

**EVALUASI TEKNIS SISTEM PENYALIRAN
PADA PIT MAJAPAHIT
PT. PROLINDO CIPTA NUSANTARA
DESA SEBAMBAN KECAMATAN SUNGAI LOBAN
KABUPATEN TANAH BUMBU
PROVINSI KALIMANTAN SELATAN**

SKRIPSI

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



OLEH

**HARTATI
DBD 113 063**

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

2020

HALAMAN PENGESAHAN

SKRIPSI

**EVALUASI TEKNIS SISTEM PENYALIRAN
PADA PIT MAJAPAHIT PT. PROLINDO CIPTA NUSANTARA
DESA SEBAMBAN KECAMATAN SUNGAI LOBAN
KABUPATEN TANAH BUMBU
PROVINSI KALIMANTAN SELATAN**

Oleh :

HARTATI

DBD 113 063

telah dinyatakan memenuhi syarat untuk diterima

Susunan Tim Penguji,

1. Hepryandi L.DJ Usup, S.T.,M.T
NIP. 19810211 200604 1 001

2. Ir. Yulian Taruna, M.Si
NIP. 19580705 198903 1 019

3. Fahrul Indrajaya, S.T.,M.T
NIP. 19791215 200812 1 001

4. Novalisae, ST., MT
NIP. 19881110 201903 2 015

5. Noveriady, ST.,MT
NIP. 19861125 201903 1 007


Mengetahui,
Dekan
Fakultas Teknik
Ir. WALEYO NUSWANTORO, MT
NIP. 196511101993021001

Ketua.....


Sekretaris.....

Anggota.....

Anggota.....

Anggota.....

Menyetujui,
Ketua Jurusan
Teknik Pertambangan


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

SURAT PERNYATAAN BEBAS PLAGIARISME

Saya yang bertanda tangan dibawah ini :

NAMA : HARTATI

NIM : DBD 113 063

JURUSAN : TEKNIK PERTAMBANGAN

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

Palangka Raya, November 2020



Penulis,

HARTATI

NIM : DBD 113 063

HALAMAN PERSEMBAHAN

Segala Puji Syukur kepada TUHAN YESUS KRISTUS

Kupersembahkan skripsi ini untuk orang yang kusayangi dan ku kasihi.

Ayah dan Ibunda tercinta.

Sebagai tanda bakti, **hormat** dan rasa terima kasih yang tiada terhingga dari Putri Bungsu saya persembahkan karya kecil ini kepada ayah tercinta (**HEFENDY KULENG NAHAN**) dan ibu (**LONGGLIS**) terimakasih atas limpahan kasih sayang yang tak terhingga. selalu mendukung dan nasehatnya yang menjadi jembatan perjalanan hidupku.

Saudara-saudaraku

Terimakasih atas cinta dan dukungan kakak tercinta

(Kristiadi, Gusteli, Reni).

Sahabat-Sahabat Ku

Terimakasih buat kalian (Oktaviani, Lilicingway dan teman angkatan 2013)

yang selalu ada untuk mendukung dan membantu dalam menyelesaikan skripsi ini di mana banyak waktu, tenaga, pikiran, dan nasihat

yang saya terima dari kalian selama ini.



Orang Terkasih “JUNianto”

Sebagai tanda cinta kasihku, saya persembahkan karya kecil ini buatmu. Terimakasih atas kasih sayang, perhatian, dan kesabaranmu yang telah memberiku semangat dan inspirasi dalam menyelesaikan skripsi ini, semoga engkau pilihan yang terbaik buatku dan masa depanku.

Terima kasih “sayang”

