

**PERENCANAAN SISTEM PEMOMPAAN DI PIT  
CENTRAL MANTUBUH  
PADA PT MARUNDA GRAHAMINERAL  
KECAMATAN LAUNG TUHUP  
KABUPATEN MURUNG RAYA  
PROVINSI KALIMANTAN TENGAH**



**Oleh :**

**SUSAMI ADMIGARA**  
**DBD 112 056**

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

**PERENCANAAN SISTEM PEMOMPAAN DI PIT  
CENTRAL MANTUBUH  
PADA PT MARUNDA GRAHAMINERAL  
KECAMATAN LAUNG TUHUP  
KABUPATEN MURUNG RAYA  
PROVINSI KALIMANTAN TENGAH**

**SKRIPSI**

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



**Oleh :**

**SUSAMI ADMIGARA  
DBD 112 056**

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

## HALAMAN PERYATAAN

Saya yang bertanda tangan di bawah ini :

Nama : Susami Admigara

NIM : DBD 112 056

Jurusan : Teknik Pertambangan

Jenjang : Strata I (S-1)

Menyatakan bahwa saya tidak melakukan kegiatan plagiat dalam penyusunan skripsi yang berjudul :

**"PERENCANAAN SISTEM PEMOMPAAN DI PIT CENTRAL MANTUBUH PADA PT MARUNDA GRAHAMINERAL KECAMATAN LAUNG TUHUP KABUPATEN MURUNG RAYA PROVINSI KALIMANTAN TENGAH"**

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

Palangka Raya, Januari 2020

Penulis,



**SUSAMI ADMIGARA**  
**DBD 112 056**

**HALAMAN PENGESAHAN  
SKRIPSI**

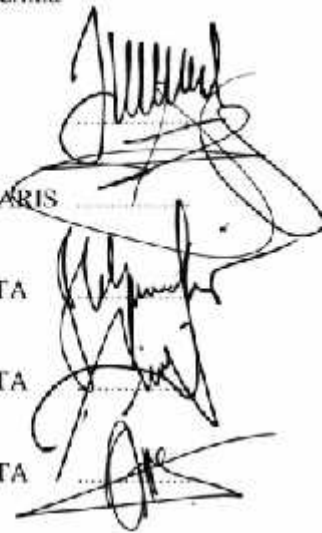
**"PERENCANAAN SISTEM PEMOMPAAN DI PIT CENTRAL  
MANTUBUH PADA PT MARUNDA GRAHAMINERAL KECAMATAN  
LAUNG TUHUP KABUPATEN MURUNG RAYAPROVINSI  
KALIMANTAN TENGAH".**

Oleh :  
**SUSAMI ADMIGARA**  
**DBD 112 056**

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

**Tim Dosen Penguji :**

- |   |            |
|---|------------|
| 1. FAHRUL INDARAJAYA, ST., MT<br>NIP. 197912152008121001    | KETUA      |
| 2. LISA VIRGIYANTI, ST., MT<br>NIP. 197709042008012011      | SEKRETARIS |
| 3. Ir YULIAN TARUNA, M.Si<br>NIP. 195807051989031019        | ANGGOTA    |
| 4. HEPRYANDI L. DJ USUP, ST., MT<br>NIP. 198102112006041001 | ANGGOTA    |
| 5. NENY SUKMAWATIE, S.Hut., MP<br>NIP. 197606142008012020   | ANGGOTA    |



Mengetahui,

Fakultas Teknik  
Universitas Palangkaraya  
Dekan,  
  
**Ir. WALLYNO SUSWANTORO, MT**  
NIP. 19651115 199302 1 001

Jurusan/Program Studi Teknik Pertambangan  
Fakultas Teknik Universitas Palangka Raya  
Ketua,  
  
**FAHRUL INDRAJAYA, ST., MT**  
NIP. 19791215 200812 1 001

0000000/ 3326830

## HALAMAN PERSEMBAHAN

*Janganlah hendaknya kamu kuatir tentang apapun juga, tetapi nyatakanlah dalam segala hal keinginanmu kepada Allah dalam doa dan permohonan dengan ucapan syukur.*

**~ Filipi 4:6 ~**

- *Puji syukur saya panjatkan kepada Tuhan yang selalu menjagaku sehingga saya mampu menyelesaikan skripsi ini.*
- *Terima kasih kepada kedua orang tua saya yang tak pernah lelah untuk mendukung saya selama ini. Untuk kasih sayang kalian yang tiada berkesudahan kepada anak-anaknya. Terutama kepada mamah terima kasih telah bertahan dalam kondisi apapun untuk setia menemani anakmu. Kiranya kuasa Tuhan selalu menjaga dan melindungi kedua orang tua ku.*
- *Kepada kakak-kakakku dan kakak ipar terima kasih atas segala dukungan kalian dalam segala hal. Kiranya kita selalu berhubungan baik sebagai saudara sampai hari tua kita .*
- *Terima kasih kepada seluruh sahabat dan teman-teman untuk semua hal yang telah kita lalui selama ini, segala perjalanan yang kita lewati selama masa kuliah, segala cerita canda tawa suka duka yang kita alami. Semoga kita semua diberikan segala hal yang terbaik untuk masa depan kita.*
- *Untuk waktu yang selalu memberikan ruang selama ini. Mari kita menghabiskan waktu untuk hal yang lebih baik dalam kurun waktu yang panjang. Karena semua akan indah pada waktu yang tepat.*

## KATA PENGANTAR

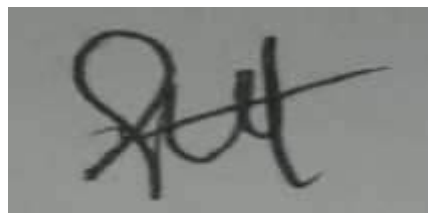
Puji syukur Penulis panjatkan atas kehadiran Tuhan Yang Maha Esa, karena atas rahmat dan berkat-Nya Penulis dapat menyelesaikan Laporan Skripsi dengan judul “Perencanaan Sistem Pemompaan *Di Pit Central* Mantubuh Pada *PT. Marunda Grahamineral* Kecamatan Laung Tuhup Kabupaten Murung RayaProvinsi Kalimantan Tengah”.

Pada kesempatan ini, Penulis mengucapkan banyak terimakasih kepada:

1. Bapak Ir.Waluyo Nuswantoro,MT. selaku Dekan Fakultas Teknik Universitas Palangka Raya.
2. Bapak Fahrul Indrajaya.,ST.,MT selaku Ketua Jurusan Teknik Pertambangan Universitas Palangka Raya dan sekaligus Dosen Pembimbing I penulis.
3. IbuLisa Virgiyanti, ST., MT selaku Dosen Pembimbing II dan sekaligus Dosen Pembimbing Akademik penulis.
4. Bapak Ir. Yulian Taruna, M.Si Selaku Dosen Penguji I Skripsi.
5. Bapak Hepryandi L.DJ Usup, ST.,MT Selaku Dosen Penguji II Skripsi.
6. Ibu NenySukmawatie S. Hut., MP., Selaku DosenPenguji III Skripsi.
7. Bapak Alex selaku pembimbing lapangan, beserta staff dan karyawan di PT. Marunda Grahamineral.
8. Seluruh Bapak dan Ibu Dosen, Staff/karyawan Jurusan Teknik Pertambangan Fakultas Teknik Universitas Palangka Raya.

Penulis mengharapkan kritik dan saran yang membangun demi perbaikan laporan Skripsi ini. Semoga laporan ini dapat berguna dan bermanfaat bagi kita semua.

Palangkaraya, Januari 2020

A rectangular box containing a handwritten signature in black ink on a light gray background. The signature is stylized and appears to be the initials 'S.H.'.

Penulis.

## SARI

Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis sistem penyaliran tambang yang digunakan di PT. Marunda Grahamineral. Air Limpasan dialirkan dan dikumpulkan menuju titik elevasi terendah yaitu *sump* dan kemudian dari *sump* tersebut dipompakan menuju saluran paritan dan menggunakan paritan tersebut dialirkan menuju *settling pond*. Pada penelitian ini bertujuan untuk menghitung curah hujan dan intensitas hujan, jumlah debit rencana air limpasan yang akan masuk kedalam *sump* dan jumlah kebutuhan pompa. Metode yang digunakan dalam penelitian ini didasarkan pada metode kuantitatif deskriptif. Data-data yang diperoleh diolah dengan analisa matematis dan statistik serta disajikan dalam bentuk tabel, dan perhitungan.

Dari hasil analisis Curah hujan rencana yang didapat dengan periode ulang hujan (2) tahun diperoleh sebesar 131,87141 mm, untuk periode ulang (5) tahun sebesar 151,34151 mm sedangkan periode ulang (10) tahun sebesar 161,06925 mm. Untuk intensitas hujan periode ulang sepuluh 10 tahun sebesar 6,711 mm. Debit rencana air limpasan sebesar 1,439 m<sup>3</sup>/detik dengan *catchment area* sebesar 0,8575 km<sup>2</sup>.

Pompa yang digunakan pada *sump* berjumlah 1 buah pompa dimana pompa yang digunakan adalah *Multiflo* 385 dengan debit pompa 180 ltr/detik, head total 16,80 m dan waktu pemompaan selama 28 hari.

Kata Kunci : *Sump*, Pemompaan, Air, Debit, *Multiflo*

## **ABSTRACT**

This study aims to analyze the mine drainage system used at PT. Marunda Grahamineral. Runoff water is flowed and collected to the lowest elevation point, which is the sump and then from the sump is pumped to the ditch channel and using the ditch it is flowed to the settling pond. In this study aims to calculate rainfall and rainfall intensity, the amount of runoff water discharge plan that will enter the sump and the number of pump requirements. The method used in this research is based on descriptive quantitative methods. The data obtained are processed by mathematical and statistical analysis and presented in tabular and calculation form..

From the results of the analysis the planned rainfall obtained by the return period of rain (2) years was 131.87141 mm, for the return period (5) years amounting to 151.34151 mm while the return period (10) years is 161,06925 mm. The discharge of runoff water plan is 1.439 m<sup>3</sup> / sec with a catchment area of 0.8575 km<sup>2</sup>.

The pump used in sump is 1 pump where the pump used is Multiflo 385 with pump discharge 180 liters / second, total head is 16.80 m and pumping time is 28 days.

*Keywords : Sump, Pumping, Water, Debit, Multiflo*

## 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 GAMBAR</b> .....	xi
<b>DAFTAR TABEL</b> .....	xii
<b>DAFTAR LAMPIRAN</b> .....	xiii
<b>BAB I PENDAHULUAN</b>	
1.1 Latar Belakang .....	1
1.2 Rumusan Masalah .....	2
1.3 Tujuan Penelitian .....	3
1.4 Manfaat Penelitian .....	4
1.5 Batasan Masalah .....	4
<b>BAB II KAJIAN PUSTAKA</b>	
2.1 Penelitian Terdahulu .....	5
2.2 Sirkulasi Hidrologi.....	7
2.3Sistem Penyaliran Tambang .....	9
2.4 Faktor Faktor yang Mempengaruhi <i>Mine Dewatering</i> .....	14
2.5 Analisis Data Curah Hujan .....	19
2.6 <i>Mine Dewatering System</i> .....	28
2.7 Sistem Pemompaan.....	29
2.8Faktor- Faktor Yang Mempengaruhi Sistem Pemompaan.....	39
<b>BAB III METODE PENELITIAN</b>	
3.1 Gambaran Umum Wilayah Penelitian .....	44
3.2 Kondisi Geologi .....	49
3.3 Alat dan Bahan.....	59
3.4 Tata Laksana Penelitian .....	60
3.5 Diagram Alir Pelaksanaan Tugas Akhir .....	64
3.6 Waktu Penelitian .....	65
<b>BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN</b>	
4.1 Deskripsi Hasil.....	66
4.2 Pembahasan.....	84

**BAB V KESIMPULAN DAN SARAN**

5.1 Kesimpulan ..... 89

5.2 Saran ..... 89

**DAFTAR PUSTAKA**

**LAMPIRAN**

## DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1	Siklus Hidrologi.....	8
Gambar 2.2	<i>Siemen Method</i> .....	10
Gambar 2.3	<i>Small Pipe System With Vacuum Pump Drainage</i> .....	11
Gambar 2.4	<i>Deep Well Pump Method Drainage</i> .....	12
Gambar 2.5	Kolam Terbuka .....	13
Gambar 3.1	Stratigrafi Daerah Penelitian .....	54

## DAFTAR TABEL

Tabel 2.1	Koefisien Limpasan.....	18
Tabel 2.2	Parameter statistik untuk menentukan jenis distribusi .....	21
Tabel 2.3	Periode Ulang Hujan Recana.....	25
Tabel 2.4	Derajat Curah Hujan Dan Intensitas Curah hujan .....	27
Tabel 2.5	Koefisien Gesekan Pipa Hazen-William .....	33
Tabel 2.6	Koefisien kerugian pada belokan pipa .....	37
Tabel 2.7	Data yang diperlukan untuk pemilihan pompa.....	42
Tabel 3.1	Data curah hujan.....	47
Tabel 3.2	Keadaan Geologi .....	58
Tabel 3.3	Jadwal Waktu Penelitian .....	65
Tabel 4.1	Data Curah Hujan 2008-2017.....	66
Tabel 4.2	Perhitungan Parameter Statistik Distribusi hujan.....	67
Tabel 4.3	Hasil rekapitulasi perhitungan data .....	69
Tabel 4.4	Nilai Kt .....	70
Tabel 4.5	Intensitas Curah Hujan .....	74
Tabel 4.6	Harga Koefisien Limpasan .....	75
Tabel 4.7	<i>Head</i> pompa.....	80
Tabel 4.8	<i>Head</i> Pompa .....	81

## DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran A	Peta Kesampaian Daerah .....
Lampiran B	Peta Geologi .....
Lampiran C	Peta Cathment Area .....
Lampiran D	Perhitungan Curah Hujan .....
Lampiran E	Perhitungan Head Pompa .....

# BAB I

## PENDAHULUAN

### 1.1 Latar Belakang

Sistem penambangan yang diterapkan oleh PT. Marunda Grahamineral yaitu sistem tambang terbuka (*surface mining*) dengan menggunakan metode *open pit*. Seiring dengan kemajuan tambang maka akan menghasilkan cekungan yang besar dimana air akan terkonsentrasi pada elevasi terendah. Pada saat musim hujan dasar tambang akan tergenang air akibat limpasan yang berasal dari air hujan. Air yang masuk ke dalam tambang harus segera dikeluarkan, karena keberadaan air tersebut akan mengganggu kegiatan penambangan dan berpengaruh pada ketercapaian target produksi batubara.

Kendala air merupakan aspek vital yang tidak dapat dipisahkan dari sistem tambang terbuka. Semakin banyak lahan yang akan ditambang, semakin banyak pula air yang masuk kedalam tambang.

Oleh karena itu untuk menekan lebih banyaknya air yang masuk ke dalam tambang, maka kita perlu mengalirkan air pada saluran yang terletak pada elevasi paling rendah. Adapun air yang masuk kedalam tambang berasal dari air hujan, limpasan dan air tanah. Salah satu cara pengoptimalan adalah dengan menggunakan metode *mine dewatering* yaitu proses pengeluaran air yang telah masuk tambang dengan menggunakan *sump* dan pompa. Untuk mengoptimalkan produksi penambangan diperlukan pompa

yang tepat sesuai dengan kebutuhan dan kapasitasnya. Agar *sump* mampu menampung air dan pompa bekerja dengan baik untuk mengalirkan air menuju *settling pond*. Dengan mengetahui kapasitas *sump*, maka diketahui kebutuhan pompa yang sesuai dan optimal. Faktor utama sistem penyaliran tambang berkaitan dengan curah hujan, intensitas curah hujan, debit limpasan permukaan dan luas daerah tangkapan hujan (*catchment area*). Metode-metode yang digunakan untuk merencanakan kebutuhan pompa yaitu, untuk menganalisis data curah hujan rencana menggunakan metode Normal, Log Normal, Log Pearson III dan Gumbel. Untuk menghitung intensitas curah hujan yaitu dengan metode Mononobe dan untuk menghitung debit limpasan menggunakan metode Rasional. Oleh karena itu dibutuhkan perhitungan perencanaan kebutuhan pompa yang akan diterapkan agar dapat menangani keseluruhan debit air limpasan yang berubah seiring dengan kemajuan tambang. Berdasarkan latar belakang tersebut peneliti mengangkat judul “ Perencanaan Sistem Pemompaan pada Pit *Central* Mantubuh di PT. Marunda Grahamineral”

## 1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang masalah yang ada, maka permasalahan yang akan dianalisa dalam penelitian Skripsi ini adalah sebagai berikut :

1. Berapa besarnya curah hujan dan intensitas curah hujan rencana di PT. Marunda Grahamineral?

2. Berapa jumlah debit rencana air yang masuk kedalam Pit di PT. Marunda Grahamineral?
3. Berapa volume air yang dapat ditampung sump dan pompa yang digunakan?

### **1.3 Maksud dan Tujuan**

#### **1.3.1 Maksud Penelitian**

Adapun maksud dari penelitian tugas akhir ini adalah sebagai berikut:

1. Sebagai pemenuhan studi akhir pada kurikulum pembelajaran program S-1 Jurusan Teknik Pertambangan, Fakultas Teknik, Universitas Palangka Raya.
2. Merencanakan sistem pemompaan yang diterapkan di perusahaan.

