.000 m<sup>3</sup>.

- c. Debit air puncak/maksimal yang diperhitungkan masuk ke kolam paling sedikit 1.000 m<sup>3</sup>/detik mendapatkan persetujuan prinsip dari instansi yang berwenang.

## 2. Metode

### Lokasi Penelitian

Penelitian ini dilaksanakan di PT. Fajar Bhakti Lintas Nusantara. Secara geografis (koordinat) IUP Operasi Produksi PT. FBLN sesuai dengan Surat Keputusan Bupati Halmahera Tengah No. 540/KEP/253/2011 terletak pada 129° 23' 10" BT dan 0° 3' 26" LS. Sedangkan secara administratif berada di Desa Ubulie, Kecamatan Pulau Gebe, Kabupaten Halmahera Tengah, Provinsi Maluku Utara. [6]



Gambar 2. Peta Lokasi Kesampaian Daerah

### Jenis Metode Penelitian

Metode Penelitian dalam penelitian ini adalah penelitian kuantitatif yang spesifikasinya adalah sistematis, terencana dan terstruktur dengan jelas sejak awal hingga pembuatan desain penelitiannya dengan pendekatan tipe penelitian deskriptif yaitu melakukan analisis dan membuat kesimpulan yang umum melalui data atau sampel yang telah terkumpul. Secara lebih spesifik, metode deskriptif yang digunakan dalam penelitian ini adalah metode studi kasus [7].

### Sumber Data

Data diperoleh dari pengamatan langsung di lapangan (data primer) dan literatur-literatur yang berhubungan dengan permasalahan yang ada (data sekunder). Pengambilan data tergantung dari jenis data yang dibutuhkan dalam penelitian ini meliputi data primer yaitu data survei lokasi penambangan atau pit, data pengukuran dimensi saluran, data luas daerah tangkapan hujan/catchment area. Sedangkan data sekunder meliputi data curah hujan dan profil perusahaan.

### Instrumentasi

Menjelaskan tentang semua perangkat yang digunakan dalam penelitian ini termasuk alat dan bahan. Adapun instrumentasi tersebut antara lain :

- Kamera Digital, digunakan untuk mengambil foto yang merupakan dokumentasi penelitian.
- Buku Catatan dan Perangkat Tulis, digunakan sebagai perangkat tulis menulis dalam bentuk catatan lapangan.

- c. Notebook/Laptop, digunakan untuk pembuatan laporan, pengolahan dan analisa data (dibantu perangkat lunak, seperti : Microsoft Office Word, dan Microsoft Office Excell), serta media penyimpanan data-data penelitian.
- d. Stopwatch, digunakan untuk menghitung kecepatan aliran dalam satuan waktu.

### Pengolahan Data

Data diolah menggunakan rumus matematis, kemudian disajikan dalam bentuk tabel, gambar dan perhitungan penyelesaian. Pengolahan data meliputi menghitung luas catchment area berdasarkan peta topografi dan peta situasi tambang, menghitung curah hujan rencana digunakan metode Mononobe dan distribusi Gumbel hasil dari perhitungan ini nantinya akan digunakan untuk menentukan intensitas curah hujan, menghitung dan menentukan dimensi kapasitas debit penyaliran saluran terbuka menggunakan persamaan Manning dan menghitung serta menentukan dimensi kolam pengendapan menggunakan persamaan prisma terpancung.

### Analisis Data

Data-data yang telah diolah kemudian dilakukan analisis berdasarkan literatur-literatur yang berhubungan dengan masalah tersebut.

### 3. Hasil dan Pembahasan

Data penelitian yang diperoleh di PT. Fajar Bhakti Lintas Nusantara dapat dilihat pada tabel sebagai berikut :

**Tabel 2.** Data Penelitian Pit

No	Pit	Luas Saluran Drainase (m)	Panjang Aliran (m)	Kecepatan Aliran(s)	Luas Catchment Area(m)	Debit(m <sup>3</sup> /s)
1	Bunaken Bawah	4,7 m <sup>2</sup>	756,062 m	2526 s	9843,5106 m <sup>2</sup>	0,1194 m <sup>3</sup> /s
2	Morotai	4,5 m <sup>2</sup>	974,073 m	2700 s	9341,2568 m <sup>2</sup>	0,1188 m <sup>3</sup> /s
3	F6	4,7 m <sup>2</sup>	1288,51 m	2736 s	12731,2042 m <sup>2</sup>	0,1264 m <sup>3</sup> /s
4	F5C	5,4 m <sup>2</sup>	1593,14 m	5520 s	9993,1445 m <sup>2</sup>	0,1610 m <sup>3</sup> /s
5	Raja Ampat	4,5 m <sup>2</sup>	491,136 m	2772 s	13790,0558 m <sup>2</sup>	0,1740 m <sup>3</sup> /s
6	Bunaken Atas	12 m <sup>2</sup>	1068,96m	3480 s	9601,2618 m <sup>2</sup>	0,1210 m <sup>3</sup> /s