SARI

PT. Prolindo Cipta Nusantara merupakan perusahaan yang bergerak di bidang pertambangan batubara dengan luas daerah IUP 350 Ha yang terletak di kecamatan Sungai Loban, Kabupaten Tanah Bumbu, Provinsi Kalimantan Selatan dengan Izin Usaha Pertambangan Operasi Produksi. Sistem penambangan PT. Prolindo Cipta Nusantara yaitu penambangan terbuka, dengan metode gali - isi kembali (*back filling method*) dengan kombinasi alat gali muat dan angkut berupa *backhoe* dan *dumptruck*. Sistem penyaliran yang digunakan pada lokasi penambangan pit Majapahit saat ini adalah sistem penyaliran (*Mine dewatering*) dengan metode sumuran (*sump*) yaitu mengeluarkan air yang telah masuk ke daerah penambangan kemudian ditampung kedalam kolam penampung (*sump*), kemudian dilakukan pemompaan. Penyaliran dengan cara paritan (saluran) yaitu dengan membuat paritan pada lokasi penambangan pembuatan paritan ini bertujuan untuk menampung air limpasan menuju lokasi penambangan. air limpasan yang berasal dari daerah tangkapan hujan akan masuk ke saluran-saluran kemudian ditampung pada *sump* (kolam penampung). Parit dibuat melalui lalulintas tambang maka dipasang gorong-gorong yang terbuat dari beton. Evaluasi pada Pit Majapahit curah hujan selama 10 tahun (2010-2019) dan curah hujan rencana 130,16 mm/hari, intensitas curah hujan sebesar 22,418 mm/jam menghasilkan debit limpasan 12,675 m³/detik. Untuk mengatasi air limpasan yang akan masuk ke pit Majapahit dengan mengalirkan air melalui saluran terbuka dan ditampung pada *sump*. Debit air yang masuk pada *sump* yaitu berasal dari DTH I, II, III, IV, dan air hujan dengan total debit air sebesar 181.185,91 m³/hari. Julang total sebesar 77,65 m debit aktual pemompaan yaitu menggunakan 1 unit pompa Multiflo 420 sebesar 871,76 m³/jam dengan lama pengoperasian pompa 20 jam. Untuk mengeringkan air *sump* selama 10 hari diperlukan penambahan pompa pada *Sump* Pit Majapahit. Untuk mengatasi volume total air yang masuk setelah dikurangi debit pemompaan yaitu sebesar 236.147,22 m³. Direkomendasikan dimensi *sump* dengan ukuran baru 39.48 m x 32.67 m x 4 m.

Kata kunci : Curah hujan, *catchment area*, saluran terbuka

ABSTRACT

PT. Prolindo Cipta Nusantara is a company engaged in coal mining with area IUP 350 Ha located in Sungai Loban, District Tanah Bumbu, regency of South Kalimantan Province with a Mining Business license of Production Operation. System mining PT. Prolindo Cipta Nusantara, namely open-pit mining, with the method of digging - the contents of the back (back filling method) with the combination tool dug unloading and conveyance in the form of a backhoe and dumptruck. System drainage used on the location of the mining pit of Majapahit at this time is the system (Mine dewatering) by the method of wells (sump) that is removing the water that has entered into the area of mining of then be accommodated into a container (the sump) , then do the pumping. Drainage by way of (channel) is to create a channel on the location of mining manufacture of this aims to accommodate the water runoff towards the mining site. runoff water originating from the catchment area of the rain will go into the channels and then collected in the sump (a reservoir). A trench was made through the traffic mine then installed culverts made of concrete.

Evaluation on the Pit Majapahit rainfall during 10 years (2010-2019) and precipitation plan 130,16 mm/day, rainfall intensity of 22,418 mm/hours produces runoff discharge 12,675 m³/second. To address the water runoff will go into the pit of Majapahit with the flow of water through open channels and accommodated in the sump. The flow of water entering the sump, which is derived from DTH I, II, III, IV, and rain water with a total water discharge of 181.185,91 m³/day. Julang a total of 77,65 m discharge the actual pumping that using 1 pump units Multiflo 420 of 871,76 m³/hours with long operation of the pump 20 hours. To drain the water sump during the 10 days required the addition of a pump in the Sump Pit of Majapahit. To cope with the total volume of water that enters after deducting the discharge of the pumping that is equal to 236.147,22 m³. Recommended dimensions of the sump with the new size 39,48 m x 32,67 m x 4 m.

Keywords : rainfall, catchment area, open channels , Sump, pumps

KATA PENGANTAR

Puji dan syukur penulis panjatkan kehadiran Tuhan Yang Maha Esa, karena atas berkat dan karunia-Nya maka penulis dapat menyelesaikan Laporan Skripsi ini tepat pada waktunya.

Laporan Skripsi ini berjudul **”Evaluasi Teknis Sistem penyaliran pada Pit Majapahit PT. Prolindo Cipta Nusantara desa Sebamban kecamatan sungai Loban kabupaten Tanah Bumbu Provinsi Kalimantan Selatan”**. Laporan ini merupakan hasil penelitian yang disusun sebagai salah satu syarat yang harus dipenuhi untuk menyelesaikan pendidikan pada Jurusan Teknik Pertambangan Universitas Palangkaraya. Penelitian ini dilakukan pada Bulan Juni –Agustus 2019 selama 1 bulan 2 minggu.

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

Bapak Ir. Waluyo Nuswantoro, MT. Dekan Fakultas Teknik Universitas Palangka Raya.