#### **1.3.2 Tujuan Penelitian**

Adapun tujuan dari penelitian Tugas Akhir ini adalah sebagai berikut :

1. Menghitung curah hujan dan intensitas hujan rencana
2. Menghitung besarnya debit air yang masuk ke tambang.
3. Merencanakan pompa yang akan di gunakan sesuaindengan kapasitas sump.

#### **1.4 Manfaat Penelitian**

Adapun manfaat dari penelitian Tugas Akhir ini adalah sebagai berikut :

1. Bagi Penulis

Untuk memperluas wawasan dan mengetahui tentang sistem pemompaan di bidang pertambangan.

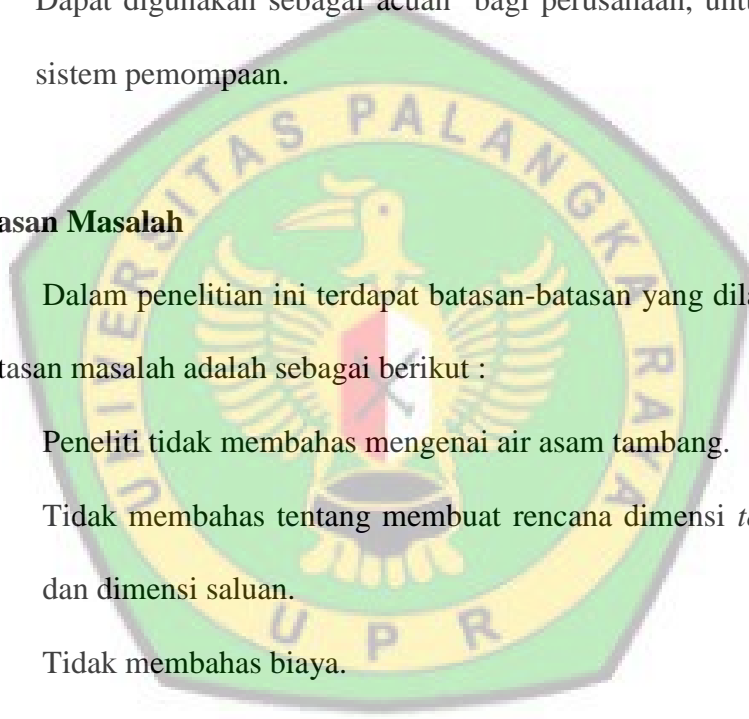
2. Bagi Perusahaan

Dapat digunakan sebagai acuan bagi perusahaan, untuk perencanaan sistem pemompaan.

### 1.5 Batasan Masalah

Dalam penelitian ini terdapat batasan-batasan yang dilakukan, adapun batasan masalah adalah sebagai berikut :

1. Peneliti tidak membahas mengenai air asam tambang.
2. Tidak membahas tentang membuat rencana dimensi *temporary sump* dan dimensi saluan.
3. Tidak membahas biaya.



## BAB II

### KAJIAN PUSTAKA

#### 2.1 Penelitian Terdahulu

Penelitian dilaksanakan pada Pit 4 PT. DEWA Tbk Site asam-asam Tanah Laut. Kajian Teknis Sistem Penyaliran dan Penirisan (Uyu Saismana & Riswan, 2016), menggunakan sistem tambang terbuka dengan Metode *Open Pit* sehingga seluruh rangkaian kerja penambangan akan dipengaruhi oleh iklim dan cuaca secara langsung. Sistem penyalirannya menggunakan kolam terbuka (*open sump*) dengan sistem pemompaan tunggal. Sumber air utama yang masuk ke dalam pit adalah air limpasan. Pit 4 penambangan PT. DEWA, Tbk memiliki dua daerah tangkapan hujan yang masing-masing memiliki satu sump yaitu Sump Pit 4 Barat dan Sump Pit 4 Timur dengan menggunakan pompa multiflow 420. Penelitian ini bertujuan untuk mengoptimalkan sistem pemompaan yang ada dan mengkaji sistem penyaliran pada pit 4 yang ada untuk mencegah meluapnya air pada sump yang melebihi kapasitas agar lokasi dan kegiatan penambangan tidak terganggu. Penentuan curah hujan rencana didasarkan pada data curah hujan maksimum selama 6 tahun (2010-2015) dengan Metode Distribusi Normal. Perhitungan intensitas curah hujan menggunakan Metode Mononobe. Luas daerah tangkapan hujan (DTH) didapatkan langsung tinjauan di lapangan. Perhitungan debit air limpasan,

debit aktual pompa, serta penentuan volume sump dan pemompaan masing-masing dilakukan dengan Metode Rasional, Metode *Discharge*, dan *Water Balance*. Nilai curah hujan rencana untuk periode ulang 2 tahun sebesar 143,55 mm dengan intensitas 14,09 mm/jam. DTH Pit 4 Timur sebesar 21 ha menghasilkan debit limpasan sebesar 0,74 m<sup>3</sup>/detik, sedangkan DTH Pit 4 Barat sebesar 45 ha menghasilkan debit limpasan sebesar 1,59 m<sup>3</sup>/detik. Debit aktual pompa sump Pit 4 Timur pada 1.150 rpm adalah 386,08 m<sup>3</sup>/jam dengan head 89,82 m. Volume aktual sump Pit 4 Barat (4.959 m<sup>3</sup>) kurang dari volume daya tampung (33.856 m<sup>3</sup>). Sedangkan volume aktual sump Pit 4 Timur (6.462 m<sup>3</sup>) kurang dari volume daya tampung (15.187 m<sup>3</sup>), sehingga perlu perbaikan kinerja pompa.

David Junisa ,2012 dengan judul Sistem Penirisan Tambang Blok Air Getuk Geruk PT. Danau Mashitan Bengkulu Tengah. Dari hasil penelitian diperoleh bahwa, pada saat hujan air akan terkonsentrasi di dasar tambang dan bisa menghambat aktivitas penambangan di level terendah. Oleh karena itu dibuatlah suatu sumuran (*sump*) pada level terendah tersebut agar air yang masuk ke tambang lebih dahulu terkonsentrasi pada sumuran (*sump*) tersebut dan sebelum meluap air tersebut dipindahkan keluar tambang dengan sistem pemompaan.

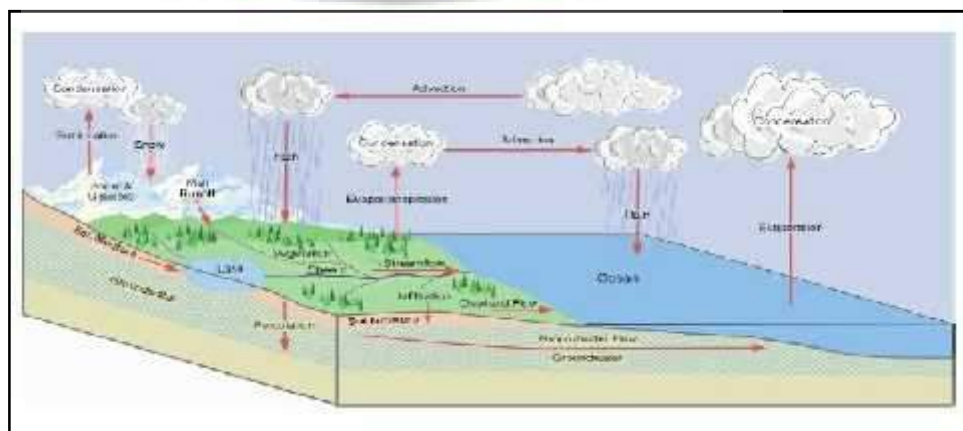
## 2.2 Siklus Hidrologi

Di bumi terdapat kira-kira sejumlah 1,3-1,4 milyar km<sup>3</sup> air: 97,5% adalah air laut, 1,75% berbentuk es dan 0,73% berada di daratan sebagai air sungai, air danau, air tanah dan sebagainya. (Soemarto, 1995)

Hanya 0,001% berbentuk uap di udara. Air di bumi ini mengulangi terus menerus sirkulasi penguapan, presipitasi dan pengaliran keluar (*outflow*). Air menguap ke udara dari permukaan tanah dan laut serta oleh transpirasi oleh tumbuhan, berubah menjadi awan sesudah melalui beberapa proses dan kemudian jatuh sebagai hujan atau salju ke permukaan laut atau daratan. Sebelum tiba ke permukaan bumi sebagian langsung menguap ke udara dan sebagian tiba ke permukaan bumi. Tidak semua bagian hujan yang jatuh ke permukaan bumi mencapai permukaan tanah. Sebagian akan tertahan oleh tumbuh-tumbuhan di mana sebagian akan menguap dan sebagian lagi akan jatuh atau mengalir melalui dahan-dahan ke permukaan tanah.

Sebagian air hujan yang tiba ke permukaan tanah akan masuk ke dalam tanah (*infiltrasi*). Bagian lain yang merupakan kelebihan akan mengisi lekuk-lekuk permukaan tanah, kemudian mengalir ke daerah-daerah yang rendah, masuk ke sungai-sungai dan akhirnya ke laut. Tidak semua butir air yang mengalir akan tiba ke laut. Dalam perjalanan ke laut sebagian akan menguap dan kembali ke udara. Sebagian air yang masuk ke dalam tanah keluar kembali segera ke sungai-sungai (disebut aliran

intra : *interflow*). Tetapi sebagian besar akan tersimpan sebagai air tanah (*groundwater*) yang akan keluar sedikit demi sedikit dalam jangka waktu yang lama ke permukaan tanah di daerah-daerah yang rendah (disebut *groundwater runoff* : limpasan air tanah). Jadi sungai itu mengumpulkan 3 jenis limpasan, yakni limpasan permukaan (*surface runoff*), aliran intra (*interflow*) dan limpasan air tanah (*groundwater runoff*) yang akhirnya akan mengalir ke laut. Singkatnya ialah: uap dari laut dihembus ke atas daratan (kecuali bagian yang telah jatuh sebagai presipitasi ke laut), jatuh ke daratan sebagai presipitasi (sebagian jatuh langsung ke sungai-sungai dan mengalir langsung ke laut). Sebagian dari hujan atau salju yang jatuh di daratan menguap dan meningkatkan kadar uap di atas daratan. Bagian yang lain mengalir ke sungai dan akhirnya ke laut. Seperti telah dikemukakan di atas, sirkulasi yang kontinu antara air laut dan air daratan berlangsung terus. Sirkulasi air ini disebut siklus hidrologi (*hydrological cycle*). Lihat Gambar 2.1. (Suyono Sosrodarsono & Kensaku Takeda, 2003 : 1)



Gambar 2.1. Siklus Hidrologi  
(Sumber : Suyono Sosrodarsono & Kensaku Takeda, 2003 : 1)

### 2.3 Sistem Penyaliran Tambang

Sistem penyaliran tambang adalah suatu usaha atau kegiatan yang dilakukan untuk mencegah masuknya air atau mengeluarkan air yang telah masuk ke *front* penambangan. Kegiatan ini dimaksudkan untuk mencegah terganggunya aktivitas penambangan akibat adanya air dalam jumlah yang berlebihan terutama pada saat musim penghujan. (Suyono, 2012 : V-4 )

Sumber air yang masuk ke lokasi penambangan dapat berasal dari air permukaan tanah maupun air di bawah tanah. Air permukaan tanah merupakan air yang terdapat dan mengalir di permukaan tanah. Jenis air ini meliputi, air limpasan permukaan, air sungai, rawa atau danau yang terdapat di daerah tersebut, air buangan (limbah), dan mata air. Sedangkan air di bawah tanah merupakan air yang terdapat di bawah permukaan tanah. Secara hidrologis air di bawah tanah dapat dibedakan menjadi air pada daerah jenuh dan air pada daerah tak jenuh. Daerah tak jenuh pada umumnya terdapat pada bagian teratas dari lapisan tanah dicirikan oleh gabungan antara material padatan, air dalam bentuk air adsorpsi, air kapiler, dan air infiltrasi serta gas/udara. Daerah ini dipisahkan dari daerah jenuh oleh jaringan kapiler. Air yang berada pada daerah jenuh disebut air tanah. (Suryono, I.T., dan Mustaqfirin, A. 2015)

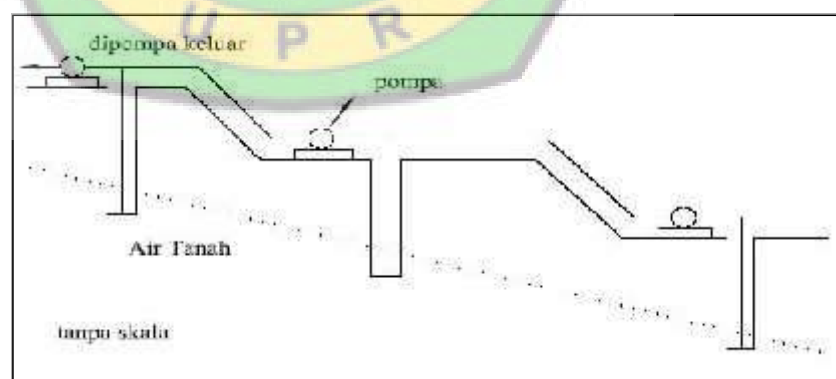
Penanganan masalah air dalam suatu tambang terbuka dapat dibedakan menjadi dua yaitu:

## 1. *Mine Drainage*

Merupakan upaya untuk mencegah masuknya air ke daerah penambangan. Hal ini umumnya dilakukan untuk penanganan air tanah dan air yang berasal dari sumber air permukaan. Beberapa metode penyaliran mine drainage, (Arafah HK, 2006)

### 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.

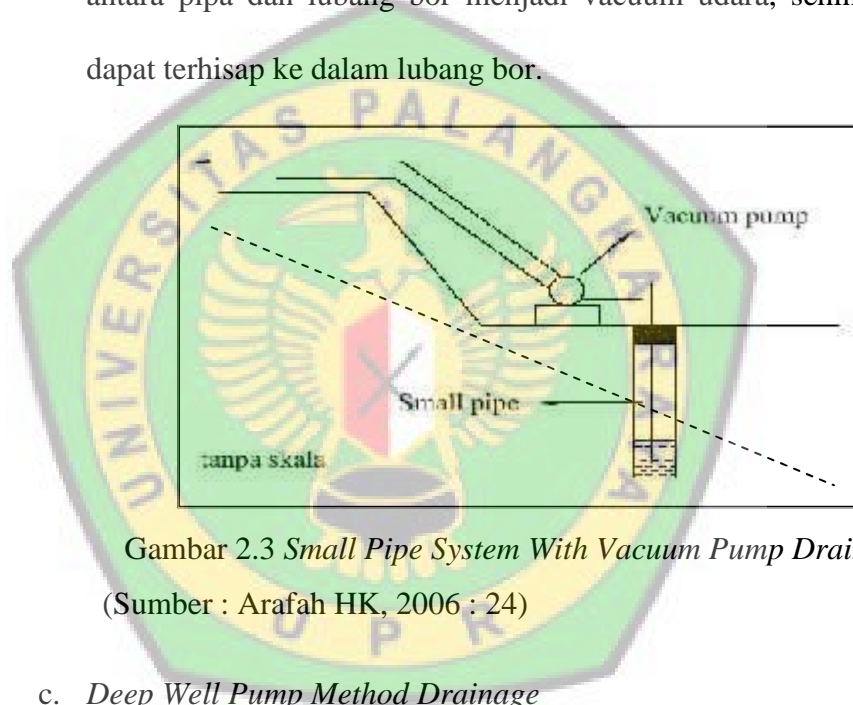


Gambar 2.2. *Siemen Method*  
(Sumber : Arafah HK, 2006 : 23)

### 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.

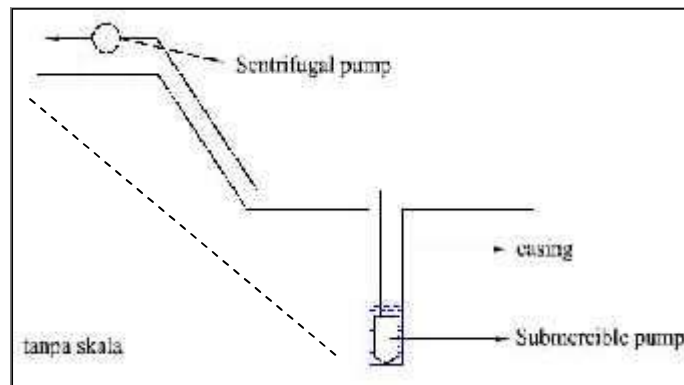


Gambar 2.3 *Small Pipe System With Vacuum Pump Drainage*

(Sumber : Arafah HK, 2006 : 24)

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.



Gambar 2.4 *Deep Well Pump Method Drainage*

(Sumber : Arafah HK, 2006 : 25)

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.