### Perhitungan Saluran Terbuka Aliran Seragam (Manning)

Untuk perhitungan hidrolika, kecepatan rata-rata aliran seragam dalam suatu saluran terbuka (*open channel*) biasanya dinyatakan dengan perkiraan yang dikenal dengan rumus aliran seragam (*uniform flow formula*). Dalam hal ini perhitungannya menggunakan rumus empiris yaitu Manning dengan perhitungan sebagai berikut :

- a. Pit Bunaken Bawah

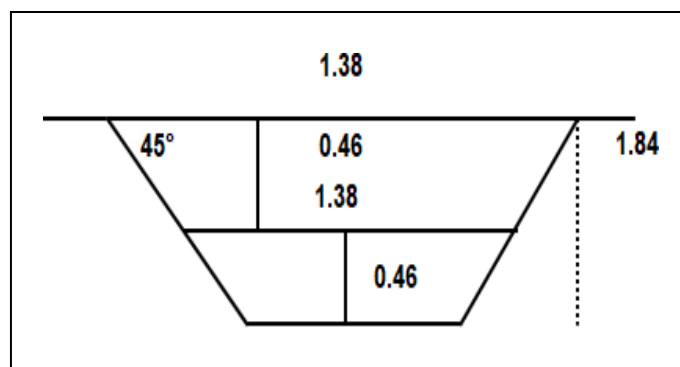
Perhitungan kapasitas dan debit pengaliran untuk pit bunaken bawah dapat dilihat pada tabel 3 sebagai berikut :

**Tabel 3.** Hasil Perhitungan Manning Pit Bunaken Bawah

No	Keterangan	Rumus
1	Tinggi Air (h)	<b><math>h = 0,46 \text{ m}</math></b>
2	Lebar Dasar Saluran (b)	<b><math>b = 0,46 \text{ m}</math></b>
3	Luas Penampang Basah (A)	<b><math>A = 0,4232 \text{ m}^2</math></b>
4	Lebar Permukaan Saluran (B)	<b><math>B = 1,38 \text{ m}</math></b>
5	Daerah Jagaan Air (w)	<b><math>w = 1,38 \text{ m}</math></b>
6	Kedalaman Saluran (H)	<b><math>H = 1,84 \text{ m}</math></b>
7	Sudut Kemiringan Saluran (a)	<b><math>\text{Tan } 45^\circ</math></b>

**Tabel 4.** Perhitungan Kapasitas Penyaliran Pit Bunaken Bawah

No	Keterangan	Rumus	Perhitungan
1	Radius Hidraulik	$R = A/w$	$R = 0.4232/1,38$ $R = 0,306 \text{ m}$ $V = 1/0,025 \times 0,306^{2/3} \times 0,5^{1/2}$
2	Kecepatan Pengaliran (V)	$V = 1/n \times R^{2/3} \times S^{1/2}$	$V = 12,839 \text{ m} \times 24 \text{ jam}$ $V = 308,136 \text{ m/jam}$ $V = 0,0855 \text{ m/s}$
3	Debit Saluran Drainase (Q)	$Q = A \times V$	$Q = 0.4232 \text{ m}^2 \times 0.0855 \text{ m/s}$ $Q = 0,03618 \text{ m}^3/\text{s}$

**Gambar 3.** Saluran Drainase Pit Bunaken Bawah**Gambar 4.** Rancangan Dimensi Saluran Drainase Pit Bunaken Bawah

## b. Pit F6

Perhitungan kapasitas dan debit pengaliran untuk pit F6 dapat dilihat pada tabel 5 sebagai berikut :

**Tabel 5.** Hasil Perhitungan Manning Pit F6

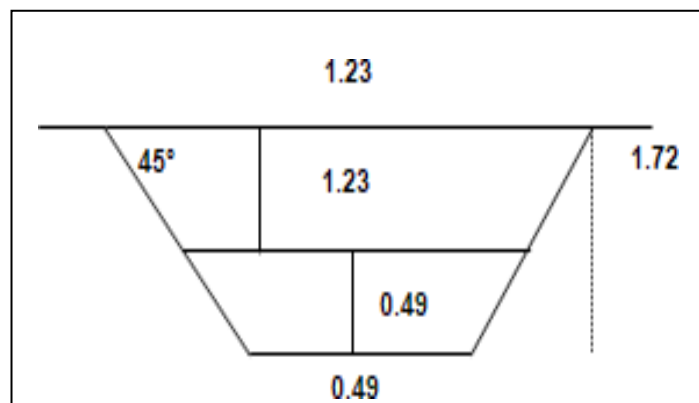
No	Keterangan	Rumus
1	Tinggi Air (h)	$h = 0,49 \text{ m}$
2	Lebar Dasar Saluran (b)	$b = 0,49 \text{ m}$
3	Luas Penampang Basah (A)	$A = 0,4802 \text{ m}^2$
4	Lebar Permukaan Saluran (B)	$B = 1,23 \text{ m}$
5	Daerah Jagaan Air (w)	$w = 1,23 \text{ m}$
6	Kedalaman Saluran (H)	$H = 1,72 \text{ m}$
7	Sudut Kemiringan Saluran (a)	$\text{Tan } 45^\circ$