1. Bapak Fahrul Indrajaya,ST.,MT. Ketua Jurusan Teknik Pertambangan Universitas Palangka Raya.
2. Yossa Yonathan Hutajulu, ST., MT. Koordinator Skripsi.
3. Bapak Hepryandi L.DJ.Usup, ST.,MT. Dosen pembimbing I Skripsi.
4. Bapak Ir. Yulian Taruna, M.Si.. Dosen pembimbing II Skripsi.
5. Bapak Fahrul Indrajaya,ST.,MT. Dosen Penguji I Skripsi.
6. Ibu Novalisae,ST.,MT. Dosen Penguji II Skripsi.

7. Bapak Noveriady,ST.,MT. Dosen Penguji III Skripsi.
8. Seluruh Bapak dan Ibu Dosen Jurusan Teknik Pertambangan Fakultas Teknik Universitas Palangka Raya.
9. Staff/karyawan Jurusan Teknik Pertambangan Fakultas Teknik Universitas Palangka Raya.
10. Rekan-rekan Mahasiswa Jurusan Teknik Pertambangan, serta semua pihak yang telah memberikan bantuan sehingga tersusunnya Laporan Skripsi ini.

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

Palangka Raya November 2020

Penulis,

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL	i
HALAMAN PENGESAHAN	ii
SURAT PERNYATAAN BEBAS PLAGIARISME	iii
HALAMAN PERSEMBAHAN	iv
SARI	v
ABSTRAK	vi
KATA PENGANTAR	vii
DAFTAR ISI	ix
DAFTAR GAMBAR	xii
DAFTAR TABEL	xiii
DAFTAR LAMPIRAN	xiv
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang.....	1
1.2 Rumusan Masalah.....	2
1.3 Maksud Dan Tujuan.....	3
1.3.1 Tujuan.....	3
1.3.2 Maksud.....	3
1.4 Manfaat.....	3
1.5 Batasan masalah.....	5
BAB II KAJIAN PUSTAKA	6
2.1 Penelitian Terdahulu.....	6
2.2 Sistem Penambangan.....	7
2.3 Metode Penambangan.....	9
2.4 Daur Hidrologi.....	12
2.4.1 Presipitasi.....	13
2.4.2 Evaporasi.....	14
2.4.3 Infiltrasi.....	14
2.4.4 Air Permukaan.....	16
2.5 Sistem Penyaliran Tambang.....	17
2.5.1 <i>Mine Drainage</i>	18
2.5.2 <i>Mine Dewatering</i>	23
2.6 Faktor yang Mempengaruhi Sistem Penyaliran.....	24
2.6.1 Curah Hujan.....	24
2.6.2 Pengukuran Curah Hujan.....	26
2.6.3 Analisis Data Curah Hujan.....	26
2.6.4 Periode Ulang Hujan (PUH).....	34
2.6.5 Intensitas Curah Hujan.....	35
2.6.6 Daerah Tangkapan Hujan.....	36
2.6.7 Debit Air Tambang.....	37
2.6.7.1. Debit Air Hujan.....	37

2.6.7.2 Debit Limpasan	38
2.6.7.3 Koefisien Limpasan	40
2.7 Saluran Terbuka.....	41
2.8.1 Penampang Trapezium	42
2.8.2 Penampang Segiempat	43
2.8.3 Penampang segitiga.....	44
2.8 Sumuran (<i>Sump</i>)	46
2.9 Sistem Pemompaan.....	49
2.9.1 Jenis-Jenis Pompa	50
2.9.2 <i>Head</i> (Julang) Pemompaan.....	53
2.9.3 Debit Pompa	58
BAB III METODE PENELITIAN	61
3.1 Gambaran Umum Wilayah Penelitian	61
3.1.1 Lokasi Dan Kesampaian Daerah.....	61
3.1.2 Iklim Dan Cuaca	65
3.2 Kondisi Geologi.....	66
3.2.1 Kondisi Geologi Regional	66
3.2.1.1 Fisiografi Regional.....	66
3.2.1.2 Statigrafi	67
3.2.1.3 Struktur Geologi Regional.....	70
3.2.2 Kondisi Geologi Daerah Penelitian.....	71
3.2.2.1 Morfologi.....	71
3.2.2.2 Litologi	71
3.3 Alat dan Bahan	74
3.4 Tata laksana penelitian.....	74
3.4.1 Metode Penelitian	74
3.4.2 Studi Literatur.....	75
3.4.3 Orientasi Lapangan	75
3.4.4 Metode Pengolahan Data.....	76
3.4.5 Tahapan Pengolahan Data	77
3.4.6 Membuat Laporan skirpsi.....	78
3.5 Bagan Alir	79
3.6 Waktu Pelaksanaan Penelitian.....	80
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN	81
4.1 Hasil Penelitian.....	81
4.1.1 Kondisi Daerah Penelitian Pit Majapahit	81
4.1.2 Analisis Dimensi Saluran Terbuka dan Kapasitas <i>Sump</i> Terhadap Debit Yang Akan Masuk.....	83
4.1.2.1 Debit Air yang Masuk	83
4.1.2.2 Saluran Terbuka (<i>Open Channel</i>)	94
4.1.2.3 <i>Sump</i> Pit Majapahit	96
4.1.3 Analisis Debit Pompa dan Kebutuhan Pompa.....	102
4.1.3.1 Debit Pompa Aktual	102
4.1.3.2 Perhitungan <i>Head Loss</i>	104

