

**ANALISIS *LEVELLING SUMP* T2 UNTUK PEMOMPAAN DI PIT BISA  
PADA PT. PAMAPERSADA NUSANTARA DISTRIK TOPB DESA BUHUT  
JAYA KECAMATAN KAPUAS TENGAH KABUPATEN KAPUAS  
PROVINSI KALIMANTAN TENGAH**

**SKRIPSI**



**OLEH :**

**SENDRA LASMANA**

**DBD 114 046**

**KEMENTERIAN PENDIDIKAN, KEBUDAYAAN, RISET DAN TEKNOLOGI  
UNIVERSITAS PALANGKA RAYA  
FAKULTAS TEKNIK  
JURUSAN/ PROGRAM STUDI TEKNIK PERTAMBANGAN  
2021**

**ANALISIS *LEVELLING SUMP* T2 UNTUK PEMOMPAAN DI PIT BISA  
PADA PT. PAMAPERSADA NUSANTARA DISTRIK TOPB DESA  
BUHUT JAYA KECAMATAN KAPUAS TENGAH KABUPATEN  
KAPUAS PROVINSI KALIMANTAN TENGAH**

**SKRIPSI**

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



**OLEH :**

**SENDRA LASMANA**

**DBD 114 046**

**KEMENTERIAN PENDIDIKAN, KEBUDAYAAN, RISET DAN TEKNOLOGI  
UNIVERSITAS PALANGKA RAYA  
FAKULTAS TEKNIK  
JURUSAN/ PROGRAM STUDI TEKNIK PERTAMBANGAN  
2021**

## HALAMAN PENGESAHAN

### SKRIPSI

**ANALISIS LEVELLING SUMP T2 UNTUK PEMOMPAAN DI PIT BISA  
PADA PT. PAMAPERSADA NUSANTARA DISTRIK TOPB DESA  
BUHUT JAYA KECAMATAN KAPUAS TENGAH KABUPATEN  
KAPUAS PROVINSI KALIMANTAN TENGAH**

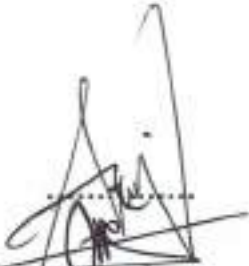
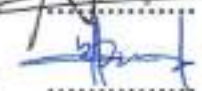


Oleh

SENDRA LASMANA

DBD 114 046

Telah dipertahankan di depan Tim Penguji pada  
Hari/Tanggal : 12 Juli 2021  
Dan dinyatakan telah memenuhi syarat untuk di terima

#### Tim Dosen Penguji,

- |   |   |            |   |
|---|---|------------|---|
| 1 | HEPRYANDI LUWYK DJANAS USUP, S.T., M.T.<br>NIP. 19810211 200604 1 001 | Ketua      |   |
| 2 | NENY SUKMAWATIE, S.Hut., M.P.<br>NIP. 19760614 200801 2 020           | Sekretaris |  |
| 3 | NENY FIDAYANTI, S.T., M.Si.<br>NIP. 19830129 201212 2 005             | Anggota    |  |
| 4 | YOS DAVID INSO, S.T., M.T.<br>NIP. 19880404 201903 1 014              | Anggota    |  |

Mengetahui,  
Dekan Fakultas Teknik



IR. WALUYO NUSWANTORO, M.T.  
NIP. 19651119 199302 1 001

Mengetahui,

Ketua Jurusan

Teknik Pertambangan

  
FAHRUL INDRAJAYA, S.T., M.T.  
NIP. 19791215 200812 1 001

## HALAMAN PERNYATAAN BEBAS PLAGIARISME

Yang bertanda tangan di bawah ini:

**Nama** : Sendra Lasmana  
**Nim** : DBD 114 046  
**Jurusan** : Teknik Pertambangan  
**Jenjang** : Strata-I

Menyatakan bahwa penyusunan Skripsi ini adalah hasil penelitian saya sendiri, terkecuali kutipan-kutipan yang telah saya jelaskan di daftar pustaka. Apabila terdapat pelanggaran dalam penulisan penyusunan Skripsi ini, saya bersedia untuk menerima sanksi sesuai aturan ketentuan yang berlaku.

Palangka Raya, Juli 2021

Penulis  
  
**Sendra Lasmana**  
**DBD 114 046**

## HALAMAN PERSEMBAHAN

Segala puji dan syukur saya panjatkan kepada Allah swt. Yang Maha Esa, karena dengan karunia-Nya lah saya telah berhasil menyelesaikan tugas akhir saya walupun dengan berbagai rintangan, peluh dan air mata.

### **Tugas akhir skripsi ini saya persembahkan untuk :**

#### **SAYA SENDIRI**

Terima kasih telah berjuang sampai dengan sejauh perjalanan ini, walaupun dengan rasa yang begitu tidak menenangkan dan kadang mood yang berubah – ubah sehingga terkadang lalai dalam menjalaninya.

#### **ORANG TUA**

Untuk kedua orang tua saya yang sangat saya cintai, terima kasih atas do'a dan kasih sayang tak terhingga dan tak ada ujungnya yang saya terima selama ini, terima kasih telah berkorban dan bersusah payah dalam mendukung saya dalam mewujudkan cita – cita dan impian saya, mudahan atas seizin Allah swt. Saya akan membahagiakan kalian kelak walaupun apa yang akan saya hasilkan tidak akan pernah sebanding dengan apa yang kalian berikan.

#### **KELUARGA**

Terima kasih telah mendukung saya dan memberikan semangat kepada saya selama ini dalam menjalani hari – hari berat saya dari awal saya menempuh kehidupan perkuliahan sampai sekarang, terima kasih banyak.

#### **SAUDARA**

Untuk sodara – sodara saya terima kasih selalu memberikan dukungan sepenuhnya, terutama kakak kandung saya Serla waletia sebagai orang yang paling dekat dan mengerti saya selama menjalani kehidupan perkuliahan, walupun kadang ada perselisihan karena hal kecil, terima kasih banyak sudah menjadi contoh perwakilan orang tua bagi saya dengan sifat dan sikap dewasamu.

#### **SAHABAT DAN TEMAN**

Teruntuk saudara dan teman saya yang bertanya “Kapan Lulus Kuliah ?” saya persembahkan skripsi saya untuk kalian entah untuk teman yang hanya iseng bertanya ataupun sahabat yang benar – benar peduli terhadap saya. Terima Kasih untuk kalian karna dengan pertanyaan itu saya tergerak untuk lebih giat dalam menyelesaikan skripsi saya. Terutama bagi sahabat saya Ridwan Chalid yang selalu memberikan motivasi bagi saya di saat saya sedang down, membuat saya selalu bangkit dari keterpurukan, terima kasih atas semuanya.

## SARI

PT. Pamapersada Nusantara distrik TOPB terletak di Desa Buhut Jaya, Kecamatan Kapuas tengah Kabupaten Kapuas, provinsi Kalimantan Tengah yang menerapkan sistem *direct multi stage pump* yaitu sistem pemompaan yang menggunakan lebih dari satu pompa pada proses pemompaan dari *sump* ke *outlet* pemompaan dengan menggunakan 1 pompa primer dan 1 pompa *booster* untuk membantu pemompaan. Pada bulan april 2019, curah hujan pada lokasi penelitian sangat tinggi, sehingga mengakibatkan *sump* sering mengalami banjir, air yang masuk ke dalam *sump* sangat berpengaruh pada daya tampung *sump*, selain itu juga air limpasan yang masuk ke dalam *sump* di setimasikan terdapat 5 % sedimentasi masuk ke dalam *sump* sehingga makin mengurangi daya tampungnya. Berdasarkan penentuan dari perusahaan PT. Pamapersada Nusantara distrik TOPB penentuan batas daya tampung *sump* T2 adalah pada level air -30 mdpl. Berdasarkan perhitungan volume *sump* pada aplikasi *minescape 5.7* didapatkan bahwa volume tampung *sump* T2 adalah sebesar 83.238,880 m<sup>3</sup>. Pada pemompaan aktual dengan metode *discharge* debit pemompaan didapatkan sebesar 506,765 m<sup>3</sup>/jam dengan total head dari kedua pompa adalah sebesar 114,073 meter. Pada penelitian ini penulis membuat simulasi batas aman dan kritikal dari *sump* pada pemompaan, dari penelitian didapatkan bahwa level air yang sesuai adalah pada level -35 dengan ketahanan *sump* 3,39 jam yang lebih besar dari intensitas hujan lokasi penelitian.

Kata kunci : *pump* , air limpasan ,*sump*, level air.

## ABSTRACT

PT. Pamapersada Nusantara district TOPB is located in Buhut Jaya Village, Kapuas Tengah District, Kapuas Regency, Central Kalimantan Province which applies a direct multi stage pump system, which is pumping system that uses more than one pump in the pumping process from the *sump* to the pumping outlet using 1 primary pump and 1 pump booster pump to support pumping. In April 2019, the rainfall at the research site was very high, occurring in frequent flooding of the *sump*, the water entering the *sump* greatly affected the *sump*'s capacity, in addition to the runoff water entering the *sump* in the *sump*. it is estimated that there is 5% sedimentation entering the *sump* thereby reducing its capacity. Based on the determination of the company of PT. Pamapersada Nusantara district TOPB , the determination of the T2 *sump* capacity limit is at the water level -30 mean sea level. Based on the *sump* volume estimation in the minescape 5.7 application, it was found that the T2 *sump* capacity was 83,238.880 m<sup>3</sup>. In actual pumping with the discharge method, the pumping discharge was obtained at 506.765 m<sup>3</sup>/hour with a total head of both pumps is 114.073 meters. In this study, the author assumed the safe and critical limits of the *sump* level for pumping is at level -35 with a *sump* resistance of 3.39 hours which is greater than the intensity of rain at the study site.

Keywords : pump , runoff water ,sump, water level.

## KATA PENGANTAR

Puji syukur penulis panjatkan kepada Allah.swt Tuhan Yang Maha Kuasa yang telah memberikan rahmat dan karunia-Nya, sehingga penulis dapat menyelesaikan Skripsi ini dengan judul **“Analisis Levelling Sump T2 Untuk Pemompaan Di Pit Bisa Pada PT. Pamapersada Nusantara Distrik TOPB Desa Buhut Jaya Kecamatan Kapuas Tengah Kabupaten Kapuas Provinsi Kalimantan Tengah”**. Penyusunan Tugas Akhir ini merupakan hasil penelitian penulis yang disusun sebagai salah satu syarat yang harus dipenuhi untuk menyelesaikan pendidikan pada Jurusan Teknik Pertambangan Universitas Palangka Raya.

Pada kesempatan ini perkenankanlah penulis mengucapkan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada :

1. Bapak Ir. Waluyo Suswanto, S.T., M.T., selaku Dekan Fakultas Teknik Universitas Palangka Raya.
2. Bapak Fahrul Indrajaya, S.T., M.T selaku Ketua Jurusan Teknik Pertambangan Universitas Palangka Raya.
3. Bapak Hepryandi Luwyk Djanas Usup, S.T., M.T. selaku Dosen Pembimbing I penulis.
4. Ibu Neny Sukmawatie, S.Hut., M.P selaku Dosen Pembimbing II penulis.
5. Ibu Neny Fidayantie, S.T., M.Si. selaku Dosen Penguji I penulis
6. Bapak Yos David Inso, S.T., M.T. selaku Dosen Penguji II penulis.
7. Ibu Lisa Virgiyanti, S.T., M.T selaku Dosen Pembimbing Akademik.
8. Seluruh Bapak dan Ibu Dosen, Staff/karyawan Jurusan Teknik Pertambangan Fakultas Teknik Universitas Palangka Raya.

9. Rekan – rekan mahasiswa Jurusan Teknik Pertambangan Universitas Palangka Raya.
10. Kepada perusahaan PT.Pamapersada Nusantara distrik TOPB yang telah bersedia memberikan penulis kesempatan untuk melakukan penelitian.
11. Keluarga tercinta.

Penulis menyadari sepenuhnya bahwa dalam penyusunan Skripsi ini masih jauh dari kesempurnaan karena keterbatasan pengetahuan dan buku literatur yang penulis miliki. Akhir kata dengan segala kerendahan hati, penulis sangat mengharapkan saran, masukan, dan kritik yang membangun untuk penyempurnaan Skripsi ini nantinya.

Palangka Raya, Juli 2021

Penulis



Sendra Lasmana  
DBD 114 046

## DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL.....	i
HALAMAN PENGESAHAN.....	ii
PERNYATAAN.....	iii
HALAMAN PERSEMBAHAN.....	iv
SARI.....	v
ABSTRACT.....	vi
KATA PENGANTAR.....	vii
DAFTAR ISI.....	ix
DAFTAR TABEL.....	xi
DAFTAR GAMBAR.....	xii
DAFTAR LAMPIRAN.....	xiii
BAB I PENDAHULUAN	
1.1 Latar Belakang.....	1
1.2 Rumusan Masalah.....	2
1.3 Maksud dan Tujuan.....	3
1.4 Manfaat Penelitian.....	3
1.5 Batasan Masalah.....	4
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	
2.1 Penelitian Terdahulu.....	5
2.2 Siklus Hidrologi.....	6
2.3 Sistem Penyaliran Tambang.....	8
2.4 Faktor –Faktor Yang Mempengaruhi Sistem Penyaliran.....	13
2.5 Analisis Data Curah Hujan.....	17
2.6 Dewatering.....	23
2.7 Kolam Penampung (Sump).....	25
2.8 Sistem Pemompaan dan Pipa.....	27
2.9 Levelling Sump.....	35

### BAB III METODE PENELITIAN

3.1 Gambaran Umum Wilayah Penelitian .....	36
3.2 Kondisi Geologi Regional.....	41
3.3 Kondisi Geologi Daerah Penelitian .....	43
3.4 Alat dan Bahan.....	48
3.5 Tata Laksana .....	49
3.6 Bagan Alir Penelitian.....	53
3.7 Waktu Penelitian.....	54

### BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 Hasil Penelitian .....	55
4.2 Pembahasan.....	76

### BAB V PENUTUP

4.1 Kesimpulan .....	81
4.2 Saran .....	82

### DAFTAR PUSTAKA

### LAMPIRAN

## DAFTAR TABEL

<u>Tabel</u>	<u>Halaman</u>
2.1	Harga Koefisien Limpasan..... 15
2.2	Parameter Statistik Untuk Menentukan Jenis Distribusi..... 18
2.3	Periode Ulang Hujan Untuk Sarana Penyaliran Pada Daerah Tambang ..... 22
2.4	Hubungan Antara Derajat Curah Hujan dan Intensitas Curah Hujan ... 23
3.1	Curah Hujan Maksimum Harian (Tahun 2014-2018)..... 40
3.2	Tabel Waktu Penelitian ..... 54
4.1	Perhitungan Parameter Statistik untuk menentukan distribusi curah hujan ..... 57
4.2	Parameter Statistik Untuk Menentukan Jenis Distribusi..... 58
4.3	Perhitungan Distribusi Gumbel..... 59
4.4	Distribusi Curah Hujan Metode Gumbel ..... 60
4.5	Resiko Hidrologi dan Periode Ulang Hujan ..... 61
4.6	Intensitas Hujan Rencana Periode Ulang 2, 5, 10 dan 25 tahun ..... 62
4.7	Tabel Koefisien Limpasan ..... 64
4.8	Perhitungan Tembakan di <i>outlet</i> ..... 71
4.9	Uji Pemompaan level -35..... 75
4.10	Simulasi batas aman dan kritis..... 75

## DAFTAR GAMBAR

<u>Gambar</u>	<u>Halaman</u>
2.1 Siklus Hidrologi .....	8
2.2 Metode <i>Siemens</i> .....	10
2.3 Metode <i>Deep well pump</i> .....	10
2.4 Metode <i>electro osmosis</i> .....	11
2.5 Metode <i>Small Pipe With Vacuum Pump</i> .....	12
2.6 Kolam Terbuka.....	13
2.7 <i>Sump</i> .....	25
2.8 Pompa pada <i>sump</i> .....	28
2.9 Pengukuran debit pompa dengan metode <i>discharge</i> .....	30
3.1 Struktur Organisasi Dept,Engineering PT.PamaPersada Nusantara Distrik TOPB .....	39
3.2 Grafik Curah Hujan Rata – Rata Tahun 2014 - 2018 .....	41
3.3 Blok Prospek PT. Telen Orbit Prima .....	45
3.4 Bagan Alir Pelaksanaan Skripsi .....	53
4.1 Grafik Data curah hujan maksimum periode 2014 - 2018.....	55
4.2 Grafik Data curah hujan maksimum per tahun 2014 – 2018.....	56
4.3 Luas <i>catchment area</i> .....	63
4.4 Lokasi penelitian .....	64
4.5 Keadaan <i>Sump</i> Aktual.....	68
4.6 Pompa Primer MF 420 E.....	68
4.7 Pompa <i>booster</i> MF 420 EXHV .....	69
4.8 Pipa yang digunakan perusahaan .....	69
4.9 pengukuran <i>outlet</i> dengan <i>flowbar</i> .....	70
4.10 kurva karakteristik pompa primer Multiflo 420 E .....	73
4.11 kurva karakteristik pompa <i>booster</i> Multiflo 420 EXHV .....	73

# BAB I

## PENDAHULUAN

### 1.1 Latar belakang

PT. Pamapersada Nusantara Distrik TOPB adalah perusahaan kontraktor pertambangan yang bergerak di bidang penambangan batubara di Indonesia yang menggunakan sistem penambangan terbuka (*surface mining*) dengan metode *Stripe mine*,

Secara administratif PT. Pamapersada Nusantara Distrik TOPB terletak di desa Buhut Jaya, Kecamatan Kapuas Tengah, Kabupaten Kapuas, Provinsi Kalimantan Tengah dengan IUP PT. Pamapersada Nusantara memiliki total luas 4.897 Ha. Secara teknis, lokasi KP PT. Pamapersada Nusantara dibagi dalam 5 blok area potensi yaitu Blok Bisa, Blok Buhut, Blok Pompot, Blok Julukan dan Blok Sepotak.

PT. Pamapersada Nusantara Distrik TOPB memiliki 5 blok area kerja, yaitu Julukan, Sepotak, Pompot, Bisa dan Buhut, namun yang beroperasi untuk kegiatan penambangan hanya 2 blok yaitu blok Bisa dan blok Buhut. Lokasi yang diteliti oleh penulis adalah blok Bisa, pada bulan April 2019 curah hujan yang tinggi menjadi masalah dalam penambangan batubara di pit Bisa karena dapat menyebabkan area front penambangan Jl. Sumbawa yang berdekatan langsung dengan *main sump* menjadi basah dan secara langsung dapat

menghambat produksi dan akibatnya terjadi penurunan produktivitas batubara yang dihasilkan

Diperlukan suatu upaya yang optimal untuk penanganan air yang masuk ke *pit* salah satunya adanya sistem kolam terbuka. Sistem kolam terbuka bertujuan untuk menampung sementara air yang masuk ke tambang dengan membuat *sump* pada dasar *pit* kemudian air dikeluarkan dengan menggunakan pompa.