**Tabel 6.** Perhitungan Kapasitas Penyaliran Pit F6

No	Keterangan	Rumus	Perhitungan
1	Radius Hidraulik	$R = A/w$	$R = 0,390 \text{ m}$
2	Kecepatan Pengaliran (V)	$V = 1/n \times R^{2/3} \times S^{1/2}$	$V = 0,1006 \text{ m/s}$
3	Debit Saluran Drainase (Q)	$Q = A \times V$	$Q = 0,483 \text{ m}^3/\text{s}$



**Gambar 5.** Saluran Drainase Pit F6



**Gambar 6.** Rancangan Dimensi Saluran Drainase Pit F6

## c. Pit Bunaken Atas

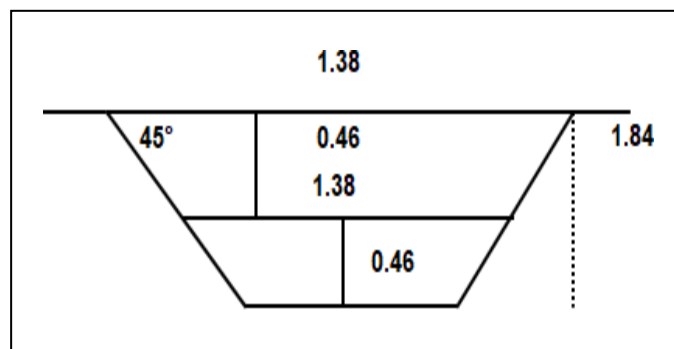
Perhitungan kapasitas dan debit pengaliran untuk pit bunaken atas dapat dilihat pada tabel 7 sebagai berikut :

**Tabel 7.** Hasil Perhitungan Manning Pit Bunaken Atas

No	Keterangan	Rumus
1	Tinggi Air (h)	$h = 0,46 \text{ m}$
2	Lebar Dasar Saluran (b)	$b = 0,46 \text{ m}$
3	Luas Penampang Basah (A)	$A = 0,4232 \text{ m}$
4	Lebar Permukaan Saluran (B)	$B = 1,38 \text{ m}$
5	Daerah Jagaan Air (w)	$w = 1,38 \text{ m}$
6	Kedalaman Saluran (H)	$H = 1,72 \text{ m}$
7	Sudut Kemiringan Saluran (a)	$\text{Tan } 45^\circ$

**Tabel 8.** Perhitungan Kapasitas Penyaliran Manning Pit Bunaken Atas

No	Keterangan	Rumus	Perhitungan
1	Radius Hidraulik	$R = A/w$	$R = 0,4232/1,38$ $R = 0,306 \text{ m}$ $V = 1/0,025 \times 0,306^{2/3} \times 0,5^{1/2}$
2	Kecepatan Pengaliran (V)	$V = 1/n \times R^{2/3} \times S^{1/2}$	$V = 12,839 \text{ m} \times 24 \text{ jam}$ $V = 308,136 \text{ m/jam}$ $V = 0,0855 \text{ m/s}$
3	Debit Saluran Drainase(Q)	$Q = A \times V$	$Q = 0,4232 \text{ m}^2 \times 0,0855 \text{ m/s}$ $Q = 0,03618 \text{ m}^3/\text{s}$

**Gambar 7.** Saluran Drainase Pit Bunaken Atas**Gambar 8.** Rancangan Dimensi Saluran Drainase Pit Bunaken Atas

## d. Pit Morotai

Perhitungan kapasitas dan debit pengaliran untuk pit morotai dapat dilihat pada tabel 9 sebagai berikut:

**Tabel 9.** Hasil Perhitungan Penyaliran Manning Pit Morotai

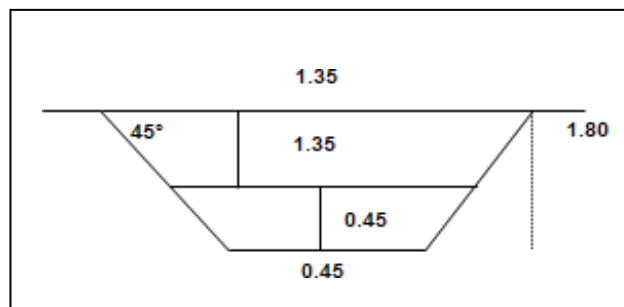
No	Keterangan	Rumus
1	Tinggi Air (h)	$h = 0,45 \text{ m}$
2	Lebar Dasar Saluran (b)	$b = 0,45 \text{ m}$
3	Luas Penampang Basah (A)	$A = 0,405 \text{ m}$
4	Lebar Permukaan Saluran (B)	$B = 1,35 \text{ m}$
5	Daerah Jagaan Air (w)	$w = 1,35 \text{ m}$
6	Kedalaman Saluran (H)	$H = 1,80 \text{ m}$
7	Sudut Kemiringan Saluran (a)	$\text{Tan } 45^\circ$