4.1.3.3	Kebutuhan Pompa	108
4.2	Pembahasan	109
4.2.1	Kondisi Daerah penelitian PT.PCN	109
4.2.2	Analisis Dimensi Saluran Terbuka dan Kapasitas	
	<i>Sump</i> Terhadap Debit Yang Akan Masuk.....	110
4.2.2.1	Debit Air yang Masuk.....	110
4.2.2.2	Saluran Terbuka (<i>Open Channel</i>)	114
4.2.2.3	<i>Sump</i> Pit Majapahit.....	115
4.2.3	Debit Pompa dan Kebutuhan Pompa.....	117
4.2.3.1	Debit Pompa.....	117
4.2.3.2	Head Loss.....	117
4.2.3.3	Kebutuhan Pompa.....	118
BAB V	PENUTUP.....	119
5.1	Kesimpulan.....	119
5.2	Saran	120

DAFTAR PUSTAKA

LAMPIRAN

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1	Daur Hidrologi.....	16
Gambar 2.2	Metode <i>Siemens</i>	19
Gambar 2.3	<i>Small Pipe With Vacuum Pump</i>	20
Gambar 2.4	<i>Deep Well pump Method</i>	20
Gambar 2.5	Metode <i>Elektro Osmosis</i>	21
Gambar 2.6	Penyaliran Dengan <i>Sump</i>	23
Gambar 2.7	Cara Paritan.....	24
Gambar 2.8	Alat Penakar Curah Hujan.....	26
Gambar 2.9	Bentuk Trapesium.....	43
Gambar 2.10	Bentuk Segiempat.....	43
Gambar 2.11	Bentuk Segitiga.....	44
Gambar 2.12	Grafik Penentuan Volume Sumuran Air Tambang.....	47
Gambar 2.13	Pengukuran debit pompa dengan metode <i>discharge</i>	58
Gambar 3.1	Peta Kesampaian daerah.....	64
Gambar 3.2	Litologi Batuan PT.PCN.....	79
Gambar 4.1	Kenampakan Pit Majapahit.....	81
Gambar 4.2	Penentuan <i>Catchment Area</i>	88
Gambar 4.3	Saluran Terbuka 1.....	94
Gambar 4.4	Dimensi Saluran Hasil Perhitungan.....	95
Gambar 4.5	Kondisi <i>Temporary Sump</i> Meluap.....	96
Gambar 4.6	Bentuk dan dimensi <i>Temporary Sump</i>	101
Gambar 4.7	Pengukuran Debit Outlet Pompa Metode <i>Discharge</i>	102
Gambar 4.8	Pompa Multiflo 420.....	103
Gambar 4.9	Pengukuran <i>Head Loss</i> pipa HDPE.....	104
Gambar 4.10	Grafik Spesifikasi Pompa.....	107

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1	Angka-angka Presipitasi.....	13
Tabel 2.2	Jumlah Air di Bumi.....	17
Tabel 2.3	Derajat Dan Intensitas Curah Hujan	25
Tabel 2.4	Keadaan dan Intensitas Curah hujan.....	25
Tabel 2.5	Parameter Statistik Untuk Menentukan Jenis Distribusi.....	28
Tabel 2.6	Periode Ulang Hujan Untuk Sarana Penyaliran Pada Daerah Tambang.....	34
Tabel 2.7	Hubungan antara derajat curah hujan dan intensitas curah hujan.....	36
Tabel 2.8	Nilai Koefisien Limpasan.....	40
Tabel 2.9	Harga Koefisien Kekerasan <i>Manning</i>	45
Tabel 2.10	Kondis Pipa dan harga Koefisien.....	58
Tabel 3.1	Koordinat Batas WIUP PT. Prolindo Cipta Nusantara	63
Tabel 3.2	Data Curah Hujan	66
Tabel 4.1	Data Curah Hujan PT.PCN.....	83
Tabel 4.2	Perhitungan Parameter Statistik.....	84
Tabel 4.3	Rekapitulasi Distribusi CH PT.PCN.....	85
Tabel 4.4	Distribusi Curah Hujan Metode Probabilitas Gumbel	86
Tabel 4.5	Daerah Tangkapan Hujan.....	88
Tabel 4.6	Harga Koefisien Limpasan.....	90
Tabel 4.7	Debit Air Limpasan.....	92
Tabel 4.8	Perbandingan Daya Tampung.....	95
Tabel 4.9	Kapasitas Aktual <i>Sump</i> Pit Majapahit Tahun 2019.....	97
Tabel 4.10	Hasil pengukuran debit aktual pompa.....	102