2. *Minedewatering*

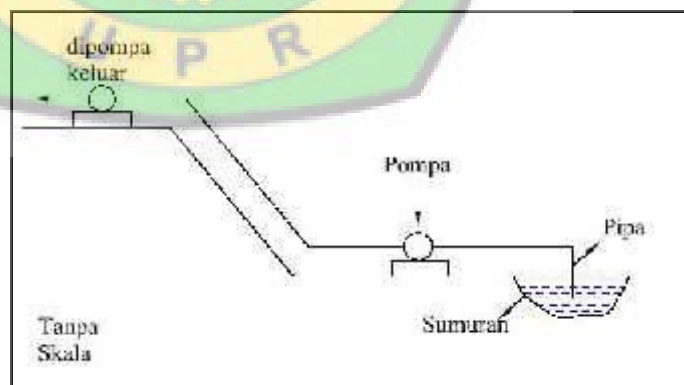
Merupakan upaya untuk mengeluarkan air yang telah masuk ke daerah penambangan. Upaya ini terutama untuk menangani air yang berasal dari air hujan. Dalam penelitian ini akan lebih ditekankan pada *mine dewatering* ini. Beberapa metode penyaliran *mine dewatering* adalah sebagai berikut:(Arafah HK, 2006)

a. Cara Paritan

Penyaliran dengan cara paritan ini merupakan cara yang paling mudah, yaitu dengan pembuatan paritan (saluran) pada lokasi penambangan. Pembuatan parit ini bertujuan untuk menampung air limpasan yang menuju lokasi penambangan. Air limpasan akan masuk ke saluran-saluran yang kemudian dialirkan ke suatu kolam penampung atau di buang langsung ke tempat pembuangan dengan memanfaatkan gaya gravitasi.

b. Sistem Kolam Terbuka

Sistem ini diterapkan untuk membuang air yang telah masuk ke daerah penambangan. Air dikumpulkan pada sumur (*sump*), kemudian dipompa keluar.



Gambar 2.5. Kolam Terbuka  
(Sumber : Arafah HK, 2006 : 26)

c. Sistem Adit

Cara ini biasanya digunakan untuk pembuangan air pada tambang terbuka yang mempunyai banyak jenjang. Saluran horisontal yang dibuat dari tempat kerja menembus ke shaft yang dibuat di sisi bukit untuk pembuangan air yang masuk ke dalam tempat kerja. Pembuangan dengan sistem ini biasanya mahal, disebabkan oleh biaya pembuatan saluran horisontal tersebut dan *shaft*.

**2.4 Faktor-faktor Yang Mempengaruhi *Mine Dewatering***

Ada beberapa faktor yang mempengaruhi sistem penyaliran adalah sebagai berikut : (Arafah HK, 2006)

**2.4.1 Sistem Penambangan**

Sistem penambangan yang digunakan pada daerah lokasi penelitian adalah sistem penambangan terbuka dengan metode *strip mine*. Kondisi dan keadaan lapangan pada areal telah banyak mengalami perubahan terutama keadaan topografinya akibat penambangan. Saat ini topografi Pit Bisa terdiri dari topografi sedang dan topografi rendah sebagai akibat dari penggalian batubara. Keadaan ini sangat mempengaruhi dalam melakukan studi sistem penyaliran air di tambang (*mine dewatering*). (Arafah HK, 2006)

## 2.4.2 Curah 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 satu faktor penting dalam suatu sistem penyaliran air ditambang, karena besar kecilnya curah hujan akan mempengaruhi besar kecilnya air limpasan. Besar kecilnya curah hujan dapat dinyatakan sebagai volume air hujan yang jatuh pada satu areal tertentu dalam jangka waktu relatif lama. Satuan curah hujan dinyatakan dalam millimeter. Dengan demikian apabila diketahui curah hujan 1 mm berarti curah hujan tersebut adalah sama dengan 1 liter/m<sup>2</sup>. (Arafah HK, 2006)

## 2.4.3 Daerah Tangkapan Hujan *Catchment Area*:

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.

Air hujan (air permukaan) yang mengalir ke areal penambangan tergantung pada kondisi daerah tangkapan hujan yang dipengaruhi oleh daerah sekitarnya. Luas daerah tangkapan hujan dapat ditentukan berdasarkan analisis peta topografi, berdasarkan kondisi daerahnya seperti adanya daerah perkebunan, lokasi penimbunan, serta kondisi kemiringan (Arafah HK, 2006)

#### 2.4.4 Air Limpasan

Bila curah hujan melampaui kapasitas penyerapan (*Infiltrasi*), maka besarnya limpasan permukaan akan segera meningkat sesuai dengan peningkatan intensitas curah hujan, akan tetapi besarnya air limpasan ini tidak sebanding dengan peningkatan curah hujan karena disebabkan oleh efek penggenangan di permukaan tanah. 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 mempengaruhi air limpasan antara lain :**(Arafah HK, 2006)**

##### A. Faktor Hidrologi

- a. Jenis presipitasi yaitu hujan dan salju. Hujan mempengaruhi secara langsung, sedangkan salju tidak mempengaruhi secara langsung.

- b. Intensitas curah hujan yang bergantung kepada kapasitas infiltrasi dimana jika air hujan yang jatuh kepermukaan tanah melampaui kapasitas infiltrasi maka air limpasan akan meningkat.
- c. Lamanya curah hujan dalam waktu yang panjang akan memperbesar limpasan.

**B. Faktor Fisik**

- a. 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.
- b. Jenis tanah dan bentuk butir adalah faktor yang mempengaruhi kapasitas infiltrasi.
- c. Faktor lain yang mempengaruhi limpasan seperti pola aliran sungai dan daerah pengaliran secara tidak langsung serta drainase buatan lain.

**C. Debit Limpasan (*Run Off*)**

Air limpasan adalah bagian dari curah hujan yang mengalirdiatas permukaan tanah menuju sungai, danau atau laut (Asdak,1995 dalam Suyono, 2012). Air hujan yang jatuh kepermukaan tanah yang langsung masuk ke dalam tanah disebut infiltrasi. Aliran itu terjadi karena curah hujan yang mencapai permukaan bumi tidak dapat terinfiltrasi, baik yang disebabkan karena intensitas curah hujan atau faktor lain misalnya

kelerengan, bentuk dan kekompakan permukaan tanah serta vegetasi. (Suryono, I.T., dan Mustaqfirin, A. 2015)

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 :

$$Q = 0,278 \cdot C \cdot I \cdot A \quad (2.1)$$

(Sumber : Suyono, 2012 : V-10)

Keterangan :

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

C= Koefisien limpasan (Lihat Tabel 2.1)

I= Intensitas curah hujan (mm/jam)

A= 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 : Sri S, 2015 : 18)

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 :

$$t_c = \left( \frac{0,87 \times L^2}{1000 \times S} \right)^{0,385} \quad (2.2)$$

(Sumber : I Made K, 2010)

Keterangan :

$t_c$  = waktu konsentasi (jam)

L = panjang lintasan air dari titik terjauh sampai titik yang ditinjau (Km)

S = kemiringan rata-rata daerah lintasan air

## 2.5 Analisis Data Curah Hujan

### 2.5.1 Daerah Tangkapan Hujan (*Catchment Area*)

Daerah tangkapan hujan adalah luasnya permukaan, yang apabila terjadi hujan, maka air hujan tersebut akan mengalir ke daerah yang lebih rendah menuju ke titik pengaliran. Penentuan luas daerah tangkapan hujan berdasarkan peta topografi daerah yang akan diteliti. Daerah tangkapan

hujan ini dibatasi oleh pegunungan dan bukit-bukit yang diperkirakan akan mengumpulkan air hujan sementara. 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, maka luas dapat dihitung dengan menggunakan planimeter, millimeter blok, maupun dengan bantuan software sehingga didapatkan luas daerah tangkapan hujan dalam  $m^2$ . (Kamiana, I Made. 2012)

### 2.5.2 Analisis Frekuensi dan Distribusi Probabilitas

Tujuan analisis frekuensi data hidrologi adalah berkaitan dengan besaran peristiwa-peristiwa ekstrim yang berkaitan dengan frekuensi kejadiannya melalui penerapan distribusi kemungkinan. Frekuensi hujan adalah besarnya kemungkinan suatu besaran hujan disamai atau dilampaui. Sebaliknya, kala ulang (*return period*) adalah waktu hipotetik dimana hujan dengan suatu besaran tertentu akan disamai atau dilampaui. (Suripin, 2003 : 32)

Dalam analisis frekuensi suatu kejadian (hujan atau debit) diperlukan seri data (hujan atau debit) selama beberapa tahun. Pengambilan seri data untuk tujuan analisis frekuensi dapat dilakukan dengan 2 metode yaitu (I Made K, 2012 :15-16) :

- a. Seri Parsial (*Partial Duration Series*)

Metode ini digunakan apabila data yang tersedia kurang dari 10 tahun runtut waktu. Dalam metode ini, ditetapkan dulu batas bawah seri data. Kemudian semua besaran data yang lebih besar dari batas bawah diambil menjadi bagian seri data. Pengambilan batas bawah dapat dilakukan dengan system peringkat. Caranya adalah mengambil semua besaran data yang lebih besar kemudian diurut dari besar ke kecil. Akibat dari metode pengambilan seri data parsial adalah dimungkinkannya dalam satu tahun diambil data lebih dari satu.

b. Data Maksimum Tahunan (*Annual Maximum Series*)

Metode ini digunakan apabila data yang tersedia lebih dari 10 tahun runtut waktu. Dalam metode ini, hanya data maksimum yang diambil untuk setiap tahunnya atau hanya ada 1 data setiap tahun.

### 1. Curah Hujan Rencana

Dalam perencanaan sistem penyaliran tambang untuk air permukaan pada suatu tambang, curah hujan rencana merupakan suatu kriteria utama karena berguna dalam menentukan debit air yang masuk ke Pit penambangan (Suyono, 2012 : V-3).

Curah hujan rencana ( $X_T$ ) adalah hujan dengan periode ulang tertentu (T) diperkirakan akan terjadi disuatu daerah pengaliran (I Made K, 2012 : 14).

Dalam analisis frekuensi data curah hujan guna memperoleh nilai hujan rencana dikenal dengan beberapa distribusi probabilitas

yang sering digunakan yaitu gumbel, normal, log normal dan log pearson III.

Penentuan jenis distribusi probabilitas yang sesuai dengan data dilakukan dengan mencocokkan parameter data tersebut dengan syarat masing-masing jenis distribusi seperti pada tabel 2.2.

Tabel 2.2 Parameter statistik untuk menentukan jenis distribusi

No	Distribusi	Persyaratan
1	Normal	Cs = 0 Ck = 3
2	Log Normal	Cs = Cv <sup>3</sup> + 3Cv Ck = Cv <sup>8</sup> + 6Cv <sup>6</sup> + 15Cv <sup>4</sup> + 16Cv <sup>2</sup> + 3
3	Gumbel	Cs = 1,14 Ck = 5,4
4	Log Pearson III	Selain dari nilai di atas

(Sumber: Bambang Triatmodjo, 2008 dalam I Made K, 2012 : 27)

Keterangan tabel 2.2 adalah sebagai berikut ( I Made K, 2012 : 27-35) :

Dari data di atas didapat perhitungan parameter statistik sebagai berikut:

**1. Mean / nilai tengah**

$$\bar{x} = \frac{\sum_{i=1}^n x_i}{n} \quad (2.3)$$

**2. Simpangan Baku / Standard Deviasi**

$$S = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2}{n-1}} \quad (2.4)$$

**3. Koefisien Variansi /Variation Coefficient)**

$$Cv = \frac{S}{\bar{x}} \quad (2.5)$$

#### 4. Asimetri / Kemencengan / Skewness

$$Cs = \frac{n \sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^3}{(n-1).(n-2).S^3} \quad (2.6)$$

#### 5. Kurtosis

$$Ck = \frac{n^2 \cdot \sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^4}{(n-1).(n-2).(n-3).S^4} \quad (2.7)$$

##### a. Distribusi Probabilitas Normal

$$X_T = \bar{x} + K_T \cdot S \quad (2.8)$$

Keterangan :

$X_T$  = Perkiraan harga untuk periode ulang T

$\bar{x}$  = Rata-rata variasi =  $\frac{\sum X}{n}$

$K_T$  = Faktor frekuensi untuk periode ulang bergantung

nilai T (Lampiran B variable reduksi Gauss)

S = Standar deviasi dari X

$$S = \sqrt{\frac{\sum (X_i - \bar{x})^2}{n-1}} \quad (2.9)$$

n = Jumlah data pengamatan

(Sumber: Bambang Triatmodjo, 2008 dalam I Made K, 2012 : 27)

##### b. Distribusi Probabilitas Log Normal

$$\text{Log } X_T = \text{Log } \bar{x} + K_T \cdot S_{\text{Log}x} \quad (2.10)$$

Keterangan :

$\text{Log } X_T$  = Nilai Logaritma hujan rencana dengan periode ulang tertentu (mm)

$$\text{Log } \bar{x} = \frac{\sum \log x}{n}$$

$n$  = Jumlah data

$K_T$  = Variabel standart, besarnya dari T

$S_{\text{Log}x}$  = Standar deviasi dari log x

$$= \sqrt{\frac{\sum_{n=1}^n (\log X - \log x)^2}{n - 1}} \quad (2.11)$$

(Sumber: Bambang Triatmodjo, 2008 dalam I Made K, 2012 : 27)

### c. Distribusi Probabilitas Gumbel

$$X_T = \bar{x} + S_x K \quad (2.12)$$

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

$$Y_t = - \left[ 0,834 - 2,303 \text{Log} \left( \frac{T}{T-1} \right) \right] \quad (2.13)$$

Keterangan:

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

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

$K$  = Faktor frekuensi Gumbel

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

$Y_t$  = Reduce variate

$Y_n$  = Reduce mean

$S_n$  = Reduce standar Deviasi

(Sumber: Bambang Triatmodjo, 2008 dalam I Made K, 2012 : 27)

**d. Distribusi Probabilitas Log Pearson III**

$$\text{Log } X_T = \text{Log } \bar{x} + K_T \cdot S \text{Log } x \quad (2.14)$$

$$C_s = \frac{n}{n-1} \frac{(\log X - \log \bar{x})^2}{n-1} \quad (2.15)$$

Keterangan :

Log  $X_T$  = Nilai logaritma hujan rencana dengan periode ulang tertentu (mm)

$$\text{Log } \bar{X} = \frac{\sum_{i=1}^n \text{Log } X}{n}$$

N = Jumlah data

$K_T$  = Variabel standart, besarnya bergantung koefisien kepercengan (cs atau G)

SLogx = Standar deviasi dari log x

$$= \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (\log X - \log x)^2}{n-1}}$$

Csv = Koefisien Skewness

$$= \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (\log X - \log x)^2}{n-1}} \quad (2.16)$$

(Sumber: Bambang Triatmodjo, 2008 dalam I Made K, 2012 : 27)

**2. Periode Ulang**

Periode ulang adalah waktu hipotetik dimana suatu kejadian dengan nilai tertentu, hujan rencana misalnya akan disamai atau dilampaui 1 kali dalam jangka waktu hipotetik tersebut. Misalnya

hujan rencana dengan periode ulang 5 tahun = 10 mm, tidak berarti hujan sebesar 10 mm akan secara periodik 1 kali setiap 5 tahun, melainkan setiap tahunnya ada kemungkinan terjadi 1/5 kali terjadi hujan yang besarnya sama atau lebih dari 10 mm.

Penentuan periode ulang hujan dilakukan dengan menyesuaikan data dan keperluan pemakaian saluran yang berkaitan dengan umur tambang serta tetap memperhitungkan resiko hidrologi (*Hidrology Risk*). (Kamiana, I Made. 2012)

Penetapan periode ulang hujan sebenarnya lebih ditekankan pada masalah kebijakan dan resiko yang perlu diambil sesuai dengan perencanaan. Acuan untuk menentukan periode ulang hujan dapat dilihat pada tabel 2.3 berikut ini.

Tabel 2.3 Periode Ulang Hujan Recana

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

(Sumber :Sri S, 2015 : 29)

### 3. Resiko Hidrologi

Resiko hidrologi adalah kemungkinan satu kejadian akan terjadi minimal satu kali pada periode ulang tertentu. (Suyono, 2012 : V-3)

$$P=1-\left(1-\frac{1}{T_r}\right)^{T_l} \quad (2.19)$$

Keterangan :

P = Resiko Hidrologi

$T_r$  = Periode Ulang

$T_l$  = Umur tambang

#### 4. Intensitas Curah Hujan

Intensitas curah hujan adalah jumlah hujan yang jatuh dalam areal tertentu dalam jangka waktu yang relatif singkat, dinyatakan dalam mm/det, mm/menit, atau mm/jam. Untuk mengetahui nilai intensitas curah hujan di suatu tempat, maka digunakan alat pencatat curah hujan. Intensitas curah hujan biasanya dinotasikan dengan huruf I dengan satuan mm/jam, yang artinya tinggi/kedalaman yang terjadi adalah sekian mm dalam periode waktu 1 jam. (Lihat Tabel 3.1)

Hubungan antara intensitas hujan, lama hujan, dan frekuensi hujan biasanya dinyatakan dengan lengkung Intensitas-Durasi-Frekuensi (IDF = *Intensity Duration Frequency Curve*), diperlukan data hujan jangka pendek, misalnya 5 menit, 10 menit, 30 menit, 60 menit dan jam-jaman untuk membentuk lengkung IDF. (**Kamiana, I Made. 2012**)

Intensitas curah hujan dapat dihitung dengan rumus Mononobe yaitu :

$$I = \frac{R_{24}}{24} \left( \frac{24}{t} \right)^{2/3} \quad (2.21)$$

(Sumber : Suripin,2003 : 68)

Keterangan :

I = Intensitas Curah Hujan (mm/jam)

R24 = Curah Hujan 24 jam (mm)

t = lamanya hujan (jam)

Tabel 2.4 Derajat Curah Hujan Dan Intensitas Curah hujan

Derajat Hujan	Intensitas Curah Hujan 9mm/menit:	Kondisi
Hujan Sangat Lemah	<0,02	Tanah agak basah atau dibasahi sedikit
Hujan Lemah	0,02 – 0,05	Tanah menjadi basah
Hujan Normal	0,05 – 0,25	Bunyi curah hujan terdengar
Hujan Deras	0,25 – 1,00	Air hujan tergenang di seluruh permukaan lahan dan terdengar bunyi dari genangan
Hujan Sangat Deras	> 1,00	Hujan seperti ditumpahkan saluran dan drainase meluap.