Berdasarkan hal tersebut, penulis tertarik untuk menganalisis kapasitas *sump* yang ada di Pit Bisa, sehingga judul yang diambil adalah “Analisis *levelling sump* T2 untuk pemompaan di Pit Bisa Pada PT Pampersada Nusantara Distrik TOPB”, di Desa Buhut Jaya, Kecamatan Kapuas Tengah, Kabupaten Kapuas, Provinsi Kalimantan Tengah.

## 1.2 Rumusan masalah

Hal-hal yang perlu dikaji dan diteliti serta menjadi perumusan masalah adalah sebagai berikut ::

1. Berapa jumlah nilai volume air yang masuk pada *Sump* T2 di PT. Pampersada Nusantara distrik TOPB?
2. Berapa volume air maksimum *Sump* T2 T2 di PT. Pampersada Nusantara distrik TOPB?
3. Bagaimana sistem pemompaan dan simulasi *levelling Sump* T2 di PT. Pampersada Nusantara distrik TOPB?

### 1.3 Maksud dan Tujuan

#### 1.3.1 Maksud

Maksud dari penelitian ini adalah menganalisis level *sump* yang seimbang dengan pemompaan yang dilakukan pada Pit Bisa PT. Pamapersada Nusantara Distrik TOPB.

#### 1.3.2 Tujuan

Adapun tujuan dari penelitian ini adalah sebagai berikut :

1. Menghitung jumlah nilai volume air yang masuk kedalam *Sump* T2 di PT. Pamapersada Nusantara distrik TOPB.
2. Menganalisis volume air maksimum *Sump* T2 T2 di PT. Pamapersada Nusantara distrik TOPB.
3. Mengetahui sistem pemompaan dan simulasi *levelling Sump* T2 di PT. Pamapersada Nusantara distrik TOPB.

#### 1.4 Manfaat

Adapun manfaat dari Penelitian Tugas Akhir ini ada beberapa manfaat yang diperoleh,yaitu :

1. Bagi Peneliti
  - Mengetahui bagaimana proses kegiatan penerapan *mine dewatering* pada pertambangan terbuka khususnya pada metode kolam terbuka (*sump*) secara langsung di lapangan.
  - Menerapkan secara langsung ilmu pengetahuan yang didapatkan pada perkuliahan.

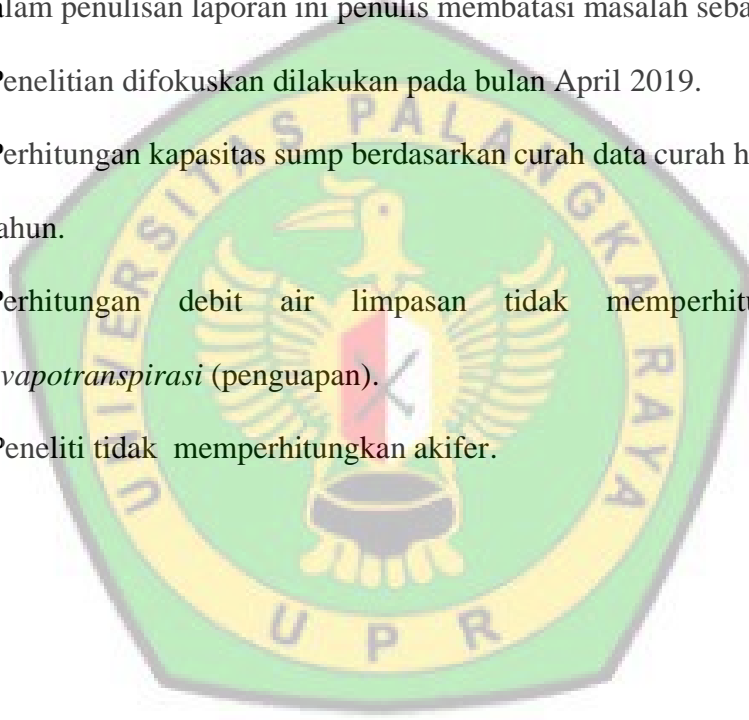
## 2. Bagi Perusahaan

- Mengetahui standar kapasitas yang dapat ditampung pada kolam terbuka pada perusahaan.
- Sebagai bahan acuan dan saran untuk perusahaan dalam proses kegiatan *mine dewatering* dalam melakukan perencanaan sistem kolam terbuka.

### 1.5 Batasan Masalah

Dalam penulisan laporan ini penulis membatasi masalah sebagai berikut :

- 1 Penelitian difokuskan dilakukan pada bulan April 2019.
- 2 Perhitungan kapasitas sump berdasarkan curah data curah hujan periode 5 tahun.
- 3 Perhitungan debit air limpasan tidak memperhitungkan aspek *evapotranspirasi* (penguapan).
- 4 Peneliti tidak memperhitungkan akifer.



## BAB II

### TINJAUAN PUSTAKA

#### 2.1 Penelitian Terdahulu

Dalam proses pembuatan skripsi ini peneliti mengambil acuan pada penelitian – penelitian sebelumnya, buku, skripsi maupun jurnal sebagai bahan perbandingan dan tolak ukur kelebihan dan kekurangan dan sebagai bahan pelengkap informasi dan teori yang berkaitan dengan judul penelitian Tugas akhir penulis.

Tulus, 2016 dengan Analisa Desain Kolam Penampungan dan Sistem Pemompaan pada PT. Pamapersada Nusantara Distrik TOPB *Jobsite* Kideco Jaya Agung, Desa Batu Kajang, Kecamatan Batu Sopang, Kabupaten Paser, Provinsi Kalimantan Timur, menyatakan jumlah air yang masuk ke *sump* adalah sebesar 2.524.160 m<sup>3</sup> yang berasal dari jumlah semua air masuk dari air hujan sebesar 2.490.277 m<sup>3</sup> dan air tanah sebesar 16,941 m<sup>3</sup>. Total volume kapasitas tampung total *Sump* D2 yang mempunyai 3 jenjang adalah sebesar 2.524.160 m<sup>3</sup>. Jumlah ideal pompa yang digunakan adalah sebanyak 7 *line* pompa (7 pompa primer dan 14 pompa *booster* dengan masing masing pompa berjalan dengan debit 200 l/s dan efisiensi 73 % . Setiap pompa akan beroperasi pada debit 200 l/s dan efisiensi 73%.

Klara Bella Purba, 2013 dengan Analisa Sistem Pemompaan Air Tambang Di Pit Jeliwan Barat Pada Tambang Batubara Di PT. Kapuas Tunggal Persada Kabupaten Kapuas Provinsi Kalimantan Tengah, menyatakan volume *sump* aktual adalah sebesar 6.240 m<sup>3</sup> tidak dapat menampung air selama 2 hari yang mana 1

hari air yang masuk adalah sebesar  $4.980 \text{ m}^3$  dan pemompaan Single Stage dengan jenis pompa Multiflo CH-48F dengan debit aktual  $288 \text{ m}^3/\text{jam}$  dan head total 73,80 meter belum dapat mengeluarkan air yang masuk secara maksimal. *Sump* perlu diperbaiki karena tidak dapat menampung air selama 1 hari jadi peneliti membuat rekomendasi desain *sump* dengan kedalaman 4 meter dan panjang 110 meter dan merekomendasikan pompa Multiflo 429 dengan debit maksimum 400 liter/detik dengan Shutoff head 152 meter dan perlu adanya pengawasan kondisi pipa untuk menghindari kebocoran pipa.

Elan Patria, 2013, dengan Evaluasi Desain *Sump* dan sistem pemompaan di PT. Pamapersada Nusantara Distrik TOPB Kecamatan Kapuas Tengah, Kabupaten Kapuas, Provinsi Kalimantan Tengah, menyatakan volume air yang masuk dalam *sump* primer 1 hari adalah sebesar  $73.785,65 \text{ m}^3$ , sehingga ukuran *sump* minimal untuk menampung volume hujan selama 2 hari adalah  $147.571,3 \text{ m}^3$ , dikarenakan volume air bulan Januari 2013 telah melebihi kapasitas *sump* awal maka peneliti merekomendasikan *sump* dengan kapasitas tampung  $152.370 \text{ m}^3$ , berdasarkan head total, debit pompa dan nilai efisiensi untuk Multiflo-420E melebihi harga normal secara teoritis dan Multiflo-390 kurang dari harga normal secara teoritis sehingga Multiflo-390 lebih efisien jika digunakan dengan metode *single stage* sehingga kebutuhan pompa sebaiknya menggunakan 1 unit pompa Multiflo-420E dengan pemompaan 14 hari secara efektif bekerja 72 % agar pemompaan optimal.

## 2.2 Siklus Hidrologi

Di bumi terdapat kira-kira sejumlah  $1,3-1,4$  milyar  $\text{km}^3$  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. 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, 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 (*interfiow*) 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 *continue* antara air laut dan air daratan berlangsung terus. Sirkulasi air ini disebut siklus hidrologi, lihat Gambar 2.1 (*hydrological cycle*). (Suyono Sosrodarsono & Kensaku Takeda, 2003 : 1)



Gambar 2.1 Siklus Hidrologi (Sumber : Suyono dan Kensaku Takeda, 2003)

### 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. Selain itu, sistem penyaliran tambang ini juga dimaksudkan untuk memperlambat kerusakan alat serta mempertahankan kondisi kerja yang aman, sehingga alat-alat mekanis yang digunakan pada daerah tersebut mempunyai umur yang lama. (Suyono, 2012)

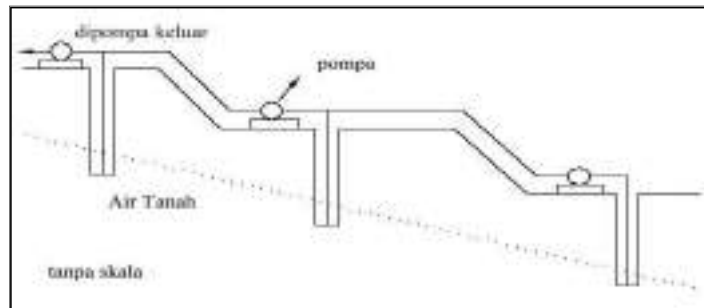
Sumber air yang masuk ke lokasi penambangan dapat berasal dari permukaan tanah maupun dari air dibawah tanah. Air permukaan tanah merupakan air yang terdapat dan mengalir di permukaan tanah. Jenis air ini meliputi, air limpasan permukaan, air sungai, rawa atau danau yang terdapat di daerah tersebut, air buangan (limbah), dan mata air. Sedangkan air di bawah tanah merupakan air yang terdapat dibawah permukaan tanah. Secara hidrologis air dibawah tanah 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. 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* :

1. Metode *Siemens*

Merupakan sistem penyaliran dengan membuat beberapa lubang bor di bagian luar daerah-daerah penambangan atau di jenjang. Pada tiap jenjang dari kegiatan penambangan dibuat lubang bor kemudian ke dalam lubang bor dimasukkan pipa dan disetiap bawah pipa tersebut diberi lubang-lubang. Bagian ujung ini masuk ke dalam lapisan akuifer, sehingga air tanah terkumpul pada bagian ini dan

selanjutnya dipompa ke atas dan dibuang ke luar daerah penambangan ( Gambar 2.2 ).

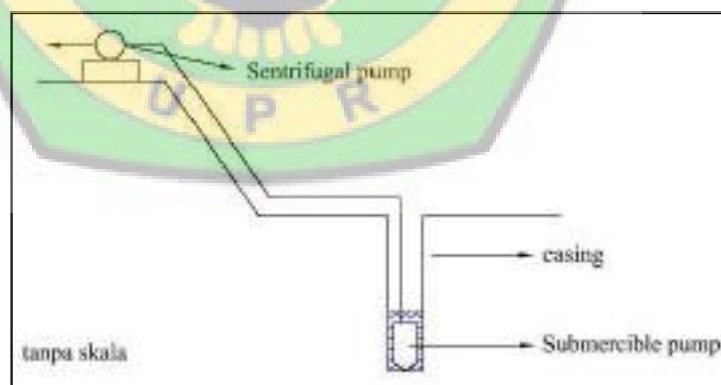


(Sumber : Arafah HK, 2006 : 23)

Gambar 2.2 Metode *Siemens*

## 2. Metode Pemompaan Dalam (*Deep Well Pump*)

Metode ini digunakan untuk material yang mempunyai permeabilitas rendah dan jenjang tinggi. Dalam metode ini dibuat lubang bor kemudian dimasukkan pompa ke dalam lubang bor dan pompa akan bekerja secara otomatis jika tercelup air. Kedalaman lubang bor 50 meter sampai 60 meter ( Gambar 2.3 ).



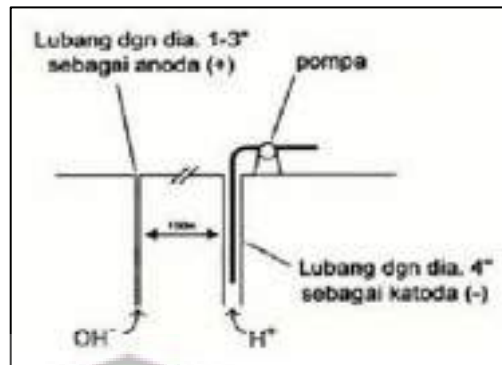
(Sumber : Arafah HK, 2006 : 24)

Gambar 2.3 Metode *Deep well pump*

## 3. Metode *Elektro Osmosis*

Pada metode ini digunakan batang anoda serta katoda. Bilamana elemen-elemen dialiri arus listrik maka air akan terurai, H+

pada katoda (disumur besar) dinetralisir menjadi air dan terkumpul pada sumur lalu dihisap dengan pompa. ( Gambar 2.4 ).

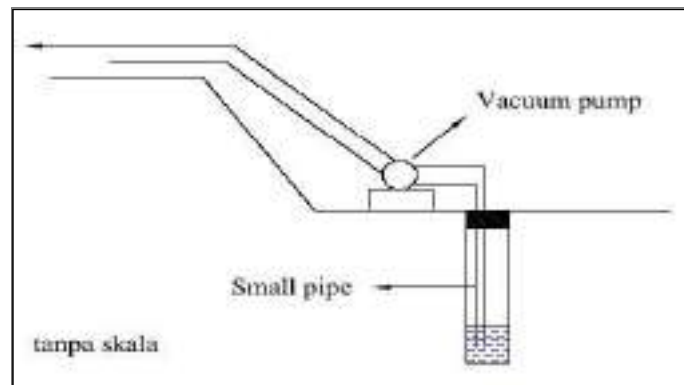


(Sumber : Arafah HK, 2006 : 24)

Gambar 2.4 Metode *electro osmosis*

#### 4. *Small Pipe With Vacuum Pump*

Cara ini diterapkan pada lapisan batuan yang impermiabel (jumlah air sedikit) dengan membuat lubang bor. Kemudian dimasukkan pipa yang ujung bawahnya diberi lubang-lubang. Antara pipa isap dengan dinding lubang bor diberi kerikil-kerikil kasar (berfungsi sebagai penyaring kotoran) dengan diameter kerikil lebih besar dari diameter lubang. Di bagian atas antara pipa dan lubang bor di sumbat supaya saat ada isapan pompa, rongga antara pipa lubang bor kedap udara sehingga air akan terserap ke dalam lubang bor ( Gambar 2.5 )



(Sumber : Arafah HK, 2006 : 24)

Gambar 2.5 Metode *Small Pipe With Vacuum Pump*

2. *Mine Dewatering* adalah upaya ini terutama untuk menangani air yang berasal dari air hujan. Beberapa metode penyaliran *mine dewatering* adalah sebagai berikut Merupakan upaya untuk mengeluarkan air yang telah masuk ke daerah penambangan:

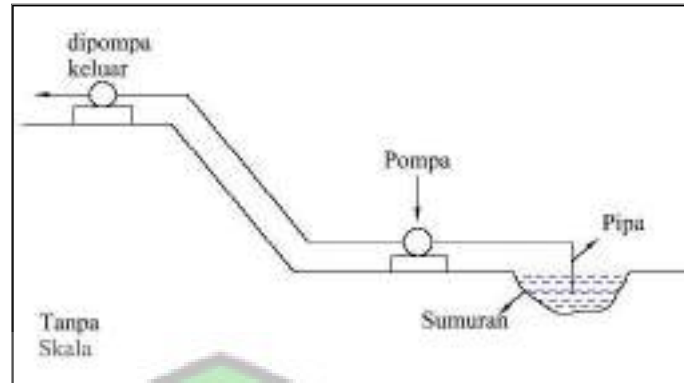
a. Cara Paritan

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 di alirkan ke suatu kolam penampung atau dibuang 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 dan pemasangan jumlah pompa tergantung kedalaman penggalian ( Gambar 2.6 ).



(Sumber : Arafah HK, 2006 : 26)

Gambar 2.6 Kolam Terbuka

#### c. Sistem Adit

Cara ini biasanya digunakan untuk pembuangan air pada tambang terbuka yang mempunyai banyak jenjang. Saluran horizontal 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 horizontal tersebut dan shaft.

## 2.4 Faktor –Faktor Yang Mempengaruhi Sistem Penyaliran

Faktor- faktor yang harus dipertimbangkan dalam mengkaji suatu sistem penyaliran adalah sebagai berikut :

### 2.4.1 Curah Hujan

Hujan merupakan air yang jatuh ke permukaan bumi dan merupakan uap air di atmosfer yang terkondensasi dan jatuh dalam bentuk tetesan air. Sistem penyaliran tambang dewasa ini lebih ditujukan pada penanganan air permukaan,

ini karena air yang masuk ke dalam lokasi tambang sebagian besar adalah air hujan

Curah Hujan adalah jumlah atau volume air hujan yang jatuh pada satu satuan luas, dinyatakan dalam satuan millimeter (Budiarto, 1997 : 19 ). 1 mm berarti pada luasan 1 m<sup>2</sup> jumlah air hujan yang jatuh sebanyak 1 Liter. Sumber utama air permukaan pada suatu tambang terbuka adalah air hujan

Curah hujan merupakan salah satu faktor penting dalam suatu sistem penyaliran, karena besar kecilnya curah hujan akan mempengaruhi besar kecilnya air tambang yang harus diatasi. Besar curah hujan dapat dinyatakan sebagai volume air hujan yang jatuh pada suatu areal tertentu, oleh karena itu besarnya curah hujan dapat dinyatakan dalam meter kubik per satuan luas, secara umum dinyatakan dalam tinggi air (mm). Pengamatan curah hujan dilakukan oleh alat penakar curah hujan.