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran A	Data Curah Hujan
Lampiran B	Pengukuran Dispersi Statistik
Lampiran C	Uji Smirnov Kolmogorov
Lampiran D	Intensitas Curah Hujan
Lampiran E	Debit Air Limpasan
Lampiran F	Perhitungan Dimensi Saluran Terbuka
Lampiran G	Spesifikasi Pompa
Lampiran H	Peta Kesampaian Daerah
Lampiran I	Peta Geologi Regional
Lampiran J	Peta Geologi Kotabaru
Lampiran K	Peta Sistem Penyaliran

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

PT. Prolindo Cipta Nusantara merupakan perusahaan yang bergerak di bidang pertambangan batubara dengan luas daerah IUP 350 Ha yang terletak di kecamatan Sungai Loban, Kabupaten Tanah Bumbu, Provinsi Kalimantan Selatan dengan Izin Usaha Pertambangan Operasi Produksi.

Sistem penambangan PT. Prolindo Cipta Nusantara yaitu penambangan terbuka, dengan metode gali - isi kembali (*back filling method*) dengan kombinasi alat gali muat dan angkut berupa *backhoe* dan *dumptruck*.

Sistem penyaliran yang digunakan pada lokasi penambangan pit Majapahit saat ini adalah sistem penyaliran (*Mine dewatering*) dengan metode sumuran (*sump*) yaitu mengeluarkan air yang telah masuk ke daerah penambangan kemudian ditampung kedalam kolam penampung (*sump*), kemudian dilakukan pemompaan. Penyaliran dengan cara paritan (*saluran*) yaitu dengan membuat paritan pada lokasi penambangan pembuatan paritan ini bertujuan untuk menampung air limpasan menuju lokasi penambangan. air limpasan yang berasal dari daerah tangkapan hujan akan masuk ke saluran-saluran kemudian ditampung pada *sump* (kolam penampung). Parit dibuat melalui lalulintas tambang maka dipasang gorong-gorong yang terbuat dari beton.

Berdasarkan pengamatan dilapangan, pada *Sump* pit Majapahit banyak area disekeliling *sump* yang tidak beraturan serta *Catchment Area* yang sangat

luas sehingga banyak sekali air limpasan yang masuk ke *sump*. Adapun pada musim hujan perbandingan jumlah total volume air yang masuk akan meningkat terkadang melebihi kapasitas dari *sump*. Sehingga batubara yang akan di tambang pada lokasi sekitar *sump* dalam keadaan tergenang air, akibat ketidak mampuan *sump* menampung volume air hujan yang berlebihan sehingga menggenangi front penambangan. Dengan tergenangnya pit akibat luapan air hal ini menunjukkan kebutuhan akan pompa sangat tinggi, sedangkan ketersediaan pompa sangat terbatas.

Berdasarkan latar belakang tersebut, maka penulis melakukan penelitian ini dengan judul Evaluasi Teknis Sistem Penyaliran Pada Pit Majapahit di PT. Prolindo Cipta Nusantara di Kabupaten Tanah Bumbu Provinsi Kalimantan Selatan.

1.2 Rumusan Masalah

Adapun rumusan masalah yang akan dibahas pada penelitian ini adalah sebagai berikut :

1. Bagaimana kondisi sistem penyaliran di PT. Prolindo Cipta Nusantara?
2. Bagaimana dimensi saluran terbuka dan kapasitas *sump* terhadap debit air yang akan masuk pada Pit Majapahit?
3. Berapa Debit dan jumlah kebutuhan pompa untuk mengeluarkan air yang masuk kedalam *sump* pada Pit Majapahit ?

