

**ANALISIS SISTEM DRAINASE TAMBANG TERBUKA  
PADA PIT WARUTE UTARA PT. BINA SARANA SUKSES  
DESA IDA MANGGALA KECAMATAN SUNGAI RAYA  
KABUPATEN HULU SUNGAI SELATAN  
PROVINSI KALIMANTAN SELATAN**

**SKRIPSI**



**OLEH :**

**RENI WULANDARI**  
**NIM. DBD 112 052**

**KEMENTERIAN PENDIDIKAN DAN KEBUDAYAAN  
UNIVERSITAS PALANGKA RAYA  
FAKULTAS TEKNIK  
JURUSAN/PRODI TEKNIK PERTAMBANGAN  
PALANGKA RAYA  
2020**

**ANALISIS SISTEM DRAINASE TAMBANG TERBUKA  
PADA PIT WARUTE UTARA PT. BINA SARANA SUKSES  
DESA IDA MANGGALA KECAMATAN SUNGAI RAYA  
KABUPATEN HULU SUNGAI SELATAN  
PROVINSI KALIMANTAN SELATAN**

**SKRIPSI**

**Sebagai Salah Satu Persyaratan  
Memperoleh Gelar Sarjana Strata 1  
Pada Jurusan Teknik Pertambangan**



**OLEH :**

**RENI WULANDARI  
NIM. DBD 112 052**

**KEMENTERIAN PENDIDIKAN DAN KEBUDAYAAN  
UNIVERSITAS PALANGKA RAYA  
FAKULTAS TEKNIK  
JURUSAN TEKNIK PERTAMBANGAN  
2020**

## HALAMAN PERNYATAAN

Saya yang bertanda tangan di bawah ini :

Nama : Reni Wulandari

NIM : DBD 112 052

Jurusan : Teknik Pertambangan

Jenjang : Strata 1 (S-1)

Menyatakan bahwa Saya tidak melakukan kegiatan plagiat dalam penyusunan Skripsi yang berjudul :

**”ANALISIS SISTEM DRAINASE TAMBANG TERBUKA PADA PIT WARUTE UTARA PT. BINA SARANA SUKSES DESA IDA MANGGALA KECAMATAN SUNGAI RAYA KABUPATEN HULU SUNGAI SELATAN PROVINSI KALIMANTAN SELATAN”**

Skripsi ini merupakan hasil penyusunan sendiri, terkecuali kutipan-kutipan yang telah saya jelaskan sumbernya di Daftar Pustaka.

Palangka Raya, 17 Januari 2020

Penulis,



**RENI WULANDARI**  
**NIM. DBD 112 052**

**HALAMAN PENGESAHAN**

**SKRIPSI**

**ANALISIS SISTEM DRAINASE TAMBANG TERBUKA PADA PIT  
WARUTE UTARA PT. BINA SARANA SUKSES DESA IDA MANGGALA  
KECAMATAN SUNGAI RAYA KABUPATEN HULU SUNGAI SELATAN  
PROVINSI KALIMANTAN SELATAN**

Oleh :

**RENI WULANDARI**  
**DBD 112 052**

Telah dipertahankan di depan Tim Dosen Penguji pada  
Hari/Tanggal : Jumat / 17 Januari 2020  
Dan dinyatakan telah memenuhi syarat untuk diterima

**Susunan Tim Penguji,**

1. **FAHRUL INDRAJAYA, ST., MT.**  
**NIP. 19791215 200812 1 001**

2. **LISA VIRGIYANTI, ST., MT.**  
**NIP. 19770904 200801 2 011**

3. **Ir. YULIAN TARUNA, M.Si.**  
**NIP. 19580705 198903 1 019**

4. **NENY SUKMAWATIE, S.HUT., MP.**  
**NIP. 19760614 200801 2 020**

5. **NOVERIADY, ST., MT.**  
**NIP. 19861125 201903 1 009**

Ketua

Sekretaris

Anggota

Anggota

Anggota

Mengetahui,

Fakultas Teknik  
Universitas Palangka Raya  
Delan,



Jurusan/Program Studi Teknik Pertambangan  
Fakultas Teknik Universitas Palangka Raya  
Ketua,

**FAHRUL INDRAJAYA, ST., MT.**  
**NIP. 19791215200812 1 001**

## HALAMAN PERSEMBAHAN



Alhamdulillah, Segala puji bagi Allah SWT atas Nikmat yang telah Penulis rasakan sehingga Skripsi ini dapat terselesaikan. Dengan ini, saya persembahkan Skripsi ini dan rasa Terima Kasih saya kepada :

- Ibu Saya (Sumarni) dan Bapak Saya (Sunardi) yang selalu memberikan doa dan dukungan baik dalam moril dan materiil.
- Diri Sendiri yang telah berjuang sejauh ini dengan melawan ego serta mood yang tidak tentu selama penulisan Skripsi ini.
- Adik Saya (Muhammad Rafli Ardi Saputra) yang telah mendukung dan membantu dalam hal apapun.
- Pembimbing Skripsi Saya, Pak Fahrul Indrajaya dan Bu Lisa Virgiyanti yang telah membantu dan membimbing saya hingga Skripsi Saya dapat terselesaikan.
- Seluruh Dosen dan Staff Jurusan / Program Studi Teknik Pertambangan UPR yang telah membantu maupun mendukung dalam hal dan bentuk apapun.
- Pendamping Hidupku Kelak (Dian Andrianto) yang telah memberikan dukungan baik secara doa dan materi.
- Teman-teman Teknik Pertambangan UPR Angkatan 2012 terkhusus Para Pejuang 7+1 yang telah membantu dan selalu memberikan semangat .
- Semua pihak yang telah membantu penulis dalam menyelesaikan Skripsi ini yang tidak dapat penulis sebutkan satu-persatu
- Dan untuk siapa pun, yang selalu menanyakan "kapan lulus?"

*Terlambat lulus atau lulus tidak tepat waktu bukan sebuah kejahatan, bukan sebuah aib. Alangkah kerdilnya jika mengukur kepintaran seseorang hanya dari siapa yang paling cepat lulus. Bukankah sebaik-baiknya skripsi adalah skripsi yang selesai? Baik itu selesai tepat waktu maupun tidak tepat waktu . ☺*

## KATA PENGANTAR

Puji syukur penyusun panjatkan kepada Tuhan Yang Maha Esa atas rahmat dan karunia-Nya sehingga Penelitian Tugas Akhir dengan judul “Analisis Sistem Drainase Tambang Terbuka Pada Pit Warute Utara PT. Bina Sarana Sukses Desa Ida Manggala Kecamatan Sungai Raya Kabupaten Hulu Sungai Selatan Provinsi Kalimantan Selatan” dapat diselesaikan dengan baik dan lancar.

Penulis menyadari bahwa laporan ini dapat diselesaikan karena bantuan dan bimbingan dari berbagai pihak, baik secara langsung maupun tidak langsung. Oleh sebab itu melalui laporan ini, penulis mengucapkan terimakasih kepada:

1. Bapak Ir.Waluyo Nuswantoro, M.T. selaku Dekan Fakultas Teknik Universitas Palangka Raya.
2. Bapak Fahrul Indrajaya, ST., MT selaku Ketua Jurusan Teknik Pertambangan Fakultas Teknik Universitas Palangka Raya sekaligus Dosen Pembimbing 1.
3. Ibu Lisa Virgiyanti, ST.,MT selaku Dosen Pembimbing Akademik, Koordinator Pelaksana Skripsi Jurusan Teknik Pertambangan sekaligus Dosen Pembimbing 2.
4. Seluruh Bapak dan Ibu Dosen, staff/karyawan Tata Usaha Jurusan Teknik Pertambangan Fakultas Teknik Universitas Palangka Raya.
5. Bapak Herbin Siagian selaku KTT PT. Antang Gunung Meratus yang telah memberikan kesempatan kepada penulis untuk melakukan penelitian Tugas Akhir.
6. Bapak Budiyo selaku PM (*Project Manager*) PT. Bina Sarana Sukses yang telah memberikan kesempatan kepada penulis untuk melakukan penelitian Tugas Akhir di PT. Bina Sarana Sukses *Jobsite* PT. Antang Gunung Meratus.

7. Bapak Octavianus Adventura selaku Koordinator Dept. Engineering pada PT. Bina Sarana Sukses.
8. Bapak Yusuf dan Bapak Muh. Rusli selaku Mine Plan Engineering dan selaku pembimbing Tugas Akhir penulis pada PT. Bina Sarana Sukses.
9. Seluruh staff /karyawan PT. Bina Sarana Sukses atas bantuannya, terima kasih selama melaksanakan Tugas Akhir di PT. Bina Sarana Sukses.
10. Teman-teman seperjuangan yang sudah memberi semangat serta bantuannya dalam menyelesaikan laporan Tugas Akhir ini.

Penulis menyadari sepenuhnya di dalam laporan ini masih banyak terdapat kekurangan baik dalam penulisan ataupun keterbatasan pengetahuan penulis. Oleh karena itu, penulis memohon maaf sekaligus mengharapkan masukan berupa saran dan kritik yang membangun dari pembaca. Sehingga laporan kerja praktik ini nantinya dapat bermanfaat bagi kita semua.

Palangka Raya, 17 Januari 2020

Penulis,



Reni Wulandari  
DBD 112 052

## SARI

PT. Bina Sarana Sukses terletak di Desa Ida Manggala, dekat Kota Rantau Kabupaten Tapin, ± 125 km ke arah timur laut dari Kota Banjarmasin Provinsi Kalimantan Selatan. Wilayah Kecamatan Sungai Raya pada umumnya termasuk daerah beriklim tropis lembab dengan temperatur berkisar antara 20° – 25° Celcius dan maksimal mencapai 37° Celcius. Curah hujan bulanan maksimum terjadi pada bulan April sebesar 394,75 mm dan curah hujan bulanan minimum terjadi pada bulan September sebesar 87,60 mm.

Tingginya curah hujan dapat mempengaruhi bahkan menghambat kegiatan operasional penambangan, hal ini dikarenakan genangan air yang berasal dari air hujan yang tidak meresap ke dalam tanah. Implikasinya tidak lain adalah menurunnya produksi yang dapat membawa dampak kerugian bagi perusahaan. Sistem drainase tambang sangat berperan dalam mengatasi permasalahan tersebut, terutama untuk memperlancar kegiatan penambangan.

Berdasarkan hasil analisa Curah Hujan Rencana dengan menggunakan periode ulang 5 tahun yaitu sebesar 568,63 mm, Intensitas Curah Hujan sebesar 24,555 mm/jam serta debit air limpasan sebesar 0,885 m<sup>3</sup>/s dan debit air tanah 0,00771 m<sup>3</sup>/s maka total debit air yang masuk sebesar 0,89271 m<sup>3</sup>/s, untuk luas daerah tangkapan air hujan (*catchment area*) area Ambalat pit Warute Utara seluas 14,41 ha. Adapun rekomendasi dimensi saluran untuk area Ambalat dengan saluran berbentuk trapesium dengan ukuran sebagai berikut kedalaman aliran (d) 0,48 m, kedalaman saluran (h) 0,58 m, lebar dasar saluran (b) 0,55 m, lebar permukaan saluran (B) 1,11 m, panjang sisi luar saluran (a) 0,55 m, lebar atas saluran (t) 1,22 m, lebar bench dasar (e) 0,34 m, luas penampang basah saluran (A) 0,4 m<sup>2</sup>. Kecepatan aliran pada saluran terbuka area Ambalat pit Warute Utara tersebut sebesar 2,23 m/s.

**Kata kunci** : Drainase, Curah Hujan, Debit Limpasan, Daerah Tangkapan Air Hujan

## **ABSTRACT**

*PT. Bina Sarana Sukses is located in Ida Manggala Village, near the Rantau City of Tapin Regency, ± 125 km to the northeast of Banjarmasin City, South Kalimantan Province. Sungai Raya Subdistrict area generally includes humid tropical regions with temperatures ranging from 20° - 25° Celsius and a maximum of 37° Celsius. The maximum monthly rainfall occurs in April of 394.75 mm and the minimum monthly rainfall occurs in September of 87.60 mm.*

*High rainfall can affect and even hinder mining operations, this is due to standing water from rainwater that does not seep into the ground. The implication is none other than the decline in production that can have a detrimental impact on the company. Mine drainage system was instrumental in overcoming these problems, especially to facilitate mining activities.*

*Based on the analysis of the Rainfall Plan using a 5 year return period of 568.63 mm, the Rainfall Intensity of 24.555 mm / hour and runoff water discharge of 0.885 m<sup>3</sup>/s and groundwater debit of 0.00771 m<sup>3</sup>/s so that the total water discharge incoming amounted to 0.89271 m<sup>3</sup>/s. For the catchment area of the Ambalat Pit Warute Utara area of 14.41 ha, recommended channel dimensions for the Ambalat area with trapezoid-shaped channels with the following sizes are depth of flow (d) 0.48 m, depth of channel (h) 0.58 m, base width of channel (b) 0.55 m, width of channel surface ( B) 1.11 m, outer channel length (a) 0.55 m, channel top width (t) 1.22 m, base bench width (e) 0.34 m, wet channel cross-sectional area (A) 0, 4 m<sup>2</sup>. The flow velocity in the open channel the Pit Warute Utara of Ambalat area is 2.23 m/s.*

**Key words :** *Drainage, Rainfall, Discharge Runoff, Catchment Area.*

## DAFTAR ISI

<b>HALAMAN JUDUL</b> .....	i
<b>HALAMAN PERNYATAAN</b> .....	ii
<b>HALAMAN PENGESAHAN</b> .....	iii
<b>HALAMAN PERSEMBAHAN</b> .....	iv
<b>KATA PENGANTAR</b> .....	v
<b>SARI</b> .....	vii
<b>ABSTRACT</b> .....	viii
<b>DAFTAR ISI</b> .....	ix
<b>DAFTAR TABEL</b> .....	x
<b>DAFTAR GAMBAR</b> .....	xi
<b>DAFTAR LAMPIRAN</b> .....	xii
<b>BAB I PENDAHULUAN</b>	
1.1 Latar Belakang.....	1
1.2 Rumusan Masalah.....	2
1.3 Tujuan Penelitian.....	2
1.4 Manfaat Penelitian.....	2
1.5 Batasan Masalah .....	3
<b>BAB II KAJIAN PUSTAKA</b>	
2.1 Penelitian Terdahulu.....	4
2.2 Siklus Hidrologi ( <i>Hydrological Cycle</i> ).....	5
2.3 Sistem Penyaliran Tambang .....	6
2.4 Analisis Data Curah Hujan .....	18
2.5 Saluran Terbuka ( <i>Open Channel</i> ).....	24
2.6 Kecepatan Aliran .....	28
<b>BAB III METODE PENELITIAN</b>	
3.1 Gambaran Umum Daerah Penelitian.....	29
3.2 Kondisi Geologi.....	31
3.3 Alat dan Bahan .....	35
3.4 Tata Laksana Penelitian.....	35
3.5 Diagram Alir Pelaksanaan Tugas Akhir.....	38
3.6 Waktu Penelitian.....	39
<b>BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN</b>	
4.1 Hasil Penelitian.....	40
4.2 Pembahasan .....	61