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

*Catchment area* adalah suatu daerah tangkapan hujan yang dibatasi oleh wilayah tangkapan hujan yang ditentukan dari titik-titik elevasi tertinggi sehingga akhirnya merupakan suatu poligon tertutup dengan pola yang sesuai dengan topografi dan mengikuti kecenderungan arah gerak air. Dengan pembuatan *catchment area* maka diperkirakan setiap debit hujan yang tertangkap akan terkonsentrasi pada elevasi terendah. Pembatasan *catchment area* dilakukan pada peta topografi, dan untuk merencanakan sistem penyalirannya dianjurkan menggunakan peta rencana penambangan dan peta situasi tutupan tambang.

### 2.4.3 Air Limpasan ( *Run Off* )

Air limpasan adalah bagian dari curah hujan yang mengalir diatas permukaan tanah menuju sungai, danau atau laut. Aliran itu terjadi karena curah hujan yang mencapai permukaan bumi tidak dapat terinfiltrasi, baik yang disebabkan karena intensitas curah hujan atau faktor lain misalnya kelereangan, bentuk dan kekompakan permukaan tanah serta vegetasi.

Penentuan besar debit air limpasan maksimum ditentukan dengan metode “Rasional”. Metode ini hanya berlaku untuk menghitung debit limpasan curah hujan yang dinyatakan dengan rumus :

$$Q = 0,278. C. I. A$$

(Sumber : Suyono, 2012 : V-10)

Dimana :

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

C = koefisien limpasan ( Tabel 2.1 )

I = Intensitas curah hujan (mm/jam)

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

Pengaruh rumus ini, mengasumsikan bahwa hujan merata diseluruh daerah tangkapan hujan, dengan lama waktu (durasi) sama dengan waktu konsentrasi (tc).

Tabel 2.1 Harga Koefisien Limpasan

Kemiringan	Kegunaan Lahan	Koefisien Limpasan
< 3% Datar	- Sawah, rawa-rawa	0,2
	- Hutan, perkebunan	0,3
	- Perumahan	0,4
3% - 5% Sedang	- Hutan, perkebunan	0,4
	- Perumahan	0,5
	- Semak-semak agak jarang	0,6
	- Lahan terbuka, daerah timbunan	0,7

15% Curam	- Hutan	0,6
	- Perumahan	0,7
	- Semak-semak agak jarang	0,8
	- Lahan terbuka, daerah tambang	0,9

(Sumber : Rudy Sayoga, 1993 dalam Suwandhi, 2004 : 10)

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 :

$$t_c = 60 \times \left( 0,871 \times \frac{L^3}{H} \right)^{0,385}$$

(Sumber : I Made K, 2010 : 83 )

$$S = \frac{H}{0,9 \times L} \text{ ( Untuk mengetahui kemiringan lahan )}$$

Keterangan :

$t_c$  = waktu konsentrasi (menit)

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

$S$  = Kemiringan rata-rata daerah lintasan air (%)

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

#### 2.4.4 Jenis dan Sifat Fisik Air Tanah

Semua jenis tanah terdiri dari butiran – butiran dan ruang antar butir yang disebut pori-pori. Sebagian besar pori-pori ini satu dengan yang lainnya saling berhubungan sehingga dapat dilalui oleh air. Peristiwa lengketnya air diantara ruang antar butir atau pori-pori ini disebut rembesan. Sedangkan daya atau kemampuan tanah atau butiran untuk dilalui air disebut permeabilitas. Permeabilitas untuk setiap jenis tanah berbeda satu dengan yang lainnya. Disuatu

tambang terbuka permeabilitas tersebut penting sekali diketahui untuk memperkirakan jumlah air yang akan masuk kedalam tambang tersebut.

Untuk menghitung debit dari air tanah dapat menggunakan cara perhitungan fluida ( $Q = V : t$ ), perhitungan menggunakan wadah dengan volume terukur dan *stopwatch*. Wadah ditempatkan di aliran air tanah lalu hitung waktu tempuh air tanah dalam memenuhi volume wadah, misalkan wadah berukuran 300 ml maka butuh berapa detik air tanah dapat memenuhi wadah tersebut. Setelah itu debit air tanah dapat di hitung dengan rumus :

$$Q = V : t$$

Keterangan :

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

$V$  = Volume wadah air ( $m^3$ )

$t$  = Waktu tempuh / alir (detik)

## 2.5 Analisis Data Curah Hujan

Dalam perencanaan sistem penyaliran untuk air permukaan pada suatu tambang, diperlukan suatu perkiraan hujan, yaitu curah hujan rencana dengan periode ulang tertentu yang ditetapkan sebagai acuan dalam perancangan.

Untuk menentukan prakiraan curah hujan rencana, perlu dilakukan analisis frekuensi dari data curah hujan yang tersedia. Makin lama selang waktu pengukuran akan semakin akurat pula hasil analisis frekuensi. Data curah hujan yang akan dianalisis adalah besarnya curah hujan harian maksimum. Pengolahan data curah hujan dimaksudkan untuk mendapatkan data curah hujan yang siap pakai untuk suatu perencanaan sistem penyaliran.

### 2.5.1 Curah Hujan Rencana

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

Hujan rencana adalah hujan maksimum yang mungkin terjadi selama umur dari sarana penirisan tersebut. Periode ulang hujan adalah hujan maksimum yang diharapkan terjadi pada setiap  $n$  tahun.

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	$C_s \approx 0$ $C_k \approx 3$
2	Log Normal	$C_s = C_v^3 + 3C_v$ $C_k = C_v^8 + 6C_v^6 + 15C_v^4 + 16C_v^2 + 3$
3	Gumbel	$C_s = 1,14$ $C_k = 5,4$
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

$$\bar{x} = \frac{\sum_{i=1}^n x_i}{n}$$

2. Simpangan Baku / Standard Deviasi

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

3. Koefisien Variansi / *Variation Coefficient*)

$$Cv = \frac{S}{\bar{x}}$$

4. Asimetri / Kemencengan / *Skewness*

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

5. Kurtosis

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

#### a. Distribusi Probabilitas Normal

$$X_T = \bar{x} + K_T \cdot S$$

Keterangan :

$X_T$  = Perkiraan harga untuk periode ulang T

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

$K_T$  = Faktor frekuensi untuk periode ulang bergantung nilai T (Lampiran B variable reduksi Gauss)

S = Standar deviasi dari X

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

n = Jumlah data pengamatan

### b. Distribusi Probabilitas Log Normal

$$\text{Log } X_T = \text{Log } x + K_T \cdot S \text{Log } x$$

Keterangan :

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

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

n = Jumlah data

$K_T$  = Variabel standart, besarnya dari T

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

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

### c. Distribusi Probabilitas Gumbel

$$X_T = x + Sx \bar{K}$$

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

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

Keterangan:

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

x =  $\bar{x}$  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

#### d. Distribusi Probabilitas Log Pearson III

$$\text{Log } X_T = \text{Log } x + K_T \cdot \overline{S} \text{Log } x$$

$$C_s = \frac{n \sum (\text{Log } X - \text{Log } \bar{X})^3}{n-1 \cdot n-2 \cdot S^3}$$

Keterangan :

$\text{Log } X_T$  = 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 kepengcengan ( $c_s$  atau  $G$ )

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

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

$C_s$  = Koefisien Skewness

#### 2.5.2 Periode Ulang Hujan

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.

Menurut Kite G.W ( 1997 ), acuan untuk menentukan PUH dapat dilihat pada Tabel 2.3 berikut :

Tabel 2.3 Periode Ulang Hujan Untuk Sarana Penyaliran Pada Daerah Tambang

Keterangan	Periode Ulang Hujan (tahun)
Daerah terbuka	0,5
Sarana tambang	2-5
Lereng tambang & Penimbunan	5-10
Sumuran Utama	10-15
Penyaliran keliling Tambang	25
Pemindahan aliran sungai	100

(Sumber : Kamiana I Made “ Buku ajaran drainase, 2014)

Dari tabel diketahui bahwa Periode Ulang Hujan untuk beberapa daerah adalah berbeda satu dengan yang lainnya.

### 2.5.3 Intensitas Curah Hujan

Intensitas curah hujan adalah jumlah air hujan yang jatuh dalam area tertentu dalam jangka waktu yang relatif sangat singkat dinyatakan dalam mm / detik, mm/ menit atau mm/jam.

Seandainya curah hujan harian didaerah penelitian diketahui tidak terdistribusi merata setiap tahun, maka menurut Mononobe (1992), Intensitas curah hujan dapat dihitung dengan rumus perkiraan intensitas curah hujan untuk waktu lama waktu hujan sembarangan yang dihitung dari data curah hujan harian yaitu :

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

( Sumber : Suripin,2003 : 68 )

Keterangan :

I = Intensitas curah hujan (mm/jam)

t = Lama Waktu Hujan (jam)

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

(Sumber : Sayoga, 1993 dalam Suwandhi, 2004 : 10)

Tabel 2.4 Hubungan Antara Derajat Curah Hujan dan Intensitas Curah Hujan

Derajat Hujan	Intensitas Hujan (mm/menit)	Kondisi
Hujan lemah	0,02-0,05	Tanah basah semua
Hujan normal	0,05-0,25	Bunyi hujan terdengar
Hujan deras	0,25-1,00	Air tergenang diseluruh permukaan dan terdengar bunyi dari genangan
Hujan sangat deras	> 1,00	Hujan seperti ditumpahkan dam saluran pengairan meluap

(sumber : Suwandhi,2004 : 10)

## 2.6 Dewatering

### 2.6.1 Konsep Dewatering Tambang

*Dewatering* merupakan suatu upaya pengeluaran air dari dalam tambang ke luar tambang dengan menggunakan sistem pemompaan. Sehingga air di dalam tambang tersebut tidak mengganggu aktivitas produksi.

Dalam desain *dewatering*, pertama-tama dilakukan penghitungan luasan tangkapan hujan (*catchment area*) total. Desain luasan *catchment area* selalu meminimalkan air hujan yang memungkinkan masuk ke area *Pit*.

Berdasarkan desain, kemudian ditentukan desain posisi *sump*. Menentukan posisi *sump* merupakan bagian utama dalam desain jangka panjang. Kedalaman level terdalam yang akan ditambang (*bottom Pit*), *Stripping Ratio (SR)* merupakan beberapa parameter utama untuk menentukan posisi *sump*.

Parameter utama dalam menentukan volume *sump*, tentu saja volume air yang masuk ke dalam *sump* tersebut. Simulasi penghitungan luasan *catchment area* terhadap intensitas hujan rencana menunjukkan volume air yang harus ditanggung sebuah *sump*. Sehingga bila terjadi air di luar Pit melimpas masuk ke area *Pit*, menimbulkan *sump* terbebani volume air yang tidak direncanakan.

Berdasarkan perimbangan volume air yang masuk dan berapa yang harus dipompakan dalam *sump*, maka ditentukan berapa volume air yang harus dipompakan dalam satuan waktu tertentu. Berdasarkan spesifikasi alat dan desain pemipaan kemudian ditentukan pompa yang akan digunakan dan berapa jumlahnya.

*Output* dalam aktivitas *dewatering* adalah volume air yang dipindahkan, dan sebagai parameter utama adalah debit yang dihasilkan. Faktor yang paling berpengaruh untuk menghasilkan debit yang optimal adalah panjang pipa sampai ke *outlet*. Aktivitas harus cermat memperhitungkan *utilisasi* pompa yang hilang akibat proses lepas-sambung pipa.

Sejalan perkembangan tambang, tambang menjadi semakin dalam dan air tetap akan terkumpul pada lokasi terdalam. Hal ini berakibat naiknya *static head* yang harus dilawan pompa, yang berakibat pula pada turunnya debit pompa.

### **2.6.2 Dewatering Dan Pembentukan Sump**

Sistem perencanaan *dewatering* merupakan suatu sistem yang digunakan untuk memperkirakan kebutuhan pompa selama kurun waktu tertentu. Dengan menggunakan sistem ini akan dapat diprediksi kebutuhan pompa di masa mendatang serta masalah *dewatering* yang mungkin terjadi apabila kebutuhan pompa tersebut tidak teratasi contohnya akan timbul banjir. Sistem ini terdiri dari

tiga bagian utama yaitu total air yang berada di *sump*, total kemampuan pompa, serta prediksi elevasi air. Masing- masing sistem terdiri dari parameter-parameter sebagai berikut :

1. Total air yang berada di *sump* meliputi curah hujan, intensitas curah hujan dan *catchment area*
2. Total kemampuan pompa meliputi jenis dan debit pompa, jumlah pompa dan jam kerja pompa
3. Prediksi elevasi air

### 2.7 Kolam Penampung (*Sump*)

Kolam penampung merupakan tempat yang dibuat untuk menampung air sebelum air tersebut dipompakan. Kolam penampung ini juga dapat berfungsi sebagai tempat mengendapkan lumpur. Tata letak kolam penampung dipengaruhi oleh sistem drainase tambang yang digunakan serta disesuaikan dengan letak geografis daerah tambang dan kestabilan lereng tambang.



(Sumber : Dokumentasi Lapangan tanggal 20 April 2019)

Gambar 2.7. *Sump*

Berdasarkan tata letak kolam penampung (*sump*), sistem penirisan tambang dapat dibedakan menjadi :

1. Sistem penirisan terpusat

Pada sistem ini *sump-sump* akan ditempatkan pada setiap jenjang atau *bench*. Sistem pengaliran dilakukan dari jenjang paling atas menuju jenjang-jenjang yang berada di bawahnya, sehingga akhirnya air akan terpusat pada *main sump* untuk kemudian dipompakan keluar tambang.

## 2. Sistem penirisan tidak memusat

Sistem ini diterapkan untuk daerah tambang yang relatif dangkal dengan keadaan geografis daerah luar tambang yang memungkinkan untuk mengalirkan air secara langsung dari *sump* ke luar tambang.

Berdasarkan penempatannya, *sump* dapat dibedakan menjadi beberapa jenis, yaitu:

### 1. *Travelling Sump*

*Sump* ini dibuat pada daerah *front* tambang. Tujuan dibuatnya *sump* ini adalah untuk menanggulangi air permukaan. Jangka waktu penggunaan *sump* ini relatif singkat dan selalu ditempatkan sesuai dengan kemajuan tambang.

### 2. *Sump Jenjang*

*Sump* ini dibuat secara terencana baik dalam pemilihan lokasi maupun volumenya. Penempatan *sump* ini adalah pada jenjang tambang dan biasanya di bagian lereng tepi tambang. *Sump* ini disebut sebagai *sump* permanen karena dibuat untuk jangka waktu yang cukup lama dan biasanya dibuat dari bahan kedap air dengan tujuan untuk mencegah meresapnya air yang dapat menyebabkan longsornya jenjang.

### 3. *Main Sump*

*Sump* ini dibuat sebagai tempat penampungan air terakhir. Pada umumnya *sump* ini dibuat pada elevasi terendah dari dasar tambang.

### 2.7.1 Volume Sump

Untuk mendapatkan volume *sump* diperoleh dari perhitungan selisih terbesar antara volume *input* dan volume *output*. Dimana volume *input* adalah total seberapa banyaknya debit air limpasan ataupun air tanah yang masuk ke dalam *sump*, sedangkan volume *output* adalah total volume air yang keluar melalui proses pemompaan.

Adapun untuk menghitung volume *sump* adalah sebagai berikut :

$$V_{\text{sump}} = V_{\text{input}} - V_{\text{output}}$$

## 2.8 Sistem Pemompaan dan Pipa

### 2.8.1 Pompa

Pada penirisan tambang terbuka umumnya dilakukan dengan pemompaan. Penirisan 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. Penirisan dengan pemompaan 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.



(Sumber : Dokumentasi Lapangan 13 Mei 2019)

Gambar 2.8 Pompa pada *sump*

Hal yang perlu diperhatikan dalam penggunaan pompa yaitu :

A. Klasifikasi Pompa

1. 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 sudut-sudut 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 berurutan pada suatu poros.

2. Pompa Aliran Campur

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

### 3. Pompa Aksial

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

### B. Spesifikasi pompa

Data yang diperlukan dalam pemilihan sesuai spesifikasi pompa adalah sebagai berikut :

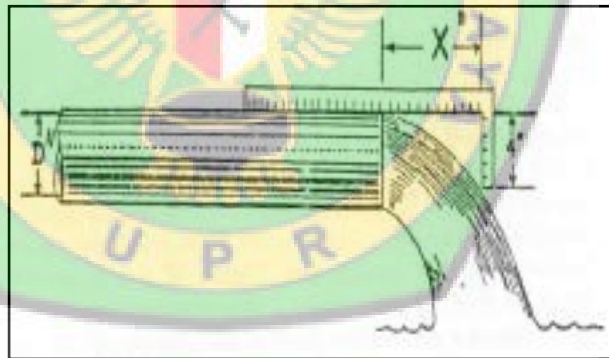
1. Kapasitas
2. Kondisi Isap
3. Kondisi keluar
4. Julang total pompa Jenis cairan yang dipompa
5. Kondisi kerja
6. Penggerak
7. Poros tegak dan mendatar
8. Tempat instalasi
9. Jumlah pompa

### C. Debit Pompa

Debit pompa dapat ditentukan berdasarkan spesifikasi maupun dengan pengukuran aktual debit pompa yang ada. Debit berdasarkan spesifikasi pompa dapat diketahui berdasarkan pompa yang telah ada, berdasarkan kecepatan pompa, efisiensi dan head pompa yang dikehendaki, lalu kemudian faktor-faktor tersebut dihubungkan dalam grafik spesifikasi pompa.

Perkiraan debit pemompaan aktual dapat dilakukan dengan menggunakan Metode *Discharge*. Langkah kerja metode ini yaitu dengan membuat alat ukur berbentuk “L” seperti terlihat pada (Gambar 2.3). Sisi yang pendek berukuran 4 inchi dan sisi yang lebih panjang merupakan panjang air yang keluar dari pipa (X) dinyatakan dalam satuan mm. Debit pompa diukur dengan meletakkan sisi L yang panjang pada bagian atas pipa ketika air mengalir keluar dari pipa. Lalu pastikan sisi yang pendek menyentuh aliran air. Kemudian catat panjang X. Tabel 2.6 menampilkan hubungan antara panjang X dan diameter pipa (D) yang menentukan besar debit pompa (Cassidy, 1973 : 174-176).

Dalam perkembangan metode discharge, dilakukan modifikasi pada alat ukur yang digunakan yaitu dengan mengubah panjang sisi yang pendek menjadi 300 mm.