(Sumber : Suwandhi, 2004 : 10)

## 2.6 Mine Dewatering System

*Mine Dewatering System* yang diterapkan adalah sistem penyaliran konvensional dengan metode *open sump*, mekanisme sistem ini adalah dimana air yang masuk ke *front* penambangan di alirkan melalui saluran ke suatu *sump* lalu dipompa keluar daerah tambang dan dialirkan menuju Sungai.

### 2.6.1 Sumuran

Sumuran tambang berfungsi sebagai tempat penampungan sementara air dan lumpur sebelum dipompa ke luar tambang. Sumuran tambang dibedakan menjadi dua macam, yaitu sumuran tambang permanen dan sementara. Sumuran tambang permanen adalah sumuran yang berfungsi selama penambangan berlangsung, dan umumnya tidak berpindah tempat. Sedang sumuran sementara berfungsi dalam rentang waktu tertentu dan sering berpindah tempat.

Dimensi sumuran tambang tergantung pada kuantitas (debit) air limpasan, kapasitas pompa, volume, waktu pemompaan, kondisi lapangan seperti kondisi penggalian terutama pada lantai tambang (*floor*) dan lapisan batubara serta jenis tanah atau batuan di bukaan tambang. Setelah ukuran sumuran diketahui tahap berikutnya adalah menentukan lokasi sumuran di bukaan tambang (*Pit*). Pada prinsipnya sumuran diletakkan pada lantai tambang (*floor*) yang paling rendah, jauh dari aktifitas penggalian batubara, jenjang disekitarnya tidak mudah longsor, dekat dengan kolam pengendapan, mudah untuk dibersihkan.

Untuk menghitung volume air yang dapat ditampung *sump* dapat menggunakan rumus luas trapezium dikalikan lebar *sump* sebagai berikut:

$$\text{Volume Sump} = \left(\frac{1}{2} \times (t+b) \times d\right) \times L \quad (2.23)$$

Keterangan :

t = panjang permukaan *sump* (m)

b = panjang dasar *sump* (m)

$d = \text{tinggi sump/kedalaman sump (m)}$

$L = \text{lebar permukaan sump (m)}$

(Negoro dkk, 2001:32 dalam Margareth, 2010 :13-14)

## 2.7 Sistem Pemompaan

Pada penyaliran tambang terbuka umumnya dilakukan dengan pemompaan. Penyaliran dengan sistem pemompaan adalah mengeluarkan air yang terkumpul pada sumuran penampung sementara (*sump*) yang berada di dasar lubang bukaan tambang (Pit). Air yang terkumpul tersebut selanjutnya dipompa keluar. Penyaliran dapat dilakukan dengan sistem pemompaan langsung, menggunakan pompa slurry dan dengan sistem pemompaan tidak langsung berupa fasilitas pompa yang terpasang terpisah untuk memompa air bersih (tidak berlumpur), dimana air tambang yang terkumpul diendapkan terlebih dahulu untuk memisahkan air jernih dengan endapan lumpur pada suatu sumur pengendap. (Margareth, 2010 )

Hal yang perlu diperhatikan dalam penggunaan pompa yaitu :

### 1. Klasifikasi Pompa

#### a. Pompa Sentrifugal

Berdasarkan besar tekanan yang dihasilkan maka pompa

sentrifugal dapat dikelompokkan menjadi tiga jenis :

#### 1) Pompa Tekanan Rendah

Ciri khusus dari pompa tekanan rendah yaitu mempunyai sudu-sudu kipas, tidak terdapat sudut-sudut penghantar dan ketinggian pemompaan maksimum mencapai 30 meter.

2) Pompa Tekanan Menengah

Ciri khusus dari pompa ini yaitu mempunyai lubang isap ganda sehingga didapat hasil yang lebih besar dan tinggi kenaikan pemompaan maksimum mencapai 80-130 meter pada kecepatan putar maksimum 2.850 rpm.

3) Pompa Tekanan Tinggi

Ciri khusus dari pompa jenis ini yaitu memiliki beberapa buah kipas yang sama bentuknya yang beraturan pada suatu poros.

b. Pompa Aliran Campur

Tekanan julang (head pressure) pompa jenis ini dihasilkan sebagai akibat dari gaya sentrifugal dan desakan sudut terhadap zat cairnya.

c. Pompa Aksial

Tekanan julang (head pressure) pompa aksial dihasilkan oleh kipas diakibatkan oleh sudut terhadap zat cair masuk dan keluar adalah aksial.

2. Spesifikasi pompa

Data yang diperlukan dalam pemilihan sesuai spesifikasi pompa adalah:

1. Kapasitas
2. Kondisi Isap
3. Kondisi keluar
4. Julang total pompa
5. Jenis cairan yang dipompa
6. Kondisi kerja
7. Penggerak

8. Poros tegak dan mendatar
9. Tempat instalasi
10. Jumlah pompa

(Sumber: Bambang Triatmodjo, 2008 dalam I Made K, 2012 : 27)

a. Head Pompa

1. Head Total Pompa

Head total pompa yaitu head yang harus disediakan untuk mengalirkan sejumlah air dengan kapasitas tertentu. Head pompa tersebut dapat ditentukan dari kondisi instalasi yang akan dilayani oleh pompa. Persamaan yang digunakan untuk menentukan head total pompa adalah sebagai berikut:

$$H = h_s + \Delta h_p + H_1 + \frac{V^2}{2g} \quad (2.24)$$

(Sumber : Sularso dan Haruo T, 1987 : 26)

Keterangan:

H = head total pompa

HS = head statis (m)

Head ini adalah perbedaan tinggi antara muka air disisi keluar dan di sisi isap; tanda positif (+) dipakai apabila muka air disisi keluar lebih tinggi dari pada sisi isap.

$\Delta h_p$  = perbedaan head tekanan yang bekerja pada kedua permukaan air (m)

H1 = berbagai kehilangan tekanan pipa, katup, belokan, dan lain- lain, (m).

$$H1 = H1d + H1S$$

$$\frac{V^2}{2g} = \text{head kecepatan, (m)}$$

$g$  = percepatan gravitasi (9,8 m/detik)

#### A. Head Kerugian ( *Head Loss* )

Head Kerugian (*head loss*) adalah kehilangan tekanan untuk mengatasi kerugian-kerugian terdiri atas head kerugian gesek didalam pipa-pipa, head kerugian didalam belokan-belokan, reduser, katup-katup. Berikut akan dibahas satu persatu cara untuk menentukan berbagai head kerugian (*head loss*) dari berbagai peralatan

##### 1. Head Kerugian Akibat Gesekan Didalam Pipa ( $h_f$ )

Untuk menghitung head kerugian gesek didalam pipa dapat digunakan *darcy* formula persamaannya sebagai berikut:

$$h_f = \frac{10,666Q^{1,85}}{C^{1,85} D^{4,85}} x L \quad (2.25)$$

(Sumber : Sularso dan Haruo T, 1987 : 31)

Keterangan:

$h_f$  = kehilangan tekanan gesek dalam pipa, (m)

$C$  = koefisien gesekan pipa Hazen William

$L$  = panjang pipa (m)

$Q$  = laju aliran air (m<sup>3</sup>/det)

$D$  = Diameter dalam pipa (m)

Tabel 2.5 Koefisien Gesekan Pipa Hazen-William

Material	Koefisien Hazen-Williams (C)
ABS-Acrylonite Butadine	130
Aluminium	130-150
Asbestos Cement	140
Asphalt Lining	130-140
Brass	130-140
Brick Sewer	100
Cast Iron-New Unlined	130
Cast Iron 10 Years old	107-113
Cast Iron 20 Years old	89-100
Cast Iron 30 Years old	75-90
Cast Iron 40 Years old	64-83
Fiber	140
Fire Hose (Rubber Lined)	135
Galvanized Iron	120
Glass	130
Plastic	130-150
Polyethylene	140
PVC	140

(Sumber : Sularso dan Haruo T, 1987 : 31)

Selanjutnya, untuk mengetahui aliran laminar dan turbulen terdapat rumus yang berbeda. Sebagai patokan apakah suatu aliran itu laminar atau turbulen dipakai bilangan reynolds :

$$Re = \frac{vD}{\nu}$$

(Sumber : Sularso dan Haruo T, 1987 : 29)

Keterangan Re : bilangan reynolds (tak berdimensi)

$\nu$  = kecepatan aliran dalam pipa (m)

D = diameter dalam pipa (m)

$\nu$  = viskositas kinematik cat cair (  $m^2/s$  )

Pada  $Re < 2300$ , aliran bersifat laminar

Pada  $Re > 4000$ , aliran bersifat turbulen,

Pada  $Re = 2300-4000$  terdapat daerah transisi, dimana aliran dapat bersifat laminar atau turbulen tergantung pada kondisi pipa dan aliran.

#### I. Aliran Laminar

Dalam hal aliran laminar, koefisien kerugian gesek untuk pipa ( $f$ ) dapat dicari dengan :  $f = 64/Re$ .

#### II. Aliran Turbulen

Untuk menghitung kerugian gesek dalam pipa pada aliran turbulen dengan rumus Darcy dan Hazen-Williams.

#### 2. Head Kerugian dalam jalur Pipa

Dalam aliran melalui jalur pipa, kerugian juga akan terjadi apabila ukuran pipa, bentuk penampang, atau arah aliran berubah. Formula yang digunakan sebagai berikut:

$$hf = f \frac{V^2}{2g} \quad (2.26)$$

(Sumber : Sularso dan Haruo T, 1987 : 32)

Keterangan :

$hf$  = kerugian head (m)

$f$  = koefisien kerugian

$v$  = kecepatan rata-rata aliran air didalam pipa  
(m/detik)

$g$  = percepatan gravitasi (9,8 m/detik)

Cara menentukan harga  $f$  untuk berbagai bentuk transisi pipa akan diperinci sebagai berikut :

a. Ujung Masuk Pipa

Jika “ $v$ ” menyatakan kecepatan aliran setelah masuk pipa, maka harga koefisien kerugian  $f$  dari rumus 2.26 untuk berbagai ujung masuk pipa menurut Weisbach adalah 0,5, 0,25, 0,06, 0,56, 3,0, 1,3, 0,2 dan 0,4.

Ujung masuk Instalasi pipa yang ada pada lokasi penelitian memiliki mulut berbentuk lonceng yang disebut strainer.

b. Koefisien kerugian pada belokan pipa

Belokan pada instalasi pipa terdiri atas 2 jenis belokan yaitu belokan patah (miter atau multipiece bend) dan belokan lengkung. Persamaan yang digunakan untuk menentukan kehilangan tekanan pada belokan patah yaitu dengan menggunakan rumus weisbach sebagai berikut:

$$hf = f \frac{v^2}{2g} \quad (2.27)$$

$$f = 0,946 \sin^2 \frac{\theta}{2} + 2,047 \sin^4 \frac{\theta}{2}$$

(Sumber : Sularso dan Haruo T, 1987 : 34)

Keterangan,

$hf$  =kerugian head pada belokan patah, (m)

$f$  = koefisien kerugian pada belokan patah.

$\theta$  = sudut belokan

$v$  = kecepatan rata- rata aliran di dalam pipa (m/det)

Untuk menentukan koefisien kehilangan tekanan pada belokan lengkung, umumnya menggunakan persamaan fuller dibawah ini:

$$f = 0,131 + 1,847 \left( \frac{D}{2R} \right)^{3,5} \left( \frac{v}{90^0} \right)^{0,5} \quad (2.28)$$

(Sumber : Sularso dan Haruo T, 1987 : 34)

Keterangan,

$h_f$  = kerugian head pada belokan lengkung, (m)

$f$  = koefisien kerugian pada belokan lengkung.

$\theta$  = sudut belokan

$v$  = kecepatan rata- rata aliran di dalam pipa (m/det)

$D$  = diameter dalam (m)

$R$  = jari- jari belokan pipa, (m)

Tabel 2.6 Koefisien kerugian pada belokan pipa

		5	10	15	22.5	30	45	60	90
f	Halus	0.016	0.034	0.042	0.066	0.13	0.236	0.471	1.129
	Kasar	0.024	0.44	0.062	0.154	0.165	0.32	0.684	1.265

(Sumber : Sularso dan Haruo T, 1987 : 3)

### c. Ujung Keluar Pipa

Kerugian keluar pada ujung pipa keluar diberikan menurut rumus :

$$h_f = f \left( \frac{v^2}{2g} \right) \quad (2.29)$$

(Sumber : Sularso dan Haruo T, 1987 : 38)

Keterangan

$f = 1,0$  dan  $v$  adalah kecepatan rata-rata di pipa keluar.

### 3. Kerugian Head di Katup

Kerugian head pada katup dirumuskan

$$hf = f \left( \frac{v^2}{2g} \right) \text{ sebagai berikut.} \quad (2.30)$$

(Sumber : Sularso dan Haruo T, 1987 : 38)

Keterangan :

$f$  = koefisien kerugian pada katup isap

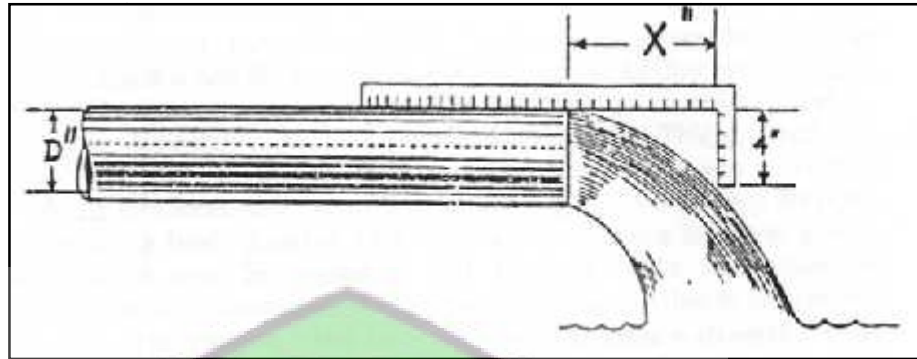
$v$  = Kecepatan aliran dalam pipa (m/detik)

$g$  = Kecepatan gravitasi bumi (m/detik<sup>2</sup>)

#### 2.7.1 Debit Pemompaan

Debit pompa dapat ditentukan berdasarkan spesifikasi maupun dengan pengukuran actual debit pompa pada *outlet* pompa. Debit berdasarkan spesifikasi pompa dapat diketahui berdasarkan pompa yang digunakan, berdasarkan kecepatan pompa, efisiensi dan head pompa yang dikehendaki. Dalam perkembangan metode *discharge*, dilakukan modifikasi pada alat

ukur Stick Bar yang digunakan yaitu sisi yang panjang (X) dan sisi yang pendek (Y = 30 cm). ( Sularso dan Haruo T, 1987)



Gambar 2.7 Pengukuran debit *outlet* pompa

(Sumber : Sularso dan Haruo T, 1987)

Data-data yang telah didapatkan berdasarkan pengukuran debit aktual pompa pada *outlet* dengan metode *discharge* dapat dihitung menggunakan rumus sebagai berikut :

$$v = \frac{x}{\sqrt{2y/g}}$$

(Sumber : Sularso dan Haruo T, 1987)

Keterangan :

$Q_{pompa}$  = Debit aktual *outlet* pompa ( $m^3/detik$ )

D = Jari-jari pipa/ ID of pipe (mm)

x = Horizontal distance (cm)

y = Vertical distance (cm)

g = Percepatan gravitasi ( $9,81 m/s^2$ )

v = Volume debit

## 2.8 Faktor- Faktor Yang Mempengaruhi Sistem Pemompaan

### 2.8.1 Instalasi Pipa

Suatu instalasi pipa yang diterapkan pada suatu sistem pemompaan, harus mampu mensuplai semua sistem yang akan bekerja. Untuk itu perencanaan instalasi pipa sangat menentukan keberhasilan suatu sistem pemompaan.

Instalasi pipa dimaksud di atas harus seefisien mungkin agar dalam pengoperasian pompa tidak mengalami hambatan. Hal ini dapat dijelaskan, karena suatu instalasi pipa yang tidak efisien secara langsung akan mempengaruhi head total pompa dan memiliki korelasi langsung dengan kapasitas aliran dan kecepatan aliran, yang mana kecepatan aliran tersebut sangat mempengaruhi head total dari pompa. Selain hal tersebut diatas, pemilihan bahan untuk instalasi memegang peranan penting, karena pemilihan bahan yang sesuai akan mempermudah kondisi operasional dari sistem pemompaan itu sendiri.

Pipa adalah saluran tertutup yang digunakan untuk mengalirkan fluida, Untuk keperluan tambang banyak menggunakan pipa dengan jenis HDPE (*High Density Poliethylene*). (Sularso dan Haruo T, 1987)

Tabel 2.10 Hubungan Diameter Pipa Dengan Kapasitas Aliran

Diameter Dalam Pipa		Kapasitas
Inch	Mm	M <sup>3</sup> /menit

2	50	0,17
4	100	1,13
6	150	2,85
8	200	4,25
10	250	7,10
12	300	11,4

(Sumber : Sularso dan Haruo T. 1987)

### 2.8.2 Kapasitas Aliran Dan Kecepatan Aliran

Untuk menghasilkan suatu kondisi operasional pada unit- unit operasi tertentu, penentuan kapasitas serta kecepatan aliran bergantung pada: kapasitas pompa yang digunakan, perbedaan tinggi dari tempat pemasangan instalasi pipa serta instalasi pipa itu sendiri.