**BAB V KESIMPULAN DAN SARAN**

5.1 Kesimpulan .....	66
5.2 Saran .....	67

**DAFTAR PUSTAKA**

**LAMPIRAN-LAMPIRAN**

## DAFTAR TABEL

Tabel 2.1	Harga Koefisien Limpasan .....	14
Tabel 2.2	Nilai Koefisien Limpasan Menurut Hofedank and Gold.....	15
Tabel 2.3	Periode Ulang Hujan Recana.....	19
Tabel 2.4	Harga Faktor Frekuensi (K) .....	22
Tabel 2.5	Nilai Rata – Rata Reduce Extreem (Yn) dan Deviasi Standard Reduce Extreem (Sn) .....	22
Tabel 2.6	Keadaan Curah Hujan dan Intensitas Curah Hujan .....	24
Tabel 2.7	Koefisien Kekasaran Dinding Saluran Terbuka .....	28
Tabel 3.1	Perizinan PT. Bina Sarana Sukses.....	29
Tabel 3.2	Curah Hujan Tahun 2017 PT. Bina Sarana Sukses .....	31
Tabel 3.3	Waktu Penelitian .....	39
Tabel 4.1	Jumlah Curah Hujan Bulanan (mm) Tahun 2012-2016 pada PT. Bina Sarana Sukses .....	42
Tabel 4.2	Data Curah Hujan Maksimum Periode 2012 – 2016.....	43
Tabel 4.3	Hasil Perhitungan Curah Hujan Rencana dengan Metode Distribusi Normal.....	44
Tabel 4.4	Harga Faktor Frekuensi .....	44
Tabel 4.5	Perhitungan Nilai K dan Perhitungan Nilai Sx.....	45
Tabel 4.6	Perhitungan <i>Reduced Mean</i> (Yn) dan <i>Reduced Standar Deviasi</i> (Sn) untuk mendapat Faktor Frekuensi (K).....	47
Tabel 4.7	Hasil Perhitungan Curah Hujan Rencana dengan Metode Gumbel .....	48
Tabel 4.8	Hasil Perhitungan Curah Hujan Rencana dengan Metode Log Pearson Type III.....	49
Tabel 4.9	Hasil Perhitungan Curah Hujan Rencana dengan Metode Gumbel untuk Periode Ulang Tertentu.....	50
Tabel 4.10	Hasil Pengetesan <i>Chi Square</i> .....	51
Tabel 4.11	Dimensi Saluran .....	59
Tabel 4.12	Dimensi Aktual Saluran Terbuka .....	64

## DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1	Siklus Hidrologi.....	6
Gambar 2.2	<i>Siemen Method</i> .....	8
Gambar 2.3	<i>Small Pipe System With Vacuum Pump Drainage</i> .....	9
Gambar 2.4	<i>Deep Well Pump Method Drainage</i> .....	10
Gambar 2.5	<i>Electro Osmosis System Drainage</i> .....	10
Gambar 3.1	Bagan Alir Penelitian Tugas Akhir .....	38
Gambar 4.1	Alur Sistem Drainase Tambang Terbuka ( <i>Mine Drainage</i> ) di PT.Bina Sarana Sukses .....	41
Gambar 4.2	Penampang Saluran Bentuk Trapesium.....	56
Gambar 4.3	Dimensi Saluran .....	59
Gambar 4.4	Saluran Terbuka di area Ambalat Pit Warute Utara PT. Bina Sarana Sukses .....	64

## DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran A	Data Curah Hujan
Lampiran B	Perhitungan Intensitas Curah Hujan
Lampiran C	Perhitungan Debit Air Tanah
Lampiran D	Peta Kesampaian Daerah
Lampiran E	Peta Geologi Daerah Penelitian
Lampiran F	Peta <i>Chatcment Area</i>

# BAB I

## PENDAHULUAN

### 1.1 Latar Belakang

PT. Bina Sarana Sukses salah satu perusahaan yang bergerak di bidang penambangan sebagai kontraktor. Metode penambangan yang diterapkan adalah metode tambang terbuka. Salah satu ciri utama dalam metode tambang terbuka adalah adanya pengaruh iklim dalam kegiatan penambangan. Elemen-elemen tersebut antara lain hujan, panas (*temperature*), kelembapan udara dan sebagainya.

Dalam kegiatan penambangan dengan sistem tambang terbuka salah satu faktor penting yang perlu diperhatikan adalah penanganan untuk mencegah air yang masuk ke jalan angkut tambang pada daerah penambangan. Kegiatan ini disebut sistem drainase tambang. Jika terjadi genangan air pada jalan angkut tambang akan menghambat kegiatan penambangan yang pasti akan mempengaruhi tercapainya target produksi. Air yang masuk ini dapat berasal dari air tanah maupun dari air hujan.

Sistem drainase ini diharapkan dapat mencegah air agar tidak menggenang di sekitar jalan angkut tambang maupun area penambangan, maka penulis tertarik untuk melakukan penelitian yang berhubungan dengan sistem drainase tambang sehingga penulis memilih judul “Analisis Sistem Drainase Tambang Terbuka pada Pit Warute Utara PT. Bina Sarana Sukses

Desa Ida Manggala Kecamatan Sungai Raya Kabupaten Hulu Sungai Selatan Provinsi Kalimantan Selatan”.

## 1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang masalah yang ada, maka permasalahan-permasalahan yang akan dianalisis dalam penelitian skripsi ini adalah sebagai berikut :

1. Bagaimanakah sistem drainase tambang pada pit Warute Utara ?
2. Bagaimana kemampuan saluran drainase dalam menangani air tambang ?

## 1.3 Tujuan Penelitian

Adapun tujuan dari penelitian skripsi ini adalah sebagai berikut:

1. Menganalisis sistem drainase tambang di pit Warute Utara.
2. Mengetahui kemampuan saluran drainase dalam menangani air tambang.

## 1.4 Manfaat Penelitian

Adapun manfaat dari penelitian skripsi ini adalah sebagai berikut :

1. Peneliti dapat menerapkan ilmu dibidang pertambangan yang didapat pada perkuliahan terutama dalam hal sistem drainase tambang.
2. Menambah pengetahuan mengenai sistem drainase.
3. Sebagai bahan pertimbangan dan masukan bagi pihak perusahaan dalam melakukan analisis sistem drainase.

### 1.5 Batasan Masalah

Dalam pelaksanaan penelitian skripsi ini, terdapat batasan-batasan masalah sebagai berikut :

1. Peneliti hanya membahas mengenai sistem drainase tambang di pit Warute Utara PT. Bina Sarana Sukses.
2. Penelitian hanya dilihat dari segi teknis dan tidak membahas dari segi ekonomi.



## BAB II

### KAJIAN PUSTAKA

#### 2.1. Penelitian Terdahulu

Setiawan, F. (2017), menyatakan bahwa untuk menghitung curah hujan rencana dan intensitas curah hujan untuk memperkirakan debit limpasan, menentukan saluran menghitung kecepatan aliran air pada saluran. Metode yang digunakan dalam penelitian didasarkan pada metode kuantitatif dan deskriptif. Data-data yang diperoleh diolah dengan analisis matematis yang disajikan dalam bentuk perhitungan dan tabel. Curah hujan rencana periode ulang 25 tahun yaitu 58,6 mm. Intensitas curah hujan 9,07 mm/jam. Debit limpasan total 9,318 m<sup>3</sup>/s. Luas *cathment area* dibagi menjadi 6 daerah tangkapan hujan (DTH). DTH 1 seluas 2,95 Ha, DTH 2 seluas 2,35 Ha, DTH 3 seluas 3,03 Ha, DTH 4 seluas 7,46 Ha, DTH 5 seluas 1,53 Ha, dan DTH 6 seluas 4,56 Ha. Luas total daerah tangkapan hujan seluas 21,88 Ha. Perencanaan desain saluran menggunakan bentuk trapesium dan terdapat 5 rekomendasi dimensi saluran untuk area disposal. Kecepatan aliran air pada saluran 1 sebesar 2,64 m/s, saluran 2 sebesar 3,27 m/s, saluran 3 sebesar 3,06 m/s, saluran 4 sebesar 3,41 m/s dan saluran 5 sebesar 3,98 m/s.

Illahi, R. (2016), menyatakan bahwa sistem penyaliran tambang yang diterapkan pada lokasi penelitian menggunakan metode saluran terbuka (paritan) yang berfungsi sebagai pencegahan terhadap air yang masuk ke

*front* penambangan yang berasal dari air hujan dan air tanah (*mine drainage*). Alur penyaliran ini dimulai dari saluran terbuka (paritan) yang terbagi menjadi dua yaitu parit timur dan parit barat. Parit timur mengalirkan air ke *settling pond* 1, selanjutnya mengalirkan ke *settling pond* 2 dan selanjutnya ke *settling pond* 3. Parit barat mengalirkan air ke *control box* (kolam pengendapan lumpur), selanjutnya mengalirkan ke *settling pond* 1, selanjutnya mengalirkan ke *settling pond* 2 dan selanjutnya mengalirkan ke *settling pond* 3.

## 2.2. Siklus Hidrologi (*Hydrological Cycle*)

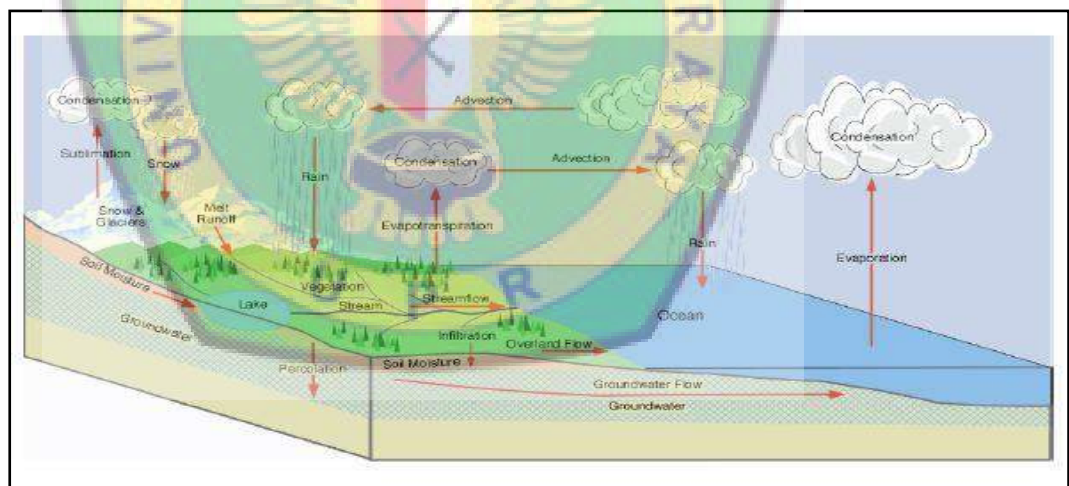
Air di bumi mengalami suatu perputaran melalui serangkaian peristiwa yang berlangsung secara terus-menerus dan membentuk suatu siklus yang dikenal dengan siklus hidrologi (*Hydrological Cycle*).

Tahapan daur hidrologi dimulai dari penguapan air dari samudera. Perubahan bentuk air menjadi uap ini disebabkan oleh energi panas dari matahari. Uap air ini dibawa ke daratan oleh massa udara yang bergerak. Uap air ini akan terkondensasi pada lapisan atmosfer bumi dan akan terjadi presipitasi. Presipitasi ini dapat berbentuk hujan jika suhu kondensasi uap hanya mencapai wujud cair maupun salju jika perubahan suhu mencapai di bawah titik beku.

Air hujan akan memulai siklus baru dalam bentuk aliran dipermukaan bumi (*run-off*) maupun melalui media seperti vegetasi yang menahan butiran air. Beberapa bagian air akan mengalir ke daerah yang lebih rendah

dan akhirnya menuju ke laut, sebagian lagi akan mengalami penguapan baik langsung dan melalui tumbuhan serta masuk ke dalam tanah melalui rongga antar butiran tanah. Adanya pengaruh gaya gravitasi akan menarik air akibat kelebihan kelengasan tanah. Pada kedalaman dan zona tertentu, pori-pori tanah dan batuan akan mengalami kejenuhan. Batas atas zona jenuh air ini disebut muka air tanah. Air tanah ini akan mengalir sebagai aliran air tanah, dan akhirnya sampai ke permukaan sebagai mata air atau sebagai rembesan ke danau, waduk atau ke laut.

Siklus hidrologi seperti ini akan terjadi sepanjang masa dan menyebabkan volume air di bumi relatif tetap. Siklus ini merupakan konsep dasar tentang keseimbangan air secara global di bumi.



Sumber : Suyono Sosrodarsono & Kensaku Takeda, 2003 : 1

Gambar 2.1 Siklus Hidrologi

### 2.3. Sistem Penyaliran Tambang Terbuka

Pengertian dari tambang terbuka merupakan suatu kegiatan penggalian bahan galian seperti batubara, *ore* (bijih), batu dan sebagainya

dimana para pekerja berhubungan langsung dengan udara luar dan iklim. Sistem penyaliran tambang adalah suatu usaha atau kegiatan yang diterapkan pada daerah penambangan untuk mencegah, mengeringkan, atau mengeluarkan air yang masuk ke daerah penambangan. Upaya ini dimaksudkan untuk mencegah terganggunya aktifitas penambangan akibat adanya air dalam jumlah yang berlebihan, terutama pada musim hujan. Selain itu, sistem penyaliran tambang ini juga dimaksudkan untuk memperlambat kerusakan alat, sehingga alat-alat mekanis yang digunakan pada daerah tersebut mempunyai umur yang lebih lama.

Sumber air yang masuk ke lokasi penambangan dapat berasal dari air permukaan tanah maupun air dibawah tanah. Air permukaan tanah merupakan air yang terdapat dan mengalir dipermukaan tanah. Jenis air ini meliputi, air limpasan permukaan, air sungai, rawa atau danau yang terdapat didaerah tersebut, air buangan (limbah), dan mata air. Sedangkan air dibawah tanah merupakan air yang terdapat dibawah permukaan tanah. Penanganan masalah air dalam suatu tambang terbuka dapat dilakukan dengan metode drainase tambang (*mine drainage*).

### **2.2.1 Pengertian Drainase**

Drainase mempunyai arti mengalirkan, menguras, membuang, atau mengalihkan air. Secara umum, drainase didefinisikan sebagai serangkaian bangunan air yang berfungsi untuk mengurangi dan/atau membuang kelebihan air dari suatu kawasan atau lahan, sehingga lahan

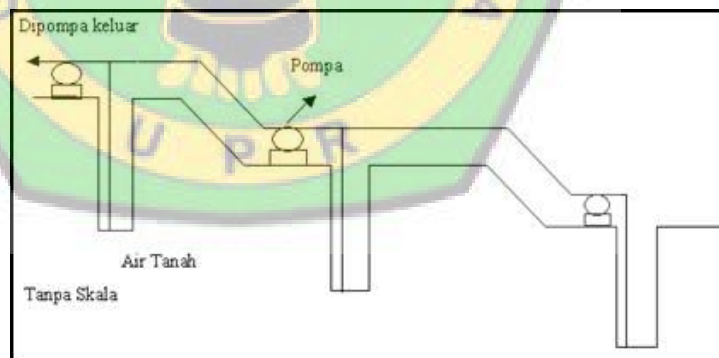
dapat difungsikan secara optimal. Drainase juga diartikan sebagai sebagai usaha untuk mengontrol kualitas air tanah dalam kaitannya dengan sanitasi. (Dr. Ir. Suripin, M.Eng, 2004)

### 2.2.2 Metode Drainase

Ada beberapa metode *mine drainage* (drainase tambang) antara lain :

#### a. *Siemen Method*

Pada metode ini, jenjang dari kegiatan penambangan dibuat lubang bor dengan diameter 30 cm, ke dalam lubang bor dimasukkan pipa berukuran 20 cm. Ujung bawah pipa tersebut dibuat lubang - lubang (perporasi) dan bagian ujung pipa tadi masuk ke dalam lapisan akuifer, sehingga air yang ada pada bagian bawah pipa dapat dipompa ke atas secara seri, kemudian dibuang ke kolam pengendapan.