(Sumber : Ir. Sularso, MSME dan Prof. Dr. Haruo Tahara, 1987)

Gambar 2.9. Pengukuran debit pompa dengan metode *discharge*

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

$$Q_{pompa} = \pi \cdot r^2 \cdot v$$

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

(Sumber : Ir. Sularso, MSME dan Prof. Dr. Haruo Tahara, 1987)

Keterangan :

$Q_{\text{pompa}}$  = Debit aktual *outlet* pompa (m<sup>3</sup>/detik)

$r$  = Jari-jari pipa yang digunakan perusahaan (m)

$v$  = Kecepatan aliran (m/s)

$x$  = Panjang tembakan *outlet* pompa (m)

$y$  = Panjang sisi pendek alat ukur yang digunakan (m)

$g$  = Percepatan gravitasi (9,8 m/s<sup>2</sup>)

### 2.8.2 Pipa

Pipa adalah saluran tertutup yang digunakan untuk mengalirkan fluida. Pipa untuk keperluan pemompaan biasanya terbuat dari baja, tetapi untuk tambang yang tidak terlalu dalam dapat menggunakan pipa PVC. Pada dasarnya bahan apapun yang digunakan harus memperhatikan kemampuan pipa untuk menekan cairan di dalamnya. Sistem perpipaan akan sangat berhubungan erat dengan daya serta *head* pompa yang dibutuhkan. Hal ini terjadi karena sistem perpipaan tidak akan terlepas dari adanya gaya gesekan pada pipa, belokan, pencabangan, bentuk katup, serta perlengkapan pipa lainnya. Hal ini akan menyebabkan terjadinya kehilangan energi sehingga turunya tekanan di dalam pipa.

### 2.8.3 Julang (*Head*)

Dalam pemompaan dikenal istilah *head*, yaitu kehilangan energi yang diperlukan untuk mengalirkan sejumlah air pada kondisi tertentu. Semakin besar debit air yang dipompa, maka *head* juga akan semakin besar. *Head* total pompa

untuk mengalirkan sejumlah air seperti yang direncanakan dapat ditentukan dari kondisi instalasi yang akan dilayani oleh pompa tersebut, sehingga *head* total pompa dapat dituliskan sebagai berikut:

Kerugian *head* yang terjadi pada sistem pemompaan adalah :

a. *Statistic Head (H<sub>s</sub>)*

*Statistic Head* adalah besarnya kerugian tinggi tekan yang disebabkan oleh perbedaan tinggi antara tempat penampungan dengan tempat pembuangan atau beda tinggi antara *inlet* dan *outlet*.

$$H_c = h_2 - h_1$$

(Sumber : Ir. Sularso, MSME dan Prof. Dr. Haruo Tahara, 1987)

Dimana :  $h_2$  = Elevasi air masuk/ *Inlet*

$h_1$  = Elevasi air keluar/ *Outlet*

b. *Head* kerugian gesekan pipa ( $H_f$ )

*Head* kerugian gesekan pipa adalah kehilangan akibat gesekan air yang melalui pipa dengan dinding pipa, yang dihitung berdasarkan persamaan “*Darcy-Weisbach*”

$$H_f = \lambda \left( \frac{LV^2}{2Dg} \right)$$

$$\lambda = 0,020 + \frac{0,0005}{D}$$

$$v = \frac{Q}{\frac{\pi}{4} D^2}$$

Dimana : -  $H_f$  = *head* kerugian gesek dalam pipa

- L = Panjang pipa hisap (m)

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

- D = Diameter pipa (m)
- g = Gaya gravitasi (9,8 m/s<sup>2</sup>)

Perhitungan besarnya kerugian gesekan baik pada pipa masuk maupun pada pipa keluar dapat dihitung dengan persamaan “*Hazen-William*” :

$$H_f = \frac{10,666 Q^{1,85}}{C^{1,85} D^{4,85}} \times (L + L_e)$$

(Sumber : Ir. Sularso, MSME dan Prof. Dr. Haruo Tahara, 1987)

dimana : -  $H_f$  = Kerugian gesekan pada pipa (m)

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

- C = Koefisien (Tabel 2.7)

- D = Dimameter pipa (m)

- L = Panjang pipa (m)

-  $L_e$  = Panjang pipa ekivalen (m)

### c. *Shock Loss Head* ( $H_I$ )

*Shock loss head* merupakan kehilangan pada jaringan pipa yang disebabkan oleh perubahan-perubahan mendadak dari geometri pipa, belokan-belokan, katup-katup dan sambungan-sambungan.

$$H_I = k \left( \frac{V^2}{2g} \right)$$

$$k = \left[ 0,131 + 1,847 \left( \frac{d}{2R} \right)^{3,5} \right] \times \left( \frac{\theta}{90} \right)^{0,5}$$

$$R = \frac{D}{\tan \frac{1}{2} \theta}$$

(Sumber : Ir. Sularso, MSME dan Prof. Dr. Haruo Tahara, 1987)

Dimana : -  $H_I$  = Head gesekan

- $V$  = Kecepatan aliran dalam pipa (m/detik)
- $g$  = percepatan gravitasi ( $9,8 \text{ m/s}^2$ )
- $d$  = Diameter pipa (m)
- $R$  = Jari-jari lengkungan belokan (m)
- $\theta$  = Sudut belokan pipa

d. **Velocity Head ( $H_v$ )**

*Velocity head* merupakan kehilangan yang diakibatkan oleh kecepatan air yang melalui pompa.

$$H_v = \frac{v^2}{2g}$$

(Sumber : Ir. Sularso, MSME dan Prof. Dr. Haruo Tahara, 1987)

- Dimana :
- $H_v$  = Head kecepatan keluar
  - $v$  = Kecepatan aliran dalam pipa (m/detik)
  - $g$  = percepatan gravitasi ( $9,8 \text{ m/s}^2$ )

Dimana kecepatan aliran dalam pipa, dapat kita hitung sebagai berikut :

$$v = \frac{Q}{\frac{\pi}{4} D^2}$$

(Sumber : Ir. Sularso, MSME dan Prof. Dr. Haruo Tahara, 1987)

- Dimana :
- $v$  = Kecepatan aliran dalam pipa (m/detik)
  - $Q$  = Debit pompa ( $\text{m}^3/\text{detik}$ )
  - $D$  = Diameter pipa (m)

e. **Head kerugian di katup ( $H_v$ )**

*Head* kerugian di katup merupakan kehilangan yang diakibatkan oleh penggunaan katup di pompa

$$H_v = f_v \frac{v^2}{2g}$$

- Dimana :
- $H_v$  = *head* kerugian kecepatan di katup
  - $v$  = Kecepatan aliran dalam pipa (m/s)
  - $f_v$  = Koefisien kerugian katup (tabel 2,8)
  - $g$  = percepatan gravitasi (9,8 m/s<sup>2</sup>)

#### f. *Head Total*

Berdasarkan penjabaran rumus-rumus diatas, maka dapat diperoleh nilai *head total* ( $H_{total}$ ) atau julang total yang dirumuskan sebagai berikut :

$$H_p = H_s + H_d + H_{fs} + H_{fd} + \frac{v_d^2}{2g}$$

(Sumber : Ir. Sularso, MSME dan Prof. Dr. Haruo Tahara, 1987)

## 2.9 *Levelling Sump*

*Levelling sump* merupakan upaya untuk menentukan level air *sump* yang ideal berdasarkan debit pemompaan dengan membuat beberapa simulasi level air *sump* sehingga mendapatkan batas aman dan batas krisis level air *sump* terhadap pemompaan.

## **BAB III**

### **METODE PENELITIAN**

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

##### **3.1.1 Profil PT.Pamapersada Nusantara**

PT. Pamaperasada Nusantara (PAMA) adalah perusahaan yang kontraktor pertambangan batubara yang merupakan anak perusahaan milik PT. United Tractors distributor kendaraan konstruksi berat Komatsu di Indonesia. PT Astra Internasional Tbk, pemilik saham utama PT United Tractors Tbk, merupakan salah satu perusahaan terbesar dan terkemuka di Indonesia.

Asal terbentuknya embrio perusahaan PAMA dimulai sejak 1974 dalam bentuk divisi rental di PT United Tractors, yang bergerak di bidang proyek-proyek konstruksi, pertambangan dan minyak, penyiapan lahan dan *logging*. Pada tahun 1993 divisi ini berubah menjadi sebuah perusahaan mandiri bernama PT Pamapersada Nusantara.

PAMA memiliki 17 *job sites* yang tersebar di wilayah Kalimantan, Sumatra dan 1 *job site* di Sumbawa. PAMA telah bekerja sama dengan 38 perusahaan ternama yang memberikan hasil yang memuaskan terhadap pelanggan. Pada tahun 2018, PT United Tractors Tbk melalui PAMA menargetkan mampu memproduksi batubara sebanyak 119 juta ton dan menambah 700 unit alat berat untuk mendongkrak kinerja operasional.

Kini PAMA secara aktif mengelola sejumlah besar pertambangan batubara, emas, quarry dan sebagainya, mengerjakan konstruksi bendungan dan pengerjaan

jalan serta berbagai proyek penggalian bumi dan transportasi yang beroperasi di seluruh Indonesia. Kini PAMA juga telah memiliki anak perusahaan, dengan nama PT. Kalimantan Prima Persada (KPP), PT. Prima Multi Mineral (PMM), PT. Energia Persada Nusantara (EPN) dan PT. Sumbawa Juta Raya (SJR).

PAMA menyadari bahwa penerapan tata kelola perusahaan yang baik (Good Corporate Governance/GCG) merupakan bagian tidak terpisahkan dari keberhasilan bisnis dan peningkatan citra perusahaan. Demikian juga praktek-praktek pertambangan yang baik Good Mining Practices (GMP) selalu menjadi bagian utama dalam proses kerja PAMA. Dimana hal ini akan mampu memaksimalkan produksi, pengelolaan dampak lingkungan yang lebih baik dan peningkatan aspek keselamatan & kesehatan kerja. Untuk menunjang hal tersebut, PAMA mengimplementasikan ISO 9001, ISO 14001, OHSAS 18001, ISO 140642.

### **3.1.2 Lokasi dan Kesampaian Daerah**

Izin Usaha Pertambangan PT. Pamapersada Nusantara Distrik TOPB terletak di Desa Buhut Jaya dan sekitarnya, lebih kurang 67 Km ke arah barat daya Kota Muara Teweh atau lebih kurang 450 Km ke arah utara kota Banjarmasin. Secara administratif termasuk dalam wilayah Kecamatan Kapuas Tengah, Kabupaten Kuala Kapuas, Provinsi Kalimantan Tengah. Wilayah IUP PT. Telen Orbit Prima secara geografis terletak pada  $01^{\circ} 05' 34.28''$  –  $01^{\circ} 08' 11.64''$  Lintang Selatan dan  $114^{\circ} 29' 29.00''$  -  $114^{\circ} 29' 02.06''$  Bujur Timur.

Kesampaian daerah dapat di capai dengan rute sebagai berikut :

- 1) Alternatif 1

Menggunakan jalan darat dengan kendaraan roda empat route sebagai berikut :

- Palangka Raya – Banjarmasin – Muara Teweh  $\pm$  18 jam (menggunakan kendaraan roda empat).
- Muara Teweh – Paring Lahung  $\pm$  1 jam (menggunakan speed boat).
- Paring Lahung – Buhut  $\pm$  45 menit (menggunakan kendaraan roda empat)

2) Alternatif 2

Menggunakan jalan darat dengan kendaraan roda empat route sebagai berikut :

- Palangka Raya – Buntok – Muara Teweh  $\pm$  8 jam (menggunakan kendaraan roda empat).
- Muara Teweh – Paring Lahung  $\pm$  1 jam (menggunakan *speed boat*).
- Paring Lahung – Buhut  $\pm$  45 menit (menggunakan kendaraan roda empat).

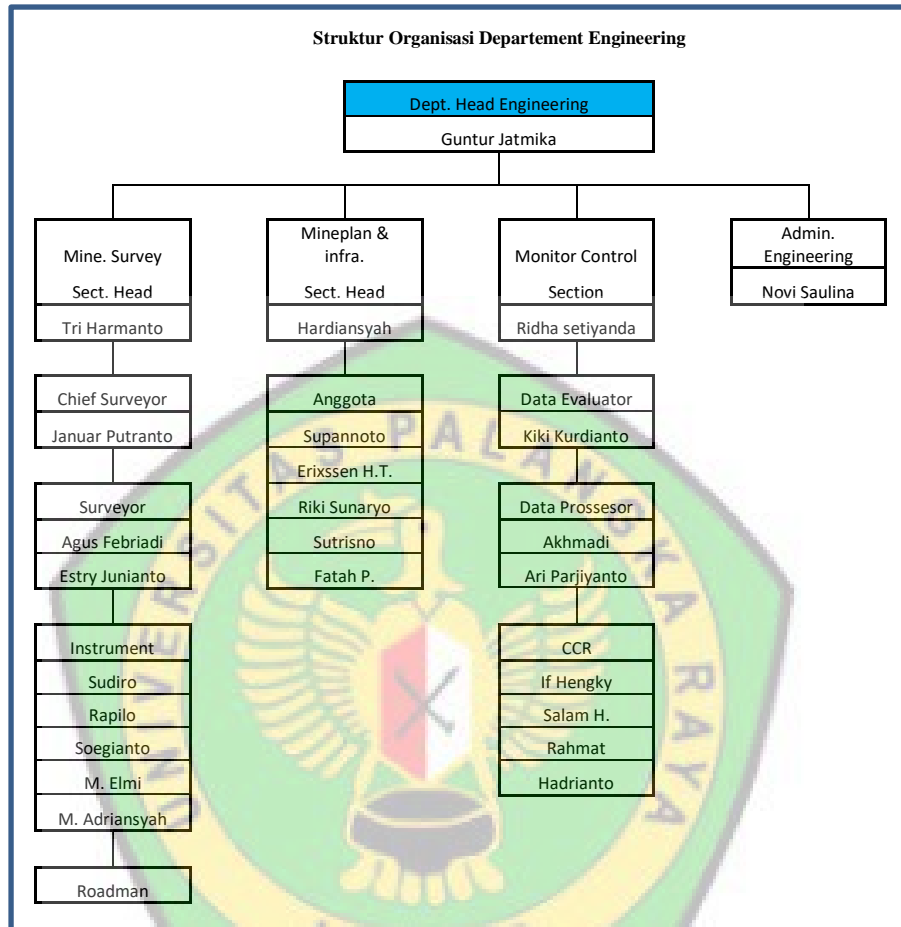
3) Alternatif 3

Menggunakan jalan darat dengan kendaraan roda empat route sebagai berikut :

- Palangka Raya – Buhut  $\pm$  4 jam (menggunakan kendaraan empat).

### 3.1.3 Struktur Organisasi Perusahaan

#### 1. Struktur Organisasi *Department Engineering*



(Sumber : *Department Engineering PT. Pamapersada Nusantara*)

**Gambar 3.1** Struktur Organisasi *Dept. Engineering* PT.Pamapersada Nusantara Distrik TOPB

#### 3.1.4 Keadaan Iklim dan Curah Hujan

Berdasarkan letak geografis, Izin Usaha Pertambangan (IUP) PT. Pamapersada Nusantara Distrik TOPB terletak di daerah yang beriklim tropis dengan dua musim, yaitu musim kemarau dan musim hujan. Sebagai daerah beriklim tropis, wilayah Provinsi Kalimantan Tengah rata-rata mendapat penyinaran matahari sekitar 56,18% per tahun. Udaranya relatif panas, yaitu siang

hari mencapai 33°C dan malam hari 23°C. Selama bulan Desember sampai Februari bertiup angin muson barat yang basah menyebabkan terjadinya hujan, sedangkan bulan juni sampai Agustus bertiup angin muson timur yang kering menyebabkan terjadinya musim kemarau. Periode April-Mei dan Oktober-November merupakan bulan peralihan, keduanya mengalami cuaca yang sama. Adanya arus angin konveksi memungkinkan terjadinya hujan walau pada musim kemarau. Dari data curah hujan dari *Engineering & Production Department* pada tahun 2014 - 2018, curah hujan tertinggi terjadi pada bulan Mei tahun 2017 yaitu 170 mm dan curah hujan terendah terjadi pada bulan Agustus tahun 2018 yaitu 10 mm. Keadaan iklim dan curah hujan disekitar lokasi penambangan, diperoleh dari data sekunder dari *Departement Engineering & Production PT. Pamapersada Nusantara* distrik TOPB. Data curah hujan di disajikan pada tabel 3.1.

**Tabel 3.1. Curah Hujan Maksimum Harian (Tahun 2014-2018)**

CURAH HUJAN MAKSIMUM HARIAN DI PT. PAMAPERSADA NUSANTARA DISTRIK TOPB TAHUN 2014 - 2018 (mm/hari)													
curah hujan rata - rata harian (mm/hari)													
Tahun	Jan	Feb	Mar	Apr	Mei	Jun	Jul	Aug	Sept	Okt	Nov	Des	Max (harian)
	31	29	31	30	31	30	31	31	30	31	30	31	
	Max (harian)	Max (harian)	Max (harian)	Max (harian)	Max (harian)	Max (harian)	Max (harian)	Max (harian)	Max (harian)	Max (harian)	Max (harian)	Max (harian)	Max (harian)
2014	125,00	54,00	116,59	98,00	139,00	111,50	164,00	72,00	60,00	46,00	96,00	120,00	164,00
2015	48,00	76,50	50,00	73,00	89,50	80,00	56,50	53,00	43,50	75,00	55,00	33,00	89,50
2016	48,50	54,00	50,00	104,00	97,00	30,00	30,00	27,00	14,00	78,00	69,00	29,00	104,00
2017	104,00	67,00	137,00	98,00	170,00	39,00	113,50	102,00	120,00	44,50	103,00	54,00	170,00
2018	51,00	101,00	50,00	70,00	55,50	26,00	20,00	10,00	150,00	106,00	89,00	55,00	150,00
5 Tahun	125,00	101,00	137,00	104,00	170,00	111,50	164,00	102,00	150,00	106,00	103,00	120,00	170,00

(Sumber : Dept. Engineering & Production PT. Telen Orbit Prima)



(Sumber : Pengolahan Data 2019)

**Gambar 3.2** Grafik Curah Hujan Rata – Rata Tahun 2014 - 2018

## 3.2 Kondisi Geologi Regional

### 3.2.1 Kondisi Morfologi

Geologi Kalimantan Tengah tidak berdiri sendiri, tetapi merupakan bagian yang tidak terpisahkan dari kesatuan geologi Kalimantan secara umum. Kalimantan Tengah terbentuk dari endapan atau batuan yang terjadi dalam cekungan – cekungan sedimen dan daerah – daerah pegunungan yang terbentuk oleh kegiatan magma ataupun proses malihan.

Cekungan – cekungan yang ada di Kalimantan Tengah terdiri dari

1. Cekungan Melawi (perbatasan dengan Kalimantan Barat)
2. Cekungan Barito (bagian Tengah – Selatan – Timur Kalimantan Tengah)
3. Cekungan Kutai (bagian Utara – Timur Laut Kalimantan Tengah)

### 3.2.2 Kondisi Stratigrafi

Stratigrafi di Kalimantan Tengah, tersusun dari batuan yang berumur tua ke muda, yaitu :

1. Batuan Malihan yang terdiri dari filit, sekis, gneis, kuarsit dan kristalin. Batuan ini berumur *Paleozoikum – Mesozoikum*.
2. Batuan Beku yang terdiri dari granit, granodiorit, diorit, tonolit, gabro dan monzonit. Batuan ini berumur *Perm – Trias*.
3. Batuan Sedimen yang terdiri dari sedimen klastik, pada Formasi Batuayau, Formasi Tanjung, Formasi Warukin, Formasi Dahor, serta sedimen biotik seperti batugamping Formasi Berai.
4. Batuan Vulkanik yang terdiri dari breksi, aliran lava, batupasir tufaan dan intrusi – intrusi kecil andesit, basaltis.
5. Alluvial merupakan endapan yang termuda, terdiri dari pasir, lempung, gambut dan lumpur. Batuan ini berumur *Pleistosen – Resen*.