### 2.8.3 Daerah Operasi

Daerah operasi sistem pemompaan pada kondisi tertentu sangat mempengaruhi performansi pompa dan pemilihan jenis pompa. Performansi pompa akan menurun jika pompa dioperasikan pada elevasi yang sangat tinggi dari bidang datar dan akan mempengaruhi pemilihan jenis pompa yang akan dioperasikan. Elevasi tersebut berpengaruh secara langsung pada penentuan head statis dan potensial *head* dari daerah titik isap (*resevoir*) dan titik keluar ( daerah yang disuplai). Dalam hal ini, selisih static head (*head statis*) dan selisih potensial head akan berpengaruh. Jika titik keluar lebih rendah dari titik isap (*resevoir*) maka pengaruh yang dihasilkan akan positif karena menghasilkan head total

pompa yang lebih rendah namun jika yang terjadi sebaliknya maka head total yang di hasilkan akan semakin besar.

#### **2.8.4 Head Total Pompa**

Sebagaimana telah dijelaskan sebelumnya, head total pompa merupakan variabel yang sangat menentukan dalam pengoperasian suatu pompa. Apabila suatu pompa yang digunakan pada suatu instalasi pemompaan tidak sesuai dengan spesifikasinya, maka sangat sulit untuk mengharapkan pompa tersebut dapat bekerja secara optimal. Sebagai penjelasan, apabila suatu pompa dengan spesifikasi pada medium head dari pompa tersebut, maka pompa tersebut akan mengalami hambatan dalam hal penentuan putaran pompa yang sudah tidak sesuai pula. Hal tersebut dapat mengakibatkan air yang disuplai tidak mampu memenuhi kebutuhan air, dan apabila kondisi tersebut (pompa yang dipakai tidak sesuai) masih tetap di pertahankan, maka kerusakan teknis pada pompa dapat saja terjadi.

Mengingat pentingnya head total pompa dalam sistem pemompan, maka penentuan head total pompa sebelum operasional perlu dipertimbangkan sedemikian rupa agar tidak terjadi kondisi operasional yang tidak diharapkan.

#### **2.8.5 Tenaga Kerja/ Operator Pompa**

Menurut Sufriadi Syamsu (2006) menyatakan bahwa pada kondisi operasional sistem pemompaan, khususnya untuk pompa- pompa, peranan operator sangat mempengaruhi kinerja dari pompa- pompa yang digunakan.

(Sumber : Sufriadi Syamsu, 2006 : 3:16 – 3:18)

## 2.9 Spesifikasi Pompa

Dalam memilih suatu pompa, terlebih dahulu harus diketahui kapasitas aliran serta *head* yang diperlukan untuk mengalirkan zat cair yang akan dipompa. Selain dari pada itu, agar dapat bekerja tanpa mengalami kavitasi, perlu ditaksir berapa tekanan minimum yang tersedia pada sisi masuk pompa yang terpasang pada instalasinya. Atas dasar tekanan isap ini maka putaran pompa dapat ditentukan.

Tabel 2.7 Data yang diperlukan untuk pemilihan pompa

No.	Data yang diperlukan	Keterangan
1	Kapasitas	Diperlukan juga keterangan mengenai kapasitas maksimum dan minimum
2	Kondisi isap	Tinggi isap dari permukaan air isap ke level pompa. Tinggi fluktuasi permukaan air isap. Tekanan yang bekerja pada permukaan air isap. Kondisi pipa isap.
3	Kondisi keluar	Tinggi permukaan air keluar ke level pompa. Tinggi fluktuasi permukaan air keluar. Kondisi
4	Head total pompa	Harus ditentukan berdasarkan kondisi-kondisi diatas.
5	Jenis zat cair	Air tawar, air laut, minyak, zat cair khusus (zat kimia), temperatur, berat jenis, viskositas, kandungan zat padat, dan lain-lain.

6	Jumlah pompa	
7	Kondisi kerja	Kerja terus-menerus, terputus-putus, jumlah jam kerja seluruhnya dalam setahun.
8	Penggerak	Motor listrik, motor bakar torak, turbin uap.
9	Poros tegak atau mendatar	Hal ini kadang-kadang ditentukan oleh pabrik pompa yang bersangkutan berdasarkan instalasinya.
10	Tempat instalasi	Pembatasan-pembatasan pada ruang instalasi, ketinggian diatas permukaan laut, diluar atau di dalam gedung, fluktuasi temperatur.

(Sumber : Sularso dan Haruo T, 1987)



## **BAB III**

### **PENELITIAN**

#### **3.1. Gambaran Umum Wilayah Penelitian**

##### **3.1.1. Sejarah Perusahaan**

PT. Marunda Grahamineral memulai usaha pertambangan dengan terlebih dahulu melakukan eksplorasi yang dimulai pada tahun 1997 sampai tahun 2000. Sebagai tindakan untuk menindaklanjutinya PT. Marunda Grahamineral mengadakan *Fasibility Study* (FS) atau studi kelayakan yang dilaksanakan pada tahun 2000 sampai tahun 2001 untuk mempelajari dampak baik positif maupun negatif dari penambangan dan memprediksi kemungkinan yang akan terjadi jika penambangan dilakukan dalam lokasi tersebut. Dari hasil studi kelayakan inilah pihak PT. Marunda Grahamineral bisa melakukan desain konstruksi tambang.

Tindakan selanjutnya setelah studi kelayakan yang dilakukan adalah usaha *Development* yaitu mempersiapkan segala sesuatu yang diperlukan sebelum penambangan dilakukan, mulai dari membuat desain tambang sampai menyediakan sarana dan prasarana yang dilaksanakan dari tahun 2002 sampai tahun 2003. Setelah semuanya terencana dan tersedia maka kegiatan yang dilakukan adalah produksi yang dilakukan mulai tahun 2004 sampai sekarang.

### 3.1.2. Lokasi dan Kesampaian Daerah

PT.Marunda Grahamineral adalah perusahaan pemegang kontrak Perjanjian Kerjasama Pengusahaan Pertambangan Batubara (PKP2B) Generasi II dengan Nomor 006/PK/PTBA-MGM/1994 yang ditandatangani pada tanggal 14 Agustus 1994. Secara administrasi wilayah PKP2B PT.Marunda Grahamineral terletak di Kecamatan Laung Tuhup, Kabupaten Murung Raya, Propinsi Kalimantan Tengah. Secara astronomis terletak pada  $114^{\circ} 38' 15''$  BT –  $114^{\circ} 48' 0''$  BT dan  $0^{\circ} 13' 30''$  LS –  $0^{\circ} 25' 27''$  LS.

Daerah konsesi PT.Marunda Grahamineral berdasarkan Surat Keputusan Menteri Energi dan Sumber Daya Mineral No: 231.K/40.00/DJG/2004 yang bertanggal 29 September 2004 bahwa wilayah PKP2B PT.Marunda Grahamineral seluas 23.541,3 Ha, yang terdiri dari:

1. Wilayah KW 00 PB 0179 seluas 12.880 Ha status tahap produksi terdiri dari blok potensial yaitu *North Kawi*, *Central Kawi*, *SE Mantubuh*, *Central Kawi*, *Tahunan*, *Bondang*, *East Kawi*, *Bambang*, *Menyango*, *Pendasirun*.
2. Wilayah KW 98 PB 0025 seluas 10.661, 3 Ha status kontruksi terdiri dari blok potensial yaitu *Maruwei* dan *Belawan* (*Env.dept.,2012*)

Lokasi tambang aktif saat ini yaitu:

1. Lokasi Tambang *Bambang* dengan jarak kekantor di *Kawi*  $\pm 1$  Km.
2. Lokasi Tambang *Central Mantubuh* dengan jarak ke kantordi *Kawi*  $\pm 3$  Km.
3. Lokasi Tambang *SE Mantubuh* dengan jarak ke kantor di *Kawi*  $\pm 4$  Km.

Untuk mencapai lokasi wilayah izin Usaha Pertambangan PT.Marunda Grahamineral dapat melalui rute sebagai berikut:

- Dari kota Palangka Raya menuju Muara Teweh dengan melewati perjalanan darat selama  $\pm 7$  jam, perjalanan sejauh  $\pm 400$  Km.
- Dari Muara Teweh kemudian perjalanan dapat dilanjutkan melalui jalur air menyusuri sungai Barito menuju Desa Beras Belange kecamatan Laung Tuhup dengan menggunakan *speed boat* selama  $\pm 2,5$  jam
- Dari Site Jamut dilanjutkan Perjalanan menuju lokasi penelitian yaitu Camp Kawi dengan jalur darat naik mobil perusahaan dengan jarak  $\pm 50$  Km, waktu tempuh selama  $\pm 1$  jam.

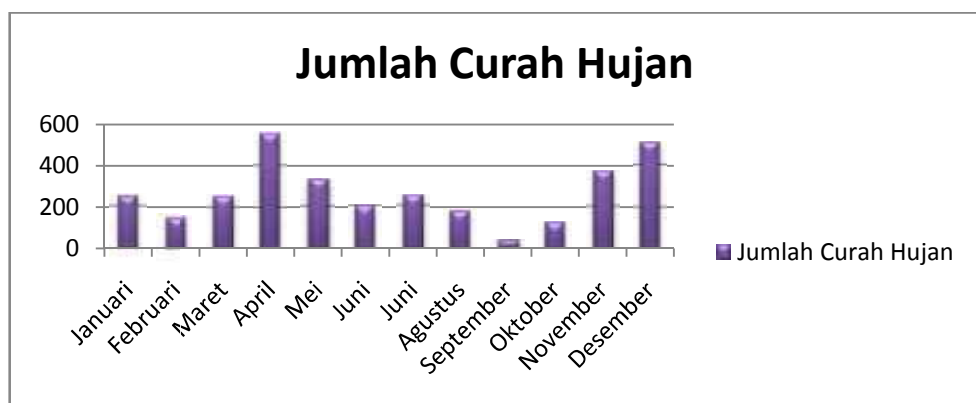
### **3.1.3.Keadaan Iklim dan Curah Hujan**

Seperti pada daerah Indonesia pada umumnya, lokasi pengamatan di PT.Marunda Grahamineral yang berada di Kabupaten Murung Raya termasuk daerah beriklim tropis yang lembab dan panas, karena secara Geografis terletak digaris Khatulistiwa dengan Curah Hujan yang cukup tinggi. Dengan curah hujan tertinggi terjadi pada bulan April sebesar 18.47 mm/hari, sedangkan curah hujan terendah sebesar 1.10 mm/hari terjadi pada bulan September.

Tabel 3.1. Data Rata-rata Curah Hujan Pada Tahun 2016 di PT. Marunda  
Grahamineral

No	Bulan	Jumlah Curah Hujan	Curah Hujan (mm/hari)
1	Januari	248	8.00
2	Februari	148	5.29
3	Maret	252	8.13
4	April	554	18.47
5	Mei	326	10.52
6	Juni	200	6.67
7	Juni	249	8.03
8	Agustus	183	5.90
9	September	33	1.10
10	Oktober	122	3.94
11	November	365	12.17
12	Desember	507	16.35

Sumber. PT.Marunda Grahamineral



Grafik 3.1. Curah Hujan Tahun 2016

#### **3.1.4. Flora dan Fauna**

Keadaan Flora dan Fauna di daerah penelitian sangat bervariasi, namun dapat digolongkan dalam kelompok pulau tropis yang umumnya dijumpai di Indonesia. Kelompok flora yang dijumpai di daerah penyelidikan antara lain yaitu karet, rotan, durian. Sedangkan fauna terdiri dari binatang umumnya seperti babi hutan, ular, monyet, rusa serta beberapa jenis burung. Binatang peliharaan terdiri dari anjing, ayam, babi, kucing yang terdapat di sekitar pemukiman.

#### **3.1.5. Sosial dan Kependudukan**

Daerah pengamatan ini sebelumnya termasuk dalam kawasan hutan tropis yang sangat lebat, tetapi sekarang daerah pengamatan sebagian sudah dipadati oleh pemukiman penduduk.

Penduduk yang berada disekitar lokasi PT.Marunda Grahamineral yang terdiri dari berbagai suku diantaranya adalah Dayak Bakumpai, Ngaju, Dayak Manyan, Dusun, Lawangan, Banjar, Jawa dll.

Adat istiadat yang berlaku pada kelompok masyarakat yang tinggal di desa wilayah penelitian secara umum masih bersifat tradisional, simbol kehidupan tersebut di wujudkan dalam berbagai kehidupan sehari-hari seperti upacara adat sewaktu membuka hutan, pernikahan, kelahiran, kematian dan acara penanaman/panen padi.

Penduduk yang bermukim di kawasan wilayah penelitian yaitu Desa Beras Belange Kecamatan Laung Tuhup Kabupaten Murung Raya

Kalimantan Tengah, mayoritas beragama Islam, Kristen dan Katolik. Sedangkan penduduk asli sebagian masih menganut Kepercayaan Hindu. Dengan sarana dan prasarana yang cukup tersedia, begitu juga sarana Pendidikan dan Kesehatan. Mata pencaharian penduduk yang ada di Wilayah Penelitian dan sekitarnya yaitu bertani, berdagang, kariawan swasta dan wiraswasta.

### **3.2. Kondisi Geologi Lembar Muara Teweh**

#### **3.2.1. Kondisi Geologi Regional**

##### **1. Fisiografi**

Keadaan Fisiografi yang dominan pada daerah regional lembar Muara Teweh adalah perbukitan bergelombang sedang-kuat, dan morfologi dataran alluvial. Fisiografi daerah ini mempunyai ketinggian berkisar antara 30-350 meter di atas permukaan air laut. Fisiografi tersebut merupakan akibat dari berbagai aktivitas geologi seperti lipatan, sesar, dan kekar.

##### **2. Morfologi Regional**

Keadaan Morfologi Regional daerah penelitian disusun oleh perbukitan bergelombang sedang-kuat, morfologi perbukitan lemah-sedang, morfologi perbukitan kerucut dan morfologi dataran alluvial.

###### **a. Satuan Morfologi Perbukitan Sedang-Kuat**

Batuan penyusun yang ada merupakan batupasir dengan vegetasi penutup berupa hutan primer yang menempati luasan hampir 65%.

b. Satuan Morfologi Perbukitan Lemah-Sedang

Beda tinggi antara puncak bukit dengan lembah yang terdekat antara 10-30 meter dengan vegetasi penutup berupa hutan sekunder dan ladang maupun bekas ladang yang ditanami pohon karet yang menempati luasan kurang lebih 30%.

c. Satuan Morfologi Perbukitan Kerucut

Batuan penyusun dari morfologi ini adalah batuan beku intrusif (andesit-diorit), dengan vegetasi penyusunnya bervariasi mulai dari semak belukar sampai hutan primer. Morfologi ini menempati luasan kurang lebih 5%.

**3. Stratigrafi**

Daerah Sungai Laung dan sekitarnya termasuk ke dalam Cekungan Barito Utara atau merupakan bagian tepi dari pengendapan Tersier di Cekungan Barito. Stratigrafi regional daerah penelitian dan sekitarnya terdiri formasi batuan sedimen yang mempunyai hubungan saling selaras, saling menjari, saling tidak selaras dan satuan batuan beku baik berupa *intrusive* maupun *ekstusif*. Penjelasan masing-masing formasi tersebut (dari tua ke muda) yaitu sebagai berikut:

- Formasi Batu Ayau (Tea), Formasi Halog-Batu Kelau (The\_Tek).

Formasi Batu Ayau ini disusun oleh batupasir, batulempung, dan batulanau, umumnya karbonan setempat bersisipan tufa dan batubara. Formasi Halog dicirikan oleh batupasir kuarsa, sedikit konglomerat, batulumpur, dan batugamping (jarang/setempat). Sedangkan Formasi Batu Kelau didominasi oleh serpih, batulanau, dan sedikit batupasir.

- Batuan Gunung api Malasan(*Tom*)

Terdiri dari: leleran andesit sampai basal, breksi lahar, tuf sedikit riolit, bersisipan tipis batulempung dan batulanau, umumnya terubah, terpecahkan dan termineralisasikan setempat struktur bantal dan kekar meniang.

- Formasi Purukcahu (*Tomc*)

Terdiri dari: batulempung berfosil, kelabu tua, berselingan dengan batulanau mengandung lensa kecil dan lapisan tipis batubara vitrinit, dan batupasir berstruktur perairan sejajar dan konvolut, bersisipan breksi berfragmen andesit, dasit, genes dan batubara, matriks berupa batupasir kasar mengandung fragmen batubara vitrinit. Selama Kala Oligin Atas-Miosen Bawah tersebut, kedalam Cekungan Barito juga dan diendapkan batuan-batuan dari Anggota Batugamping

Penut, Anggota Batugamping Jangkan, Formasi Montalat dan Formasi Berai. Terdapat secara tidak selaras di atas Formasi Ujohbilang terhadap sesamanya berhubungan saling menjari dan berumur Oligosen Atas-Miosen Bawah.