**Tabel 10.** Perhitungan Kapasitas Penyaliran Manning Pit Morotai

No	Keterangan	Rumus	Perhitungan
1	Radius Hidraulik	$R = A/w$	$R = 0,4232/1,38$ $R = 0,30 \text{ m}$ $V = 1/0,025 \times 0,306^{2/3} \times 0,5^{1/2}$
2	Kecepatan Pengaliran (V)	$V = 1/n \times R^{2/3} \times S^{1/2}$	$V = 12,839 \text{ m} \times 24 \text{ jam}$ $V = 308,136 \text{ m/jam}$ $V = 0,0855 \text{ m/s}$
3	Debit Saluran Drainase (Q)	$Q = A \times V$	$Q = 0,4232 \text{ m}^2 \times 0,0855 \text{ m/s}$ $Q = 0,03618 \text{ m}^3/\text{s}$



**Gambar 9.** Saluran Drainase Pit Morotai



**Gambar 10.** Rancangan Dimensi Saluran Drainase Pit Morotai

## e. Pit F5C

Perhitungan kapasitas dan debit pengaliran untuk pit F5C dapat dilihat pada tabel 11 sebagai berikut:

**Tabel 11.** Perhitungan Kapasitas Penyaliran Manning Pit F5C

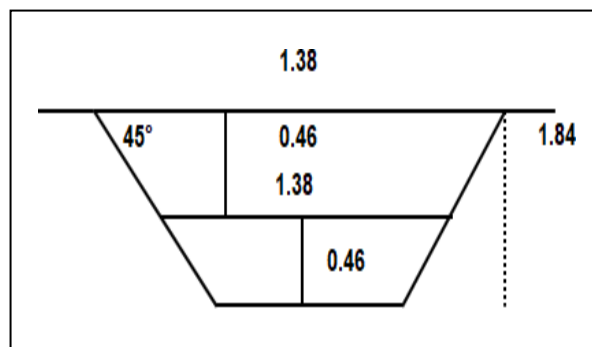
No	Keterangan	Rumus
1	Tinggi Air (h)	$h = 0,46 \text{ m}$
2	Lebar Dasar Saluran (b)	$b = 0,46 \text{ m}$
3	Luas Penampang Basah (A)	$A = 0,4232 \text{ m}^2$
4	Lebar Permukaan Saluran (B)	$B = 1,38 \text{ m}$
5	Daerah Jagaan Air (w)	$w = 1,38 \text{ m}$
6	Kedalaman Saluran (H)	$H = 1,84 \text{ m}$
7	Sudut Kemiringan Saluran (a)	$\text{Tan } 45^\circ$

**Tabel 12.** Perhitungan Kapasitas Penyaliran Manning Pit F5C

No	Keterangan	Rumus	Perhitungan
1	Radius Hidraulik	$R = A/w$	$R = 0,4232/1,38$ $R = 0,306 \text{ m}$ $V = 1/0,025 \times 0,306^{2/3} \times 0,5^{1/2}$
2	Kecepatan Pengaliran (V)	$V = 1/n \times R^{2/3} \times S^{1/2}$	$V = 12,839 \text{ m} \times 24 \text{ jam}$ $V = 308,136 \text{ m/jam}$ $V = 0,0855 \text{ m/s}$
3	Debit Saluran Drainase (Q)	$Q = A \times V$	$Q = 0,4232 \text{ m}^2 \times 0,0855 \text{ m/s}$ $Q = 0,03618 \text{ m}^3/\text{s}$



**Gambar 11.** Saluran Drainase Pit F5C



**Gambar 12.** Rancangan Dimensi Saluran Drainase Pit F5C

## f. Pit Raja Ampat

Perhitungan kapasitas dan debit pengaliran untuk pit raja ampat dapat dilihat pada tabel 13 sebagai berikut:

**Tabel 13.** Perhitungan Kapasitas Penyaliran Manning Pit Raja Ampat

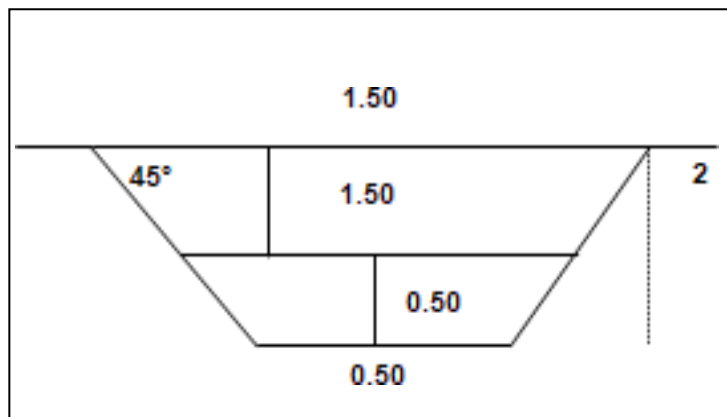
No	Keterangan	Rumus
1	Tinggi Air (h)	$h = 0,50 \text{ m}$
2	Lebar Dasar Saluran (b)	$b = 0,50 \text{ m}$
3	Luas Penampang Basah (A)	$A = 0,50 \text{ m}$
4	Lebar Permukaan Saluran (B)	$B = 1,50 \text{ m}$
5	Daerah Jagaan Air (w)	$w = 1,50 \text{ m}$
6	Kedalaman Saluran (H)	$H = 2 \text{ m}$
7	Sudut Kemiringan Saluran (a)	$\text{Tan } 45^\circ$

**Tabel 14.** Perhitungan Kapasitas Penyaliran Manning Pit Raja Ampat

No	Keterangan	Rumus	Perhitungan
1	Radius Hidraulik	$R = A/w$	$R = 0.4232/1,38$ $R = 0,306 \text{ m}$
2	Kecepatan Pengaliran (V)	$V = 1/n \times R^{2/3} \times S^{1/2}$	$V = 1/0,025 \times 0,306^{2/3} \times 0,5^{1/2}$ $V = 12,839 \text{ m} \times 24 \text{ jam}$ $V = 308,136 \text{ m/jam}$ $V = 0,0855 \text{ m/s}$
3	Debit Saluran Drainase (Q)	$Q = A \times V$	$Q = 0.4232 \text{ m}^2 \times 0.0855 \text{ m/s}$ $Q = 0,03618 \text{ m}^3/\text{s}$



**Gambar 13.** Saluran Drainase Pit Raja Ampat



**Gambar 14.** Rancangan Dimensi Saluran Drainase Pit Raja Ampat

### Perhitungan Volume Saluran Drainase

Dalam hal Saluran drainase yang ada dilapangan menggunakan metode apung (Floating Method) yang belum memperhatikan kedalaman, luas basah, garis muka air dan dasar saluran yang disesuaikan dengan klasifikasi saluran terbuka (open channel). Dalam saluran terbuka terdapat perhitungan hidrolika yang mengatur kecepatan rata-rata aliran seragam. Sehingga dalam hal ini dilakukan evaluasi dengan metode aliran seragam yang digunakan yaitu persamaan Manning. Dengan perhitungan sebagai berikut :

#### a. Volume Saluran Awal

**Tabel 15.** Perhitungan Volume Saluran Awal

No	Nama Pit	Luas Saluran (m <sup>2</sup> )	Panjang Saluran (m)	Volume (m <sup>3</sup> )
1	Bunaken Bawah	3.7	756,602	2799,427
2	Morotai	3.5	974,073	3409,255
3	F6	3.7	1288,51	4767,487
4	F5C	5.5	1593,14	8762,27
5	Bunaken Atas	12	1068,96	12827,520
6	Raja Ampat	3.5	491,136	1718,976

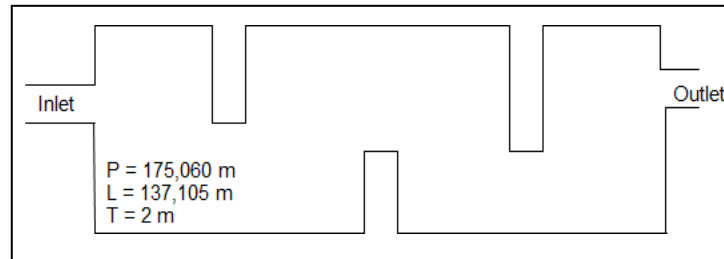
#### b. Volume Saluran Hasil Evaluasi

**Tabel 16.** Perhitungan Volume Evaluasi

No	Nama Pit	Rumus	Perhitungan	Volume (m <sup>3</sup> )
1	Bunaken Bawah		$V = \frac{1}{2} (1,38 + 0,46) \times 1,84 \times 756,062$	V = 1279,861
2	F6		$V = \frac{1}{2} (1,23 + 0,49) \times 1,72 \times 974,073$	V = 1440,848
3	Morotai	$V = \frac{1}{2} (B + b)H \times L$	$V = \frac{1}{2} (1,35 + 0,45) \times 1,80 \times 974,073$	V = 1577,998
4	F5C		$V = \frac{1}{2} (1,38 + 0,46) \times 1,84 \times 1593,14$	V = 2696,867
5	Bunaken Atas		$V = \frac{1}{2} (1,38 + 0,46) \times 1,84 \times 1068,96$	V = 1809,535
6	Raja Ampat		$V = \frac{1}{2} (1,50 + 0,50) \times 2 \times 491,136$	V = 982,272