### 3.2.3 Struktur Geologi Regional

Struktur geologi Kalimantan Tengah, khususnya dibagian Tengah - Utara, mempunyai struktur yang rumit, berupa sesar (patahan), perlipatan dan kekar-kekar, sedangkan bagian Selatan-Barat Daya relatif stabil.

Potensi bahan galian/suberdaya mineral yang berada di Kalimantan Tengah, tidak lepas dari kejadian geologi yang terjadi di Kalimantan Tengah, misalnya endapan emas, keberadaannya dapat dipengaruhi oleh gejala geologi seperti patahan (sesar) dan instrusi, sedangkan batubara proses pematangannya juga dipengaruhi oleh gejala-gejala tersebut diatas.

### **3.3 Kondisi Geologi Daerah Penelitian**

#### **3.3.1 Kondisi Morfologi**

Secara umum morfologi daerah penelitian dapat menjadi 2 satuan morfologi, yaitu :

- Satuan morfologi pendataran menempati bagian selatan Blok Prospek Buhut – Bisa hingga bagian utara Blok Prospek Sepotak yang tersebar di sepanjang daerah tepian sungai Buhut dan Sungai Menghantai. Satuan morfologi ini disusun oleh batu gamping dari Formasi Berai.
- Satuan morfologi pembuktian gelombang lemah sampai sedang menempati bagian utara Blok Prospek Buhut – Bisa dan disusun oleh litologi Formasi Tanjung, sedangkan di Blok Prospek Sepotak satuan morfologi ini menempati bagian tengah hingga bagian selatan disusun oleh litologi Formasi Warukin.

Sungai-sungai yang mengalir di sekitar daerah Blok Prospek Buhut – Bisa, Sungai Julukan (sebelah barat Blok Prospek Buhut), Sungai Buhut, sungai Buhut dan sungai Julukan bermuara di sungai Kuantan.

#### **3.3.2 Kondisi Fisiografi**

Secara fisiografi daerah penyelidikan merupakan bagian dari tepian utara Sub Cekungan Barito yang berbatasan dengan Cekungan Kutai, dimana pada bagian utara dan barat masing-masing dibatasi oleh Tinggian Kucing dan Paparan Sunda.

Daerah Penyelidikan termasuk kedalam peta geologi lembar Muara Teweh skala 1 : 250.000 (Supriatna dan Adjat Sudrajat, tahun 1992) dan lembar Buntok

skala 1 : 250.000 (Supriatna dkk, tahun 1994 dan 1995). Batuan penyusun daerah penyelidikan sebagian besar terdiri dari batuan Pra Tersier dan batuan sediment Tersier yang berumur Eosen – Miosen.

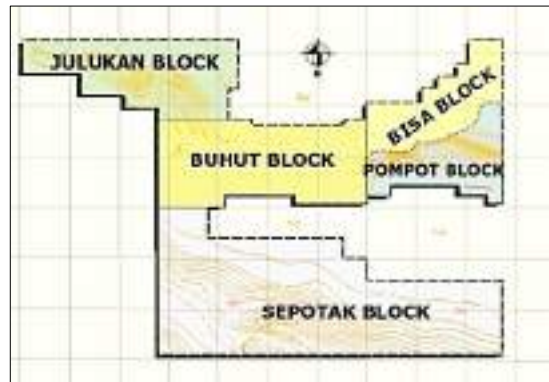
### **3.3.3 Kondisi Stratigrafi**

Batuan penyusun daerah penyelidikan sebagian besar terdiri dari batuan Pra Tersier dan batuan sedimen Tersier yang berumur Eosen – Miosen.

Urut-urutan formasi batuan dari tua ke muda terdiri dari satuan batuan Pra Tersier yang merupakan batuan-batuan beku (Kompek Busang), Formasi Tanjung yang berumur Eosen dan merupakan formasi pembawa batubara tertua. Di atasnya diendapkan Formasi Berai, Formasi Montalat dan Formasi Karamuan (Oligosen), ketiga formasi ini berhubungan saling menjemari dan diendapkan selaras di atas Formasi Tanjung. Formasi Warukin (Miosen Tengah – Miosen Akhir) merupakan formasi pembawa batubara termuda yang terendapkan secara selaras di atas Formasi Berai. Secara setempat formasi-formasi batuan di atas ditutup secara tidak selaras oleh endapan alluvial.

### **3.3.4 Struktur Geologi**

Daerah konsesi terbagi menjadi beberapa blok prospek yaitu blok prospek Buhut, blok prospek Bisa, blok prospek Pompo, blok prospek Sepotak dan blok prospek Julukan (Gambar 3.2). Blok prospek yang menjadi kajian kelayakan pada saat penelitian adalah blok prospek Buhut dan Bisa.



Sumber : Kajian Keleyakan Penambangan Batubara PT.Telen Orbit Prima  
**Gambar 3.3** Blok Prospek PT. Telen Orbit Prima

Struktur geologi regional berdasarkan peta geologi lembar buntok, terdapat struktur berupa sesar, kekar, perlapisan dan perlipatan (Lampiran B).

Formasi yang terdapat pada daerah penelitian adalah :

### 1. Formasi Tanjung (*Tet*)

Formasi Tanjung tersingkap di sebelah utara daerah penyelidikan. Secara umum terdiri dari perselingan batupasir kuarsa, batulanau dan batulempung, konglomerat, dan sisipan batubara, dan batugamping. Batupasir, berwarna abu-abu terang, keras–agak rapuh, berbutir sedang sampai kasar, terpilah baik–sedang, membulat–menyudut tanggung, didominasi oleh mineral kuarsa dan sebagian kecil hadir mineral hitam (mineral mafik), mika dan tufa. Batupasir konglomeratan, dijumpai di bagian bawah, berwarna abu-abu terang, kemas terbuka dan terpilah buruk, ukuran fragmen 0,50 – 1,50 cm terdiri dari kuarsa susu (dominan), metasedimen, andesit, dan basal, matrik berupa batupasir kuarsa berukuran kasar pada umumnya tersingkap di hulu-hulu sungai. Batulanau, berwarna abu-abu kecoklatan, agak keras, sebagian karbonan, struktur sedimen laminasi sejajar sebagian karbonan dan lensa tipis batubara dan kadang-kadang menyerpih. Batulempung, abu-abu kecoklatan, berukuran lempung, agak lunak,

sebagian karbonan dan lensa tipis batubara. Batulempung abu-abu kecoklatan, struktur sedimen laminasi sejajar sebagian karbonan dan lensa tipis batubara. batulanau warna abu-abu kecoklatan, struktur sedimen laminasi sejajar, sebagian karbonan dan lensa tipis batubara. batupasir, berwarna abu-abu, berukuran halus – sedang, membulat tanggung, terpilah baik, dominan kuarsa, sedikit mineral hitam, mika, karbonan dan sebagian mengandung tufa. Batubara *Bright Coal–Banded Coal* berwarna hitam, kilap sub-vitreous–vitreous, agak keras–rapuh, pecahan sub-conchoidal–conchoidal, cleat rapat–jarang dan juga sebagian kecil memperlihatkan kondisi singkapan lapisan batubara *Dull Coal* berwarna hitam kecoklatan–coklat, agak keras–keras, kilap tanah, *even blocky*, cleat jarang. Batugamping, abu-abu, keras, sebagian kristalin mengandung fosil foraminifera kecil dan cangkang. Formasi Tanjung diendapkan pada lingkungan pengendapan litoral sampai rawa yang diduga berumur Eosen Akhir (Supriatna dkk., 1995). Formasi Tanjung diendapkan secara tidak selaras di atas Komplek Busang. Ketebalan Formasi Tanjung di Blok Prospek Buhut > 400 meter.

## 2. Formasi Montalat (*Tomm*)

Formasi Montalat tersingkap di sebelah utara sampai tengah daerah penyelidikan yang memanjang relatif dari timur–barat di Blok Prospek Buhut, Bisa dan Pompot. Formasi Montalat disusun oleh batupasir kuarsa, bersisipan batulanau dan batubara. Beberapa jenis foram kecil menunjukkan umur Oligosen. Formasi Montalat diendapkan di laut dangkal terbuka, dengan tebal mencapai 1.400 m. Formasi ini menjemari dengan dengan Formasi Berai dan diendapkan selaras diatas Formasi Tanjung.

### 3. Formasi Berai (*Tomb*)

Di daerah penyelidikan Formasi Berai tersingkap di bagian barat laut, seperti yang tersingkap pada Sungai Menghantai dan Sungai Buhut. Formasi Berai terdiri dari batugamping abu-abu – abu-abu terang, sangat kompak dan keras, mengandung fosil foram besar dan fosil koral, sebagian terkristalisasi, dan sebagian memperlihatkan kesan berlapis. Formasi Berai diendapkan secara selaras di atas Formasi Tanjung pada Kala Oligosen–Miosen Tengah dalam lingkungan pengendapan laut dangkal. Kedalaman Formasi Berai lebih kurang 450 meter.

### 4. Formasi Warukin (*Tmw*)

Formasi Warukin di jumpai di bagian selatan yang memanjang relatif dari timur–barat di Blok Prospek Sepotak dan sekitarnya. Formasi Warukin terdiri dari perselingan batupasir halus–kasar dan batulempung dengan sisipan serpih dan batubara. Batupasir abu-abu, halus-kasar, butiran membulat sampai membulat tanggung, agak keras, sebagian besar disusun oleh kuarsa, setempat bersifat karbonan. Batulempung abu-abu, agak keras, sebagian karbonan. Batubara *Banded Dull Coal–Dull Coal*, warna hitam kecoklatan–coklat, agak keras–keras, kilap tanah, rata–tidak rata, *cleat* jarang. Formasi Warukin diendapkan selaras di atas Formasi Berai pada Kala Miosen Tengah – Miosen Atas dalam lingkungan transisi. Ketebalan Formasi Warukin pada Blok Prospek Sepotak mencapai 500 meter.

### 5. Endapan Aluvium (*Qa*)

Endapan aluvium merupakan endapan termuda yang berumur Kuartar (*Resen*) yang merupakan endapan hasil rombakan batuan yang lebih tua terdiri dari

lumpur, pasir, kerikil dan kerakal yang bersifat lepas. Pada umumnya endapan ini menempati daerah dataran banjir yang terus berlangsung sampai saat ini. Tebal endapan aluvial ini antara beberapa sentimeter hingga mencapai 3 meter.

### 3.4 Alat dan Bahan

Adapun alat dan bahan yang digunakan dalam penelitian antara lain :

a. Buku Lapangan (Catatan Harian)

Buku lapangan berukuran kecil sehingga tidak menyulitkan pada saat digunakan. Buku lapangan berfungsi untuk mencatat data-data penting diperlukan dalam penelitian.

b. Alat Tulis

Alat tulis berfungsi untuk mencatat data-data yang diperlukan di lapangan.

c. Kamera

Kamera berfungsi untuk dokumentasi kegiatan pengambilan data laporan dan kegiatan lapangan.

d. Alat Pelindung Diri (APD)

Peralatan ini meliputi *safety shoes*, helm, sarung tangan, kacamata dan rompi *reflector*. Peralatan ini berfungsi untuk melindungi tubuh dan mengurangi resiko kecelakaan kerja.

e. Kalkulator

Kalkulator berfungsi sebagai alat bantu untuk menghitung secara akurat perhitungan data yang telah diambil.

f. Laptop

Laptop berfungsi untuk pengolahan laporan dari data–data yang telah diperoleh selama waktu pengamatan Tugas Akhir.

g. Laptop

*Flowbar* berfungsi untuk mengukur debit air di *outlet* pemompaan.

### 3.5 Tata Laksana

#### 3.5.1 Langkah Kerja

Adapun langkah kerja dalam penelitian Skripsi ini sebagai berikut :

1 Tahap Studi Literature

Pada tahap ini dilakukan untuk memperoleh informasi yang berhubungan dengan judul Tugas akhir melalui penelitian tugas akhir terdahulu, buku dan jurnal.

2. Tahap Pengumpulan Data

Data yang diperlukan dalam penelitian Skripsi ini mencakup data primer dan data sekunder. Data primer berupa informasi yang langsung berdasarkan pengamatan di lapangan, sedangkan data sekunder berupa data dan informasi yang diperoleh dari PT. Pamapersada Nusantara Distrik TOPB.

Adapun data primer dalam penelitian ini adalah :

- a. Debit masuk air pada *sump*
- b. Kapasitas *sump* aktual
- c. Sistem pemompaan

- d. Debit pemompaan
- e. Kapasitas pompa
- f. Simulasi pengeringan *sump*

Adapun data sekunder dalam penelitian ini adalah :

- a. Data Curah Hujan (2014-2018)
  - b. Luasan Catchment area bulan April 2019
  - c. Peta topografi bulan April 2019
  - d. Peta geologi regional daerah penelitian
  - e. Desain link pemompaan
3. Pengolahan Data

Setelah data terkumpul, baik data primer maupun data sekunder. Tahap yang harus dilakukan selanjutnya adalah sebagai berikut :

- a. Tahan perhitungan debit air

Tahap ini dimaksudkan untuk menghitung berapa besar volume air yang masuk pada *sump* yang berasal dari air hujan ataupun air dari dalam tanah berdasarkan data curah hujan.

- b. Menghitung kapasitas *sump*

Tahap ini dimaksudkan untuk menghitung kecukupan daya tampung *sump* terhadap volume debit air yang masuk.

- c. Mengkoreksi kapasitas *sump*

Tahap ini dimaksudkan untuk mengkaji dan mengevaluasi kembali kapasitas *sump* dan mengetahui seberapa efektifkah daya tampungnya

sehingga dapat dibuat formulasi yang lebih cocok agar dapat menampung air lebih maksimal.

d. Mengevaluasi Kemampuan Pompa

Tahap ini merupakan tahap dalam mengevaluasi kapasitas kemampuan pompa dalam menyeimbangkan air masuk dengan air yang dapat dikeluarkan oleh pompa.

e. Tahap Penyusunan Laporan Penelitian Skripsi

Tahap ini merupakan tahap terakhir yang bertujuan untuk merangkum semua hasil yang telah di dapat dari lapangan dan dituangkan dalam laporan untuk dipertanggungjawabkan.

### **3.5.2. Metode Penelitian**

Metode penelitian yang digunakan dalam penelitian ini adalah metode penelitian kuantitatif dan deskriptif. Metode Penelitian kuantitatif adalah penelitian ilmiah yang sistematis terhadap bagian-bagian dan fenomena serta hubungan-hubungannya serta bersifat induktif, objektif dan diperoleh berupa angka-angka atau pernyataan yang dinilai. Tujuan penelitian kuantitatif adalah mengembangkan dan menggunakan model-model matematis, teori-teori yang berkaitan dengan kegiatan tertentu.

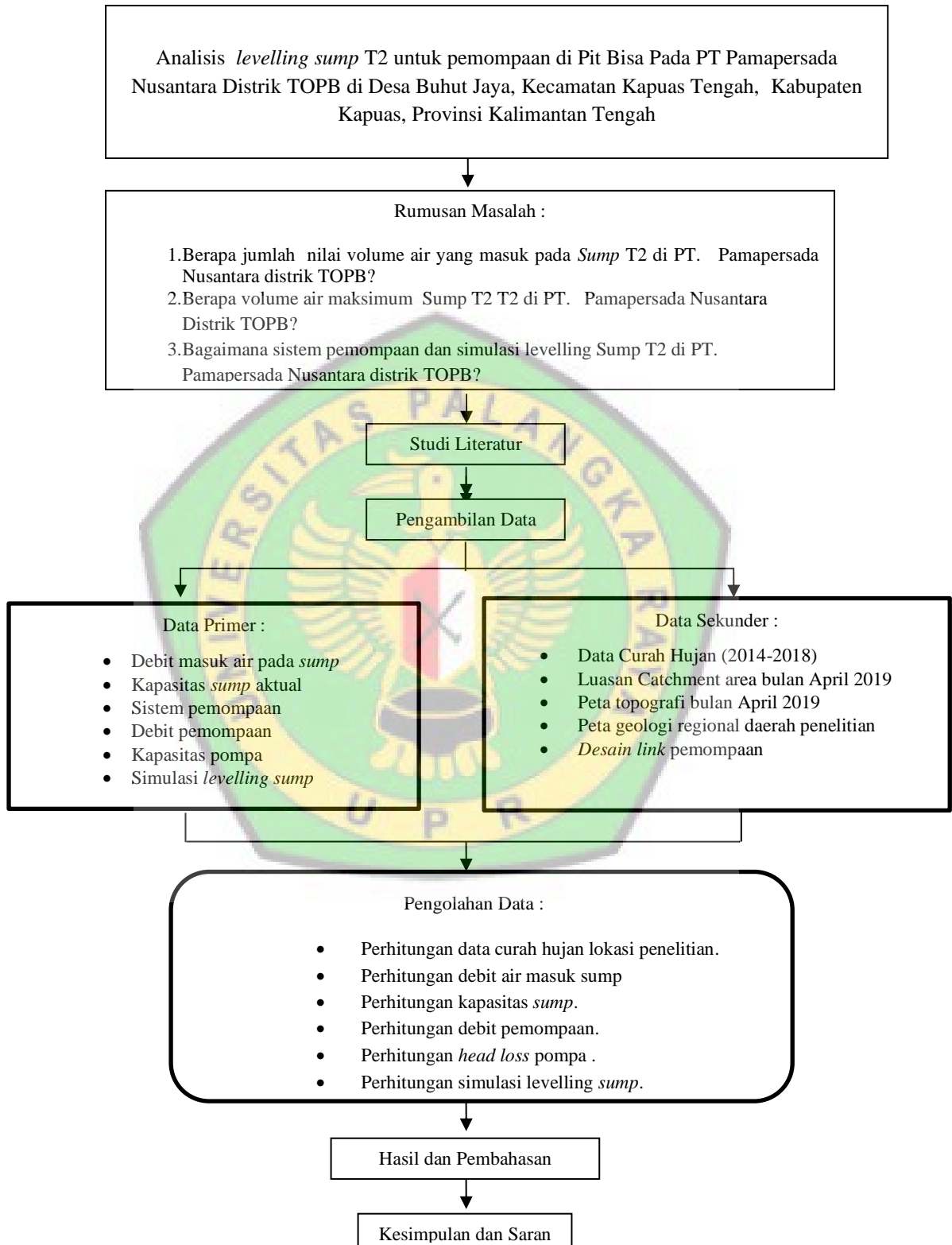
Sedangkan Penelitian deskriptif merupakan metode penelitian yang berusaha menggambarkan dan menginterpretasi objek sesuai dengan apa adanya. Penelitian ini juga sering disebut noneksperimen, karena pada penelitian ini penelitian tidak melakukan kontrol dan manipulasi variabel penelitian. Penelitian deskriptif pada umumnya dilakukan dengan tujuan utama, yaitu menggambarkan

secara sistematis fakta dan karakteristik objek dan subjek yang diteliti secara tepat.