- Formasi Karamuan (*Tomk*)

Terdiri dari: batulumpur abu-abu sebagian gampingan dan berfosil batupasir kuarsa berlapis baik, batulanau abu-abu, batulanau tufan abu-abu kehijauan, bersisipan batugamping berfosil, batulanau serpihan dan batulanau karbonat. Lingkungan pengendapan laut dangkal sampai paparan luar.

- Formasi Warukin (*Tmw*)

Diendapkan secara tidak selaras diatas Formasi Karamuan dan Formasi Purukcahu, tersebar dominan di Timur daerah telitian dan berumur Miosen-Tengah. Formasi Warukin dicirikan oleh batupasir kwarsa berbutir halus-sedang, urai, bersisipan batu lempung karbonan dan batulanau karbonan.

- Sintang Intrusion : Andesit dan Diorit (*Toms*)

Sintang Intrusion adalah batuan beku yang menerobos ke permukaan (batuan terobosan), berupa batuan Andesit dan Diorit. Bentuknya berupa *sill* yang terletak sejajar perlapisan dan *dike* yang memotong perlapisan serta dapat dijumpai dilapisan permukaan secara langsung.

UMUR		FORMASI	
KUARTER	HOLOSEN	ALUVIUM	
	PLISTOSEN	Anap	
TERTIER	PLIOSEN	[Stratigraphic column with vertical lines]	
	MIOSEN	AKHIR	[Stratigraphic column with vertical lines]
		TENGAH	Warukin
		AWAL	Berai, Montalat, Karamuan, Puruk Cahu
	OLIGOSEN	AKHIR	Batuhan Gunung Api Malasan
		AWAL	Ujoh bilang
	EUSEN	AKHIR	Halog, Batu Kelau, Batu Ayau
		TENGAH	[Stratigraphic column with vertical lines]
		AWAL	Tanjung
	PALEOSEN		[Stratigraphic column with vertical lines]
MESOZOIKUM		Batuan beku, metamorf, dan	
PALEOZOIKUM		Batuan metasedimen	

Gambar 3.1. Stratigrafi Regional Daerah Penelitian  
(sumber : Anonim, 2004)

#### 4. Struktur Geologi Regional

Struktur geologi yang dijumpai didaerah ini berupa sesar, perlipatan dan kelurusan yang secara umum bearah Baratdaya-Baratlaut-Tenggara. Sesar terdiri sesar normal, sesar geser, dan sesar naik yang melibatkan batuan sedimen yang berumur Tersier dan Pra-tersier. Kelurusan-kelurusan ini diduga merupakan

petunjuk sesar dan kekar yang berarah sejajar dengan struktur umum.

Lipatan-lipatan berupa Sinklin dan Antiklin seperti halnya sesar dan kelurusan juga berarah sejajar dengan struktur regional Timurlaut-Baratdaya, mengingat litologi di daerah ini didominasi oleh batuan yang berumur Tersier sehingga kehadiran sesar, kelurusan dan lipatan diduga berhubungan erat dengan kegiatan tektonik yang terjadi pada jaman itu (*Tersier*).

### **3.2.2. Kondisi Geologi Daerah Penelitian**

#### **1. Morfologi Daerah Penelitian**

Keadaan morfologi daerah pada PT. Marunda Grahamineral dikategorikan memiliki morfologi dengan gelombang lemah dengan persentase lereng berkisar antara 2 – 8%. Hal ini dapat dibuktikan dengan banyaknya daerah yang relatif datar meskipun ada beberapa blok yang memiliki tingkat morfologi bergelombang kuat dan memiliki tingkat struktur geologi yang cukup kompleks seperti pada daerah bondang.

#### **2. Stratigrafi Daerah Penelitian**

- Formasi Tanjung

Merupakan formasi batuan sedimen tertua pada cekungan Barito ini yang diendapkan pada Eosen Bawah. Formasi Tanjung terdiri dari persilangan batu pasir (kuarsa), batu lempung, dan batu lanau

sisipan batubara, batu gamping, dan konglomerat. Pada formasi ini PT. Marunda grahamineral tidak dilaluinya.

- Formasi Batu Ayau, Formasi Halog-Batu Kelau

Formasi Batu Ayau berumur Eosen dan mempunyai hubungan menjari dengan Formasi Halog-Batu Kelau. Formasi Batu Ayau ini disusun oleh batupasir, batulempung dan batulanau, umumnya karbonan setempat bersisipan tufa dan batu bara. Formasi Halog dicirikan oleh batupasir kuarsa, sedikit konglomerat, batulumpur, dan batugamping (jarang/setempat). Sedangkan Formasi Batu Kelau didominasi oleh serpih, batulanau, batulumpur, dan sedikit batupasir. Formasi batu ayau dan formasi batu kelau ini berada di wilayah konsesi dari PT. Marunda Grahamineral yang letaknya berada di blok IV dan juga blok III sebelah utara.

- Formasi Ujoh Bilang

Formasi Ujoh bilang terendapkan selaras di atas Formasi Batu Ayau, berumur Oligosen Bawah, dan tersebar di bagian timur sampai timur laut daerah penelitian. Formasi Ujoh bilang ini dicirikan oleh batu lumpur (dominan) dan sedikit batupasir.

- Formasi Karamuan dan Formasi Puruk Cahu

Formasi Karamuan dan Formasi Puruk cahu terendapkan tidak selaras di atas Formasi Ujoh bilang, dan mempunyai hubungan menjari, berumur Oligosen Atas gampingan dan berfosil; batupasir; batulanau yang bersifat serpihan dan karbonan. Formasi Puruk cahu

dicirikan oleh batulempung abu-abu tua, berfosil, berselingan dengan batulanau dengan lensa tipis batubara, batupasir sisipan breksi dan lensa-lensa batubara. Selama Kala Oligosen Atas – Miosen Bawah tersebut juga terendapkan batuan-batuan dari anggota: Batugamping Penuut, Batugamping Jangkaan, Formasi Montalat, dan Formasi Berai. Formasi puruk cahu terdapat pada PKP2B dari PT. Marunda Grahamineral. Formasi ini berada di sebelah tenggara atau berada di daerah SE mantubuh dan juga menyango.

- Formasi Warukin

Formasi Warukin diendapkan tidak selaras di atas Formasi Karamuan dan Formasi Puruk cahu, berumur Miosen Tengah, dan pada umumnya tersebar di bagian timur daerah penelitian. Formasi ini dicirikan oleh batupasir kuarsa berbutir halus–sedang, bersisipan batulempung karbonan dan batulanau karbonan. Formasi-formasi batuan sedimen di atas diterobos oleh intrusi batuan beku andesit–diorit dan batuan gunung api Bondang (andesit dan basalt).

### **3. Struktur Geologi Daerah Penelitian**

Lokasi secara keseluruhan PT. Marunda Grahamineral mempunyai kompleksitas struktur yang dikategorikan sebagai kompleksitas struktur medium. Dimana jenis struktur ini struktur tidak mempunyai banyak patahan dan rekahan maupun lipatan.

Kedua intrusi di lokasi ini bentuknya berbeda-beda. Untuk daerah SE Mantubuh bentuk intrusinya berupa *sill*. Dimana *sill* tersebut merupakan penerobosan magma melalui bidang-bidang lemah yang searah lapisan batuan.

Bidang-bidang lemah tersebut dapat diciptakan melalui adanya struktur geologi yang terindikasi patahan ataupun rekahan. Sedangkan di daerah yang bernama Tahujan ada intrusi yang berbentuk *dike*. Dimana *dike* ini adalah penerobosan magma yang memotong arah lapisan batuan. Diduga daerah terdapat gunung api purba yang sempat aktif sehingga terciptanya intrusi seperti halnya yang terdapat di daerah bondang.

Tabel 3.2. Keadaan Geologi di Wilayah PKP2B PT. Marunda  
Grahamineral

Lokasi	Morfologi	Formasi Batuan	Struktur
SE Mantubuh	Gelombang Kuat	Puruk Cahu dan Karamuan	- Intrusi batuan beku - Patahan - Kekar
Menyango	Gelombang Kuat	Puruk Cahu dan Karamuan	- Patahan - Intrusi batuan beku
Central Kawi	Gelombang lemah	Batu ayau, Halog, Batu Kelau	-
North Kawi	Gelombang lemah	Batu Ayau, Halog	-

		Batu Kelau	
Bondang	Pegunungan	Warukin	- Intrusi batuan beku - Patahan - Kekar - Lipatan
Tahunan	Gelombang lemah	Puruh Cahu dan Karamuan	-

(sumber : Anonim, 2004)

Struktur utama yang membentuk geologi daerah penelitian adalah sesar normal dengan penjelasan sebagai berikut: mempunyai arah relatif baratdaya-timurlaut, merupakan sesar orde pertama, dan memotong arah umum penyebaran *seam* batubara.

Sedangkan struktur sesar yang lain merupakan sesar orde kedua bararah relative utara-selatan, dimana blok barat turun dan blok timur naik. Perpotongan sesar orde kedua ini dengan sesar utama menyebabkan kemiringan bidang *seam* batubara di bagian selatan menjadi lebih besar (rata-rata 30° sampai 50°).

### 3.3 Alat dan Bahan

Adapun peralatan dan bahan yang digunakan pada saat Tugas Akhir selama diperusahaan antara lain :

1. Jam dan Stopwatch

2. Meteran/Penggaris
3. Kamera
4. Alat Tulis
5. Alat Pelindung Diri (APD)
6. Laptop

### **3.4. Tata laksana Penelitian**

#### **3.4.1. Langkah Kerja**

Langkah kerja dalam pelaksanaan Tugas Akhir ini meliputi :

1. Tahap Persiapan

Pada tahap ini dilakukan penyusunan *time frame* selama melakukan Tugas Akhir dan mempelajari buku-buku literatur yang berkaitan dengan Perencanaan Sistem Pemompaan.

2. Tahap Pengambilan Data

- a. Melakukan Orientasi lapangan terlebih dahulu sebelum melakukan pengambilan data-data yang diperlukan sebelum penyusunan Skripsi.

- b. Data Sekunder

- a) Pengumpulan data curah hujan daerah penelitian tahun 2008-2017.

- b) Data spesifikasi pompa.

- c) Data *Mine Stage Plan* yang digunakan untuk menentukan luas *Cathment Area*.

- d) Peta-peta daerah penelitian PT. Marunda Grahamineral.

c. Tahapan Pengolahan Data

1. Analisa Data curah hujan dengan metode *Log Pearson III* :

- a) Penentuan periode ulang hujan
- b) Penentuan curah hujan rencana
- c) Perhitungan Intensitas curah hujan

2. Penentuan daerah tangkapan hujan dengan membaca peta topografi berdasarkan rencana *design* penambangan dan kemajuan tambang dianalisa dengan *software minescape*.

3. Menentukan rencana pemompaan :

- a. Perhitungan total *head*
- b. Jumlah spesifikasi pompa dan pipa
- c. Jam kerja pompa
- d. Volume pompa

d. Tahapan Penyusunan Laporan Skripsi

Hasil dari data keseluruhan dirangkum ke dalam bentuk laporan tertulis untuk dipertanggungjawabkan sebagai laporan hasil penelitian Skripsi. Kegiatan penelitian Skripsi ini dapat dijabarkan dalam bagian diagram alir penelitian Skripsi.

### 3.4.2. Metode

Metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah metode penelitian kuantitatif. Penelitian kuantitatif adalah penelitian yang berlangsung secara ilmiah dan sistematis dimana pengamatan yang

dilakukan mencakup segala hal yang berhubungan dengan objek penelitian, fenomena, serta korelasi yang ada disekitarnya. Penelitian ini menggunakan metode pengolahan data analisis statistika penafsiran yaitu suatu penelitian yang sering dipakai dalam penelitian hidrologi untuk membuat peramalan dan penarikan kesimpulan mengenai suatu fenomena. Untuk melakukan penafsiran diperlukan metode analisis deskriptif terlebih dahulu yaitu pengumpulan dan perhitungan data lapangan. Penelitian dilaksanakan melalui prosedur sebagai berikut :

1. Studi Literatur yaitu melakukan studi atau mencari referensi di perpustakaan dengan membaca literatur yang berkaitan dengan sistem pemompaan pada tambang. Literatur yang digunakan berasal dari buku, jurnal penelitian, laporan, internet serta makalah-makalah yang berhubungan dengan penelitian.
2. Melakukan studi lapangan
  - a. Observasi yaitu, melakukan pengamatan langsung di lapangan terhadap sistem pemompaan tambang di PT. Marunda Grahamineral.
  - b. Wawancara yaitu, melakukan pencatatan hasil tanya jawab (*interview*) di lapangan dengan pihak-pihak terkait di PT. Marunda Grahamineral berkenaan dengan topik penelitian.
3. Pengelompokan Data

Selanjutnya data yang diperoleh dari hasil studi literatur di lapangan, kemudian dikelompokkan menjadi data sekunder dan data

primer. Data sekunder adalah data penunjang yang didapat peneliti dari pihak Perusahaan, Instansi yang terkait dengan penelitian. Data primer adalah data yang diambil peneliti dilapangan dan diolah peneliti.

#### 4. Pengolahan Data

Pengolahan data dilakukan dengan melakukan perhitungan dan penggambaran yang selanjutnya disajikan dalam bentuk grafik-grafik atau rangkaian perhitungan.

#### 5. Pembahasan

Melakukan analisa terhadap data-data hasil penelitian sehingga didapatkan solusi guna penyelesaian masalah yang ada.

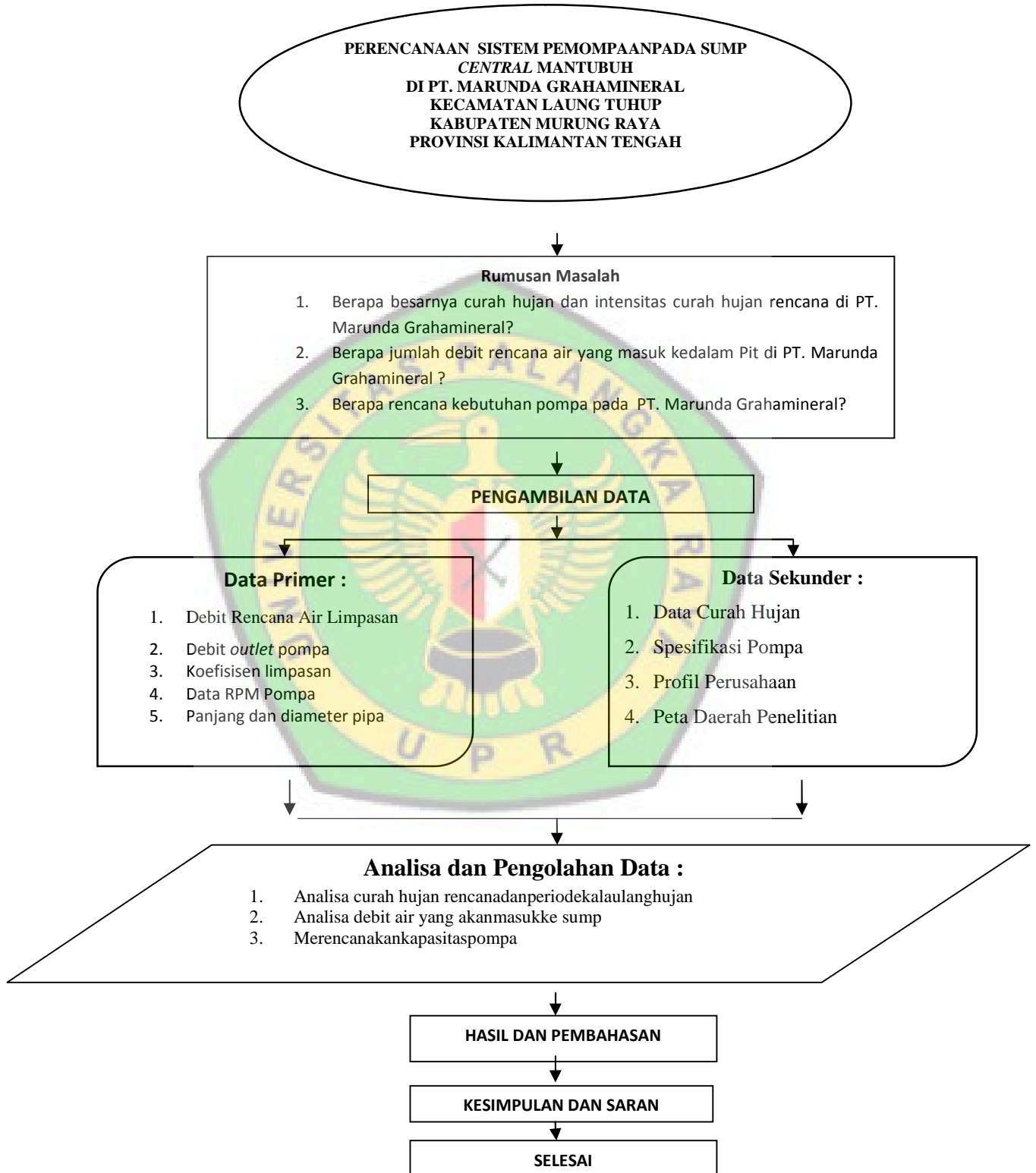
#### 6. Kesimpulan dan Saran

Sebagai rekomendasi kepada perusahaan untuk menyelesaikan permasalahan dilapangan yang terkait dengan hasil penelitian ini.