Sumber : Arafah HK, 2006

Gambar 2.2 *Siemen Method*

#### b. *Small Pipe System With Vacuum Pump Drainage*

Metode ini diterapkan untuk lapisan batuan yang sedikit mengandung air, caranya dengan membuat lubang bor berdiameter 15

cm. Pada lubang bor tersebut dimasukkan pipa dengan diameter 5-6 cm. Pada ujung pipa dibuat lubang-lubang (perporasi). Antara pipa dengan dinding lubang bor diberi kerikil-kerikil kasar yang fungsinya sebagai penyaring kotoran. Di bagian atas antara pipa dan lubang bor disumbat, sehingga saat ada isapan pompa, rongga antara pipa dan lubang bor menjadi vacuum udara, sehingga air dapat terhisap ke dalam lubang bor.

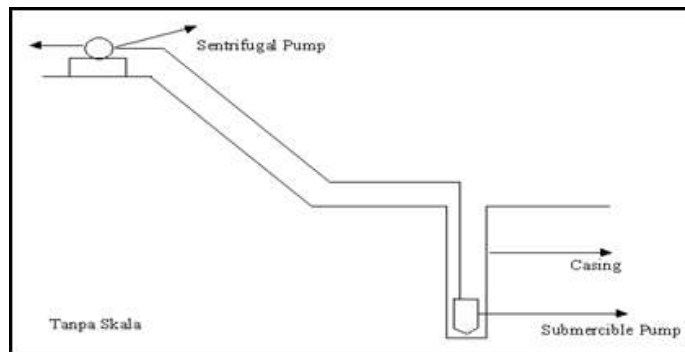


Sumber : Arafah HK, 2006

Gambar 2.3 *Small Pipe System With Vacuum Pump Drainage*

### c. *Deep Well Pump Method Drainage*

Metode ini digunakan untuk material yang mempunyai permeabilitas rendah dan jenjang yang tinggi. Dalam metode ini dibuat lubang bor dengan diameter 15 cm, pompa dimasukkan ke dalam lubang bor (*submersible pump*), yang digerakkan dengan listrik. Jenis pompa ada yang otomatis bekerja jika pompa tercelup air. Kedalaman lubang bor 50-60 m.

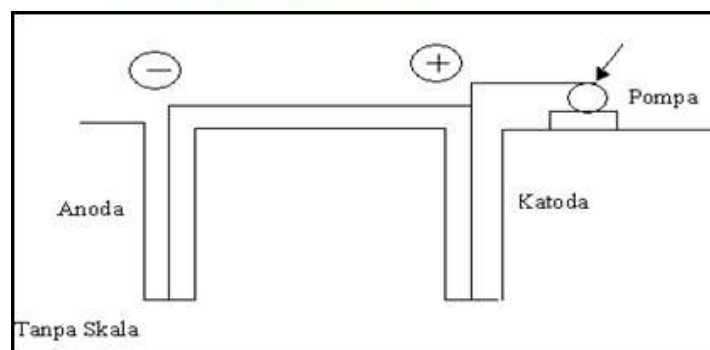


Sumber : Arafah HK, 2006

Gambar 2.4 Deep Well Pump Method Drainage

#### d. *Electro Osmosis System Drainage*

Apabila lapisan tanah terdiri dari tanah lempungan, maka pekerjaan pemompaan akan sulit dilakukan karena adanya sifat kapiler yang terdapat pada jenis tanah lempungan. Untuk mengatasi keadaan ini, maka digunakan cara *electro osmosis*. Pada metode ini digunakan batang anoda dan katoda. Bila elemen-elemen dialiri arus listrik, maka air ( $H_2O$ ) akan terurai,  $H^+$  menuju ke katoda dan  $OH^-$  ke anoda.  $H^+$  pada katoda (di sumur besar) dinetralisir menjadi air dan terkumpul pada sumur lalu dihisap dengan pompa.



Sumber : Arafah HK, 2006

Gambar 2.5 *Electro Osmosis System Drainage*

### 2.2.3 Faktor-faktor yang Mempengaruhi Sistem Penyaliran Drainase

Ada beberapa faktor yang mempengaruhi sistem penyaliran adalah sebagai berikut :

#### a. Curah Hujan

Hujan merupakan air yang jatuh ke permukaan bumi dan merupakan uap air di atmosfer yang terkondensasi dan jatuh dalam bentuk tetesan air. Sistem penyaliran tambang lebih ditujukan pada penanganan air permukaan, ini karena air yang masuk ke dalam lokasi tambang sebagian besar adalah air hujan.

Curah hujan adalah besarnya air hujan yang jatuh ke permukaan bumi pada satu satuan luas permukaan pada suatu jangka waktu tertentu. Curah hujan merupakan salah faktor penting dalam suatu sistem penirisan air ditambang, karena besar kecilnya curah hujan akan mempengaruhi besar kecilnya air limpasan. Besar kecilnya curah hujan dapat dinyatakan sebagai volume air hujan yang jenuh pada suatu areal tertentu dalam jangka waktu relatif lama. Satuan curah hujan dinyatakan dalam milimeter. Dengan demikian apabila diketahui curah hujan 1 mm berarti curah hujan tersebut adalah sama dengan 1 liter/m<sup>2</sup>.

#### b. Daerah Tangkapan Hujan (*Catchment Area*)

Air hujan yang jatuh ke bumi sebagian ada yang meresap ke dalam tanah dan sebagian ada yang mengalir diatas permukaan tanah menuju tempat yang lebih rendah. Air hujan yang mempengaruhi secara

langsung suatu sistem penyaliran tambang adalah air hujan yang mengalir di atas permukaan tanah □air permukaan□ ditambah sejumlah pengaruh air tanah. Daerah tangkapan hujan adalah tempat air hujan yang mengalir dipermukaan tanah mengumpul dan mengalir menuju tempat yang lebih rendah.

*Catchment area* atau daerah tangkapan hujan ditentukan berdasarkan kondisi topografi daerah yang akan diteliti. Daerah tangkapan hujan ini biasanya dibatasi oleh pegunungan dan bukit-bukit yang diperkirakan akan mengumpulkan air hujan. Luas daerah tangkapan hujan dapat ditentukan berdasarkan analisis peta topografi, berdasarkan kondisi daerahnya seperti adanya daerah hutan atau perkebunan, lokasi penimbunan, serta kondisi kemiringan.

### c. Air Limpasan (*Run Off*)

Air limpasan adalah bagian dari curah hujan yang mengalir diatas permukaan tanah menuju sungai, danau atau laut (Asdak, 1995 dalam Suyono, 2012). Air limpasan disebut juga dengan air permukaan tanah. Besarnya air limpasan adalah besarnya curah hujan dikurangi besarnya penyerapan dan penguapan. Besarnya air limpasan tergantung pada banyak faktor, sehingga tidak semuanya air yang berasal dari curah hujan akan menjadi sumber bagi suatu sistem penyaliran (*drainage*).

Sumber utama air limpasan permukaan pada suatu tambang terbuka adalah air hujan. Jika curah hujan yang relatif tinggi pada daerah

tambang maka perlu penanganan air hujan yang baik □ sistem penyaliran□, agar produktifitas tambang tidak menurun. Faktor-faktor yang mem- pengaruhi air limpasan antara lain :

#### 1. Faktor Hidrologi

Adapun faktor – faktor dari hidrologi yang mempengaruhi air limpasan sebagai berikut :

- Jenis presipitasi yaitu hujan dan salju. Hujan mempengaruhi secara langsung, sedangkan salju tidak mempengaruhi secara langsung.
- Intensitas curah hujan yang bergantung kepada kapasitas infiltrasi dimana jika air hujan yang jatuh kepermukaan tanah melampaui kapasitas infiltrasi maka air limpasan akan meningkat.
- Lamanya curah hujan dalam waktu yang panjang akan memperbesar limpasan.

#### 2. Faktor Fisik

Adapun faktor – faktor fisik yang mempengaruhi air limpasan sebagai berikut :

- Kondisi penggunaan tanah atau lahan misalnya : air yang jatuh di daerah vegetasi yang kurang lebat, kemudian mengisi rongga-rongga tanah yang terbuka akan cepat mengalami infiltrasi.
- Jenis tanah dan bentuk butir adalah faktor yang mempengaruhi kapasitas infiltrasi.

- Faktor lain yang mempengaruhi limpasan seperti pola aliran sungai dan daerah pengaliran secara tidak langsung serta drainase buatan lain.

### 3. Debit Limpasan

Dari sekian banyak faktor yang paling banyak atau besar pengaruhnya adalah kondisi penggunaan lahan dan kemiringan atau perbedaan ketinggian daerah, faktor-faktor ini digabungkan dan dinyatakan oleh suatu angka yang disebut koefisien limpasan (tabel 2.1). Penentuan besar debit air limpasan maksimum ditentukan dengan metode Rasional. Metode ini hanya berlaku untuk menghitung debit limpasan curah hujan yang dinyatakan dengan rumus :

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

Keterangan :

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

C = Koefisien limpasan

I = Intensitas curah hujan (mm/jam)

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

Tabel 2.1 Harga Koefisien Limpasan

Kemiringan	Kegunaan Lahan	Koefisien Limpasan
< 3%	- Sawa, Rawa	0,2
	- Hutan, Perkebunan	0,3
	- Perumahan dengan Kebun	0,4
3% - 5%	- Hutan, perkebunan	0,4
	- Perumahan	0,5
	- Tumbuhan yang jarang	0,6
	- Tanpa tumbuhan, daerah penumbuhan	0,7

> 15%	- Hutan	0,6
	- Perumahan, kebun	0,7
	- Tumbuhan yang jarang	0,8
	- Tanpa tumbuhan, daerah tambang	0,9

Sumber : Donald P.S., 2017

Koefisien limpasan merupakan bilangan yang menunjukkan perbandingan besarnya limpasan permukaan, dengan intensitas curah hujan yang terjadi pada tiap-tiap daerah tangkapan hujan. Nilai koefisien limpasan tiap-tiap daerah berbeda sesuai dengan macam permukaannya, dapat dilihat pada tabel 2.2.

Tabel 2.2 Nilai Koefisien Limpasan Menurut Hofedank and Gold

MACAM PERMUKAAN	KOEFSISIEN LIMPASAN
Lapisan Batubara ( <i>Coal Seam</i> )	1,00
Jalan Pengangkutan ( <i>Haul Road</i> )	0,90
Dasar Pit dan Jenjang ( <i>Pit Floor and Bench</i> )	0,75
Lapisan Tanah Penutup ( <i>Fresh Overburden</i> )	0,65
Lapisan Tanah Penutup yang telah ditanam	0,55
Hutan ( <i>Natural Rain Forest</i> )	0,50

Sumber : Hofedank and Gold

Waktu konsentrasi ( $T_c$ ) adalah waktu yang dibutuhkan untuk terakumulasinya semua air limpasan pada pintu keluaran (*outlet*) dari suatu daerah tangkapan hujan. Untuk menentukan nilai  $T_c$  dihitung dengan rumus Kirpich :

$$T_c = \left( \frac{0,87 \times L^2}{1000 \times S} \right)^{0,385}$$

(Sumber : I Made K, 2010)

Untuk mengetahui kemiringan lahan :

$$S = \frac{H}{0,9 \times L}$$

Keterangan :

Tc = Waktu konsentrasi (jam)

L = Panjang lintasan air (km)

S = Kemiringan rata-rata daerah lintasan air

H = Beda tinggi antara titik terjauh - titik yang ditinjau (mdpl)

#### d. Air Tanah

Air bawah tanah atau air tanah, adalah air yang terdapat pada ruang antar butir batuan atau celah-celah batuan. Letak air tanah dapat mencapai beberapa puluh bahkan beberapa ratus meter di bawah permukaan bumi. Lapisan batuan ada yang lolos air (*permeable*) dan ada pula yang tidak lolos/kedap air (*impermeable*). Lapisan lolos air misalnya terdiri dari kerikil, batuapung, dan batuan yang retak-retak, sedangkan lapisan kedap air antara lain terdiri dari napal dan tanah liat atau tanah lempung. Sebetulnya tanah lempung dapat menyerap air, namun setelah jenuh air, tanah jenis ini tidak dapat lagi menyerap air.

Secara vertikal, di dalam bumi terdapat berbagai wilayah air tanah, yaitu:

##### 1) Wilayah Yang Masih Dipengaruhi Oleh Udara Luar

Pada bagian atas wilayah ini terdapat lapisan tanah yang mengandung air, yang dimanfaatkan oleh tanaman. Bila lapisan/zona ini telah jenuh maka disebut tanah jenuh air (*field capacity*). Karena

adanya gaya berat, maka air di zona ini akan bergerak turun. Air yang bergerak bebas karena gravitasi ini disebut air bebas, yang satuannya dinyatakan dalam persen terhadap volume tanah. Air tanah yang tidak bebas akan ditahan oleh butir-butir batuan. Jumlah air yang ditahan oleh butir-butir batuan tersebut juga dinyatakan dengan persen terhadap volume tanah dan disebut kemampuan menahan air (*holding capacity*).

#### 2) Wilayah Jenuh Air

Wilayah jenuh air mengacu kepada kedalaman muka air tanah, yang dapat diamati dari beberapa sumur. Kedalaman wilayah jenuh air sangat ditentukan oleh kondisi topografi dan jenis batuan.

#### 3) Wilayah Kapiler Air

Wilayah kapiler air merupakan peralihan antara wilayah terpengaruh udara dengan wilayah jenuh air. Air tanahnya diperoleh dari proses kapilarisasi (perambatan ke arah atas).

#### 4) Wilayah Air Dalam

Wilayah ini terdapat di dalam batuan, dan biasanya terletak di antara dua lapisan kedap air. Sungai dan air tanah mempunyai hubungan yang sangat erat. Misalnya, sebagian air sungai berasal dari air tanah, sebaliknya ada air tanah yang berasal dari rembesan air sungai. Air sungai yang berasal dari air tanah dapat terjadi apabila permukaan air tanah lebih tinggi dari pada muka air sungai. Namun

apabila permukaan air tanah lebih rendah dari pada muka air sungai, maka air tanah mendapat rembesan dari air sungai.

## **2.4. Analisis Data Curah Hujan**

Untuk menentukan perkiraan curah hujan rencana, perlu dilakukan analisis frekuensi dari data curah hujan yang tersedia. Makin lama selang waktu pengukuran akan semakin akurat pula hasil analisis frekuensi. Data curah hujan yang akan dianalisis adalah besarnya curah hujan harian maksimum.

### **2.4.1 Periode Ulang Hujan**

Periode ulang hujan adalah jangka waktu suatu hujan dengan tinggi intensitas yang sama atau lebih besar kemungkinan dapat terjadi lagi. Penentuan periode ulang hujan untuk perencanaan sarana penyaliran daerah tambang dapat dilakukan dengan berdasarkan pada harga acuan periode ulang hujan. Salah satu pertimbangan penentuan periode ulang hujan tersebut adalah resiko yang dapat ditimbulkan bila curah hujan melebihi curah hujan rencana.

Curah hujan biasanya terjadi menurut pola tertentu dimana curah hujan biasanya akan berulang pada suatu periode tertentu, yang dikenal dengan Periode Ulang Hujan. Periode ulang hujan adalah periode (tahun) dimana suatu hujan dengan tinggi intensitas yang sama kemungkinan bisa terjadi lagi. Kemungkinan terjadinya adalah satu kali dalam batas periode (tahun) ulang yang ditetapkan.