Metode pengambilan data yang akan digunakan sebagai referensi penyusunan laporan tugas akhir antara lain :

1. Studi Literatur, yaitu dengan mencari dan mengumpulkan referensi yang berkaitan dengan *dewatering* tambang dari buku, laporan Tugas akhir terdahulu, jurnal penelitian maupun media online internet.
2. Studi Lapangan, yaitu dengan melakukan observasi lapangan langsung ke lokasi penelitian khususnya pada *dewatering* di tambang PT. Pamapersada Nusantara *Jobsite* TOPB.
3. Pengelompokan data, yaitu mengelompokan data yang didapat dari lapangan secara langsung yang disebut dengan data primer dan data yang di dapat dari departemen engineering PT. Pamapersada *Jobsite* TOPB yang disebut dengan data sekunder.
4. Pengolahan data, yaitu mengolah kembali data yang didapat dengan melakukan perhitungan dan penggambaran ulang kondisi actual di lapangan.
5. Pengevaluasian data, yaitu mengevaluasi lagi data yang telah diperhitungkan dengan analisa matematis dan statistic dan penyelesaian akhir.

### 3.6 Bagan Alir Penelitian



**Gambar 3.4** Bagan Alir Pelaksanaan Skripsi

### 3.5 Waktu Penelitian

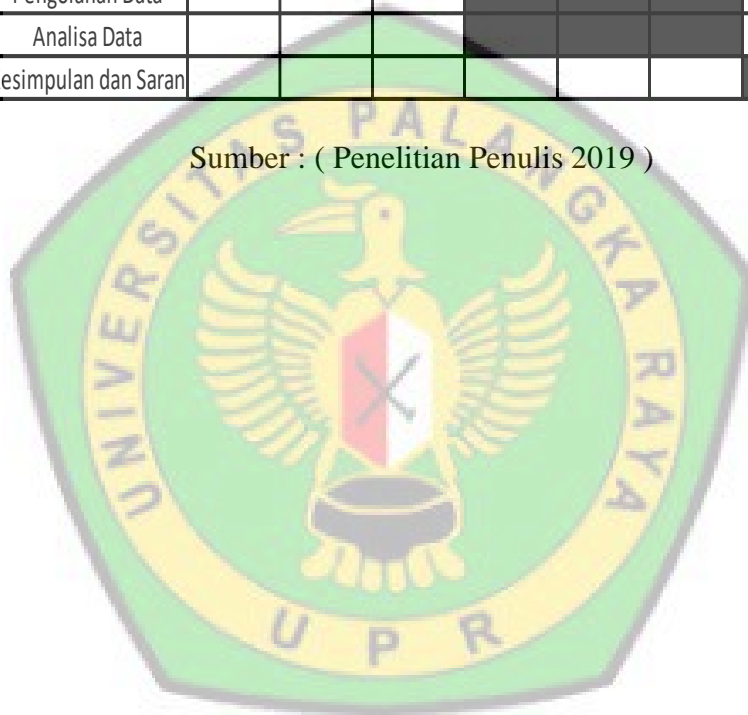
Penelitian Skripsi dilaksanakan mulai pada akhir bulan 1 April 2019

Sampai 31 Mei 2019, dengan jadwal kegiatan sebagai berikut :

**Tabel 3.2** Tabel Waktu Penelitian

No	Kegiatan	Minggu ke-							
		1	2	3	4	5	6	7	8
1	Orientasi	■							
2	Pengambilan Data		■	■					
3	Pengolahan Data				■	■	■		
4	Analisa Data				■	■	■		
5	Kesimpulan dan Saran							■	

Sumber : ( Penelitian Penulis 2019 )



## BAB IV

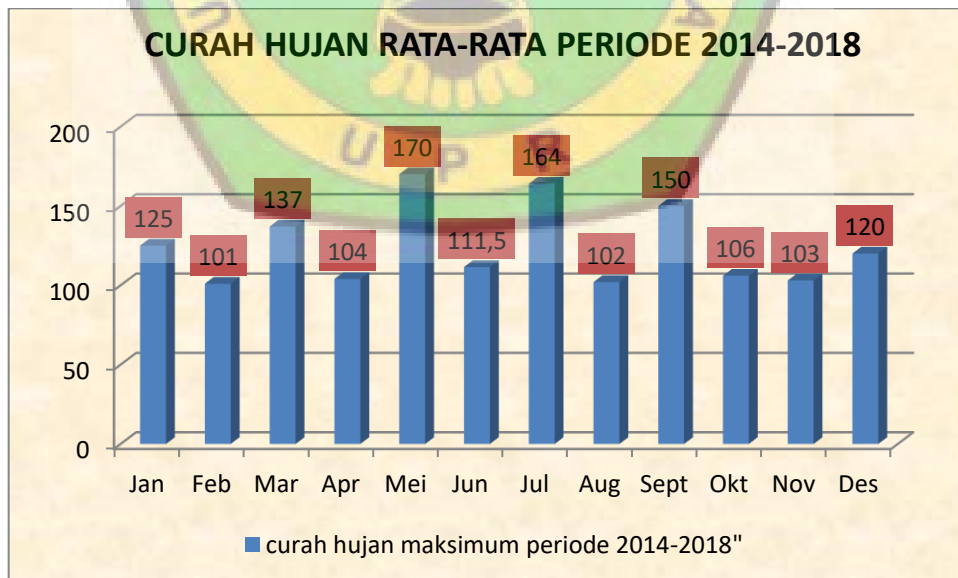
### HASIL DAN PEMBAHASAN

#### 4.1 Hasil penelitian

##### 4.1.1 Analisis volume air masuk ke *sump* T2

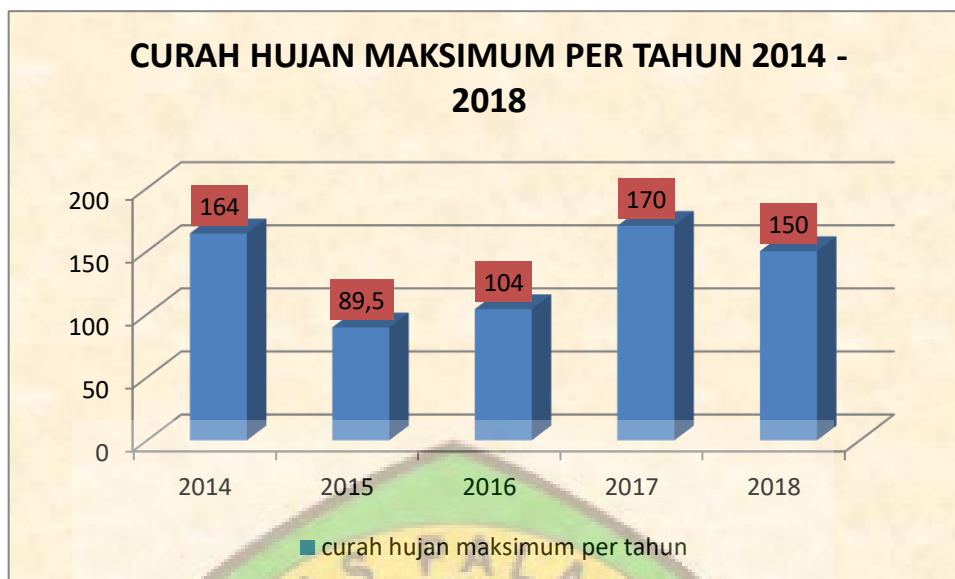
###### A. Analisis Curah Hujan

Untuk menganalisis level air yang masuk ke dalam *sump*, maka dibutuhkan data curah hujan yang diperoleh dari pendataan Monitoring Control ( MOCO ) PT. Pamapersada Nusantara distrik TOPB, data yang diperoleh adalah data curah hujan periode 5 tahun daerah penelitian yaitu dari tahun 2014 sampai dengan tahun 2018 yang dapat dilihat pada lampiran A. Data curah hujan maksimum setiap bulan pada 5 tahun dapat dilihat pada Gambar 4.1 dan data curah hujan maksimum dari setiap tahun Gambar 4.2



( Sumber : Pengolahan data, 2019 )

Gambar 4.1 Grafik Data curah hujan maksimum periode 2014 - 2018



( Sumber : Pengolahan data, 2019 )

Gambar 4.2 Grafik Data curah hujan maksimum per tahun 2014 – 2018

Dari data curah hujan maksimum yang didapat, maka dilakukan beberapa analisa, antara lain :

### 1. 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 parametrik statistik untuk  $(X_i - \bar{X})$ ,  $(X_i - \bar{X})^2$ ,  $(X_i - \bar{X})^3$ ,  $(X_i - \bar{X})^4$  terlebih dahulu.

Dimana :

$X_i$  = Besarnya curah hujan daerah (mm)

$\bar{X}$  = Rata-rata curah hujan maksimum daerah (mm)

Tabel 4.1 Perhitungan Parameter Statistik untuk menentukan distribusi curah hujan

no	Tahun	Rh Rencana x (mm) (Xi)	Rh Rata Rata (X)	(Xi-X)	(Xi-X) <sup>2</sup>	(Xi-X) <sup>3</sup>	(Xi-X) <sup>4</sup>
1	2014	164,000	135,500	28,500	812,250	23149,125	659750,063
2	2015	89,500		-46,000	2116,000	-97336,000	4477456,000
3	2016	104,000		-31,500	992,250	-31255,875	984560,063
4	2017	170,000		34,500	1190,250	41063,625	1416695,063
5	2018	150,000		14,500	210,250	3048,625	44205,063
	TOTAL	677,500		0,000	5321,000	-61330,500	7582666,250

(Sumber : Pengolahan Data Tugas Akhir 2019)

Adapun beberapa perhitungan statistik untuk menentukan kecenderungan distribusi, antara lain :

**a. Mean /rerata**

*Mean* adalah nilai rata – rata ( pembagian ) dari beberapa buah data dengan cara membagi jumlah keseluruhan data dengan jumlah banyak data.

$$\bar{x} = \frac{\sum_{i=1}^n x_i}{n} = \frac{677,500}{5} = 135,500 \text{ mm/hari}$$

**b. Simpangan Baku / Standard Deviasi**

Simpangan Baku (Standard Deviasi) adalah ukuran pembesaran data yang diartikan sebagai jarak rata – rata penyimpangan antara hasil pengukuran dengan nilai rata – rata.

$$S = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2}{n - 1}} = \sqrt{\frac{5321,000}{5 - 1}} = 36,473 \text{ mm}$$

**c. Koefisien Variansi /Variation Coefficient**

Koefisien Variansi adalah perbandingan antara simpangan standar dengan nilai rata – rata.

$$C_v = \frac{S}{\bar{x}} = \frac{36,473}{135,500} = 0,269$$

**d. Asimetri / Kemencengan / Skewness**

Asimetri adalah derajat dari ketidaksimetrisan ( asimetri ) suatu distribusi data.

$$C_s = \frac{n \sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^3}{(n-1)(n-2)S^3} = \frac{(5)x(-61330,500)}{(5-1)(5-2)(36,473)^3} = -0,527$$

**e. Kurtosis / Keruncigan**

Kurtosis adalah ukuran atau derajat ketinggian atau kerendahan puncak suatu distribusi normal data.

$$C_k = \frac{\frac{1}{n} \sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^4}{S^4} = \frac{\left(\frac{1}{5}\right) (7582666,250)}{(36,473)^4} = 0,857$$

Berdasarkan dari perhitungan beberapa perhitungan statistik untuk menentukan kecenderungan distribusi,maka didapatkan hasil bahwa daerah penelitian memiliki kecenderungan pada distribusi Gumbel.Hasil Rekapitulasi data kecenderungan dapat dilihat pada table 4.2

Tabel 4.2 Rekapitulasi distribusi

Cs	Ck	Normal Cs ≈ 0,00 Ck ≈ 3,00	Log Normal Cs = 0,97 Ck = 70,71	Gumbel Cs ≤ 1,4 Ck ≤ 5,4	Log Pearson tipe III Cs = Bebas Ck = Bebas
-0,527	0,857	X	X	✓	X

(Sumber : Pengolahan Data Tugas Akhir 2019)

## 2. Perhitungan Curah hujan

Perhitungan curah hujan yang ditentukan memiliki kecenderungan distribusi probabilitas *gumbell*, perhitungannya adalah sebagai berikut :

Tabel 4.3 Perhitungan Distribusi Gumbel

No	n	$P = \frac{m}{n+1}$	$y = -\ln(\ln(\frac{1}{p}))$	$y_n = \frac{\sum y}{n}$	$(y - y_n)^2$	$s_n = \sqrt{\frac{\sum (y - y_n)^2}{n-1}}$
1	5	0,167	-0,583	0,459	1,086	0,886
2	5	0,333	-0,094		0,306	
3	5	0,500	0,367		0,009	
4	5	0,667	0,903		0,197	
5	5	0,833	1,702		1,546	
		2,500	2,294		3,142	

(Sumber : Pengolahan Data Tugas Akhir 2019)

$$\rightarrow P = \frac{m}{n+1}$$

$$P = \frac{1}{5+1}$$

$$P = 0,167$$

$$\rightarrow y_n = -\ln\left(\ln\left(\frac{1}{p}\right)\right)$$

$$y_n = -\ln\left(\ln\left(\frac{1}{0,167}\right)\right)$$

$$y_n = -0,583$$

$$\rightarrow y_n = \frac{\sum y}{n}$$

$$y_n = \frac{2,294}{5}$$

$$y_n = 0,459$$

$$\triangleright (y - y_n)^2$$

$$(0,091 - 0,495)^2 = 1,086$$

$$\triangleright S_n = \sqrt{\frac{\sum(y-y_n)^2}{n-1}}$$

$$S_n = \sqrt{\frac{3,149}{5-1}}$$

$$S_n = 0,886$$

Tabel 4.4 Distribusi Curah Hujan Metode Gumbel

No	periode	x	sd	sn	yn	(T-1)/T	$Y_t = \bar{x} + \frac{sd}{S_n} \cdot \frac{Y_t - Y_n}{T}$	yt-yn	$X_t = \bar{x} + \frac{sd}{S_n} (Y_t - Y_n)$
1	2	135,5	36,473	0,886	0,459	0,500	0,367	-0,092	131,703
2	5	135,5	36,473	0,886	0,459	0,800	1,500	1,041	178,342
3	10	135,5	36,473	0,886	0,459	0,900	2,250	1,792	209,222
4	25	135,5	36,473	0,886	0,459	0,960	3,199	2,740	248,238
5	50	135,5	36,473	0,886	0,459	0,980	3,902	3,443	277,182

(Sumber : Pengolahan Data Skripsi, 2019)

Perhitungan curah hujan menggunakan periode 5 tahun sesuai dengan umur pemakaian tambang yang ditaksir 5 tahun, maka perhitungannya adalah sebagai berikut :

$$\triangleright X_t = X + \frac{sd}{S_n} (Y_t - Y_n)$$

$$X_t = 135,5 + \frac{36,473}{0,886} (1,500 - 0,495)$$

$$X_t = 135,5 + \frac{36,473}{0,886} (1,005)$$

$$X_t = 178,342 \text{ mm/hari}$$

### 3. Perhitungan Resiko Hidrologi

Penentuan periode ulang hujan dilakukan dengan menyesuaikan data dan keperluan pemakaian yang berkaitan dengan umur tambang serta tetap memperhitungkan resiko hidrologi (Hidrology Risk). Berdasarkan estimate dari *mine plan*, umur tambang Pit Bisa diperkirakan akan masih bisa ditambang 5 tahun kedepan jadi periode ulang yang digunakan dalam penelitian ini adalah periode ulang 5 tahun dengan perhitungan :

$$P_r = 1 - \left(1 - \frac{1}{T_r}\right)^{T_L}$$

$$P_r = 1 - \left(1 - \frac{1}{5}\right)^5$$

$$P_r = 1 - (0,349)$$

Tabel 4.5 Resiko Hidrologi dan Periode Ulang Hujan

PUH (T <sub>r</sub> )	P		T <sub>L</sub>
1	1	100,00%	5 Tahun
2	0,96875	96,87%	
3	0,868313	86,83%	
4	0,762695	76,27%	
5	<b>0,67232</b>	<b>67,23%</b>	
6	0,598122	59,81%	
7	0,537336	53,73%	
8	0,487091	48,71%	
9	0,445071	44,51%	
10	0,40951	40,95%	
11	0,379079	37,91%	
12	0,352772	35,28%	
13	0,329823	32,98%	

(Sumber : Pengolahan Data Skripsi, 2019 )

#### 4. Perhitungan Intensitas Curah Hujan

Seandainya curah hujan harian didaerah penelitian diketahui tidak terdistribusi secara merata setiap tahun, maka menurut Mononobe (1992), Intensitas curah hujan dapat dihitung dengan rumus perkiraan intensitas curah hujan untuk waktu lama waktu hujan sembarang yang dihitung dari data curah hujan harian. Hasil perhitungan dapat dilihat pada tabel.