### 3.4.3 Diagram Alir Pelaksanaan Skripsi

Dalam penelitian Skripsi ini peneliti membuat diagram alir pelaksanaan Skripsi yang bertujuan untuk sebagai kerangka acuan dalam menyelesaikan Skripsi ini. Diagram alir pelaksanaan Skripsi ini dapat dibaca pada gambar 3.1 berikut :

### 3.5 Diagram Alir Pelaksanaan Tugas Akhir





## BAB IV

### HASIL DAN PEMBAHASAN

#### 4.1 Deskripsi Hasil

##### 4.1.1 Hasil Data Curah Hujan

###### 1. Curah Hujan Maksimum

Analisis curah hujan rencana berguna untuk mengetahui periode ulang hujan yang terjadi pada daerah pengaliran. Data curah hujan yang digunakan pada penelitian ini adalah data curah hujan rata-rata selama 10 tahun PT. Marunda Grahamineral, yaitu dari tahun 2008 sampai dengan tahun 2017 (tabel 4.1) dengan satuan mm/hari.

Tabel 4.1 Data Curah Hujan 2008-2017

Tahun	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017
Januari	70	80	107	90	89	57	52	77	25	40
Februari	75	88	74	80	80	80	37	57	50	55
Maret	80	170	89	52	60	97	41	35	47	105
April	58	44	115	110	67	70	71	150	88	152
Mei	56	52	85	133	56	115	47	52	35	61
Juni	38	23	81	20	75	44	29	52	92	78
Juli	102	82	104	57	95	58	70	0	128	78
Agustus	18	60	69	72	46	30	53	10	94	78
September	52	42	66	59	50	80	24	10	72	100
Oktober	62	88	114	67	65	31	93	40	106	60
November	138	100	114	77	195	114	124	35	64	
Desember	58	140	51	57	89	54	54	58	42	
Maksimum(mm)	138	170	115	133	89	115	124	150	128	152

( Sumber : PT. Marunda Grahamineral )

**a. Parameter Statistik (Pengukuran Dispersi)**

Suatu kenyataan bahwa tidak semua nilai dari suatu variabel hidrologi terletak atau sama dengan nilai rata-ratanya, tetapi kemungkinan ada nilai yang lebih besar atau lebih kecil dari nilai rata-ratanya (Sosrodarsono dan Takeda, 1993). Besarnya dispersi dapat dilakukan pengukuran dispersi yakni melalui perhitungan parameter statistik untuk  $(X_i - X)$ ,  $(X_i - X)^2$ ,  $(X_i - X)^3$ ,  $(X_i - X)^4$  terlebih dahulu.

Keterangan :

$X_i$  = Besarnya curah hujan daerah (mm)

$X$  = Rata-rata curah hujan maksimum daerah (mm)

Tabel 4.2. Perhitungan Parameter Statistik Untuk Menentukan Distribusi Curah Hujan

No	Tahun	Rh Rencana ( $X_i$ )	Rh Rata – Rata( $X$ )	$(X_i - X)$	$(X_i - X)^2$	$(X_i - X)^3$	$(X_i - X)^4$
1	2008	138	131.4	6.6	43.56	287.496	1897.4736
2	2009	170	131.4	38.6	1489.96	57512.456	2219980.802
3	2010	115	131.4	-16.4	268.96	-4410.944	72339.4816
4	2011	133	131.4	1.6	2.56	4.096	6.5536
5	2012	89	131.4	-42.4	1797.76	-76225.024	3231941.018
6	2013	115	131.4	-16.4	268.96	-4410.944	72339.4816
7	2014	124	131.4	-7.4	54.76	-405.224	2998.6576
8	2015	150	131.4	18.6	345.96	6434.856	119688.3216
9	2016	128	131.4	-3.4	11.56	-39.304	133.6336
10	2017	152	131.4	20.6	424.36	8741.816	180081.4096
Jumlah		1314		0	4708.4	-12510.72	5901406.832

(Sumber : Perhitungan penulis)

Dari data di atas didapat perhitungan data parameter statistik sebagai berikut :

**a. Mean /rata-rata**

$$\bar{x} = \frac{\sum_{i=1}^n x_i}{n} = \frac{1314}{10} = 131.4 \text{ mm/hari}$$

**b. Simpangan Baku / Standard Deviasi**

$$S = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2}{n-1}} = \sqrt{\frac{177368}{10-1}} = 22.87259398 \text{ mm}$$

**c. Koefisien Variansi /Variation Coefficient**

$$Cv = \frac{S}{\bar{x}} = \frac{22.87259398}{131.4} = 0.174068447$$

**d. Asimetri / Kemencengan / Skewness**

$$Cs = \frac{\sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^3}{(n-1).(n-2).S^3} = \frac{10 * -0.002346483}{(10-1).(10-2).(22.87259398)^3} = -0.663884757$$

Dalam analisis data curah hujan rencana pada penelitian ini, penulis membandingkan nilai curah hujan rencana harian maksimum dari empat jenis distribusi probabilitas (Normal, Gumbel, Log Normal dan Log-Pearson III) dapat dilihat pada lampiran D. Setelah dilakukan perhitungan curah hujan rencana dengan menggunakan 4 metode distribusi probabilitas, maka yang

paling memenuhi syarat berdasarkan syarat penggunaan sebaran, Distribusi Gumbel merupakan metode yang cocok untuk menghitung curah hujan rencana pada daerah penelitian. Dalam hal ini Distribusi *Log Pearson* III merupakan distribusi yang menggunakan harga-harga esktrim dan digunakan untuk analisis data maksimum.

Tabel 4.3 Hasil Rekapulasi Perhitungan Data

No	Distribusi	Persyaratan	Hasil Perhitungan	Keterangan
1	Normal	Cs = 0	Cs = - 0.145212347	X
		Ck = 3	Ck = 2.156223981	X
2	Log Normal	$Cs = Cv^3 + 3Cv$	Cs = - 0.663884757	X
		$Ck = Cv^8 + 6Cv^6 + 15Cv^4 + 16Cv^2 + 3$	Ck = 0.00489086	X
3	Gumbel	Cs = 1,14	Cs = - 0.145212347	X
		Ck = 5,4	Ck = 2.156223981	X
4	Log Pearson III	Selain dari nilai diatas	Cs = - 0.663884757	✓
			Ck = 2.156223981	✓

( Sumber : Perhitungan penulis )

#### b. Distribusi Probabilitas Gumbel

Berdasarkan tabel 4.2 menggunakan distribusi log pearson III didapatkan bahwa :

- Jumlah data = 10 tahun

- $$\bar{x} = \frac{\sum_{i=1}^n x_i}{n} = \frac{21.1235}{10} = 2.11235 \text{ mm/hari}$$

- Menentukan standar deviasi

$$S = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2}{n-1}} = \sqrt{\frac{0.05601}{10-1}} = 0.07889 \text{ mm}$$

- Menentukan Koefisien Skewness

$$C_s = \frac{\frac{n \sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^3}{(n-1)(n-2)S^3}}{10 * -0.002346483} = \frac{-0.002346483}{(10-1)(10-2)(0.07889)^3} = -0.663884757$$

- Menentukan nilai Kt (Variabel standart) besarnya tergantung koefisien kepengcangan (cs atau G)

Tabel 4.4 Nilai Kt

Frequency Factors K for Gamma and log-Pearson Type III Distributions (Ilaan, 1977, Table 7.7)

Koef Penyimpangan (Cs)	Periode Ujang (Tahun)							
	1.0101	2	5	10	25	50	100	200
	Peluang (%)							
	99	50	20	10	4	2	1	0.5
0	2.325	0	0.842	1.282	1.751	2.054	2.326	2.576
-0.1	-2.1	0.017	0.846	1.27	1.715	2	2.252	2.482
-0.2	-2.172	0.033	0.85	1.258	1.68	1.945	2.178	2.388
-0.3	-2.511	0.05	0.853	1.215	1.643	1.89	2.104	2.291
-0.4	-2.615	0.066	0.855	1.231	1.605	1.834	2.029	2.201
-0.5	-2.685	0.083	0.856	1.216	1.567	1.777	1.955	2.108
-0.6	-2.755	0.099	0.857	1.2	1.528	1.72	1.88	2.016
-0.7	-2.824	0.116	0.857	1.183	1.488	1.663	1.806	1.926
-0.8	-2.891	0.132	0.856	1.166	1.448	1.606	1.733	1.837
-0.9	-2.957	0.148	0.854	1.147	1.407	1.549	1.66	1.749
-1	-3.027	0.164	0.852	1.128	1.365	1.497	1.588	1.654

- Maka dapat dihitung hujan rencana dengan periode ulang hujan (PUH) 2 tahun

$$\begin{aligned}\text{Log } X_t &= \text{Log } x + Kt.S \log x \\ &= 2.11235 + (0.099 * 0.078885537) \\ &= 2.12015 \\ &= 131.87141 \text{ mm/jam}\end{aligned}$$

- Maka dapat dihitung hujan rencana dengan periode ulang hujan (PUH) 5 tahun

$$\begin{aligned}\text{Log } X_t &= \text{Log } x + Kt.S \log x \\ &= 2.11235 + (0.857 * 0.078885537) \\ &= 2.17995 \\ &= 151.34151 \text{ mm/jam}\end{aligned}$$

- Maka dapat dihitung hujan rencana dengan periode ulang hujan (PUH) 10 tahun

$$\begin{aligned}\text{Log } X_t &= \text{Log } x + Kt.S \log x \\ &= 2.11235 + (1.2 * 0.078885537) \\ &= 2.20701 \\ &= 161.06925 \text{ mm/jam}\end{aligned}$$

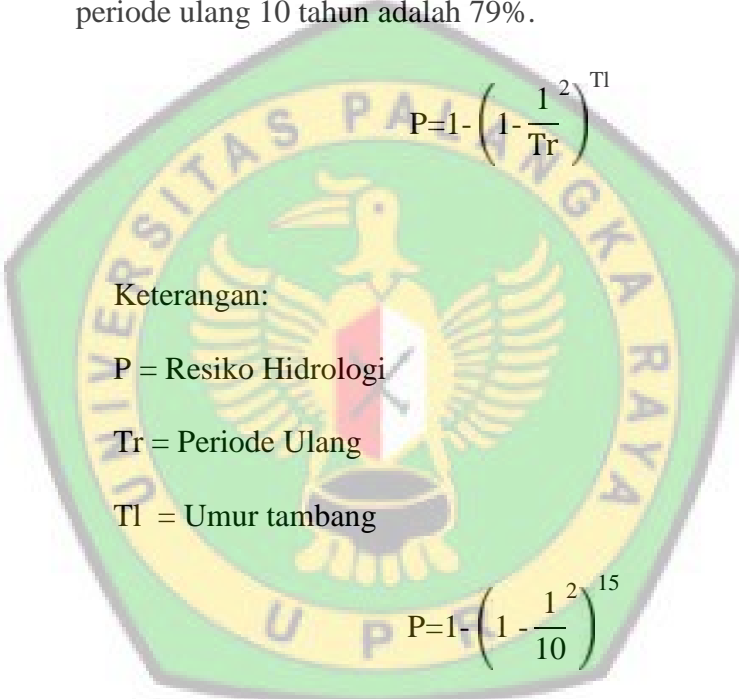
### c. Periode Ulang

Penentuan periode ulang hujan dilakukan dengan menyesuaikan data dengan umur tambang serta tetap memperhitungkan resiko hidrologi (*Hidrology Risk*). Periode ulang

yang digunakan dalam penelitian ini adalah periode ulang 10 tahun. Umur tambang pada tempat penelitian adalah 15 tahun.

**d. Risiko Hidrologi**

Periode Ulang yang digunakan adalah periode ulang 10 tahun dan umur tambang adalah 15 tahun. Risiko hidrologi dengan periode ulang 10 tahun adalah 79%.



$$P = 1 - \left(1 - \frac{1}{Tr}\right)^{TI}$$

Keterangan:

P = Risiko Hidrologi

Tr = Periode Ulang

TI = Umur tambang

$$P = 1 - \left(1 - \frac{1}{10}\right)^{15}$$

Maka didapatkan,  $P = 0,79 = 79\%$

**e. Intensitas Hujan Rencana Maksimum**

Untuk mendapatkan intensitas hujan dalam periode 1 jam dari data curah hujan harian maksimum digunakan rumus mononobe. Hal ini disebabkan karena data curah hujan jangka pendek tidak tersedia, yang ada hanya data curah hujan harian,

maka intensitas hujan dapat dihitung dengan rumus mononobe padapersamaan 2.21, sesuai dengan pernyataan Loebis (1992) bahwa intensitas hujan (mm/jam) dapat diturunkan dari data curah hujan harian (mm) empiris menggunakan metode Mononobe. Hasil analisis ditunjukkan sebagai berikut :

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

Keterangan :

I = Intensitas curah hujan (mm/jam)

t = Lama waktu hujan (jam)

$R_{24}$  = Curah hujan harian maksimum (mm)

Harga  $R_{24}$  adalah besarnya curah hujan maksimum (curah hujan rencana) yang telah ditentukan yaitu sebesar 131,87141 mm/hari untuk periode ulang 2 tahun, 151,34151mm/hari untuk periode 5 tahun dan 161,06925 mm/hari untuk 10 tahun.

Keterangan :

I = Intensitas Curah Hujan (mm/jam)

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

t = 24 jam

$$\begin{aligned} I &= \frac{R_{24}}{24} \left( \frac{24}{24} \right)^{2/3} \\ &= \frac{161.06827}{24} \left( \frac{24}{24} \right)^{2/3} \\ &= 6,711 \text{ mm/jam} \end{aligned}$$

Tabel 4.5 Intensitas Hujan

	R2	R5	R10
Durasi ( Jam)	131.87141mm/jam	151.34151mm/jam	161.06925mm/jam
1	45.71855	52.46717	55.84
2	28.80088	33.05225	35.177
6	13.84602	15.88986	16.91134
12	8.722446	10.00999	10.65347
24	5.494796	6.305897	6.711268

( Sumber : Perhitungan penulis )

f. **Catchment Area *Sump Pit* Central Mantubuh**

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 Central Mantubuh seluas 85,75 ha.

#### 4.1.2 Hasil Debit Rencana Air

Berdasarkan hasil analisis yang didapatkan dari sebelumnya, kemudian diolah untuk menghitung produksi debit banjir maksimal dengan menggunakan metode rasional. Dengan koefisien limpasan berdasarkan kondisi wilayah tambang daerah studi adalah 0,9.

Tabel 4.6. 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
	- <b>Tanpa tumbuhan, daerah tambang</b>	<b>0,9</b>

(Sumber : Sri S, 2015 : 18)

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

Keterangan :

Q = Debit aliran limpasan ( $\text{m}^3/\text{detik}$ )

C = Koefisien limpasan

I = Intensitas curah hujan ( $\text{mm}/\text{jam}$ )

A = Luas daerah tangkapan Hujan ( $\text{km}^2$ )

Dimana dari data diketahui sebagai berikut :

- Daerah tangkapan hujan(*catchment area*) = 85,75 Ha  
= 8575000  $\text{m}^2$   
= 0,8575  $\text{Km}^2$
- Intensitas Curah Hujan (24 jam) 2 thn = 5,4947  $\text{mm}/\text{jam}$   
5 thn = 6,3058 $\text{mm}/\text{jam}$   
10 thn = 6,7112  $\text{mm}/\text{jam}$

sehingga :

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

$$\begin{aligned} Q_2 &= (0,278) \cdot (0,9) \cdot ( 5,4947) \cdot (0.8575 ) \\ &= 1,178 \text{ m}^3/\text{detik} \\ &= 101.779,2 \text{ m}^3/\text{hari} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} Q_5 &= (0,278) \cdot (0,9) \cdot (6,3058) \cdot (0.8575) \\ &= 1.352 \text{ m}^3/\text{detik} \end{aligned}$$

$$= 116.812,8\text{m}^3/\text{hari}$$

$$Q_{10} = (0,278) \cdot (0,9) \cdot (6,7112) \cdot (0,8575)$$

$$= 1,439 \text{ m}^3/\text{detik}$$

$$= 124.329,6 \text{ m}^3/\text{hari}$$

Dengan rumus menggunakan rumus metode rasional diatas, maka debit limpasan permukaan yang sudah dihitung dan didapat pada area *sump* Pit Central Mantubuh sebesar  $1.439 \text{ m}^3/\text{detik}$ , sehingga debit limpasan permukaan atau volume air yang masuk ke dalam *sump* dalam 1 hari adalah  $124,329,6 \text{ m}^3/\text{hari}$ .

### 4.1.3 Sistem Pemompaan Dan Kebutuhan Pompa

#### 4.1.3.1 Kapasitas Sump Aktual

Volume aktual *sump* Pit Central Mantubuh dapat dilakukan perhitungan berdasarkan data-data yang telah diperoleh dari *departemen engineering* PT. HPU dimana data yang diambil yaitu sebagai berikut :

- Elevasi terendah (dasar) = 106.8 m
- Elevasi tertinggi (permukaan air) = 102,1 m

Maka dengan data data - yang didapat diatas kita dapat melakukan perhitungan terhadap volume aktual *sump* pada Pit Central Mantubuh sebagai berikut :

- Perhitungan kedalaman air

$$\begin{aligned}
 \text{Kedalaman air} &= \text{Elevasi tertinggi} - \text{elevasi terendah} \\
 &= 102.7 - 94,1 \\
 &= 4.7 \text{ m}^2 \\
 \text{Volume } \textit{sump} \text{ aktual} &= 92,237.6 \text{ m}^3
 \end{aligned}$$

#### 4.1.3.2 Sistem Pemompaan

PT. Marunda Grahamineral menggunakan metode sistem kolam terbuka dengan menerapkan sistem pembuangan air yang telah masuk ke daerah penambangan, kemudian dikumpulkan melalui sumur (*sump*) lalu dipompa keluar. Sistem pemompaan pada PT. Marunda Grahamineral menggunakan sistem pemompaan secara *direct single stage* yaitu sistem pemompaan yang dilakukan dari permukaan air *sump* hingga ke *outlet* secara langsung dengan menggunakan satu pompa.