Penetapan periode ulang hujan sebenarnya lebih ditekankan pada masalah kebijakan dan resiko yang perlu diambil sesuai dengan perencanaan. Menurut Kite , G.W. ( 1977 ), Acuan untuk menentukan PUH dapat dilihat pada tabel berikut

Tabel 2.3 Periode Ulang Hujan Rencana

Keterangan	Periode Ulang Hujan
Daerah terbuka	0,5
Sarana tumbang	2 – 5
Lereng–lereng tumbang dan penimbunan	5 – 10
Sumuran utama	10 – 25
Penyaliran keliling tumbang	25
Pemindahan aliran sungai	100

Sumber : Donald P.S. 2017

#### 2.4.2 Curah Hujan Rencana

Dalam perencanaan sistem penyaliran tumbang untuk air permukaan pada suatu tumbang, curah hujan rencana merupakan suatu kriteria utama karena berguna dalam menentukan debit air yang masuk ke pit penambangan (Suyono, 2012 : V-3). Hujan rencana adalah hujan maksimum yang mungkin terjadi selama umur dari sarana penyaliran tersebut. Hujan rencana ini ditentukan dari hasil analisis frekuensi data curah hujan, dan dinyatakan dalam curah hujan dengan periode ulang tertentu. Salah satu metode dalam analisis frekuensi yang sering digunakan dalam menganalisis data curah hujan adalah metode distribusi ekstrim, atau juga dikenal dengan metode distribusi gumbel.

Analisis data curah hujan dapat dilakukan dengan beberapa metode, diantaranya adalah metode analisis frekuensi langsung (*direct frequency*

*analysis*). Analisis ini dilakukan untuk menentukan curah hujan rencana berdasarkan data curah hujan yang tersedia.

Periode ulang hujan adalah hujan maksimum yang diharapkan terjadi pada setiap tahun ( $n$ ). Jika suatu data curah hujan mencapai harga tertentu ( $x$ ) yang diperkirakan terjadi satu kali dalam  $n$  tahun, maka  $n$  tahun dapat dianggap sebagai periode ulang dari  $x$ .

Dalam analisis frekuensi data curah hujan guna memperoleh nilai hujan rencana dikenal dengan beberapa distribusi probabilitas yang sering digunakan yaitu gumbel, normal dan log pearson III.

### 1. Distribusi Probabilitas Normal

$$X_T = \bar{x} + K \cdot S_x$$

Keterangan :

$X_T$  = Perkiraan harga untuk periode ulang  $T$

$\bar{x}$  = Curah hujan rata-rata atau rata-rata variasi =  $\frac{\sum X}{n}$

$K$  = Faktor frekuensi untuk periode ulang bergantung nilai  $T$  (variable reduksi Gauss)

$$S_x = \text{Standar deviasi dari } X = \sqrt{\frac{\sum (X - \bar{x})^2}{n - 1}}$$

$n$  = Jumlah data pengamatan

### 2. Distribusi Probabilitas Gumbel

$$X_T = \bar{x} + S_x \cdot K$$

$$K = \frac{Y - Y_n}{S_n}$$

$$Y = - \left[ 0,834 - 2,303 \log \left( \frac{T}{T-1} \right) \right]$$

Keterangan :

$X_T$  = Curah hujan rencana dengan periode ulang tertentu (mm)

$\bar{x}$  = Curah hujan rata-rata dari data hujan X (mm)

K = Faktor frekuensi Gumbel

$S_x$  = Standar deviasi dari data hujan (X)

Y = Reduce variate

$Y_n$  = Nilai rata-rata reduce extreme

$S_n$  = Deviasi standar reduce extreme

### 3. Distribusi Probabilitas Log Pearson III

$$\log X = \log \bar{x} + K \cdot S_d$$

$$G = \frac{n \sum (\log X - \log \bar{x})^3}{(n-1)(n-2)(S_d)^3}$$

Keterangan :

$\log X$  = Nilai logaritma hujan rencana dengan periode ulang tertentu  
(mm)

$$\log \bar{x} = \frac{\sum \log x}{n} = \text{Rata-rata dari } \log X$$

n = Jumlah data

K = Variabel standar, besarnya bergantung koefisien kepeccangan  
(G)

$S_d$  = Standar deviasi

$$= \sigma \log x = \sqrt{\frac{\sum (\log X - \log \bar{x})^2}{n-1}}$$

G = Koefisien *Skewness*

Tabel 2.4 Harga Faktor Frekuensi (K)

No	Probabilitas (%)	Faktor K
1	99	- 1,4133
2	95	- 1,0337
3	90	- 0,7895
4	80	- 0,4602
5	70	- 0,2748
6	50	- 0,1292
7	20	0,240
8	10	1,2820
9	5	1,6450
10	4	1,7510
11	2	2,0540
12	1	2,3260

Sumber : Ersim "Hidrology Untuk Insinyur" 1979

Tabel 2.5 Nilai Rata – Rata Reduce Extreem (Yn) dan Deviasi Standard Reduce Extreem (Sn)

Jumlah Data ( n )	Yn	Sn
10	0,4952	0,9497
15	0,5128	1,0210
20	0,5236	1,0630
25	0,5309	1,0910
30	0,5362	1,1112
35	0,5403	1,1280
40	0,5436	1,1410
45	0,5463	1,1520
50	0,5485	1,1610
60	0,5521	1,1750
70	0,5548	1,1850
80	0,5569	1,1940
90	0,5586	1,2010
100	0,5600	1,2060

Sumber : Ersim Syhan "Hidrologi Untuk Insinyur", 1979

### 2.4.3 Intensitas Curah Hujan

Intensitas curah hujan adalah jumlah curah hujan yang jatuh dalam areal tertentu dalam jangka waktu tertentu, dan dinyatakan dalam mm persatuan waktu. Intensitas curah hujan dapat digunakan untuk menghitung debit air limpasan. Besarnya intensitas curah hujan dapat ditentukan secara langsung jika ada rekaman durasi hujan setiap harinya yang diukur dengan alat penakar hujan otomatis.

Hubungan antara intensitas hujan, lama hujan dan frekuensi hujan biasanya dinyatakan dengan lengkung Intensitas – Durasi – Frekuensi (IDF = *Intesity Duration Frequency Curve*), diperlukan data hujan jangka pendek, misalnya 5 menit, 10 menit, 30 menit, 60 menit dan jam-jaman untuk membentuk lengkung IDF.

Rumus yang dapat digunakan untuk mengolah data curah hujan harian kedalam satuan jam adalah dengan Rumus *Mononobe*:

$$I = \frac{R_{24}}{24} \left( \frac{24}{t} \right)^{\frac{2}{3}}$$

Keterangan :

I = Intensitas curah hujan perjam (mm/jam)

R<sub>24</sub> = Curah hujan dalam 24 jam (mm)

t = Lama curah hujan atau durasi curah hujan (jam)

Pengelompokkan keadaan dan intensitas curah hujan berdasarkan pada lamanya hujan yang turun pada satuan waktu tertentu dan banyaknya curah hujan yang turun.

Tabel 2.6 Keadaan Curah Hujan dan Intensitas Curah Hujan

Intensitas Curah Hujan ( mm )			Kondisi
Keadaan Curah Hujan	1 jam	24 jam	
Hujan sangat ringan	< 1	< 5	Tanah agak basah atau dibasahi sedikit
Hujan ringan	1 – 5	5 – 20	Tanah menjadi basah semuanya
Hujan normal	5 -10	20 – 50	Bunyi curah hujan terdengar
Hujan lebat	10 -20	50 – 100	Air tergenang diseluruh permukaan tanah dan bunyi keras kedengaran dari genangan
Hujan sangat lebat	> 20	> 100	Hujan seperti ditumpahkan

Sumber : Suyono Sosrodarsono dan Kensaku Takeda

## 2.5. Saluran Terbuka (*Open Channel*)

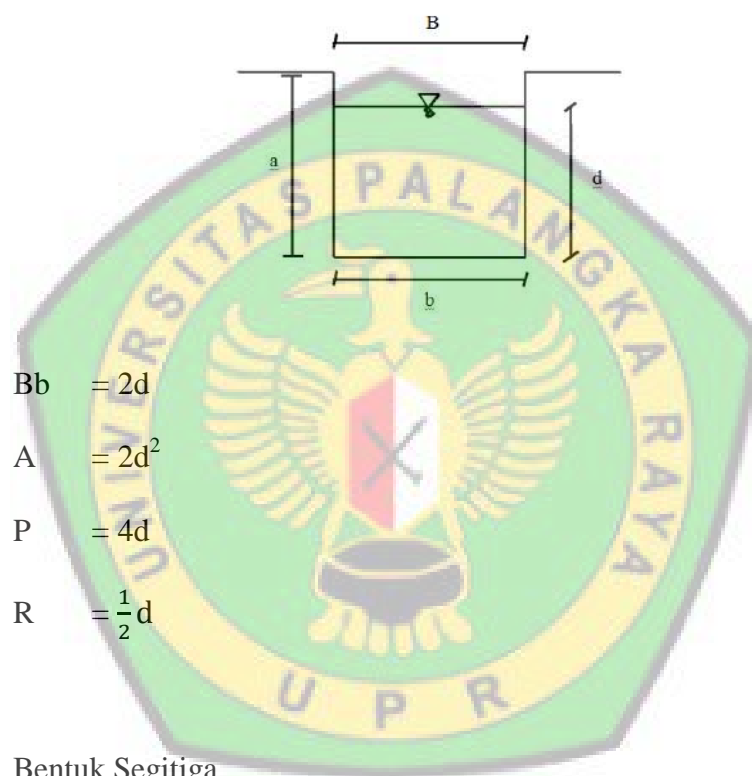
Saluran terbuka berfungsi untuk menampung dan mengalirkan air ke tempat pengumpulan (kolam penampungan atau saluran) atau tempat lain. Bentuk penampungan saluran, umumnya dipilih berdasarkan debit air, tipe material serta kemudahan dalam pembuatannya (Rudy S. Gautama, 1993).

Dalam merancang bentuk saluran penyaliran, beberapa hal yang perlu diperhatikan antara lain, dapat mengalirkan debit air yang direncanakan dan mudah dalam penggalian saluran serta tidak lepas dari penyesuaian dengan bentuk topografi dan jenis tanah (Chow, 1988). Bentuk dan dimensi saluran juga harus memperhitungkan efektifitas dan ekonomisnya.

Dalam sistem penyaliran itu sendiri terdapat beberapa bentuk penampang penyaliran yang dapat digunakan. Bentuk penampang penyaliran diantaranya bentuk segi empat, bentuk segitiga dan bentuk trapesium.

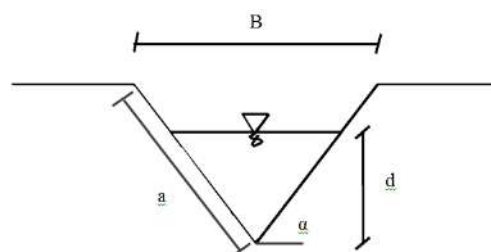
a. Bentuk Segi Empat

Saluran ini terbuat dari pasangan batu dan beton. Bentuk saluran ini tidak memerlukan banyak ruang dan areal. Berfungsi untuk menampung dan menyalurkan limpasan air hujan serta air buangan domestik dengan debit yang besar.



b. Bentuk Segitiga

Bentuk saluran segitiga umumnya diterapkan pada saluran awal yang sangat kecil. Saluran ini sangat jarang digunakan tetap mungkin digunakan dalam kondisi tertentu.



$$\text{Sudut tengah} = 90^\circ$$

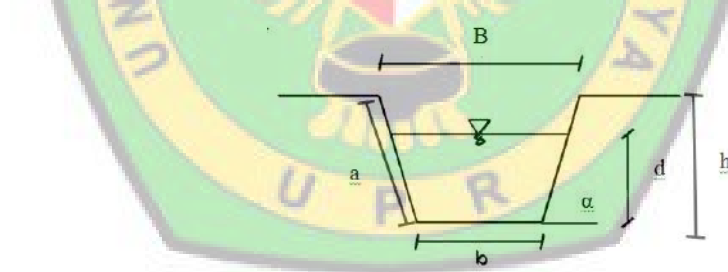
$$\text{Luas penampang basah (A)} = d^2$$

$$\text{Jari-jari hidrolis (R)} = \frac{d}{2\sqrt{2}}$$

$$\text{Keliling basah (P)} = 2d \cdot \sqrt{2}$$

### c. Bentuk Trapesium

Dalam menentukan dimensi saluran bentuk trapesium dengan luas maksimum hidrolis, luas penampang basah saluran (A), jari-jari hidrolis (R), kedalaman penampang aliran (d), lebar dasar saluran (b), penampang sisi saluran dari dasar kepermukaan (a), lebar permukaan saluran (B), dan kemiringan dinding saluran (m) mempunyai hubungan yang dapat dinyatakan :



$$A = b \cdot d + m \cdot d^2$$

$$R = 0,5 \cdot d$$

$$P = 2\sqrt{3d}$$

$$B = b + 2m \cdot d$$

$$b/d = 2((1 + m^2)^{0,5} - m)$$

$$a = d/\sin\alpha$$

Penambahan tinggi jagaan adalah 20% dari d.

Penampang saluran buatan biasanya direncanakan berdasarkan bentuk geometris yang umum. Bentuk penampang saluran yang paling sering digunakan dan umum dipakai adalah bentuk trapesium, sebab mudah dalam pembuatannya, murah, efisien dan mudah dalam perawatannya, serta stabilitas kemiringan dindingnya dapat disesuaikan menurut keadaan daerah.

Untuk dimensi penyaliran dengan bentuk trapesium dengan luas penampang optimum dan mempunyai sudut kemiringan  $60^\circ$ , maka :

$$\begin{aligned} m &= 1/\tan \alpha \\ &= 1/\tan 60^\circ \\ &= 0,58 \end{aligned}$$

Sehingga harga b/d adalah :

$$\begin{aligned} b/d &= 2((1 + m^2)^{0,5} - m) \\ b &= 1,15 d \end{aligned}$$

Kemiringan dinding saluran tergantung pada jenis material atau bahan yang membentuk tubuh saluran. Kemiringan dinding saluran yang sesuai dengan bahan yang membentuk tubuh saluran.

Dimensi saluran terbuka yang akan digunakan adalah bentuk trapesium. Penentuan dimensi saluran terbuka dengan menggunakan rumus Manning :

$$Q = 1/n \times R^{2/3} \times S^{1/2} \times A$$

Keterangan :

Q = Debit air yang akan dialirkan ( $\text{m}^3/\text{detik}$ )

n = Koefisien kekasaran dinding saluran Manning

R = Jari-jari hidrolis (m)

S = Kemiringan saluran (%)

A = Luas penampang basah ( $\text{m}^2$ )

Harga koefisien kekasaran dinding saluran terbuka Manning dapat dilihat pada tabel 2.8

Tabel 2.7 Koefisien Kekasaran Dinding Saluran Terbuka

Tipe Dinding Saluran	N
Semen	0,01 – 0,014
Beton	0,011 – 0,016
Bata	0,012 – 0,02
Besi	0,13 – 0,017
Tanah	0,02 – 0,03
Gravel	0,022 – 0,035
Tanah yang ditanam	0,025 – 0,04

Sumber: Rudy S. Gautama, 1993

## 2.6. Kecepatan Aliran

Debit air adalah volume air yang mengalir tiap satuan waktu.