Tabel 4.6 Intensitas Hujan Rencana Periode Ulang 2, 5, 10 dan 25 tahun

t (Jam)	R24 (CH Maks. Dalam 24 jam)				
	R 2 tahun)	R (5 tahun)	R (10 tahun)	R (25 tahun)	R (50 tahun)
	131,703	178,342	209,222	248,238	277,182
1	45,659	61,828	72,533	86,059	96,094
2	28,763	38,949	45,693	54,214	60,535
3	21,950	29,724	34,870	41,373	46,197
4	18,120	24,536	28,785	34,153	38,135
5	15,615	21,145	24,806	29,432	32,864
6	13,828	18,725	21,967	26,063	29,102
7	12,477	16,896	19,822	23,518	26,260
8	11,415	15,457	18,133	21,515	24,023
9	10,553	14,290	16,764	19,890	22,209
10	9,837	13,320	15,627	18,541	20,703
11	9,231	12,500	14,665	17,399	19,428
12	8,711	11,796	13,838	16,419	18,333
13	8,258	11,183	13,119	15,566	17,381
14	7,860	10,644	12,487	14,815	16,543
15	7,507	10,165	11,925	14,149	15,799
16	7,191	9,737	11,423	13,553	15,134
17	6,906	9,352	10,971	13,017	14,534
18	6,648	9,002	10,561	12,530	13,991
19	6,412	8,683	10,187	12,086	13,496
20	6,197	8,391	9,844	11,680	13,042
21	5,999	8,123	9,529	11,306	12,625
22	5,815	7,875	9,238	10,961	12,239
23	5,646	7,645	8,968	10,641	11,882

24	5,488	7,431	8,718	10,343	11,549
----	-------	-------	-------	--------	--------

(Sumber : Pengolahan Data Skripsi, 2019 )

Berdasarkan *Rain Delay* yang di dapat dari *Monitoring control ( MOCO)* pada lampiran D, maka didapatkan rata- rata hujan per harinya adalah sebesar 3,380 jam.Maka perhitungannya sebagai berikut :

$$I_2 = \frac{R_{24}}{24} \left( \frac{24}{t} \right)^{2/3}$$

$$I_2 = \frac{178,342}{24} \left( \frac{24}{3,380} \right)^{2/3}$$

$$I_2 = 27,452 \text{ mm/jam}$$

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

Daerah Tangkapan Hujan ( *Catchment Area* ) adalah suatu areal atau daerah tangkapan hujan dimana batas wilayah tangkapannya ditentukan dari titik-titik elevasi tertinggi sehingga berupa poligon tertutup dengan pola yang disesuaikan pada kondisi topografi yang mengikuti arah gerak air, besarnya luasan daerah tangkapan hujan dapat mempengaruhi besarnya air limpasan yang masuk ke area pit.luasan area *catchment area* ditentukan melalui aplikasi Minescape

5.7.Luas *catchment area* pada Bulan April 2019 adalah sebesar 62,7 Ha atau 0,627 km<sup>2</sup> ( Gambar 4.3 ) dan Lokasi penelitian ( Gambar 4.4 ).

Gambar 4.3 Luas *catchment area*



(Sumber : Pengolahan Data Skripsi, 2019)



(Sumber : Dokumentasi Lapangan, 2019)

Gambar 4.4 Lokasi penelitian

#### 6. Analisis Debit Air Limpasan ( *Run off water* ) yang masuk Sump T2

Berdasarkan dari hasil analisis perhitungan yang telah diperoleh, kemudian diolah lagi untuk mendapatkan nilai besaran debit limpasan air yang masuk dengan menggunakan metode Rasional, berdasarkan jenis kegunaan lahan tambang yang terbuka tanpa vegetasi, maka nilai koefisien yang digunakan dalam analisis di wilayah tempat studi adalah bernilai 0,9.

Tabel 4.7 Tabel 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	<b>0,9</b>

(Sumber Dr. Ir. Suripin, M.Eng, 2004)

Berdasarkan rumus metode Rasional, selain nilai koefisien kegunaan lahan daerah penelitian, untuk menghitung besaran debit air limpasan permukaan yang memasuki *Sump T2*, dibutuhkan nilai intensitas hujan yang telah dihitung sebelumnya, yaitu sebesar 27,542 mm/jam dengan jam hujan rata-rata per hari adalah 3,38 jam/hari dan luasan daerah tangkapan hujan sebesar 0,627 Km<sup>2</sup>. sehingga debit air limpasan dapat dihitung sebagai berikut :

$$\begin{aligned}
 Q &= 0,278 \cdot C \cdot I \cdot A \\
 &= (0,278) \cdot (0,9) \cdot (27,542) \cdot (0,627) \\
 &= 4,320 \text{ m}^3/\text{detik}
 \end{aligned}$$

Maka perhitungan besar limpasan adalah sebagai berikut :

$$\begin{aligned}
 Q_{\text{Limpasan}} &= Q \times 3600 \text{ detik/jam} \times 3,380 \text{ jam/hari} \\
 &= 4,320 \text{ m}^3/\text{detik} \times 3600 \text{ detik/jam} \times 3,380 \text{ jam/hari} \\
 &= 52.573,818 \text{ m}^3/\text{hari}
 \end{aligned}$$

Air limpasan permukaan membawa sebagian material yang terendapkan ke dalam sump, material yang terbawa ke dalam sump di asumsikan sekitar 5 % oleh engineering department PT. Pamapersada Nusantara Distrik TOPB, maka :

$$\begin{aligned}
 Q_{\text{Limpasan}} &= 52.573,818 \text{ m}^3/\text{hari} \times 5 \% \text{ asumsi} \\
 &= 2.628,690 \text{ m}^3/\text{hari} \\
 &= 52.573,818 \text{ m}^3/\text{hari} + 2.628,690 \text{ m}^3/\text{hari} \\
 &= 55.202,509 \text{ m}^3/\text{hari}
 \end{aligned}$$

Selain menghitung volume limpasan permukaan, air hujan yang langsung masuk kedalam sump juga harus dihitung, dengan luas permukaan sump sebesar  $14.815 \text{ m}^2$  atau  $0,014815 \text{ km}^2$ , maka besar air hujan yang masuk ke dalam sump adalah sebagai berikut :

$$\begin{aligned}
 Q_{\text{Debit Hujan}} &= 0,278 \cdot I \cdot A \\
 &= (0,278) \cdot (27,542) \cdot (0,014815) \\
 &= 0,113 \text{ m}^3/\text{detik}
 \end{aligned}$$

Maka :

$$\begin{aligned}
 Q_{\text{Debit Hujan}} &= Q \times 3600 \text{ detik/jam} \times 3,380 \text{ jam/hari} \\
 &= 0,113 \text{ m}^3/\text{detik} \times 3600 \text{ detik/jam} \times 3,380 \text{ jam/hari} \\
 &= 1.380 \text{ m}^3/\text{hari}
 \end{aligned}$$

Selain air limpasan dan air hujan, air tanah (*Drain Hole*) dapat menjadi faktor penambah banyaknya air yang masuk ke dalam sump, volume air yang masuk ke dalam sump di asumsikan oleh engineering department PT. Pamapersada Nusantara Distrik TOPB sebesar  $0,056 \text{ m}^3/\text{detik}$  atau per jam sama dengan  $204,916 \text{ m}^3/\text{jam}$  dan  $4.918 \text{ m}^3/\text{hari}$ .

Setelah mendapatkan hasil dari perhitungan sebelumnya jumlah air ditotalkan menjadi :

$$\begin{aligned}
 Q_{\text{Total}} &= Q^{\text{Limpasan}} + Q_{\text{Debit Hujan}} + Q_{\text{Air Tanah}} \\
 &= 55.202,509 \text{ m}^3/\text{hari} + 1.380 \text{ m}^3/\text{hari} + 4.918 \text{ m}^3/\text{hari} \\
 &= 61.500,509 \text{ m}^3 \text{ hari}
 \end{aligned}$$

Dengan demikian daya tampung (ukuran) *sump* minimal untuk dapat menampung debit air limpasan permukaan atau volume air yang masuk kedalam *sump* adalah :

$$\begin{aligned}
 \text{Daya tampung (ukuran) } sump \text{ minimal} &= \text{Daya tampung 2 hari hujan maksimum} \\
 &= 2 \text{ hari} \times Q^{\text{Limpasan}} \\
 &= 2 \text{ hari} \times 61.500,509 \text{ m}^3/\text{hari} \\
 &= 123.001,018 \text{ m}^3
 \end{aligned}$$

Berdasarkan perhitungan, daya tampung minimal *sump* terhadap curah hujan adalah sebesar 123.001,018 m<sup>3</sup>

#### 4.1.2 Analisis volume air maksimum *sump* T2

##### A. Kondisi Aktual *sump* T2

Pada *sump* T2 batas maksimum air telat ditentukan oleh perusahaan PT. Pamapersada Nusantara distrik TOPB bahwa batas maksimum daya tampung level adalah -30 dengan volume air sebesar 83.238,880 m<sup>3</sup> secara aktual yang telah tentukan dengan menggunakan aplikasi Minescape 5.7 melalui perhitungan volume *reverse* triangulasi *sump*. Kondisi *sump* aktual saat ini dapat dilihat pada Gambar 4.5, dimana volume air dan volume sedimentasi lumpur sangat tinggi.



(Sumber : Dokumentasi Lapangan, 2019)

Gambar 4.5 Keadaan *Sump* Aktual

#### 4.1.3 Analisis sistem pemompaan dan pengeringan sump.

##### A. Sistem Pemompaan di Pit Bisa

##### 1. Sistem Pemompaan

Sistem pemompaan yang digunakan pada Pit Bisa adalah *direct Multi Stage pump*, yaitu sistem pemompaan yang menggunakan lebih dari satu pompa yang dimaksudkan agar pemompaan berjalan lebih lancar karena sebelumnya saat masih menggunakan 1 pompa debit pompa sebesar setengah dari debit pemompaan sekarang. Di Pit Bisa pemompaan menggunakan 2 pompa yaitu pompa primer yang berada pada -30 mdpl dan pompa *booster* yang berada pada level 50 mdpl, sedangkan untuk *outlet* berada pada level 80 mdpl..



(Sumber : Dokumentasi Lapangan, 2019)

Gambar 4.6 Pompa Primer MF 420 E



(Sumber : Dokumentasi Lapangan, 2019)

Gambar 4.7 Pompa *Booster* MF 420 EXHV

## 2. Sistem Pemipaan yang digunakan

Pipa yang digunakan dalam sistem pemompaan di Pit Bisa adalah jenis HDPE (*High Density Polyethylene*) dengan diameter 14 inci. Jarak antara *inlet* ke pompa *booster* berjarak sekitar 327 meter dan dari pompa *booster* ke *outlet* sekitar 461 meter dan membutuhkan sekitar 132 batang pipa dari *inlet* ke *outlet* total dengan karena panjang 1 pipa adalah 6 meter.



(Sumber : Dokumentasi Lapangan, 2019)

Gambar 4.8 Pipa yang digunakan perusahaan

### 3. Pemompaan aktual di Pit Bisa

Perhitungan debit aktual dilakukan di *outlet* secara langsung dengan mengukur seberapa jauh tembakan, ukuran diameter pipa yang digunakan, *outlet* penuh atau tidak, bila tidak akan dihitung berapa ruang kosong dalam pipa. Untuk pengukuran langsung di lapangan dapat dilihat pada gambar 4.9



(Sumber : Dokumentasi Lapangan, 2019)

Gambar 4.9 pengukuran *outlet* dengan *flowbar*

Pada Proses menentukan nilai besaran debit aktual pemompaan dengan 1 pompa primer yang sudah ditentukan mempunyai RPM 1200 dan 1 pompa *booster* ditentukan mempunyai RPM 1050 adalah dengan mengukur langsung di *outlet* panjang laju tembakan air yang keluar dengan menggunakan *flowbar* dengan menempelkan sisi Y dari *flowbar* yang mempunyai panjang 30 cm dan menentukan laju tembakan menggunakan sisi X sesuai pengukuran besar laju tembakan air.

Diameter pipa yang dipakai adalah bagian dalam pipa ( keliling basah ). Hal ini dikarenakan agar perhitungan menjadi lebih detail dimana diameter yang

diukur sesuai dengan diameter yang dilalui oleh air yang sebesar 28,9 cm. Hasil pengukuran debit *outlet* pompa adalah sebagai berikut :

Tabel 4.8 Perhitungan Tembakan di *outlet*

No	Hari/Tanggal	X	Y	D (m)	R(D/2)	V	Q	T(S)	Q Pompa ( m <sup>3</sup> /h)
1	Jum'at,5 April 2019	0,6	0,3	0,289	0,1445	2,425	0,159	3600	572,343
2	Sabtu,6 April 2019	0,63				2,546	0,167		600,96
3	Minggu,7 April 2019	0,53				2,142	0,14		505,57
4	Kamis,11 April 2019	0,3				1,212	0,079		286,172
5	Sabtu,13 April 2019	0,49				1,98	0,13		467,414
6	Minggu,14 April 2019	0,54				2,182	0,143		515,109
7	Kamis,16 April 2019	0,6				2,425	0,159		572,343
8	Rabu,24 April 2019	0,56				2,263	0,148		534,187
Jumlah						17,176	1,126		4054,097
Rata - Rata						2,147	0,141		506,762

(Sumber : Pengolahan Data Skripsi, 2019)

Berdasarkan tabel perhitungan tembakan *outlet* di atas, rata – rata debit tembakan pompa adalah sebesar 506,765 m<sup>3</sup> / jam atau 0,141m<sup>3</sup>/detik atau 141 liter/detik. Data yang telah didapatkan dan dihitung kemudian digunakan untuk mencari total *head* pompa

#### 4. *Head* Total pompa

Pemompaan tidak lepas dari *head* pompa, yaitu kehilangan energi yang diperlukan untuk mengalirkan sejumlah air pada kondisi tertentu. Adapun perhitungan *head* total pada pompa primer dan *booster* daerah penelitian adalah sebagai berikut :

- Perhitungan Total Head Pompa pompa primer dan *booster*

Elevasi Pompa primer berada pada level -30,549 m dengan jarak yang dari *inlet* ke *outlet* didapat dari perusahaan melalui aplikasi *Minescape 5.7* untuk jarak dari pompa primer ke pompa *booster* 327 m ke pompa *booster* dan dari pompa *booster* ke *outlet* berkisar 461 m dengan pipa yang digunakan dalam sistem pemompaan di Pit Bisa adalah jenis HDPE (*High Density Polyethylene*) dengan diameter 14 inci dengan *Pressure Nominal* (PN) pipa sebesar 16 *bar*. Adapun hasil Perhitungan *head total* pompa adalah sebagai berikut :

- Pompa primer Multiflo 420 E

$$\begin{aligned} \text{Total Head} &= H^s + H^{fs} + H^{fd} + H^{vs} + H^{vd} + H^i \\ &= 80,549 \text{ m} + 0,127 \text{ m} + 0,002 \text{ m} + 0,177 \text{ m} + \\ &\quad 0,1029 \text{ m} + 0 \text{ m} \\ &= 80,957 \text{ m} \end{aligned}$$

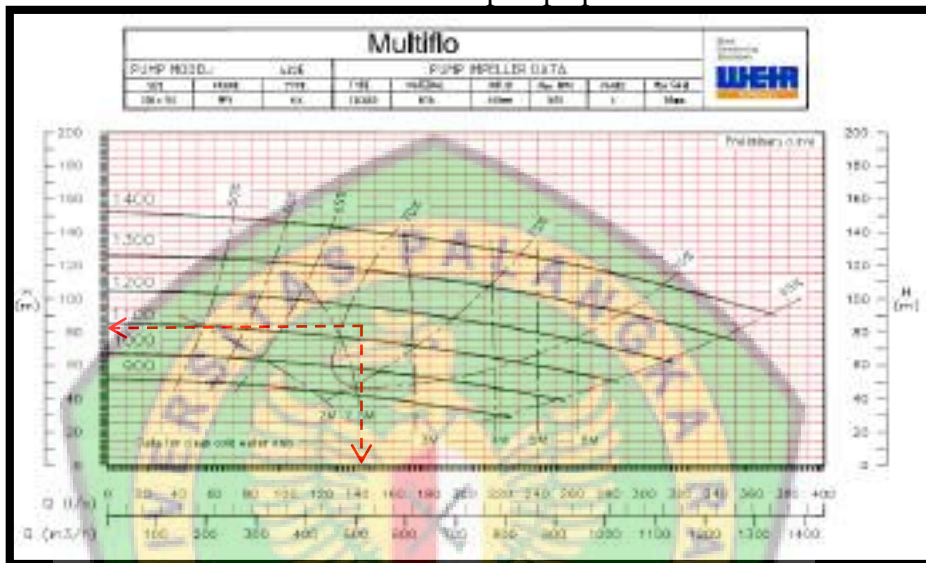
- Pompa *booster* Multiflo 420 EXHV

$$\begin{aligned} \text{Total Head} &= H^s + H^{fs} + H^{fd} + H^{vs} + H^{vd} + H^i \\ &= 30 \text{ m} + 2,857 \text{ m} + 0,000815 \text{ m} + 0,154 \text{ m} + \\ &\quad 0,103 \text{ m} + 0 \text{ m} \\ &= 33,115 \text{ m} \end{aligned}$$

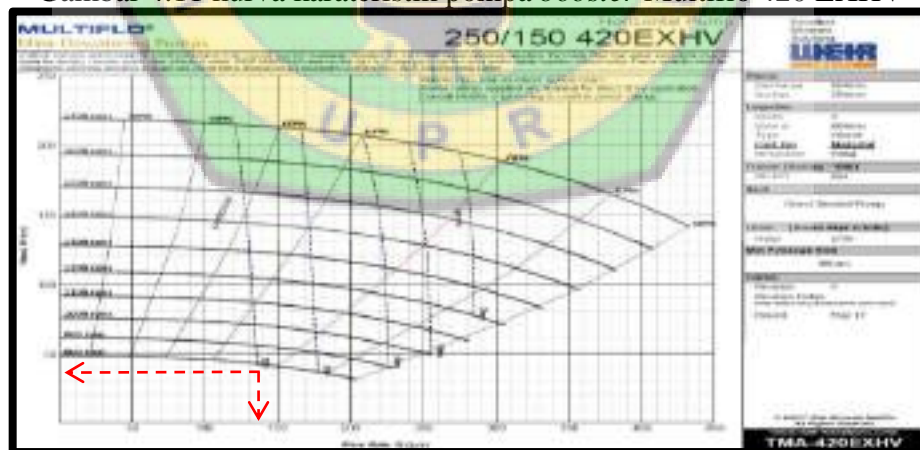
Berdasarkan total *head* dari pompa primer dan pompa *booster* sebesar 114,073 meter, sehingga dapat ditentukan seberapa besar efisiensi kerja pompa melalui Kurva karakteristik. Pada Gambar 4.9 efisiensi pompa primer Multiflo 420 E yang mempunyai total *head* sebesar 80,957 m, debit 506,765 m<sup>3</sup> / jam dan *rotary per minute*

(RPM) sebesar 1200 adalah sebesar 70 % dan pada Gambar 4.10 efisiensi pompa *booster* Multiflo 420 EXHV yang mempunyai total *head* sebesar 33,115 m, debit 506,765 m<sup>3</sup> / jam dan *rotary per minute* (RPM) sebesar 1050 adalah sebesar 70 %

Gambar 4.10 kurva karakteristik pompa primer Multiflo 420 E



Gambar 4.11 kurva karakteristik pompa *booster* Multiflo 420 EXHV



## B. Simulasi *levelling sump*

Untuk menentukan level air *sump* yang ideal, maka harus pula menentukan batas aman dan kritis dengan membuat simulasi volume air pada beberapa level

air dengan menggunakan aplikasi *Minescape 5.7* untuk memperkirakan besaran volume air dan mengurangi level air setiap jam sesuai dengan debit aktual pompa. Perusahaan menentukan bahwa batas level air *sump* maksimal berada pada level -30 dengan volume sebesar 83.238,880 m<sup>3</sup>. Perhitungan simulasi disertai dengan data lain seperti :

1. Debit aktual pompa = 506,765 m<sup>3</sup> / jam
2. Intensitas hujan = 3,38 jam
3. Air limpasan = air limpasan per jam – debit aktual pompa  
 = 18.195,417 m<sup>3</sup> - 506,765 m<sup>3</sup>  
 = 17.688,655 m<sup>3</sup> /jam
4. V *sump* (-30) = 83.238,880 m<sup>3</sup>

Berdasarkan dari beberapa percobaan simulasi yang berjumlah 5 simulasi dari level -31,-32,-33,-34,dan -35 sampai akhirnya mendapatkan nilai rekomendasi batas kritis dan batas aman karna pada level -35 yang mendapatkan nilai jam ketahanan *sump* melebihi dari nilai intensitas curah hujan maksimal sebesar 3,38 jam dengan waktu pompa debit aktual sebesar 506,765 m<sup>3</sup> selama 4 jam dengan ketahanan *sump* 3,39 jam dengan sisa kapasitas 60.044 m<sup>3</sup> dan elevasi aman berada 7 jam pompa dengan ketahanan *sump* sebesar 61.640 m<sup>3</sup> yang lebih besar nilainya daripada air limpasan per hari yang sebesar 61.500,509 m<sup>3</sup>/hari.