Pada daerah penelitian, pompa yang digunakan jenis tipe pompa sentrifugal dengan merk Multiflo (385). Pompa ini bekerja dengan prinsip dasar perpindahan energi kipas-kipas pompa yang berputar dan menghasilkan akselerasi menuju larutan yang melewati pompa. Pergerakan kipas-kipas itu berlangsung terus menerus tanpa adanya pembalikan arah. Secara sederhana pompa sentrifugal terdiri atas *impeller* yang berputar dan berada dalam *casing*. *Impeller* tersebut tergantung pada *shaft* yang terhubung dengan mesin. Larutan memasuki muka *impeller* kemudian memperoleh energi dalam bentuk pertambahan kecepatan pada saat melewati ruang-ruang dalam *impeller*.

### 1. Debit Pompa yang Diperlukan

Debit pompa yang diperlukan didapatkan, volume air yang telah terakumulasi selama 2 (dua) hari direncanakan untuk dikeluarkan dalam waktu 7 (tujuh) hari. Diasumsikan maksimum jam kerja pompa perhari adalah 18 jam.

- a. Rencana durasi pemompaan 7 hari dan jam kerja pompa selama 18 jam dengan perhitungan sebagai berikut :

$$\begin{aligned} \text{Durasi} &= 7 \times 18 \times 60 \times 60 \\ &= 453,600 \text{ detik} \end{aligned}$$

- b. Debit Pompa yang Diperlukan

$$\begin{aligned} Q &= \frac{V_t}{D} = \frac{124.329,6 m^3}{453,600 \text{ detik}} \\ &= 274,0952 \frac{m^3}{d} = 274095,2 \frac{li}{d} \end{aligned}$$

- c. Untuk debit aliran yang direncanakan dan yang akan dikeluarkan pompa adalah sebesar 200 liter/detik.

- d. Jumlah Pompa yang dibutuhkan di Sump :

$$\begin{aligned} \frac{D}{D} \frac{P_t}{r} \frac{y}{a y} \frac{d}{d} &= \frac{274095,2 \text{ liter/detik}}{200 \text{ liter/detik}} \\ &= 1,37 = 1 B \quad h P_t \end{aligned}$$

- e. Volume air yang dikeluarkan dalam satu (1) hari:

- Volume air yang dikeluarkan perpompa (1 Pompa)

$$\begin{aligned} 200 \text{ liter/detik} &= 0,2 m^3 \times 18 \times 60 m \times 60 d \\ &= 12.960 m^3 \end{aligned}$$

- Volume seluruh pompa

$$1 P_1 \times 12.960 m^3 = 12.960 m^3$$

- f. Durasi Pengeringan *Sump*

$$= \text{total unit pompa} \times 7 \text{ hari}$$

$$= 1,37 \times 7$$

$$= 9,59 \text{ hari}$$

#### 4.1.3.3 Perhitungan Head Pompa dan Kebutuhan Pompa

Untuk menghitung rencana pompa yang sesuai dengan kebutuhan adalah dengan cara mengetahui dan menyesuaikan dengan debit air limpasan yang masuk ke lokasi penambangan. Setelah debit air limpasan masuk ke lokasi penambangan maka dilakukan percobaan *trial and eror* untuk mendapatkan head pompa dan perhitungan terdapat dilampiran E.

- a. Pompa Sykes HH 160

Tabel 4.7 *Head Pompa*

<i>Head Kecepatan (H<sub>v</sub>)</i>	0.034316188 m
<i>Static head (H<sub>s</sub>)</i>	4.7 m
<i>Head gesekan (H<sub>fg</sub>)</i>	14.14602 m
<i>Head belokan (H<sub>i</sub>)</i>	0.00026712 m
<i>Total Head</i>	17.88 m

( Sumber : Perhitungan penulis )

b. Pompa *Multiflo* 385Tabel 4.8 *Head* pompa

<i>Head</i> Kecepatan ( $H_v$ )	0.030791927 m
<i>Static head</i> ( $H_s$ )	4.7 m
<i>Head</i> gesekan ( $H_{fg}$ )	12.07827631 m
<i>Head</i> belokan ( $H_f$ )	0.000239687 m
<b>Total <i>Head</i></b>	<b>16.80 m</b>

( Sumber : Perhitungan penulis )

**4.1.4 Perhitungan Curah Hujan Rencana Minimum**

Melakukan perhitungan dengan rumus :

$$= \frac{j_u \quad n_c \quad n_{nu} \quad m \quad n_u}{j_u \quad n_c \quad n_u} = \frac{6}{1} = 68 \text{ mm}$$

- **Perhitungan Curah Hujan Rencana Minimum Log Person III**

- PUH 2 Tahun

PUH 2 Maks – Curah Hujan Min

$$= 131,871 - 68 = 63,871 \text{ mm}$$

- PUH 5 Tahun

PUH 5 Maks – Curah Hujan Min

$$= 151,341 - 68 = 83,341 \text{ mm}$$

- PUH 10 Tahun

PUH 10 Maks – Curah Hujan Min

$$= 161,069 - 68 = 93,069 \text{ mm}$$

- **Perhitungan Intensitas Curah Hujan Rencana Minimum**

Didapatkan nilai periode ulang hujan minimum maka akan dilanjutkan dengan perhitungan intensitas hujan yang akan terjadi selama 24 jam yang akan menggunakan rumus mononobe.



$$I = \frac{R_2}{24} \left( \frac{24}{t} \right)^{2/3}$$

Keterangan :

I = Intensitas Curah Hujan (mm/jam)

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

t = 1 jam

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

$$= \frac{93,069}{24} \left( \frac{24}{1} \right)^{2/3}$$

$$= 3,877 \text{ mm/jam}$$

### Mencari Debit Hujan Pada Periode Ulang Hujan Minimum

Dimana dari data diketahui sebagai berikut :

- Daerah tangkapan hujan(*catchment area*) = 85,75 Ha  
= 8575000 m<sup>2</sup>  
= 0,8575 Km<sup>2</sup>
- Intensitas Curah Hujan (24 jam) 2 thn = 3,267 mm/jam  
5 thn = 3,472 mm/jam  
10 thn = 3,872 mm/jam

sehingga :

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

$$\begin{aligned} Q_2 &= (0,278) \cdot (0,9) \cdot (3,267) \cdot (0,8575) \\ &= 0,572 \text{ m}^3/\text{detik} \\ &= 49420,8 \text{ m}^3/\text{hari} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} Q_5 &= (0,278) \cdot (0,9) \cdot (3,472) \cdot (0,8575) \\ &= 0,744 \text{ m}^3/\text{detik} \\ &= 64281,6 \text{ m}^3/\text{hari} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} Q_{10} &= (0,278) \cdot (0,9) \cdot (3,872) \cdot (0,8575) \\ &= 0,830 \text{ m}^3/\text{detik} \\ &= 71,712 \text{ m}^3/\text{hari} \end{aligned}$$

## 4.2 Pembahasan

### 4.2.1 Analisis Curah Hujan

Tingkat curah hujan pada wilayah penambangan PT. Marunda Grahamineral setiap bulannya dari tahun 2008 sampai dengan tahun 2017 (lihat tabel 4.1) dengan satuan mm/hari. Dalam penelitian kali ini, data curah hujan yang digunakan adalah data curah hujan tertinggi harian. Berdasarkan perhitungan, maka curah hujan harian rata-rata setiap bulannya adalah 131.4 mm/hari.

Dalam analisis data curah hujan rencana (CHR) pada penelitian ini, penulis membandingkan nilai curah hujan rencana harian maksimum dari empat jenis distribusi probabilitas (Normal, Gumbel, Log Normal dan Log-Pearson III) dapat dilihat pada lampiran A. Setelah dilakukan perhitungan curah hujan rencana dengan menggunakan 4 metode distribusi probabilitas, maka yang paling memenuhi syarat berdasarkan syarat penggunaan sebaran Distribusi *Log Pearson III* merupakan metode yang cocok untuk menghitung curah hujan rencana pada daerah penelitian.

Periode ulang adalah waktu hipotetik dimana suatu kejadian dengan nilai tertentu, hujan rencana misalnya akan disamai atau dilampaui 1 kali dalam jangka waktu hipotetik tersebut. Penentuan periode ulang hujan dilakukan dengan menyesuaikan data dan keperluan pemakaian saluran yang berkaitan dengan umur tambang serta tetap memperhitungkan resiko hidrologi (*Hidrology Risk*).

Pada penelitian ini periode ulang yang digunakan adalah periode ulang 10 tahun untuk sumuran utama (*sump*). Berdasarkan hasil perhitungan pada lampiran D menggunakan distribusi probabilitas Log Pearson III didapatkan nilai curah hujan rencana untuk periode ulang 10 tahun sebesar 161.06925 mm/hari karena memenuhi standar distribusi parameter statistik.

### **Intensitas Curah Hujan**

Dengan menggunakan rumus perhitungan intensitas curah hujan manonobe, maka didapat intensitas curah hujan sebesar 6.711 mm/jam. Menurut Suwandhi, 2004 : 10 intensitas curah hujan (mm/menit) > 1 memiliki derajat hujan yang sangat deras. Intensitas hujan yang deras berisiko mempengaruhi proses penambangan akibat *sump* yang meluap karena tidak mampu menampung jumlah air yang masuk ke daerah penambangan. Oleh karena itu untuk menekan lebih banyaknya air yang masuk ke dalam tambang, maka kita perlu mengalirkan air pada saluran yang terletak pada elevasi paling rendah. Sump yang memiliki kapasitas sebesar 9131,42 m<sup>2</sup> dapat meluap jika tidak dilakukan upaya untuk mengeluarkan air dari sump dan salah satunya dengan cara sistem pemompaan. Sistem pemompaan ini berfungsi agar *sump* dapat menampung air sesuai dengan kapasitasnya dan air tidak meluap sehingga tidak mempengaruhi aktivitas penambangan. Sesuai dengan intensitas hujan dan kapasitas *sump* sistem pemompaan yang direncanakan adalah

*direct single stage*. Dari perencanaan pemompaan ini diharapkan agar *sump* dapat menampung air yang berasal dari air hujan ataupun air permukaan tanah itu sendiri. Dan pompa dapat bekerja secara optimal.

#### 4.2.2 Air Limpasan Permukaan (*Run Off*)

Berdasarkan data-data yang diperoleh dalam pengolahan data sebelumnya, antara lain intensitas curah hujan sebesar 6.711 mm/jam, *catchment area* seluas 85.75 Ha dan periode ulang 10 tahun dengan menggunakan rumus metode rasional maka diperoleh didapat nilai debit limpasan sebesar 1.439 m<sup>3</sup>/detik dan debit total limpasan dan air hujan yang langsung masuk ke *sump* Pit *Central* Mantubuh sebesar 124,329,6 m<sup>3</sup>/hari. Air limpasan memiliki pengaruh besar terhadap produktifitas tambang. Dengan volume *sump* sebesar 42.917.67 m<sup>3</sup> tidak akan mampu menampung air limpasan yang akan masuk ke daerah front penambangan. Oleh karena itu untuk mengeluarkan air dari *sump* dilakukan dengan menggunakan pompa. Pompa berfungsi untuk mengeluarkan air dari tambang, agar menjaga lokasi penambangan tetap kering diperlukan kesesuaian antara debit total yang akan masuk pada *sump* dengan debit pompa yang akan mengeluarkan air tersebut.

### 4.2.3 Sistem Pemompaan

Pada penelitian ini sistem pemompaan yang digunakan dalam proses *dewatering* pada *sump* Pit Central mantubuh adalah *direct single stage* yaitu sistem pemompaan yang dilakukan dari titik terendah (permukaan air *sump*) hingga ke *outlet* secara langsung dengan menggunakan satu pompa yang biasa disebut pompa primer. Dengan demikian air yang dipompa dari *sump* dikeluarkan langsung melalui *outlet* yang terletak di *settling pond* untuk kemudian diolah kembali sesuai dengan nilai baku mutu air tambang agar dapat kembali dialirkan ke sungai. Hal yang perlu menjadi pertimbangan dalam pemilihan sistem pemompan tersebut adalah perbedaan elevasi yang tidak terlalu jauh antara *inlet* (102.1 m) dengan *outlet* (106,8 m).

Perhitungan kebutuhan pompa didasarkan pada curah hujan maksimum dengan intensitas, dan volume Sump. Berdasarkan hasil perhitungan, kebutuhan pompa pada *Sump Pit* Central Mantubuh adalah 1 unit pompa.

#### 4.2.3.1 Head Loss Total System Pompa Sykes HH160i

Tinggi tekan pompa dapat dibedakan menjadi dua, yaitu tinggi tekan statis dan tinggi tekan manometrik atau tinggi tekan total atau tinggi tekan efektif. Dimana tinggi tekan statis (*head static*) merupakan jarak vertikal antara muka air di tangki bawah, di mana air akan dipompa naik, dan muka air *outlet* yang merupakan keluaran dari air. Sedangkan tinggi

tekan manometrik (*manometric head*) merupakan tinggi tekan total yang harus dipenuhi oleh pompa untuk menaikkan air setinggi-tinggi tekan statis. Berdasarkan hitungan trial and eror hasil total head pompa terdapat dilampiran E.

Dengan demikian berdasarkan data-data yang telah diperoleh tersebut dapat diketahui nilai *head loss total system* pada pompa Sykes HH 160 adalah sebesar 17.88 m dan pompa Mf 385 adalah sebesar 16.80 m. Dalam hal ini besarnya RPM yang digunakan secara tidak langsung akan mempengaruhi tingkat *efficiency* dan besardebit pompa (*flow rate*) yang dihasilkan saat pompa beroperasi.



## BAB V

### PENUTUP

#### 5.1 Kesimpulan

1. Curah hujan rencana maksimum dengan periode ulang hujan sebesar 161,06 mm. Untuk intensitas hujan maksimum periode ulang (10) sebesar 6,711 mm.
2. Debit rencana air limpasan *Pit Central* Mantubuh adalah sebesar  $1,439 \text{ m}^3/\text{detik}$  dengan *catchment area* sebesar  $0,8575 \text{ km}^2$ .
3. Perencanaan sistem pemompaan yang digunakan yaitu secara *single stage* menggunakan 1 pompa yang disarankan pompa *Multiflo 385*.

#### 5.2 Saran

1. Pengawasan terhadap pompa harus lebih sering dilakukan karena sering pompa tetap berjalan namun terdapat kebocoran pada *hose* sehingga air yang dipompakan kembali mengalir ke *sump*.
2. Untuk pompa yang disarankan menggunakan pompa *Multiflo 385* sesuai dengan hitungan secara teoritis di hasil dan pembahasan.

## DAFTAR PUSTAKA

- Anonim, 2002. *Penyaliran Tambang*. Pusat Pengembangan Program OMTC Modul Teknologi Tambang Dalam UPN. Yogyakarta.
- Anonim, 2007. *Dewatering Manual* PT. Pama Distrik Adaro
- Anonim, 2012, *Studi Geoteknik dan Hidrogeologi* LPPM-ITB, Bandung.
- 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.
- Bambang Triatmodjo, 2008. *Hidrologi Terapan*. Yogyakarta: Beta Offset.
- Bargawa, Waterman S. 2018. *Perencanaan Tambang*, Yogyakarta
- Basri. 2009. *Perencanaan sistem penyaliran tambang batubara*, Universitas Hasanuddin, Makassar.
- David Junisa, 2012. *Evaluasi Sistem Penirisan Tambang Blok Air Getuk Geruk PT Danau Mashitan Bengkulu Tengah*. Jurusan Teknik Pertambangan, fakultas Teknik, Universitas Sriwijaya Sumatera Selatan.
- Kamiana, I Made. 2012. *Teknik Perhitungan Debit Rencana Bangunan Air*. Graha Utama. Yogyakarta.
- Rudi. Z., 2002, dalam Buku Ajar Hidro geologi dalam Perencanaan Tambang, ITB. **“Hidro geologi dalam Perencanaan Tambang”**. Bandung. Dikutip dari E-book, diakses pada tanggal 11 Maret 2018 pukul 10.45 WIB
- Sosrodarsono, Suyono dan Kensaku Takeda. 2003. *Hidrologi untuk Pengairan*. Pradnya Paramita. Jakarta.
- Suyono Sosrodarsono & Kensaku Takeda, 2003 : 1 Siklus Hidrologi. Jakarta: Pradnya Paramita.
- Uyu Saismana, Riswan, 2016. *Kajian Teknis Sistem Penyaliran dan Penirisan Tambang Pit 4 PT. DEWA, Tbk Site Asam-asam Kabupaten Tanah Laut, Provinsi Kalimantan Selatan*.
- Zakaria, Ir., MT. 2011, dalam Jurnal Kuliah, *“Hidrogeologi”*. Universitas Padjadjaran. Bandung. Dikutip dari E-book, diakses pada tanggal 11 Maret 2018 pukul 20.20 WIB