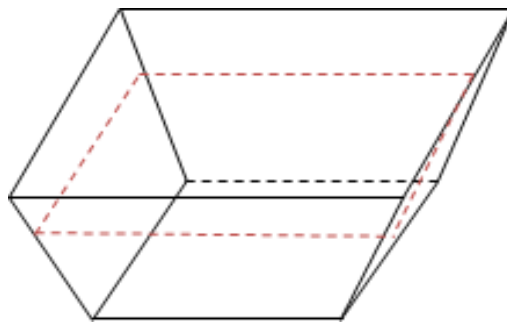
### Perhitungan Volume Saluran Drainase

Dimensi dari kolam pengendapan raffleshia yang terdiri dari kompartemen I-IV memiliki bentuk segi empat, seperti pada gambar berikut :



**Gambar 15.** Dimensi Kolam Pengendapan Raffleshia

Bentuk kolam pengendapan segi empat kurang bagus karena kelemahannya adalah mudah terjadi pengikisan sehingga terjadi pengendapan pada dasar saluran. Pada hasil evaluasi dibuat perhitungan dan dimensi kolam pengendapan berbentuk trapesium seperti gambar 16 yang mana lebih mudah dalam pembuatan, dapat mengalirkan debit air yang besar ,tahan terhadap erosi dan tidak terjadi pengendapan di dasar saluran.



**Gambar 16.** Dimensi Kolam Pengendapan Trapesium

Dimensi kolam pengendapan berdasarkan evaluasi disesuaikan dengan Pedoman pengelolaan teknis pertambangan pada Keputusan Menteri Energi Dan Sumber Daya Mineral No.1827/K/30/MEM/2018 Lampiran II nomor 7 Tentang Perencanaan Pengolahan dan/atau Pemurnian, yaitu sebagai berikut : Panjang sump = 516,927 m, Lebar sump= 319,081 m, Tinggi sump = 10 m

### Perhitungan Volume Kolam Pengendapan

Dalam merancang suatu dimensi kolam pengendapan harus disesuaikan dengan perhitungan debit dan volume air limpasan dalam periode 5 tahun yang sesuai dengan umur tambang. Dalam hal ini dibuat perbandingan volume kolam pengendapan berdasarkan curah hujan minimum dan maksimum.

Dengan perhitungan sebagai berikut :

## a. Berdasarkan Curah Hujan Minimum

**Tabel 17.** Hasil Perhitungan Curah Hujan Minimum

No	Keterangan	Rumus	Perhitungan
1	Curah Hujan Rata-Rata Maksimum (Xi)	$X_i = \frac{\sqrt{\sum_{i=1}^n X_i}}{n}$	$X_i = \frac{\sqrt{1490,7}}{4}$ $X_i = 372,675 \text{ mm}$
2	Curah Hujan Rencana (Xt)	$X_t = \frac{\bar{x} + (Y_t - Y_n)}{S_n} S$	$X_t = \frac{372,675 + (1,4999 - 0,4455)}{0,84} 51,672$ $X_t = 121,535 \text{ mm/hari}$
3	Intensitas Curah Hujan	$I = \frac{R_{24}}{24} \times \left(\frac{24}{tc}\right)^{2/3}$	$I = \frac{121,535}{24} \times \left(\frac{24}{1}\right)^{2/3}$ $I = 42,124 \text{ mm/jam}$ $I = 0.00001170 \text{ m/s}$

Menghitung debit air limpasan menggunakan persamaan 1. Dengan besar koefisien (C) adalah 0.9 maka didapat hasil perhitungan :

**Tabel 18.** Perhitungan Debit Air Limpasan

No	Keterangan	Perhitungan
1	Debit Bunaken Bawah	$Q = 0,278 \times 0,9 \times 0.00001170 \times 9843,5106$ $Q = 0.028815 \text{ m}^3/\text{s}$
2	Debit Bunaken Atas	$Q = 0,278 \times 0,9 \times 0.00001170 \times 9601,2618$ $Q = 0.028106 \text{ m}^3/\text{s}$
3	Debit F5C	$Q = 0,278 \times 0,9 \times 0.00001170 \times 9993,1445$ $Q = 0.029253 \text{ m}^3/\text{s}$
4	Debit F6	$Q = 0,278 \times 0,9 \times 0.00001170 \times 12731,2042$ $Q = 0.037268 \text{ m}^3/\text{s}$
5	Debit Morotai	$Q = 0,278 \times 0,9 \times 0.00001170 \times 9341,2568$ $Q = 0.02734 \text{ m}^3/\text{s}$
6	Debit Raja Ampat	$Q = 0,278 \times 0,9 \times 0.00001170 \times 13790,05508$ $Q = 0.040368 \text{ m}^3/\text{s}$
<b>Total Debit</b>		<b>0.19115 m<sup>3</sup>/s</b>