1.3 Maksud Dan Tujuan

1.3.1 Tujuan

Adapun tujuan dari penelitian skripsi ini antara lain :

1. Mengevaluasi sistem penyaliran yang sudah ada di PT. Prolindo Cipta Nusantara?
2. Menghitung dimensi saluran terbuka dan kapasitas *sump* terhadap debit air yang akan masuk pada *Pit* Majapahit?
3. Mengetahui Debit dan jumlah kebutuhan pompa untuk mengeluarkan air yang masuk kedalam *sump* pada *Pit* Majapahit ?

1.3.2 Maksud

Maksud dari penelitian tugas akhir ini adalah sebagai berikut :

1. Sebagai pemenuhan studi akhir pada kurikulum pembelajaran program S-1 Jurusan Teknik Pertambangan, Fakultas Teknik Universitas Palangka Raya.
2. Mengaplikasikan secara langsung teori yang didapatkan dari bangku kuliah dengan kegiatan langsung di lapangan.
3. Untuk mengevaluasi sistem penyaliran pada PT. Prolindo Cipta Nusantara.

1.4 Manfaat

Diharapkan dalam penyusunan laporan Skripsi sesuai dengan judul yang telah disetujui ada beberapa manfaat yang dapat diperoleh, diantaranya :

1. Bagi Mahasiswa

- Dapat memiliki pengetahuan mengenai dunia pertambangan terutama pada bidang sistem penyaliran tambang sehingga dapat mengetahui apa saja yang akan dilakukan pada dunia kerja.
- Dapat mengetahui secara langsung *progres* penyaliran pada penambangan batubara.
- Menambah pengalaman tentang kegiatan penambangan secara langsung di lapangan, khususnya mengenai sistem penyaliran tambang.
- Sebagai sumber referensi atau sumber bacaan untuk menambah wawasan bagi khalayak akademik di lingkungan kampus.
- Mengetahui proses kegiatan penyaliran tambang, dan faktor-faktor yang mempengaruhi efisiensi kerja di area penambangan PT. Prolindo Cipta Nusantara.

2. Bagi Perusahaan.

- dapat memberikan kontribusi atau parameter bagi perusahaan dalam menentukan sistem penyaliran pada PT. Prolindo Cipta Nusantara.

1.5 Batasan Masalah

Dalam penyusunan penelitian ini, peneliti menetapkan batasan – batasannya yang meliputi :

1. Lokasi penelitian dibatasi pada *Pit* Majapahit PT. Prolindo Cipta Nusantara.
2. Menggunakan data curah hujan selama 10 tahun (2010-2019).
3. Pompa yang digunakan adalah Multiflo 420.
4. Pipa yang digunakan adalah pipa HDPE (*High Density Polyethylene*).
5. Tidak menghitung air tanah, air asam tambang dan Evaporasi
6. Tidak menghitung *treatment* (Kolam Pengendapan Lumpur).
7. Metode yang digunakan untuk menganalisis data curah hujan rencana yaitu menggunakan metode Gumbel.
8. Metode yang digunakan untuk menghitung intensitas curah hujan yaitu dengan metode Mononobe.
9. Metode yang digunakan untuk menghitung debit limpasan menggunakan metode Rasional.
10. Metode yang digunakan untuk mengukur debit *outlet* pompa yaitu dengan menggunakan metode *Discharge* pompa.

BAB II

KAJIAN PUSTAKA

2.1 Penelitian Terdahulu

Peneliti memaparkan dua penelitian terdahulu yang relevan dengan topik yang akan diteliti. Perbedaan penelitian ini dengan penelitian – penelitian terdahulu terletak pada aspek penelitian, lokasi penelitian yang berbeda. Penelitian dilakukan terhadap Sistem Penyaliran Tambang berdasarkan pelaporan dan pengamatan langsung. Penelitian dilakukan Di PT. Prolindo Cipta Nusantara pada Tahun 2019.

Rahmadi Siahaan, (2017) Dari Universitas Syiah, Kuala Banda Aceh. dalam skripsinya, perhitungan curah hujan rencana menggunakan metode gumbel, intensitas curah hujan dihitung dengan menggunakan metode mononobe, debit limpasan menggunakan metode rasional, Saluran penyaliran menggunakan rumus Robert Manning, kebutuhan pompa menggunakan metode *Xray*. Hasil perhitungan curah hujan rencana diperoleh nilai untuk periode 5 tahun yaitu 113,38 mm/jam, intensitas curah hujan perjam yaitu 15,60 mm/jam, dengan debit limpasan sebesar 1,11 m³/detik atau 15,984 m³/detik. Luas *cacthmant area* sebesar 35,26 ha, debit air tanah 65,52 m³/jam atau 1.572,5 m³/hari, pompa yang digunakan pada pit IV adalah *Sykes 150 HH head total* aktual sbesar 25 m, pompa bekerja dalam hari adalah 22 jam,dapat mengeluarkan air sebanyak 156 m³/jam atau 3.123 m³/hari. Rekomendasi dimensi saluran terbuka dengan ukuran kemiringan dinding saluran terbuka 2,22 m,lebar dari dasar saluran terbuka

2,56 m dan luas penampang basah saluran terbuka $8,53 \text{ m}^2$. Rekomendasi *Sump* berukuran panjang 85 m, lebar 70 m dan kedalaman 3 m agar dapat menampung debit $17.556,5 \text{ m}^3/\text{hari}$.