Disimbolkan dengan Q dan satuan dalam SI adalah  $\text{m}^3/\text{s}$ . Sedangkan

kecepatan aliran air adalah m/s. Debit air dapat dirumuskan :

$$Q = V / t$$

$$Q = A \cdot s / t$$

$$Q = A \cdot v$$

Keterangan :

Q = Debit air ( $\text{m}^3/\text{s}$ )

A = Luas penampang ( $\text{m}^2$ )

v = Kecepatan aliran air (m/s)

## BAB III

### METODE PENELITIAN

#### 3.1 Gambaran Umum Daerah Penelitian

PT. Bina Sarana Sukses adalah Perseroan Terbatas yang bergerak di bidang pertambangan sebagai kontraktor *Mining* dan juga *hauling*. Berdiri menurut Hukum dan Undang-Undang Negara Republik Indonesia melalui Akta Pendirian Perseroan Terbatas No. 20 pada tanggal 02 Maret 2005 di Jakarta.

Tabel 3.1 Perizinan PT. Bina Sarana Sukses

Akta Notaris	No. 20 Tanggal 02 Maret 2005
S I U P	812/1.824.221/0705
TDP	09.02.1.71.29505
S P K P	PEM-02057/WPJ.05/KP.0703/2005
N P W P	02.460.152.8-041.000
Izin Usaha Penambangan	541.13/30/PU Distamb/2007

Sumber : PT Bina Sarana Sukses

### 3.1.1 Lokasi dan Kesampaian Daerah

Secara umum kawasan PT. Bina Sarana Sukses terletak di Desa Ida Manggala, dekat Kota Rantau Kabupaten Tapin,  $\pm$  125 km ke arah timur laut dari Kota Banjarmasin Provinsi Kalimantan Selatan. Adapun lokasi penelitian berada di blok III (6171,90 Ha) secara administratif termasuk dalam wilayah Kecamatan Sungai Raya, Kabupaten Hulu Sungai Selatan, Provinsi Kalimantan Selatan.

Kesampaian daerah dapat dicapai menggunakan jalur darat dengan kendaraan roda empat dengan *rute* sebagai berikut :

1. Palangka Raya – Banjarmasin  $\pm$  4 jam (menggunakan kendaraan roda empat).
2. Banjarmasin – Rantau  $\pm$  3 jam (menggunakan kendaraan roda empat).
3. Rantau – *Site / Head Office*  $\pm$  1 jam (menggunakan bus karyawan).

### 3.1.2 Keadaan Iklim dan Curah Hujan

Data iklim dan curah hujan tahun 2016 untuk wilayah Kecamatan Sungai Raya, menyatakan bahwa daerah penyelidikan beriklim tropis lembab dengan temperatur berkisar antara  $20^{\circ}$  –  $25^{\circ}$  C dan maksimal mencapai  $37^{\circ}$  C. Intensitas penyinaran matahari selalu tinggi dan sumberdaya air yang cukup banyak, sehingga menyebabkan tingginya penguapan yang menimbulkan awan aktif / tebal.

Tabel 3.2 Curah Hujan Tahun 2017 PT. Bina Sarana Sukses

No	Bulan	Curah Hujan
1	Januari	246,00
2	Februari	148,28
3	Maret	288,36
4	April	394,75
5	Mei	228,70
6	Juni	193,00
7	Juli	153,40
8	Agustus	110,00
9	September	87,60
10	Oktober	100,30
11	November	110,54

Sumber : PT Bina Sarana Sukses

## 3.2 Kondisi Geologi

### 3.2.1. Kondisi Geologi Regional

#### 1. Fisiografi

Secara regional daerah penyelidikan termasuk ke dalam Cekungan Barito yang dibatasi pegunungan Schwaner bagian barat, Pegunungan Meratus pada bagian timur dan Cekungan Kutai pada bagian utaranya (Kusuma dan Nafi, 1986).

Fisiografi di sekitar wilayah Kuasa Penambangan (KP) PT. Bina Sarana Sukses terdiri terdiri dari 2 relief yaitu daerah dataran dan daerah perbukitan. Ibukota kabupaten dan perkampungan menempati daerah dataran sedangkan daerah perbukitan sebagian besar padang alang - alang dan tanaman - tanaman keras.

## 2. Stratigrafi

Menurut K. Sikumbang dan R. Heryanto (Puslitbang Geologi, 1994) pada lembar Banjarmasin, R. Heryanto dan P. Sanyoto (Puslitbang Geologi, 1994) pada peta geologi lembar amuntai, dan R. Heryanto, S. Supriatna, E. Rustandi dan Baharuddin (Puslitbang Geologi, 1994) pada lembar Sampanahan adapun formasi penyusun pada daerah penelitian adalah sebagai berikut :

### a. Formasi Warukin

Batupasir kuarsa dan batulempung dengan sisipan batubara, terendapkan dalam lingkungan fluviatil dengan ketebalan sekitar 400 m dan berumur Miosen Tengah sampai Miosen Akhir.

### b. Formasi Berai

Batugamping mengandung fosil *foraminifera* besar seperti *spiroclypeus orbideus*, *spiroclypeus sp.* Yang menunjukkan umur Oligosen - Miosen Awal dan bersifal napal, terendapkan dalam lingkungan nentik dan mempunyai ketebalan sekitar 1000 m.

### c. Formasi Tanjung

Batupasir kuarsa dan batulempung dengan sisipan batubara, setempat bersisipan dengan batugamping, mengandung fosil *Palatispira Propaleae* (Yabe), *Discocyclina ompalus* (Fritsch) yang menunjukkan umur Eosen, terendapkan dalam lingkungan fluviatil sampai dengan laut dangkal, dan mempunyai ketebalan 750 m.

### 3. Struktur Geologi

#### a. Lembar Banjarmasin

Struktur geologi ini adalah sinklin, antiklin, sesar naik, sesar mendatar, dan sesar turun. Sumbu lipatan umumnya berarah timurlaut-baratdaya dan umumnya sejajar dengan arah sesar normal.

#### b. Lembar Amuntai

Struktur geologi di daerah ini terdiri atas kelurusan, lipatan, dan sesar berarah timurlaut-baratdaya. Jenis sesar belum dapat ditentukan namun diduga sebagai sesar geser dan sesar normal.

#### c. Lembar Sampanahan

Antiklin dan sinklin berarah hamper utara-selatan, sesar turun dan sesar naik berarah timurlaut-baratdaya umum dijumpai di daerah ini.

### 3.2.2 Kondisi Geologi Daerah Penelitian

#### 1. Morfologi Daerah Penelitian

Kondisi morfologi daerah penelitian umumnya berupa perbukitan terjal memanjang dan perbukitan karst. Perbukitan memanjang dari arah Timur ke Selatan terletak di bagian Timur dan menempati areal seluas  $\pm$  60 % daerah penelitian, dengan ketinggian sampai 125 meter di atas permukaan laut dan terletak di bagian Barat lokasi penelitian, perbukitan karst menempati 40 % daerah penelitian dengan ketinggian hingga 75 meter di atas permukaan laut. Sungai utamanya adalah Sungai Angkinang, Sungai Tapin, dan Sungai Amandit yang mengalir dari arah

barat yang bermuara di Sungai Negara anak Sungai Barito ke utara (sejajar dengan jurus perlapisan batuan) dan terletak di bagian tengah lokasi kegiatan kemudian di bagian selatan terdapat Sungai Amandit yang mengalir ke barat dan memisahkan antara blok II dan blok V, lebar sungai ini  $\pm$  50 meter. Bisa dikategorikan pada kondisi morfologi bergelombang sedang dengan ketinggian diatas 125 m dari permukaan laut.

## 2. Litologi Daerah Penelitian

Pada lembar Sampanahan adapun litologi batuan pada daerah penelitian adalah sebagai berikut :

1. Batupasir kuarsa berwarna putih kekuningan, berbutir halus - kasar, mengandung sedikit feldspar dan mika dengan perekat silika, terpilah baik dan kompak.
2. Batulempung berwarna abu - abu gelap kehitaman, tersusun oleh material berukuran lempung dan material - material karbon (fregmen batubara).
3. Batulanau berwarna abu - abu cerah hingga kemerahan, sangat keras dan umumnya berupa lapisan - lapisan tipis diantara batupasir dan batulempung.

## 3. Geologi Struktur

Pola struktur di daerah penelitian mempunyai arah Barat laut – Tenggara. Struktur geologi yang berkembang dengan baik adalah berupa sesar geser dan sesar normal, terutama pada batuan yang berumur Pra-

Tersier, sedangkan pada batuan Tersier hanya berupa sesar - sesar kecil yang merupakan pergeseran lapisan batuan sedimen (*offset*), efek perlipatan (*drag fold*) atau dari kemiringan lapisan yang bervariasi.

### 3.3 Alat dan Bahan

Alat dan bahan yang digunakan dalam pelaksanaan pengambilan data skripsi ini adalah :

1. Kamera
2. Buku Tulis
3. Alat Tulis
4. Alat Pelindung Diri (APD)
5. Kalkulator
6. Laptop
7. Peta
8. *Software* Tambang yang digunakan di Perusahaan (*Mincom Minescape*)
9. Perlengkapan pendukung lainnya



### 3.4 Tata Laksana Penelitian

#### 3.4.1 Langkah Kerja

1. Tahap Persiapan

Pada tahap ini dilakukan penyusunan usulan skripsi, mempelajari buku - buku literatur dan buku petunjuk maupun buku pedoman yang tersedia dan berkaitan dengan sistem drainase tambang.

## 2. Tahap Pengambilan Data

### a. Data Primer

1. Menghitung debit air limpasan.
2. Mengukur lebar dan kedalaman parit atau saluran drainase.

### b. Data Sekunder

1. Peta lokasi Kesampaian Daerah
2. Peta Situasi Tambang
3. Peta *Catchment Area*
4. Curah Hujan

## 3. Tahap Pengolahan Data

Data pengukuran saluran drainase yang telah diambil di lapangan diolah dan di input ke komputer. Kemudian data tersebut diolah dengan menggunakan perhitungan dan penggambaran yang disajikan dalam bentuk tabel, dan perhitungan penjelasan.

## 4. Tahap Analisis Data

Pemecahan masalah dilakukan berdasarkan data saluran drainase yang diperoleh di lapangan. Hasil dari pengolahan data digunakan untuk menganalisis sistem drainase tambang.

## 5. Tahap Penyusunan Laporan

Hasil dari data keseluruhan di rangkum ke dalam laporan tertulis untuk dipertanggungjawabkan dalam bentuk laporan.

### 3.4.2 Metode Penelitian

Metode penelitian yang digunakan penulis yaitu metode kuantitatif deskriptif. Penelitian kuantitatif deskriptif bertujuan untuk menjelaskan fenomena yang ada dengan menggunakan angka. Dengan kata lain penelitian kuantitatif deskriptif ini bertujuan untuk memperoleh informasi-informasi mengenai keadaan yang ada.

#### 1. Studi Literatur

Dengan mengumpulkan data - data yang ada kaitannya dengan sistem drainase.

#### 2. *Observasi* (Pengumpulan Data)

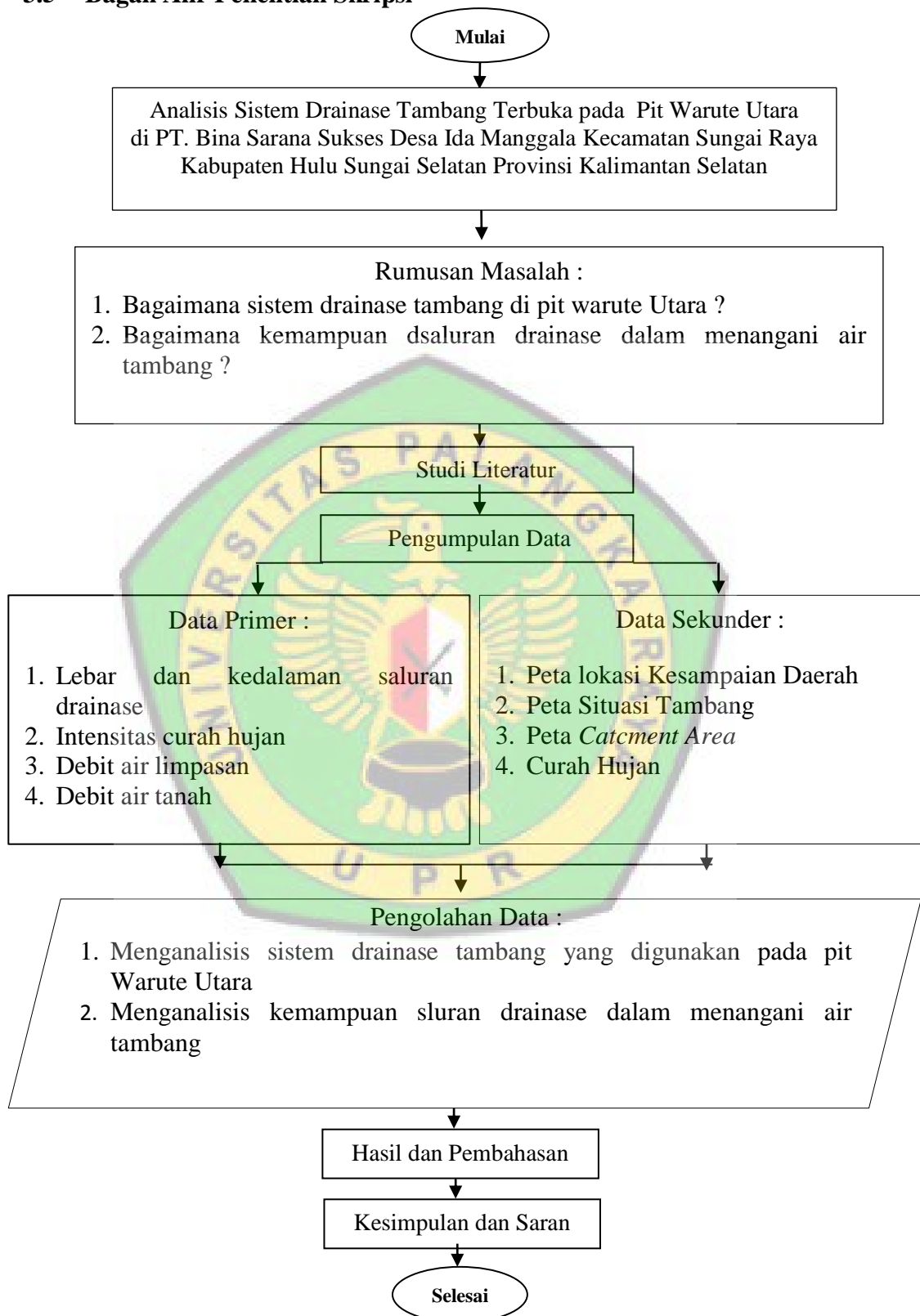
Data yang berhubungan dengan permasalahan yang akan dibahas dalam penulisan ini dikumpulkan dengan cara :

- a) Pengambilan data primer (penelitian secara langsung di lapangan).
- b) Pengambilan data sekunder dilakukan dengan cara meminta data dengan perusahaan atau orang ke dua, seperti :
  1. Peta lokasi Kesempaian Daerah
  2. Peta Situasi Tambang
  3. Peta *Catchment Area*
  4. Curah Hujan

#### 3. Studi Pustaka

Selain dari kedua cara diatas, penulis juga memperoleh data dari referensi buku atau modul dari buku lain yang relevan.