Adapun hasil rekapitulasi simulasi level air *sump* pada level air -35 dengan uji pemompaan dan simulasi batas aman dan batas kritis adalah sebagai berikut :

Tabel 4.9 Uji pemompaan elevasi -35

No	Jam Pompa (jam)	Debit Keluar (m3)	Sisa Air sump (m3)
1	0	0	24.117,47
2	1	506,762	23.610,71
3	2	506,762	23.103,95
4	3	506,762	22.597,18
5	4	506,762	22.090,42
6	5	506,762	21.583,66
7	6	506,762	21.076,90
8	7	506,762	20.570,14
9	8	506,762	20.063,37
10	9	506,762	19.556,61
11	10	506,762	19.049,85
12	11	506,762	18.543,09
13	12	506,762	18.036,33
14	13	506,762	17.529,56
15	14	506,762	17.022,80
16	15	506,762	16.516,04
17	16	506,762	16.009,28
18	17	506,762	15.502,52
19	18	506,762	14.995,75

(Sumber : Pengolahan Data Skripsi, 2019)

Tabel 4.10 Simulasi batas aman dan kritis

simulasi	Kapasitas -30 (m3)	Kapasitas -35 (m3)	Kapasitas aktual (m3)	Lumpur (m3)	Sisa Kapasitas (m3)	Ketahanan Sump (jam)
1	83.238,880	24.117,470	59.121,410	1.205,874	57.916	3,27
2	83.238,880	23.610,708	59.628,172	1.180,535	58.448	3,30
3	83.238,880	23.103,946	60.134,934	1.155,197	58.980	3,33
4	83.238,880	22.597,184	60.641,696	1.129,859	59.512	3,36
5	83.238,880	22.090,422	61.148,458	1.104,521	60.044	3,39
6	83.238,880	21.583,660	61.655,220	1.079,183	60.576	3,42
7	83.238,880	21.076,898	62.161,982	1.053,845	61.108	3,45
8	83.238,880	20.570,136	62.668,744	1.028,507	61.640	3,48
9	83.238,880	20.063,374	63.175,506	1.003,169	62.172	3,51
10	83.238,880	19.556,612	63.682,268	977,831	62.704	3,54

11	83.238,880	19.049,850	64.189,030	952,493	63.237	3,57
12	83.238,880	18.543,088	64.695,792	927,154	63.769	3,61
13	83.238,880	18.036,326	65.202,554	901,816	64.301	3,64
14	83.238,880	17.529,564	65.709,316	876,478	64.833	3,67
15	83.238,880	17.022,802	66.216,078	851,140	65.365	3,70
16	83.238,880	16.516,040	66.722,840	825,802	65.897	3,73
17	83.238,880	16.009,278	67.229,602	800,464	66.429	3,76
18	83.238,880	15.502,516	67.736,364	775,126	66.961	3,79
19	83.238,880	14.995,754	68.243,126	749,788	67.493	3,82

(Sumber : Pengolahan Data Skripsi, 2019)

## 4.2 Pembahasan

### 4.2.1 Analisis volume air masuk ke sump T2

#### A. Analisis Curah Hujan

Berdasarkan hasil dari rekapitulasi perhitungan dispersi statistik dan kecocokan parameter distribusi dari data curah hujan selama 5 tahun, ditentukan bahwa daerah penelitian memiliki kecenderungan metode Gumbell untuk menghitung curah hujan rencana.

Perhitungan dari metode Gumbell didapatkan nilai sebesar 178,342mm/hari pada periode 5 tahun dengan resiko hidrologi sebesar 67,23 %..Nilai intensitas hujan didapatkan sebesar 27,452 mm/jam dengan rata-rata lama hujan di daerah penelitian didapatkan 3,38 jam. Luas *catchment area* pada Pit Bisa adalah sebesar 62,7 Ha atau 0,627 km<sup>2</sup>, sehingga debit air limpasan yang masuk ke dalam *sump* dengan asumsi perusahaan material terbawa ke *sump* sebanyak 5 % adalah sebesar 55.202,509 m<sup>3</sup> /hari, air hujan yang langsung masuk ke dalam *sump* sebesar 1.380 m<sup>3</sup>/hari dan air tanah sebesar 4.918 m<sup>3</sup>/hari, maka total air limpasan yang masuk ke dalam *sump* adalah sebesar 61.500,509 m<sup>3</sup> hari dan perkiraan daya tampung *sump* selama 2 hari adalah 123.001,018 m<sup>3</sup>.

#### 4.2.2 Analisis kapasitas *sump* T2

Kondisi *sump* secara aktual saat ini mempunyai volume air sebesar 83.255,65 m<sup>3</sup> dan volume lumpur sebesar 17.157,91 m<sup>3</sup> pada level -37 sehingga kapasitas *sump* yang awalnya 93.318 m<sup>3</sup> menjadi 76.160 m<sup>3</sup> maka bukan hanya volume air tetapi sedimentasi lumpur juga sering menjadi salah satu *issue* dalam proses kegiatan *dewatering* di perusahaan tambang karena dapat mengurangi kapasitas daya tampung *sump*.

#### 4.2.3 Analisis sistem pemompaan dan pengeringan *sump*.

##### A. Sistem Pemompaan di Pit Bisa

##### 1. Sistem Pemompaan

Sistem pemompaan terbagi menjadi 2, yaitu *direct single stage pump* ( dan *direct multi stage pump*. Pada Pit Bisa Pemompaan dilakukan dengan sistem *direct multi stage pump* dikarenakan jauhnya jarak antar *sump* dan *outlet*, saat sebelum menggunakan sistem *direct multi stage pump*, pemompaan kurang maksimal sehingga debit pemompaan bernilai setengah dari debit pemompaan saat ini dan juga karena perbedaan elevasi yang terlalu jauh sehingga gaya gravitasi pun akan meningkat dan membuat pompa bekerja lebih keras.

##### 2. Sistem Pemipaan yang digunakan

Pemipaan merupakan salah satu komponen dalam pemompaan, untuk jalur keluar air yang di arahkan ke *outlet* dari *inlet*, agar operasi pemompaan berjalan secara lancar, pemipaan harus dikontrol secara berkala untuk menghindari adanya kebocoran pada pipa, ada beberapa jenis material pipa, antara lain, sebagai berikut :

- a. Golongan dari metal antara lain berupa besi,aluminium,*stenless stell* maupun tembaga.
- b. Golongan dari non-metal antara lain berupa *poly-ethilene* (HDPE),PVC,maupun pipa plastik.

Berdasarkan observasi lapangan dan standar PT. Pamapersada Nusantara distrik TOPB,bahwa pipa yang digunakan pada pompa adalah dari golongan non metal yaitu *poly-ethilene* (HDPE),hal ini juga dimaksudkan agar menghindari kerugian belokan.

#### **5. Pemompaan aktual di Pit Bisa**

Pemompaan pada Pit Bisa dengan 1 line pipa berupa 1 pompa primer yang berada pada level -30 mdpl dengan *revolution per minute* (RPM) sebesar 1200 dan 1 pompa *booster* yang berada pada level 50 mdpl dengan *revolution per minute* (RPM) sebesar 1050 dan dari pompa *booster* ke *outlet* yang berada pada level 80 mdpl.

Pengukuran debit pompa secara aktual di lapangan adalah dengan metode *discharge* Didapatkan debit pompa sebesar  $506,765 \text{ m}^3 / \text{jam}$  atau  $0,141 \text{ m}^3 / \text{detik}$  atau 141 liter/detik dengan mengakumulasikan debit pompa dari beberapa hari lalu menemukan nilai rata-rata debit.

#### **4. Head Total pompa**

Kedua pompa yaitu pompa primer (Multiflo 420 E) dan pompa *booster* (Multiflo EXHV) masing masing memiliki *head*,untuk pompa primer memiliki *head* total sebesar 80,957 m dan untuk pompa *booster* memiliki *head* total sebesar

33,115 m. Selain karena *head*, ada beberapa faktor yang membuat pemompaan tidak maksimal dalam memompa, antara lain :

- a. Kandungan sedimentasi lumpur dengan viskositas memadat yang ada pada *sump* terbawa oleh pompa saat pompa bekerja sehingga memperberat kerja impeller pompa untuk mengalirkan air ke atas.
- b. *Revolution per minute* (RPM) yang menentukan kecepatan perputaran mesin tidak di *setting* lebih tinggi pada pompa primer yang memiliki RPM 1200 dan pompa *booster* yang memiliki RPM 1050, dikarenakan untuk menghindari *overhead* pada pompa.
- c. Kebocoran pada sambungan pipa yang kurang baik sehingga membuat udara tekanan bocor dan air keluar.
- d. Beda elevasi *inlet* dan *outlet* yang sangat besar membuat kerja pompa melawan gaya gravitasi lebih besar.

#### **B. Simulasi *levelling sump***

Berdasarkan kapasitas maksimal *sump* yang telah ditentukan oleh perusahaan, batas level maksimal air *sump* ditentukan berada pada level -30 yang diketahui memiliki volume sebesar 83.238,880 m<sup>3</sup> sesuai perhitungan volume yang didapat dari aplikasi *Minescape 5.7*.

Berdasarkan perhitungan, hasil uji pemompaan didapatkan dengan mensimulasikan volume batas air simulasi dan hasil berbeda sesuai dengan jumlah jam pemompaan dan simulasi batas aman dan kritis level air didapatkan dari pengurangan kapasitas dari level -30 sebagai acuan batas *sump* tertinggi dengan

batas level simulasi air *sump* sehingga mendapatkan volume aktual *sump* yang kemudian dikurangi dengan endapan lumpur 5% dari volume aktual.

Berdasarkan perhitungan waktu jam kemampuan *sump* yang didapatkan dari pembagian sisa kapasitas *sump* dikomparasikan dengan waktu intensitas hujan sebesar 3,38 jam, jika tidak dapat sama dengan atau tidak melebihi dari jam intensitas maka harus dibuat simulasi baru sampai level yang direkomendasikan.



## BAB V PENUTUP

### 5.1 Kesimpulan

1. Intensitas curah hujan per jam adalah 27,452 mm/hari dengan luas *catchment area* adalah sebesar 62,7 Ha atau 0,627 km<sup>2</sup> dan lama hujan rata-rata per hari 3,38 jam diperoleh nilai debit limpasan dengan asumsi 5 % sebesar 55.202,509 m<sup>3</sup>/hari, air hujan yang langsung masuk ke dalam *sump* sebesar 1.380 m<sup>3</sup>/hari dan air tanah yang diasumsikan oleh perusahaan adalah sebesar 4.918 m<sup>3</sup>/hari. Sehingga volume air yang masuk kedalam *sump* T2 1 hari tanpa dilakukan kegiatan pemompaan sebesar 61.500,509 m<sup>3</sup>/hari, sehingga curah hujan 2 hari adalah 123.001,018 m<sup>3</sup>.
2. Volume maksimum *sump* sebesar 83.238,880 m<sup>3</sup> berada pada level -30 dilihat dari aplikasi *Minescape 5.7*.
3. Sistem Pemompaan *direct Multi Stage pump* dengan pompa Multiflo 420 E sebagai pompa primer berada di level -30mdpl dan Multiflo 420 EXHV sebagai pompa *booster* berada di level 50 mdpl dan *outlet* di level 80 mdpl. Rata-rata debit pompa adalah 506,765 m<sup>3</sup> / jam atau 0,141m<sup>3</sup>/detik atau 141 liter/detik. efisiensi kedua pompa 70 %. simulasi *levelling sump* level batas air -35 maksimal sebesar 3,38 jam dengan waktu pompa debit aktual sebesar 506,765 m<sup>3</sup> selama 4 jam dengan ketahanan *sump* 3,39 jam dengan sisa kapasitas 60.044 m<sup>3</sup> dan elevasi aman berada 7 jam pompa

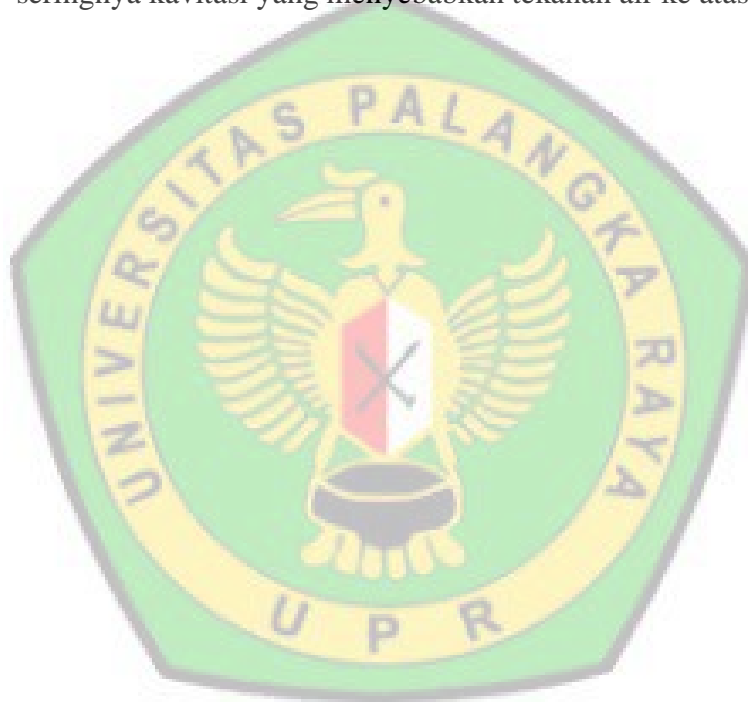
dengan ketahanan *sump* sebesar 61.640 m<sup>3</sup> yang lebih besar nilainya daripada air limpasan per hari yang sebesar 61.500,509 m<sup>3</sup>/hari

## 5.2 Saran

1. Untuk levelling *sump* ideal level -35 menjadi acuan batas aman levelling batas air *sump* .
2. Melakukan pengerukan lumpur lebih intens dikarena terkadang lumpur dapat masuk ke strainer pompa dan menyebabkan tidak dapat menghisap air dengan maksimal dan lumpur pun mengurangi kapasitas *sump*.
3. Sebaiknya melakukan pengawasan lebih intens pada pompa dan pipa yang mana terdapat beberapa kasus yang menyebabkan pompa tidak maksimal dalam mengeluarkan air seperti pipa mampet karena membentuk patahan pada dan dapat menyebabkan kavitasi karena kecepatan fluida yang tidak sesuai.
4. Pengawasan pada sambungan kabel listrik pada listrik EPN karena terdapat kasus dimana saat hujan dan pohon tumbang, maka jaringan kabel terputus tertimpa pohon. Maka perlu dilakukan pemindahan line kabel atau memotong pohon yang jaraknya terlalu dekat dengan line kabel listrik dikarenakan pompa booster memakai daya listrik.
5. Pengawasan pada kegiatan kerja alat berat didekat *sump* karena seringkali terjadi pipa terkoyak karena *bucket excavator* atau bisa dengan memberi tanda pada daerah *line* pipa terkubur agar tidak

mengalami kebocoran dan air bisa keluar dengan maksimal menuju *outlet*.

6. Perlunya kemahiran dalam instalasi pipa dimana dalam beberapa kasus pipa belum terpasang sempurna sehingga menyebabkan pipa putus pada saat pengoperasian pompa dan terjadi kebocoran.
7. Pengecekan intens pada *impeller* yang mengalami keausan karena seringnya kavitasi yang menyebabkan tekanan air ke atas berkurang.



## DAFTAR PUSTAKA

- Anonim. 2006. *Pompa dan Sistem Pemompaan*. Jakarta: United Nations Environment Programme (UNEP).
- Arafah, H. K. 2006. *Rancangan Sistem Penyaliran Tambang Pada Tambang Batubara Untuk Periode 2005-2006 di Pit West Site Lati PT. Berau Coal Kalimantan Timur*. Skripsi. Program studi Teknik Pertambangan. Fakultas Teknologi mineral, UPN Veteran Yogyakarta, Yogyakarta.
- Bambang Triatmodjo. 2008. *Hidrologi Terapan*. Yogyakarta: Beta Offset.
- Budiarto, 1997, *Sistem Penirisan Tambang, Jurusan Teknik Pertambangan, Fakultas Teknologi Mineral, Universitas Pembangunan Nasional Veteran, Yogyakarta, 149 Hal.*,
- Hernan Andrew Carnrgie, Triantoro Agus, dan Mustofa Adip. 2021. *Uji Ketahanan Sump Pit West Dengan Simulasi Water Balance Pada PT.Adaro Indonesia di Kabupaten Tabalong, Provinsi Kalimantan Selatan, Banjarmasin*.
- Kamiada, I Made. 2011. *Teknik Perhitungan Debit Rencana Bangunan Air*. Yogyakarta : Graha Ilmu.
- Purba, Klara Bella. 2013. *Analisa Sistem Pemompaan Air Tambang Di Pit Jeliwan Barat Pada Tambang Batubara Di PT. Kapuas Tunggal Persada Kabupaten Kapuas Provinsi Kalimantan Tengah*. Palangka Raya
- Sayoga, Rudi, 1993. *Pengantar Penyaliran Tambang* .Institut Teknologi Bandung, Bandung
- Sosrodarsono Suyono, dan Takeda, Kensaku. 2003. *Hidrologi Untuk Pengairan*. PT. Pradnya Paramitha, Jakarta.
- Sularso, dan Tahara, Haruo. 2005. *Pompa dan Kompresor : Pemilihan, Pemakaian dan Pemeliharaan*. PT. Pradnya Paramitha, Jakarta.
- Suripin. 2003. *Sistem Drainase Kota Yang Berkelanjutan*. Yogyakarta: Penerbit Andi.
- Tulus. 2016. *Analisa Desain Kolam Penampungan dan Sistem Pemompaan di PT. Pamapersada Nusantara Jobsite Kideco Jaya Agung, Desa Batu Kajang, Kecamatan Batu Sopang, Kabupaten Paser, Provinsi Kalimantan Timur*. Palangka Raya