Dian Kurnia, (2018) Dari Universitas Negeri Padang. dalam skripsinya, perhitungan curah hujan rencana menggunakan metode gumbel, intensitas curah hujan dihitung dengan menggunakan metode mononobe, debit limpasan menggunakan metode rasional, Saluran penyaliran menggunakan rumus Manning. Data curah hujan tahun 2007-2016 diperoleh curah hujan rencana sebesar $149,70 \text{ mm/hari}$, intensitas curah hujan yang berbeda-beda pada setiap *cacthmant area*, periode ulang hujan 5 tahun dan resiko hidrologi sebesar $67,23\%$, memiliki 4 *cacthmant area*, debit total sebesar $12.015,618 \text{ m}^3/\text{jam}$, terdapat 2 *Sump* dengan kapasitas maksimal sebesar 12.702 m^3 dan 29.596 m^3 terdapat 3 saluran terbuka dan 1 unit pompa Volvo KSB LCC-H 200.

2.2 Sistem Penambangan

Tambang terbuka (*surface mining*) merupakan satu dari tiga sistem penambangan yang dikenal, yaitu tambang terbuka, tambang bawah tanah dan tambang bawah air. dimana segala kegiatan atau aktivitas penambangan dilakukan di atas atau relatif dekat permukaan bumi dan tempat kerja berhubungan langsung dengan dunia luar. Tambang terbuka adalah bukaan yang dibuat di permukaan tanah, bertujuan untuk mengambil bijih dan akan

dibiarkan tetap terbuka (tidak ditimbun kembali) selama pengambilan bijih masih berlangsung.

Untuk mencapai badan bijih yang umumnya terletak di kedalaman, diperlukan pengupasan tanah/batuan penutup (*waste rock*) dalam jumlah yang besar. Tujuan utama dari operasi penambangan adalah menambang dengan biaya serendah mungkin sehingga dicapai keuntungan yang maksimal. Pemilihan berbagai parameter desain dan penjadwalan dalam pengambilan bijih dan pengupasan batuan penutup melibatkan pertimbangan teknik dan ekonomi yang rumit. Mesti diambil kompromi yang optimal antara memaksimalkan perhitungan ekonomis dan adanya parameter pembatas karena faktor geologi dan pertimbangan teknik lain. Dengan berkembangnya teknologi dan teknik pertambangan, cadangan yang dulunya dinilai tidak ekonomis, sekarang dapat berubah menjadi sumber yang layak tambang. Hal ini juga didorong oleh meningkatnya permintaan akan bahan tambang seiring dengan peningkatan konsumsi per kapita.

Secara umum, tambang terbuka dinilai lebih menguntungkan dibanding metode tambang bawah tanah dalam hal *recovery* (mineral yang dapat ditambang dibanding dengan banyak cadangan), *grade control* (pengendalian kadar), luasan operasi, keselamatan, dan lingkungan kerja. Namun, dalam situasi dimana deposit terlalu kecil berbentuk tak teratur atau terletak terlalu dalam di bawah tanah, metode tambang bawah tanah akan lebih menguntungkan. Suatu tambang terbuka pada satu titik mungkin saja perlu diubah menjadi tambang bawah tanah ketika batuan penutup (*waste*

rock) yang perlu dikupas menjadi terlalu besar, ini biasanya terjadi jika cadangan bijih berlanjut hingga sangat dalam. Faktor teknologi, kondisi pasar, dan kebijakan pemerintah akhirnya juga akan turut jadi pertimbangan dalam pemilihan metode tambang yang pas.