### 3.5 Bagan Alir Penelitian Skripsi



Gambar 3.1 Bagan Alir Penelitian Skripsi



## BAB IV

### HASIL DAN PEMBAHASAN

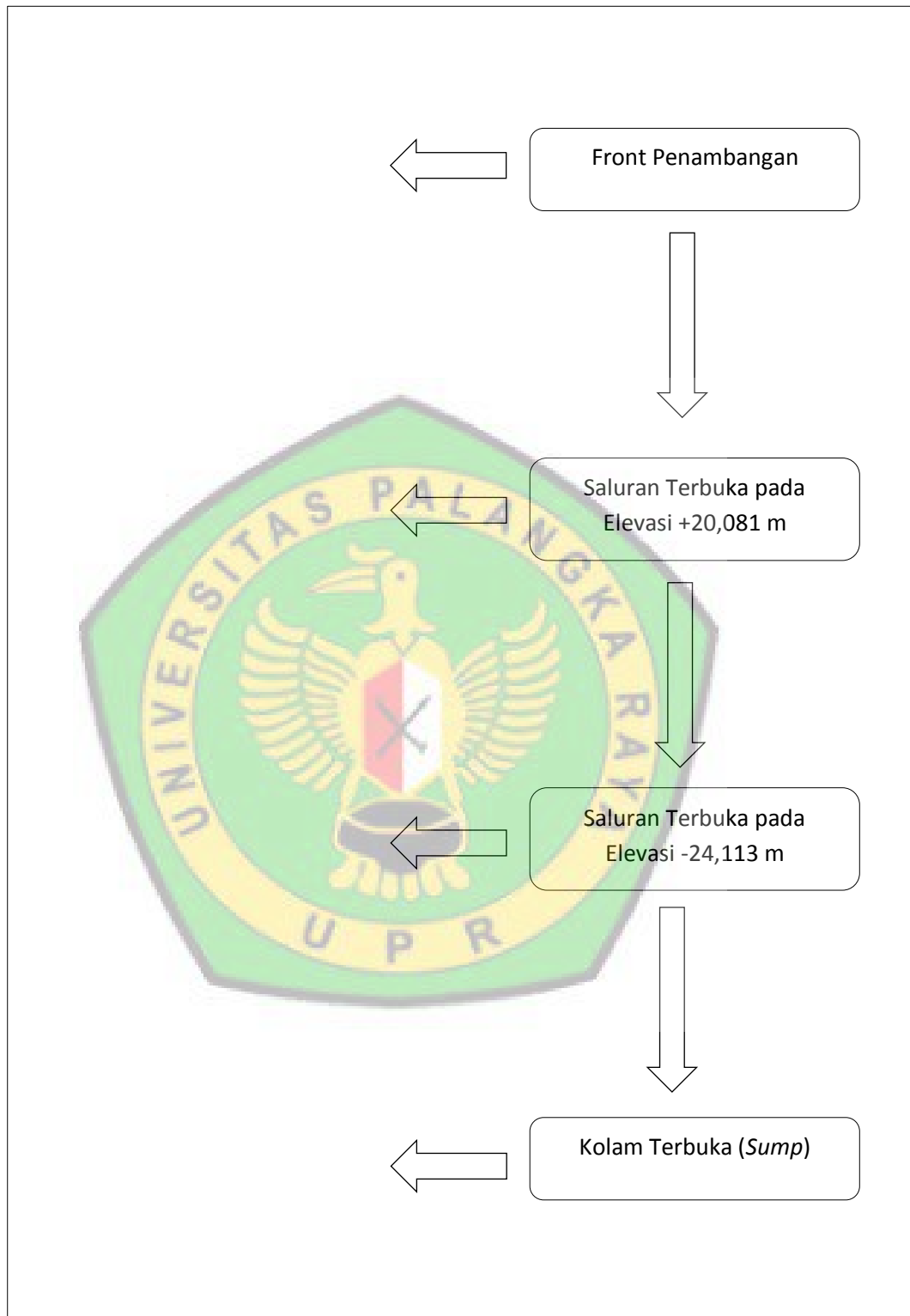
#### 4.1 Hasil Penelitian

##### 4.1.1 Sistem Drainase Tambang pada Pit Warute Utara

Penambangan batubara oleh PT. Bina Sarana Sukses berbentuk pit dimana dalam kegiatan penambangannya sangat dipengaruhi oleh keadaan cuaca dan iklim. Pengaruh cuaca akan sangat berpengaruh pada saat musim penghujan. Hujan yang terjadi disekitar lokasi penambangan akan menimbulkan air limpasan yang menuju pit, sehingga diperlukan sistem penyaliran yang dapat mengatur dan mengendalikan air limpasan tersebut.

Sistem penyaliran tambang yang diterapkan diarea penelitian adalah *mine drainage* (drainase tambang) berupa saluran terbuka (paritan) yang berfungsi sebagai pencegahan terhadap air yang masuk ke *front* penambangan yang berasal dari air hujan dan air tanah. Untuk metode yang digunakan pada sistem drainase di daerah penelitian menggunakan metode *siemens*.

Penyaliran di Pit Warute Utara terdapat satu saluran pada samping jalan sekitar area Ambalat. Air limpasan dari pit mengalir disisi tanggul ke kolam terbuka (*sump*) atau dibiarkan tergenang disaluran. Sehingga tidak mengganggu kegiatan penambangan.



Gambar 4.1 Alur Sistem Drainase Tambang Terbuka (*Mine Drainage*)  
di PT. Bina Sarana Sukses

Sumber : Dokumentasi Penulis (2017)

#### 4.1.2 Kemampuan Saluran Drainase

##### 1. Data Curah Hujan

###### A. Data Curah Hujan Periode 2012 - 2016

Hasil pengamatan curah hujan pada daerah penelitian selama (lima) 5 tahun 2012 – 2016 dapat dilihat pada (Tabel 4.1). Dari data tersebut diketahui bahwa jumlah curah terendah terjadi pada tahun 2012 sebesar 2005,85 mm/tahun dengan curah hujan maksimum sebesar 356,1 mm/bulan, sedangkan jumlah curah hujan tertinggi terjadi pada tahun 2016 sebesar 2449,45 mm/tahun dengan curah hujan maksimum sebesar 403,9 mm/bulan.

Tabel 4.1 Jumlah Curah Hujan Bulanan (mm) Tahun 2012-2016 pada PT. Bina Sarana Sukses

BULAN	TAHUN				
	2012	2013	2014	2015	2016
Januari	260,5	360,2	287	534	134,2
Februari	282,5	99,1	53,5	240,3	340,5
Maret	211,8	224,1	580,1	278,5	269,5
April	115,75	354,9	339,5	248,217	287,5
Mei	124,5	172,3	89,5	251,2	218,45
Juni	19,5	200	206,1	226,6	197
Juli	122,5	152	70,8	0	135,35
Agustus	57	76	71,89	0	89,5
September	38	37,5	18,5	0	185,25
Oktober	122	43	17,5	12,5	188,3
Nopember	356,1	356,1	214	366,7	403,9
Desember	295,7	295,7	382,4	205,1	0
<b>JUMLAH</b>	2005,85	2370,9	2330,79	2363,117	2449,45
<b>RATA-RATA</b>	167,1542	197,575	194,2325	196,9264	204,1208
<b>MAKSIMUM</b>	356,1	360,2	580,1	534	403,9
<b>MINIMUM</b>	19,5	37,5	17,5	0	0

Sumber: PT. Bina Sarana Sukses

Keterangan : CH = Curah Hujan (mm)

CH = Curah Hujan Maksimum (mm)

## B. Frekuensi Maksimum Curah Hujan Periode 2012 – 2016

Penentuan frekuensi maksimum curah hujan bulanan didasarkan pada data – data curah hujan harian tertinggi yang terjadi pada daerah pengamatan selama periode 5 (lima) tahun mulai 2012 – 2016 yang dapat dilihat pada (Tabel 4.2)

Tabel 4.2 Data Curah Hujan Maksimum Periode 2012 – 2016

No	Tahun	Curah Hujan Max (X)
1	2014	580,10
2	2015	534,00
3	2016	403,90
4	2013	360,20
5	2012	356,10

Sumber : Data Olahan Tahun 2017

Data ini diolah dengan menggunakan tiga metode statistik yaitu: Metode Distribusi Normal, Metode Gumbel, dan Metode Log Pearson Type III dari ketiga metode tersebut didapat curah hujan harian untuk periode ulang (T) = 5 tahun. Dengan curah hujan tersebut maka dapat dihitung Intensitas Curah Hujannya yang selanjutnya dapat dipakai untuk menentukan debit air limpasan didaerah tersebut.

### 1. Metode Distribusi Normal

Analisa probabilitas dengan Metode Distribusi Normal dinyatakan dalam persamaan sebagai berikut :

$$X_T = \bar{x} + K \cdot S_x$$

Maka ;

- Jumlah curah hujan teramati (X) = 2234,30 mm
- Curah Hujan rata – rata ( $\bar{x}$ ) = 446,86 mm
- Standar Deviasi (Sx) = 103,61

Selanjutnya perhitungan curah hujan rencana dengan Metode Distribusi Normal dapat dilihat pada (Tabel 4.3)

Tabel 4.3 Hasil Perhitungan Curah Hujan Rencana dengan Metode Distribusi Normal

No. Rangking	Tahun Terjadi	Curah Hujan Teramati (mm)	Periode Ulang (tahun)	Probabilitas (%)	Faktor Frekuensi (K)	Curah Hujan Teoritis (mm)	Chi Square (mm)
1	2014	580,10	6,00	16,67	0,98	548,05	1,87
2	2015	534,00	3,00	33,33	0,40	488,34	4,27
3	2016	403,90	2,00	50,00	-0,13	433,47	2,02
4	2013	360,20	1,50	66,67	-0,25	420,90	8,75
5	2012	356,10	1,20	83,33	-0,57	387,81	2,59
<b>Jumlah</b>		<b>2234,30</b>					<b>19,51</b>
<b>Rata-rata</b>		<b>446,86</b>					

Tabel 4.4 Harga Faktor Frekuensi

No	Probabilitas (%)	Faktor K
1	99	-1,4133
2	95	-1,0337
3	90	-0,7895
4	80	-0,4602
5	70	-0,2748
6	50	-0,1292
7	20	0,824
8	10	1,282
9	5	1,645
10	4	1,751
11	2	2,054
12	1	2,326

Tabel 4.5 Perhitungan Nilai K dan Perhitungan Nilai Sx

Probabilitas (%)	K
16,67	0,98
33,33	0,40
50,00	-0,13
66,67	-0,25
83,33	-0,57

Tahun	CH Max (X)	X Rata-rata (Xi)	(X-Xi) <sup>2</sup>
2014	580,10	446,86	17752,90
2015	534,00	446,86	7593,38
2016	403,90	446,86	1845,56
2013	360,20	446,86	7509,96
2012	356,10	446,86	8237,38
<b>Total</b>			<b>42939,17</b>
<b>Standar Deviasi (Sx)</b>			<b>103,61</b>

- CH rata-rata ( $\bar{x}$ ) =  $\frac{X}{5} = \frac{2234,30}{5} = 446,8$

- Probabilitas (P) =  $\frac{1}{T} = \frac{1}{6} \times 100 = 16,67$

- Faktor Frekuensi (K) dari Tabel 4.4, didapat :

$$K = 1,282 + \frac{16,67 - 10}{20 - 10} \cdot (0,824 - 1,282) = 0,98$$

- Standar Deviasi (Sx) =  $\sqrt{\frac{n(\sum(X-\bar{X})^2)}{n(n-1)}}$   

$$= \sqrt{\frac{42939,17}{(4)}} = 103,61$$

- Curah Hujan Rencana  $X_T = \bar{x} + K \cdot S_x$   
 $= 446.8 + 0.98 (103.61)$   
 $= 548.05$
- Chi Square  $(X)^2 = \frac{(X_p - X_t)^2}{X_t} = \frac{(580,10 - 548,05)^2}{548,05} = 1,87$

## 2. Metode Gumbel

Analisa Probabilitas Metode Gumbel diuraikan dalam persamaan sebagai berikut :

$$X = \bar{x} + K \cdot S_x$$

$$K = \frac{Y - Y_n}{S_n}$$

$$\text{Untuk nilai } Y = \left[ -0.834 - 2.303 \text{ Log} - \text{Log} \left( \frac{T}{T-1} \right) \right]$$

Dari Tabel 4.2 diperoleh hasil pada Tabel 4.6 :

- Jumlah curah hujan teramati (X) = 2234,30 mm

- Curah hujan rata – rata ( $\bar{x}$ ) = 446,86 mm

- Standar Deviasi ( $S_x$ ) = 103,61

Untuk jumlah data  $n = 5$ , dari Tabel 4.5, didapat :

$$Y_n = 0.4587 \quad S_n = 0.8863$$

Tabel 4.6 Perhitungan *Reduced Mean* ( $Y_n$ ) dan *Reduced Standar Deviasi* ( $S_n$ ) untuk mendapat Faktor Frekuensi ( $K$ )

No.	Tahun	CH Max (X)	X Rata-rata (Xi)	$(X-X_i)^2$	Jumlah Data (n)	$Y_n$	$(Y_n - Y_n \text{ Rata-rata})^2$	$S_n$
1	2014	580,10	446,86	17752,90	5	1,70	1,55	0,89
2	2015	534,00	446,86	7593,38		0,90	0,20	
3	2016	403,90	446,86	1845,56		0,37	0,01	
4	2013	360,20	446,86	7509,96		-0,09	0,31	
5	2012	356,10	446,86	8237,38		-0,58	1,09	
<b>Jumlah</b>		<b>2234,30</b>	<b>42939,17</b>			<b>2,29</b>	<b>3,14</b>	
<b>Rata – rata (Xi)</b>		<b>446,86</b>				<b>0,46</b>		

Periode Ulang (T)	$T/(T-1)$	Log Log $(T/T-1)$	Y	K
6	1,2	-1,101377668	1,70247277	1,403331569
3	1,5	-0,754262201	0,90306585	0,501371826
2	2	-0,521390228	0,366761694	-0,103732715
1,5	3	-0,321371236	-0,093882043	-0,623470657
1,2	6	-0,10893598	-0,583120437	-1,175471553

Selanjutnya perhitungan curah hujan rencana dengan Metode Gumbel dapat dilihat pada (Tabel 4.7)

Tabel 4.7 Hasil Perhitungan Curah Hujan Rencana dengan Metode Gumbel

No	Tahun	CH Teramati (mm)	Periode Ulang (thn)	Probabilitas (%)	Y	Faktor Frekuensi (K)	CH Teoritis (mm)	Chi Square (mm)
1	2014	580,10	6,00	16,67	1,70	1,40	592,26	0,25
2	2015	534,00	3,00	33,33	0,90	0,50	498,81	2,48
3	2016	403,90	2,00	50,00	0,37	-0,10	436,11	2,38
4	2013	360,20	1,50	66,67	-0,09	-0,62	382,26	1,27
5	2012	356,10	1,20	83,33	-0,58	-1,18	325,07	2,96
<b>Total</b>		<b>2234,30</b>				<b>Total</b>		<b>9,35</b>
<b>Rata-rata (X)</b>		<b>446,86</b>						

$$\text{CH rata-rata } (\bar{x}) = \frac{\sum X}{n} = \frac{2234,30}{5} = 446,8$$

$$\text{Faktor Frekuensi (K)} = \frac{Y - Y_n}{S_n} = \frac{1,70 - 0,4587}{0,8863} = 1,40$$

$$\text{Periode Ulang (T)} = \frac{n+1}{m} = \frac{5+1}{1} = 6,00$$

$$\text{Probabilitas (P)} = \frac{1}{T} = \frac{1}{6} \times 100 = 16,67$$

$$\begin{aligned} \text{Curah Hujan Rencana } X_T &= \bar{x} + K \cdot S_x \\ &= 446,8 + 1,40 (103,61) \\ &= 592,26 \end{aligned}$$

$$\text{Chi Square } (x)^2 = \frac{(x_p - x_t)^2}{x_t} = \frac{(580,10 - 592,26)^2}{592,26} = 0,25$$