Hasil perhitungan debit air limpasan selama periode 5 tahun didapat 0.19115 m<sup>3</sup>/s air yang masuk kedalam kolam. Sehingga perhitungan volume kolam pengendapan sebagai berikut:

**Tabel 19.** Perhitungan Volume Kolam Pengendapan

No	Volume Air Masuk	Volume Kolam	Keterangan
1	$V_t = Q \text{ Air Tambang} \times t \text{ 1 hari}$ $V_t = 0,19115 \text{ m}^3/\text{s} \times 86400 \text{ s}$ $V_t = 16515,36 \text{ m}^3$	$V = P \times L \times T$ $V = 175,060 \times 137,105 \times 2$ $V = 48003,202 \text{ m}^3$	Berdasarkan hasil perhitungan ternyata kolam pengendapan masih dapat menampung $16515,36 \text{ m}^3$ volume air yang berasal dari debit hujan selama periode 5 tahun

## b. Berdasarkan Curah Hujan Maksimum

**Tabel 20.** Hasil Perhitungan Curah Hujan Maksimum

No	Keterangan	Rumus	Perhitungan
1	Curah Hujan Rata-Rata Maksimum (Xi)	$X_i = \frac{\sqrt{\sum_{i=1}^n X_i}}{n}$	$X_i = \frac{\sqrt{1490,7}}{4}$ $X_i = 372,675 \text{ mm}$
2	Curah Hujan Rencana (Xt)	$X_t = \frac{\bar{x} + (Y_t - Y_n) S}{S_n}$	$X_t = \frac{372,675 + (1,4999 - 0,4455)}{0,84} 121,357$ $X_t = 525,006 \text{ mm/hari}$
3	Intensitas Curah Hujan	$I = \frac{R_{24}}{24} \times \left(\frac{24}{tc}\right)^{2/3}$	$I = \frac{525,006}{24} \times \left(\frac{24}{1}\right)^{2/3}$ $I = 182 \text{ mm/jam}$ $I = 0.00005055 \text{ m/s}$

**Tabel 21.** Perhitungan Debit Air Limpasan

No	Keterangan	Perhitungan
1	Debit Bunaken Bawah	$Q = 0,278 \times 0,9 \times 0.00005055 \times 9843,5106$ $Q = 0,1194 \text{ m}^3/\text{s}$
2	Debit Bunaken Atas	$Q = 0,278 \times 0,9 \times 0.00005055 \times 9601,2618$ $Q = 0,121 \text{ m}^3/\text{s}$
3	Debit F5C	$Q = 0,278 \times 0,9 \times 0.00005055 \times 9993,1445$ $Q = 0,1264 \text{ m}^3/\text{s}$
4	Debit F6	$Q = 0,278 \times 0,9 \times 0.00005055 \times 12731,2042$ $Q = 0,1610 \text{ m}^3/\text{s}$
5	Debit Morotai	$Q = 0,278 \times 0,9 \times 0.00005055 \times 9341,2568$ $Q = 0,1188 \text{ m}^3/\text{s}$

No	Keterangan	Perhitungan
6	Debit Raja Ampat	$Q = 0.278 \times 0.9 \times 0.00005055 \times 13790,05508$ $Q = 0.174 \text{ m}^3/\text{s}$
<b>Total Debit</b>		<b>0,8256 m<sup>3</sup>/s</b>

Hasil perhitungan debit air limpasan selama periode 5 tahun didapat 0.8256 m<sup>3</sup>/s air yang masuk kedalam kolam. Sehingga perhitungan volume kolam pengendapan sebagai berikut:

**Tabel 22.** Perhitungan Volume Kolam Pengendapan

No	Volume Air Masuk	Volume Kolam	Keterangan
1	$V_t = Q \text{ Air Tambang} \times t \text{ 1 hari}$ $V_t = 0,8256 \text{ m}^3/\text{s} \times 86400 \text{ s}$ $V_t = 71331,84 \text{ m}^3$	$V = P \times L \times T$ $V = 175,060 \times 137,105 \times 2$ $V = 48003,202 \text{ m}^3$	Berdasarkan hasil perhitungan ternyata kolam pengendapan masih dapat menampung 71131,84 m <sup>3</sup> volume air yang berasal dari debit hujan selama periode 5 tahun. Menyebabkan air keluar melewati tanggul kolam

Sehingga ukuran yang cocok untuk volume air tersebut dan sesuai dengan Keputusan Menteri Energi Dan Sumber Daya Mineral No.1827/K/30/MEM/2018 Lampiran II nomor 7 Tentang Perencanaan Pengolahan dan/atau Pemurnian, dapat diperhitungkan sebagai berikut :

Diketahui:

Panjang sump = 516,927 m

Lebar sump = 319,081 m

Tinggi sump = 10 m

$$V = \frac{1}{3} \text{ Luas Alas} \times \text{Tinggi} \quad (4)$$

$$V = \frac{1}{3} \times (516,927 \times 319,081) \times 10$$

$$V = 549805,28 \text{ m}^3$$

#### 4. Kesimpulan

Berdasarkan hasil perhitungan evaluasi maka dapat ditarik kesimpulan bahwa :

1. Dimensi saluran drainase yang berada dilapangan belum efektif dikarekanan terlihat pada saluran drainase bunaken atas memiliki dimensi yang cukup besar yaitu dengan luasan 12 m<sup>2</sup> dengan kecepatan penyaliran 3480 detik atau 58 menit dari pit ke lokasi kolam pengendapan sedangkan luasan daerah tangkapan hujan pit bunaken atas yaitu 0,9 hektar. Dilakukan evaluasi saluran drainase dengan perhitungan Manning membentuk saluran trapesium, sebab saluran dalam bentuk tersebut lebih efektif dan efisien karena dapat menampung debit air yang besar. Didapat dimensi saluran drainase dari setiap pit yaitu : Pit Bunaken Bawah, Bunaken Atas dan F5C didapat tinggi saluran basah (h) 0,4232 m, tinggi saluran jagaan (w) 1,38 m, tinggi saluran (H) 1,84 m, lebar dasar saluran (b) 0,46m dan lebar saluran atas (B) 1,38m dengan volume sebesar 425,449 m<sup>3</sup>. Pit morotai h=0,45 m, w=1,35 m, H=1,80 m, b=0,45 m dan B=1,35 m dengan volume sebesar 1577,998 m<sup>3</sup>. Pit F5C

- $h=0,46$  m,  $w=1,38$  m,  $H=1,84$  m,  $b=0,46$  m dan  $B=1,38$  m. dengan volume  $2696,867$  m<sup>3</sup>. Pit raja ampat  $h=0,50$  m,  $w=1,50$  m,  $H=2$  m,  $b=0,50$  m dan  $B=1,50$  m dengan volume  $982,272$  m<sup>3</sup>.
2. Dimensi kolam pengendapan yang ada saat ini yaitu berbentuk segi empat dengan dimenasi panjang  $175,060$  m, lebar  $137,105$  m dan tinggi  $2$  m. Kolam pengendapan bentuk segi empat kurang baik untuk digunakan karena cepat mengalami pengendapan. Maka dibuat sesuai dengan Keputusan Menteri No.1827/K/MEM/30/2018 pada Lampiran II No. 7 Tentang Perencanaan Pengolahan dan atau Pemurnian, memiliki dimensi panjang  $516,297$  m, lebar  $319,081$  m, tinggi  $10$  m. Volume kolam yang ada saat ini yaitu  $48003,202$  m<sup>3</sup> hanya mampu menampung volume air limpasan yang masuk  $16515,36$  m<sup>3</sup> berdasarkan curah hujan terendah dan belum mampu menampung volume air limpasan  $71331,84$  m<sup>3</sup> berdasarkan perhitungan curah hujan tertinggi. Sehingga dibuat kolam pengendapan  $549805,28$  m<sup>3</sup> yang mampu menampung debit air limpasan selama periode 5 tahun.

## 5. Referensi

- [1] Agustianto, D.A., 2014, Model Hubungan Hujan dan Runoff (Studi Lapangan), Jurnal Teknik Sipil dan Lingkungan Vol. 2, No. 2, Juni 2014 ISSN : 2355-374X, Halaman 215-224.
- [2] Endriantho, M., Ramli, M., 2013. Perencanaan Sistem Penyaliran Tambang Terbuka Batubara. Jurnal Geosains vol. 09 No. 01/2013.
- [3] Gautama R.S. 1995. Hidrologi dan hidrogeologi. Jurusan Teknik Pertambangan, ITB. Bandung.
- [4] McNaughton, N., Smith Jr, J.E., dan Stoll, S., 2011. Principles of Design and Operations of Wastewater Treatment Pond Systems for Plant Operators, Engineers, and Managers , USEP.
- [5] Putri, Y.E., 2014. Analisa Penyaliran Air Tambang Batu Kapur PT. Semen Baturaja (Persero) di Pabrik Baturaja. Jurnal Desiminasi Teknologi. Lampung.
- [6] Sayoga, Rudi. 1993. Pengantar Penyaliran Tambang. Jurusan Teknik Pertambangan Institut Teknologi Bandung (ITB). Bandung.
- [7] Te Chow, Ven. 1959. "Open-Channel Hydraulics International Student Editio". Tokyo: McGraw- Hill Kogakusha Book Company, Inc.
- [8] Y.K. Suhendra. 2015. Kajian Teknis Sistem Penyaliran Tambang Terbuka di PT Megummy Inti Anugerah Kabupaten Berau Provinsi Kalimantan Timur. Jurnal Teknologi Pertambangan, Kalimantan Timur.