### 3. Metode Log Pearson Type III

Metode Log Pearson Type III diuraikan dalam persamaan sebagai berikut :

$$\text{Log } X = \bar{x} + K \cdot S_x$$

Maka dari Tabel 4.2 didapat hasil pada Tabel 4.7 :

- Jumlah curah hujan = 2234,30 mm
- Rata-rata curah Hujan ( $\text{Log } \bar{x}$ ) = 446.86 = 2.650 mm
- Standar Deviasi (Sd) = 0.099
- Koefisien Skewness (G) = 0.023
- Jumlah  $(\text{Log } X - \text{Log } \bar{x})^2$  = 0.039
- Jumlah  $(\text{Log } X - \text{Log } \bar{x})^3$  = 5.485

$$Sd = \sqrt{\frac{\sum(\text{Log } X - \text{log } \bar{x})^2}{n-1}} = \sqrt{\frac{0,039}{4}} = 0,099$$

$$G = \frac{n(\text{log } X - \text{log } \bar{x})^3}{(n-1)(n-2)(Sd)^3} = \frac{5(5,485)}{(5-1)(5-2)(0,099)^3} = 0,023$$

Tabel 4.8 Hasil Perhitungan Curah Hujan Rencana dengan Metode Log Pearson Type III

No.	Tahun	CH Max (X)	Log X	(Log X-Log Xr) <sup>2</sup>	(Log X-Log Xr) <sup>3</sup>	Periode Ulang	Probabilitas	K	CH Teoritis	Chi Square
1	2014	580,10	2,763503	0,012844003	0,001455629	6,00	16,67	0,99	83,33	2961,45
2	2015	534,00	2,727541	0,005986082	0,000463142	3,00	33,33	0,46	76,59	2731,50
3	2016	403,90	2,606274	0,001927002	-8,45908E-05	2,00	50,00	-0,01	71,04	1559,69
4	2013	360,20	2,556544	0,00876616	-0,000820756	1,50	66,67	-0,43	66,44	1298,85
5	2012	356,10	2,551572	0,009721863	-0,000958571	1,20	83,33	-0,94	61,29	1418,17
<b>Total</b>		<b>2234,30</b>		<b>0,039245109</b>	<b>5,48527E-05</b>					<b>9969,67</b>
<b>Rata-rata</b>		<b>446,86</b>								
<b>Log Xr</b>		<b>2,650171</b>								

- CH rata – rata ( $\bar{x}$ ) =  $\frac{X}{n} = \frac{13,205}{5} = 2,641$

- Faktor Frekuensi K dari tabel didapat :

$$K = 1,282 + \frac{16,67-4}{10-4} \cdot (0,842 - 1,282) = 0,988$$

$$\text{Log } X = 2,650 + 0,988 \times 0,099$$

$$\text{Log } X = 2,747$$

$$X = 83,33$$

$$\text{Chi Square} = \frac{(x_p - x_t)^2}{x_t} = \frac{(580,10 - 83,33)^2}{83,33} = 2961,45$$

Maka untuk perhitungan periode ulang tertentu, besarnya curah hujan rencana dapat dilihat pada tabel berikut ini.

Tabel 4.9 Hasil Perhitungan Curah Hujan Rencana dengan Metode Gumbel untuk Periode Ulang Tertentu

Periode Ulang	K	Curah Hujan Rencana
2	-0,1037	436,11
<b>5</b>	<b>1,1753</b>	<b>568,63</b>
10	2,0221	656,38
20	2,8344	740,54
50	3,8859	849,48
100	4,6738	931,12

Hasil perhitungan dari ketiga metode distribusi tersebut di atas berbeda oleh karena itu untuk mendapatkan hasil yang terbaik dilakukan suatu pemeriksaan dengan melihat jumlah adanya penyimpangan–penyimpangan yang terkecil merupakan hasil yang terbaik.

Untuk maksud ini, penulis menggunakan Chi Square test yang dihitung dengan persamaan :

$$\text{Chi Square } (X)^2 = \frac{(X_p - X_t)^2}{X_t}$$

Dimana :  $X_p$  = Nilai pengamatan

$X_t$  = Nilai teoritis (rencana)

Hasil pengujian Chi Square dari ketiga metode statistik diatas dapat dilihat pada (Tabel 4.10).

Tabel 4.10 Hasil Pengujian *Chi Square*

Metode	Dist. Normal	Gumbel	Log Person Type III
<i>Chi Square</i>	19,51	9,35	9969,67

Berdasarkan hasil yang didapat dari pengujian *Chi Square* dimana hasil yang terkecil didapat dari Metode Gumbel yang digunakan untuk menghitung intensitas curah hujan, maka digunakan curah hujan rencana dengan periode ulang 5 tahun dari hasil perhitungan dengan Metode Gumbel yaitu sebesar 568,63 mm.

## 2. Daerah Tangkapan Hujan (*Catchment Area*)

Daerah tangkapan hujan (*Catchment Area*) merupakan luas permukaan yang apabila terjadi hujan, maka air hujan tersebut akan mengalir ke daerah yang lebih rendah menuju titik pengaliran. Penentuan luas daerah tangkapan hujan (*catchment area*) berdasarkan peta topografi daerah yang akan diteliti. Daerah tangkapan hujan ini dibatasi oleh dasar pit dan jenjang (*pit floor and bench*) yang sebagian besar air akan langsung diteruskan pada dasar pit yang lebih rendah. Setelah daerah tangkapan hujan ditentukan maka diukur luasnya pada peta kontur yaitu dengan menarik hubungan dari titik-titik yang tertinggi disekeliling tambang membentuk poligon tertutup, dengan melihat kemungkinan arah mengalirnya air. Luas daerah tangkapan

hujan pada penelitian ini dicari menggunakan aplikasi *Minescape*. Luas daerah tangkapan hujan pada Pit Warute Utara seluas 14,41 ha untuk area Ambalat.

### 3. Intensitas Curah Hujan

Intensitas curah hujan merupakan perbandingan kenaikan limpasan air hujan terhadap lamanya waktu hujan pada suatu daerah dan berpengaruh besar terhadap perencanaan sistem penirisan pada lokasi disekitar tambang. Dimana curah hujan rencana untuk periode 5 tahun didaerah penyelidikan adalah sebesar 568,63 mm/bulan dengan waktu hujan rata-rata 17 hari, maka curah hujan rencana =  $568,63 : 17 = 33,449$  mm/hari. Selanjutnya intensitas curah hujan (I) dihitung berdasarkan rumus Mononobe sebagai berikut :

$$\text{Rumus Mononobe : } I = \frac{R_{24}}{24} \left( \frac{24}{t} \right)^{2/3}$$

Dimana :

I = Intensitas curah hujan (mm/ jam)

$R_{24}$  = Curah hujan 24 jam (mm)

t = Lama curah hujan atau durasi hujan (jam)

Harga  $R_{24}$  merupakan besarnya curah hujan maksimum (curah hujan rencana) yang telah ditentukan yaitu sebesar 33,449 mm/hari dan lama waktu hujan adalah 0,201 jam (Lampiran B). Jadi besarnya intensitas curah hujan adalah :

$$I = \frac{R_{24}}{24} \left( \frac{24}{t} \right)^{2/3}$$

$$= \frac{33,449}{24} \left( \frac{24}{0,0,201} \right)^{2/3}$$

$$= 24,555 \text{ mm/jam}$$

#### 4. Debit Air yang Masuk ke *Catchment Area*

##### A. Debit Air Limpasan

Untuk menghitung debit air limpasan maksimum (Q) yang masuk pada area penambangan dapat digunakan metode rasional dengan ketentuan, sebelum menentukan debit air maka terlebih dahulu harus menentukan : koefisien pengaliran (C) , intensitas curah hujan (I) dan luas daerah tangkapan hujan (A).

- *Catchment Area* Ambalat

Perhitungan debit limpasan menggunakan rumus rasional (  $Q = 0,00278 \times C \times I \times A$  )

Diketahui :

Koefisien Limpasan (C) = 0,9 (Tabel 2.1)

Intensitas Curah Hujan (I) = 24,555 mm/jam

Luas Daerah Aliran (A) = 14,41 ha

Perhitungan Debit Limpasan :

$$Q = 0,00278 \times C \times I \times A$$

$$= 0,00278 \times 0,9 \times 24,555 \times 14,41$$

$$= 0,885 \text{ m}^3/\text{detik}$$

##### B. Debit Air Tanah

Dalam perhitungan debit air tanah yang masuk ke dalam *sump*, proses perhitungannya dilakukan dalam beberapa tahap, tahap pertama ialah pengukuran tinggi muka air di *sump*, setelah mendapatkan tinggi muka air di *sump* maka air didalam *sump* dibiarkan untuk tidak di pompa selama 24 jam, dengan catatan selama waktu tersebut tidak pernah terjadi hujan baik deras maupun gerimis, setelah 24 jam maka dilakukan kembali pengukuran tinggi muka air pada *sump*.

Setelah didapatkan tinggi muka air tanah mula-mula dan tinggi muka air tanah akhir selanjutnya dilakukan perhitungan volume menggunakan aplikasi *Minescape*, volume yang didapatkan sebesar 666,571 m<sup>3</sup>.

$$\begin{aligned}
 Q &= 666,571 \text{ m}^3/\text{hari} \times 1000 \\
 &= \left( \frac{666.571 \text{ liter/hari}}{60 \times 60 \times 24} \right) \\
 &= 7,71 \text{ liter/detik} \\
 &= 0,00771 \text{ m}^3/\text{detik}
 \end{aligned}$$

## 5. Saluran Terbuka

Sistem penyaliran di area Ambalat Pit Warute Utara menggunakan saluran terbuka disisi jalan angkut tambang. Saluran ini berfungsi untuk berfungsi untuk mengalirkan air limpasan ke kolam terbuka (*sump*) agar air tidak masuk ke dalam front penambangan sehingga tidak mengganggu kegiatan penambangan.

Pemilihan bentuk saluran dalam rencana ini menggunakan saluran terbuka yang berbentuk trapesium karena saluran trapesium mudah untuk

dibuat, biasa digunakan untuk meterial tanah dan bisa mengalirkan air dengan debit yang besar. Dalam menentukan dimensi saluran saluran bentuk trapesium dengan luas penampang hidrolis maksimum, maka luas penampang basah saluran (A), jari-jari hidrolis (R), kedalaman aliran (d), lebar dasar saluran (b), panjang sisi saluran dari dasar ke permukaan (a), lebar permukaan saluran (B), dan kemiringan dinding saluran (m) mempunyai hubungan yang dapat dinyatakan sebagai berikut :

$$A = b \cdot d + m \cdot d^2$$

$$R = 0,5 \cdot d$$

$$B = b + 2m \cdot d$$

$$b/d = 2 \left( (1 + m^2)^{0,5} - m \right)$$

$$a = d / \sin \alpha$$

Untuk dimensi saluran penyaliran berbentuk trapesium dengan luas penampang optimum dan mempunyai sudut kemiringan dinding saluran  $60^\circ$ , maka :

$$m = 1 / \tan \alpha$$

$$= 1 / \tan 60^\circ$$

$$= 0,58$$

Sehingga harga b/d adalah :

$$b/d = 2 \left( (1 + m^2)^{0,5} - m \right)$$

$$= 2 ((1 + 0,58^2)^{0,5} - 0,58)$$

$$= 1,15$$

$$A = b \cdot d + m \cdot d^2$$

$$= (1,15 \cdot d + 0,58 \cdot d) d$$

$$= (1,15 \cdot d^2 + 0,58 \cdot d^2)$$

$$= 1,73 d^2$$

Dalam perhitungan harga koefisien kekerasan saluran (n) yaitu 0,03 mengingat jenis tanah dilokasi yang berupa pasir dengan material yang relatif lepas. Dibawah ini dapat dilihat penampang saluran bentuk trapesium pada Gambar 4.2.



Gambar 4.2 Penampang Saluran Bentuk Trapesium

Perhitungan debit pengaliran saluran air ditentukan dengan menggunakan rumus *Manning*, sebagai berikut :

$$Q = \frac{1}{n} \times R^{2/3} \times S^{1/2} \times A$$

Keterangan :

Q = Debit air yang akan dialirkan (m<sup>3</sup>/detik)

n = Koefisien kekasaran dinding saluran Manning

R = Jari-jari hidrolik (m)

S = Kemiringan saluran (%)

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

➤ Dimensi Saluran

Besarnya debit air limpasan yang akan masuk ke saluran dengan menggunakan rumus Rasional adalah 0,885 m<sup>3</sup>/detik dengan luas *catchment* area 14,41 ha. Untuk perhitungan dimensi saluran 1 dapat dilihat pada Lampiran C. Dengan menggunakan rumus *Manning* diperoleh dimensi saluran 1, yang dapat dilihat pada Tabel 4.11 dan bentuk penampang saluran 1 pada Gambar 4.3

Diketahui :

$$Q = 0,885 + 0,00771 = 0,89271 \text{ m}^3/\text{detik}$$

$$n = 0,03 \text{ (Tabel 2.1)}$$

$$A = 1,73 \text{ d}^2$$

$$S = 0,03$$

$$R = 0,5 \cdot d$$

Rumus Manning :

$$Q = \frac{1}{n} \times R^{2/3} \times S^{1/2} \times A$$

$$= 1/0,03 \times 0,5 d^{2/3} \times 0,03^{1/2} \times 1,73$$

$$d^{8/3} = \frac{Q \times n}{1,73 \times \left(0,03^{1/2}\right) \times \left(0,5^{2/3}\right)}$$

$$d^{8/3} = (0,89271 \times 0,03) / 0,188$$

$$d^{8/3} = 0,142$$

$$d = 0,48 \text{ meter}$$

$$\text{Bila harga } m = \text{Cotg } 60^\circ = 0,58$$

$$h = d + (d \times 20\%)$$

$$= 0,48 + (0,48 \times 0,2)$$

$$= 0,58 \text{ meter}$$

$$b = 1,152 \times d$$

$$= 1,152 \times 0,48$$

$$= 0,55 \text{ meter}$$

$$A = b \cdot d + m \cdot d^2$$

$$= (0,55 \times 0,48) + (0,58 \times 0,48^2)$$

$$= 0,4 \text{ m}^2$$

$$B = b + 2m \cdot d$$

$$= 0,55 + (2 \times 0,58 \times 0,48)$$

$$= 1,11 \text{ meter}$$

$$a = d / \sin 60^\circ$$

$$= 0,48 / \sin 60^\circ$$

$$= 0,55 \text{ meter}$$

$$t = b + 2 \left( (d + 20\%) \times m \right) / 1$$

$$= 0,55 + 2 ((0,48+20\%) \times 0,58)/1$$

$$= 1,22 \text{ meter}$$

$$e = (t - b) / 2$$

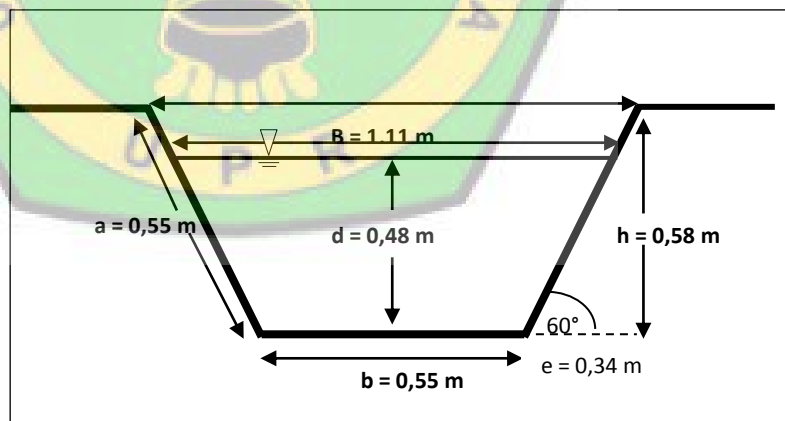
$$= (1,22 - 0,55) / 2$$

$$= 0,34 \text{ meter}$$

Maka rekomendasi dimensi salurannya sebagai berikut:

Tabel 4.11 Dimensi Saluran 1

Keterangan	Dimensi Saluran
Kedalaman aliran (d)	0,48 m
Kedalaman saluran (h)	0,58 m
Lebar dasar saluran (b)	0,55 m
Lebar permukaan saluran (B)	1,11 m
Panjang sisi luar saluran (a)	0,55 m
Lebar atas saluran (t)	1,22 m
Lebar bench dasar (e)	0,34 m
Luas penampang bawah saluran (A)	0,4 m <sup>2</sup>



Gambar 4.3 Dimensi Saluran

## 6. Kecepatan Aliran Air pada Saluran Drainase

Debit air adalah volume air yang mengalir tiap satuan waktu. Disimbolkan dengan  $Q$  dan satuan dalam SI adalah  $\text{m}^3/\text{detik}$ . Debit air dapat dirumuskan sebagai berikut:

$$Q = v / t$$

$$Q = A \cdot s / t$$

$$Q = A \cdot v$$

Dengan  $Q = \text{Debit air (m}^3/\text{detik)}$

$A = \text{Luas penampang (m}^2\text{)}$

$v = \text{Kecepatan aliran air (m/detik)}$

➤ Kecepatan Aliran Saluran

Diketahui :

$$Q = 0,89271 \text{ m}^3/\text{detik}$$

$$A = 0,4 \text{ m}^2$$

Rumus debit air :

$$Q = A \cdot v$$

$$v = Q / A$$

$$= 0,89271 / 0,4$$

$$= 2,23 \text{ m/detik}$$

## 4.2 Pembahasan

#### 4.2.1 Sistem Drainase Tambang pada Pit Warute Utara

Untuk mencegah masuknya air yang berasal dari air hujan maupun air tanah ke *front* penambangan, PT. Bina Sarana Sukses menggunakan sistem penyaliran tambang dengan metode saluran terbuka drainase (*mine drainage*). Berdasarkan Gambar 4.1 (alur sistem *mine drainage*), proses *mine drainage* diawali dari air yang masuk ke daerah *front* penambangan yang berasal dari limpasan air hujan. Air tersebut dialirkan melalui saluran terbuka (paritan) dari elevasi tertinggi hingga ke tempat elevasi terendah di daerah tersebut yaitu sump Pit Warute Utara. Saluran terbuka (paritan) yang ada di daerah tersebut belum didesain secara khusus dan bentuknya tidak beraturan. Aliran dari saluran terbuka (paritan) hanya memanfaatkan gaya gravitasi agar air dapat mengalir. Hal ini menyebabkan terjadinya genangan di *front* dan dapat mengganggu kegiatan penambangan karena air tidak mengalir dengan baik ke *sump*. Untuk itu perlu perbaikan pada saluran terbuka tersebut agar dapat menampung air limpasan yang masuk sehingga tidak mengganggu kegiatan penambangan.

Ada beberapa alasan mengapa di daerah penelitian PT. Bina Sarana Sukses menerapkan *mine drainage* dengan metode saluran terbuka (paritan) dibanding metode-metode yang lain pada *mine drainage*, yaitu karena metode saluran terbuka dapat mencegah masuknya air ke *front* penambangan, lebih mudah dalam pembuatannya, tidak memakan biaya banyak dalam pembuatannya dan dapat mengalirkan debit air yang besar karena mengandalkan gaya gravitasi dalam mengalirkan air.

Untuk metode drainase yang diterapkan pada daerah penelitian menggunakan metode *Siemens*, yang pada setiap jenjang dari kegiatan penambangan dibuat lubang bor kemudian ke dalam lubang bor dimasukkan pipa dan setiap bawah pipa tersebut diberi lubang-lubang. Bagian ujung ini masuk ke dalam lapisan akuifer, sehingga air tanah terkumpul pada bagian ini dan selanjutnya dipompa ke atas dan dibuang ke luar daerah penambangan. Untuk penerapan metode *Siemens* belum sepenuhnya terlaksanakan, hal ini dikarenakan pada saat penelitian saluran ini masih berupa saluran yang baru digali dan masih ada beberapa alat-alat yang belum tersedia seperti pompa, pipa dan alat pendukung lainnya.

#### **4.2.2 Kemampuan Saluran Drainase**

Berdasarkan hasil yang didapat dari pengetesan Chi Square dimana hasil yang terkecil didapat dari Metode Gumbel yang digunakan untuk menghitung intensitas curah hujan, maka digunakan curah hujan rencana dengan periode ulang 5 tahun dari hasil perhitungan dengan Metode Gumbel yaitu sebesar 568,63 mm/bulan. Dimana curah hujan rencana untuk periode 5 tahun di daerah penyelidikan adalah sebesar 568,63 mm/bulan dengan waktu hujan rata-rata 17 hari, maka curah hujan rencana sebesar 33,449 mm/hari.

Penentuan luas daerah tangkapan hujan (*Catchment Area*) adalah dengan cara menentukan titik-titik tertinggi pada peta topografi daerah penelitian, sehingga titik-titik tertinggi tersebut akan menjadi batas daerah

tangkapan hujan pada daerah penelitian tersebut. Penentuan *catchment area* berdasarkan peta topografi kemajuan tambang bulan oktober daerah penelitian menggunakan *software Mincom Minescape*. Dari hasil penentuan luas total daerah tangkapan hujan (*Catchment Area*) area Ambalat Pit Warute Utara menggunakan *software Mincom Minescape* seluas 14,41 ha. Dengan elevasi tertingginya adalah +20,091 m dan elevasi terendahnya adalah -24,113 m. Koefisien limpasan berdasarkan Tabel 2.1 untuk daerah tangkapan hujan (*catchment area*) tersebut yaitu 0,9 karena koefisien limpasannya pada daerah tanpa tumbuhan.

Penentuan besarnya intensitas curah hujan dilakukan dengan menggunakan persamaan Mononobe menggunakan data curah hujan rencana yang telah ditentukan yaitu sebesar 33,449 mm/hari dan lama waktu hujan adalah 0,187 jam. Maka didapatkan intensitas curah hujan untuk daerah penelitian sebesar 35,442 mm/jam.

Debit air yang masuk ke *catchment area* Ambalat Pit Warute Utara berasal dari debit air limpasan serta debit air tanah. Untuk debit air limpasan menggunakan rumus rasional ( $Q = 0,00278 \times C \times I \times A$ ) dengan hasil yang didapat sebesar 0,885 m<sup>3</sup>/detik, dan debit air tanah sebesar 0,00771 m<sup>3</sup>/detik.

### **Saluran Terbuka**

Kondisi aktual saluran terbuka pada area Ambalat Pit Warute Utara PT. Bina Sarana Sukses terdapat satu saluran disisi jalan angkut tambang.

Untuk air limpasan dari pit mengalir disisi tanggul ke kolam terbuka (*sump*) atau dibiarkan tergenang disaluran. Sehingga tidak mengganggu kegiatan penambangan. Untuk dimensi aktual dan kondisi saluran terbuka dapat dilihat pada Tabel 4.12 dan Gambar 4.4 .

Tabel 4.12 Dimensi Aktual Saluran Terbuka

<b>Dimensi Aktual Saluran Terbuka</b>			
<b>B</b> <b>(lebar dasar saluran)</b>	<b>a</b> <b>(sisi luar saluran)</b>	<b>t</b> <b>(lebar atas saluran)</b>	<b>H</b> <b>(kedalaman saluran)</b>
0,9 meter	1,6 meter	2,92 meter	1,05 meter

(Sumber : Pengambilan Data Lapangan, 2017)



Sumber : Dokumentasi Skripsi, 2017

Gambar 4.4 Saluran Terbuka di area Ambalat Pit Warute Utara PT. Bina Sarana Sukses

Adapun sistem penyaliran disisi *front* penambangan area Ambalat Pit Warute Utara. Hal ini bertujuan agar air limpasan tidak menggenang dan mengalir ke jalan angkut tambang hingga ke front penambangan. Pemilihan

bentuk saluran dalam menggunakan saluran terbuka berbentuk trapesium karena saluran bentuk trapesium mudah untuk dibuat, biasa digunakan untuk material tanah dan bisa mengalirkan air dengan debit yang besar.

Intensitas curah hujan untuk daerah tangkapan hujan (*catchment area*) area Ambalat sebesar 35,442 mm/jam. Sedangkan debit limpasan daerah tangkapan hujan (*catchment area*) area Ambalat sebesar 0,885 m<sup>3</sup>/detik menuju sump dan debit air tanah sebesar 0,00771 m<sup>3</sup>/detik. Debit total daerah tangkapan hujan untuk rekomendasi saluran menuju sump sebesar 0,89271 m<sup>3</sup>/detik.

Berdasarkan perhitungan diatas diketahui kecepatan aliran air saluran untuk daerah tangkapan hujan (*catchment area*) area Ambalat Pit Warute Utara menuju sump sebesar 2,23 m/detik. Dengan kecepatan air sedemikian dapat meminimalisir terjadinya kerusakan pada saluran serta mengurangi terjadinya pengendapan lumpur pada saluran tersebut. Sehingga tidak terjadi pendangkalan saluran dengan cepat.

## BAB V

### KESIMPULAN DAN SARAN

#### 5.1 Kesimpulan

Dari pembahasan sebelumnya, maka dapat diambil suatu kesimpulan sebagai berikut :

1. Sistem Penyaliran Tambang di Pit Warute Utara PT. Bina Sarana Sukses menggunakan sistem drainase tambang dengan bentuk saluran terbuka yang berfungsi sebagai pencegahan air limpasan yang masuk ke *front* penambangan yang berasal dari air hujan dan air tanah (*mine drainage*). Untuk metode drainase yang diterapkan pada daerah penelitian menggunakan metode *Siemens*, tetapi untuk penerapan metode *Siemens* belum sepenuhnya terlaksanakan, hal ini dikarenakan pada saat penelitian saluran ini masih berupa saluran yang baru digali dan masih ada beberapa alat-alat yang belum tersedia seperti pompa, pipa dan alat pendukung lainnya.
2. Dari hasil perhitungan Curah Hujan Rencana dengan menggunakan periode ulang 5 tahun yaitu sebesar 568,63 mm, Intensitas Curah Hujan sebesar 24,555 mm/jam serta debit air limpasan sebesar 0,885 m<sup>3</sup>/s dan debit air tanah 0,00771 m<sup>3</sup>/s sehingga total debit air yang masuk sebesar 0,89271 m<sup>3</sup>/s. Untuk luas daerah tangkapan air hujan (*catchment area*) area Ambalat pit Warute Utara seluas 14,41 ha. Untuk kemampuan drainase terhadap total debit air yang masuk belum

sepenuhnya optimal, hal ini dikarenakan belum sepenuhnya terlaksana dengan baik seperti belum adanya penerapan metode *Siemens*. Sehingga penulis merekomendasi dimensi saluran untuk area Ambalat dengan saluran berbentuk trapesium dengan ukuran sebagai berikut kedalaman aliran (d) 0,48 m, kedalaman saluran (h) 0,58 m, lebar dasar saluran (b) 0,55 m, lebar permukaan saluran (B) 1,11 m, panjang sisi luar saluran (a) 0,55 m, lebar atas saluran (t) 1,22 m, lebar bench dasar (e) 0,34 m, luas penampang basah saluran (A)  $0,4 \text{ m}^2$ . Kecepatan aliran pada saluran terbuka area Ambalat pit Warute Utara tersebut sebesar 2,23 m/s.

## 5.2 Saran

1. Untuk sistem drainase tambang yang menggunakan metode *Siemens* agar segera disediakan alat-alatnya seperti pompa, pipa dan alat-alat pendukung lainnya. Sehingga air yang masuk dapat segera dialirkan keluar tambang, tidak semuanya masuk ke *sump*.
2. Saluran yang ada telah mengalami erosi akibat air hujan, sehingga membuat saluran mengalami perubahan ukuran dimensi. Hal ini agar dapat lebih diperhatikan lagi baik dalam hal perbaikan saluran serta pembersihan atau perawatan rutin akibat erosi atau lumpur, supaya air bisa mengalir dengan baik menuju sump M0.
3. Lebih memperhatikan masalah penyaliran tambang agar tidak banyak genangan air diarea penambangan maupun jalan angkut penambangan.

## DAFTAR PUSTAKA

- Anonim, 2002. *Penyaliran Tambang*. Pusat Pengembangan Program OMTC Modul Teknologi Tambang Dalam UPN. Yogyakarta.
- Anonim. Data Curah Hujan Periode 2012 – 2016. AGM: Departement Engineering. PT. Bina Sarana Sukses
- Arafah, HK. 2006. *Rancangan Sistem Penyaliran Tambang pada Tambang Batubara untuk Periode 2005-2006 di Pit West Site Lati PT. Berau Coal Kalimantan Timur*. Program Studi Teknik Pertambangan. Fakultas Teknologi Mineral, UPN Veteran Yogyakarta.
- Asdak, C. 1995. *Hidrologi dan Pengelolaan Daerah Aliran Sungai*. Gajah Mada University Press. Yogyakarta.
- Chow Ven te. 1985. *Hidrolika Saluran Terbuka* (Bahasa Indonesia). Erlangga. Jakarta.
- Illahi, Restu. 2016. *Analisa Sistem Penyaliran Tambang Di Pit Satu PT. Tambang Bukit Tambi Desa Padang Kelapo Kecamatan Maro Sebo Ulu Kabupaten Batanghari Provinsi Jambi*. Jurusan Teknik Pertambangan. Fakultas Teknik. Universitas Palangka Raya.
- Kamiana, I Made. 2012. *Teknik Perhitungan Debit Rencana Bangunan Air*. Graha Utama. Yogyakarta
- Parluhutan Silitonga, Donald. 2017. *Analisis Sistem Penyaliran Tambang Di PT. Fontana Resource Indonesia Desa Butong Kecamatan Teweh Selatan Kabupaten Barito Utara Provinsi Kalimantan Tengah*. Jurusan Teknik Pertambangan. Fakultas Teknik. Universitas Palangka Raya.
- Rudy S, Gautama, 1993. *Sistem Penyaliran Tambang*. Institut Teknologi Bandung.
- Setiawan, Fajar. 2017. *Perencanaan Sistem Penyaliran Tambang Terbuka Pada Dumping Disposol Utara PT. Rimau Energy Mining Site Jaweten Kecamatan Karusen Janang Kabupaten Barito Timur Kalimantan Tengah*. Jurusan Teknik Pertambangan. Fakultas Teknik. Universitas Palangka Raya.
- Sosrodarsono, Suyono dan Kensaku Takeda. 2003. *Hidrologi untuk Pengairan*. Pradnya Paramita. Jakarta.
- Suripin, Ir, M. Eng, Dr. 2004. *Sistem Drainase Perkotaan yang Berkelanjutan*. Andi Offset. Yogyakarta.