Penambangan pada tambang terbuka itu sendiri dilakukan dengan beberapa tahapan kerja : pengurusan surat-surat ijin yang dibutuhkan untuk kegiatan penambangan, pembabatan (*land clearing*), pengupasan lapisan tanah penutup (*stripping of overburden*), penambangan (*exploitation*), pemuatan (*loading*), pengangkutan (*hauling*), dan pengolahan serta pemasaran. (Margareth, 2010)

2.3 Metode Penambangan

Dalam penambangan mineral atau endapan bijih dengan metode tambang terbuka ada empat cara, yaitu :

a. *Open pit*

Penambangan dengan cara *open pit* adalah penambangan terbuka yang dilakukan untuk menggali endapan-endapan bijih metal seperti endapan bijih nikel, endapan bijih besi, endapan bijih tembaga, dan sebagainya. Penambangan *open pit* biasanya dilakukan untuk endapan bijih atau mineral yang terdapat pada daerah datar atau daerah lembah. Tanah akan digali ke bagian bawah sehingga akan membentuk cekungan atau *pit*.

Cara pengangkutan pada *open pit* tergantung dari kedalaman endapan dan topografinya. Pada dasarnya cara pengangkutannya ada 2 (dua) macam, yaitu :

1. Cara konvensional atau cara langsung, yaitu hasil galian atau peledakan diangkut oleh *truck / belt conveyor / mine car / skip dump type rail cars*, dan sebagainya, langsung dari tempat penggalian ke tempat *dumping* dengan menelusuri tebing-tebing sepanjang bukit.
2. Cara inkonvensional atau cara tak langsung adalah cara pengangkutan hasil galian peledakan ke tempat *dumping* dengan menggunakan cara kombinasi alat-alat angkut.

b. Open Cast

Penambangan dengan cara ini hampir sama dengan cara penambangan *open pit*. Namun, teknik penambangan ini dilakukan untuk daerah lereng bukit. Medan kerja yang digali dari arah bawah ke atas atau sebaliknya (*side hill type*). Bentuk tambang dapat pula melingkari bukit atau gundukan, hal tersebut tergantung dari letak endapan penambangan yang diinginkan. Cara pengangkutan endapan bijih atau mineral pada metode ini sama dengan pengangkutan yang dilakukan pada metode *open pit*.

c. *Strip Mine*

Penambangan dengan sistem *strip mine* merupakan penambangan terbuka yang dilakukan untuk endapan-endapan yang letaknya mendatar atau sedikit miring. Dalam metode ini yang harus diperhitungkan adalah cara nisbah penguapan (*stripping ratio*) dari endapan yang akan ditambang, yaitu perbandingan banyaknya volume tanah penutup (m^3 atau BCM) yang harus dikupas untuk mendapatkan 1 ton endapan. Cara ini sering diterapkan pada penambangan batubara, atau endapan.

d. *Quarry*

Metode penambangan dengan cara *quarry* adalah penambangan terbuka yang dilakukan untuk menggali endapan-endapan bahan galian industri atau mineral industri, seperti batu marmer, batu granit, batu andesit, batu gamping, dll.

Bentuk tambang berdasarkan letak endapan bahan galian industri itu sendiri ada 2 (dua) macam, yaitu :

1. *Side Hill Type*

Side hill type merupakan bentuk penambangan untuk batuan atau bahan galian industri yang terletak di lereng-lereng bukit.

2. *Pit Type/ Subsurface Type*

Merupakan bentuk penambangan untuk batuan atau bahan galian industri yang terletak pada suatu daerah yang mendatar.

Dengan demikian medan kerja harus digali ke arah bawah sehingga akan membentuk kerja atau cekungan (*pit*).

e. Alluvial mining

Tambang *aluvial* adalah tambang terbuka yang diterapkan untuk menambang endapan-endapan alluvial, misalnya tambang bijih timah, pasir besi, emas dll. (Margareth, 2010)

2.4 Daur Hidrologi

Di bumi terdapat kira-kira sejumlah 1,3-1,4 miliar km³ 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. Siklus hidrologi adalah suatu tahapan siklus pergerakan air dari atmosfer jatuh ke permukaan bumi dan kemabali ke atmosfer. Siklus ini melalui beberapa tahapan mulai dari proses evaporasi, evapotranspirasi dan presipitasi. Air laut yang mengalami pemanasan oleh sinar matahari akan menguap menjadi awan. Air berevaporasi, kemudian jatuh sebagai presipitasi dalam bentuk hujan, salju dan kabut. Pada perjalanan menuju bumi beberapa presipitasi dapat berevaporasi kembali ke atas atau langsung jatuh yang kemudian diintersepsi oleh tanaman sebelum mencapai tanah. Setelah mencapai tanah, siklus hidrologi terus bergerak secara kontinyu dalam tiga cara yang berbeda. (Soemarto, 1995)

2.4.1 Presipitasi

Besarnya presipitasi dalam bentuk hujan tidak sama pada tempat yang satu dengan yang lain, artinya besarnya berubah-ubah. Berikut ini angka-angka presipitasi rata-rata tahunan (dalam mm/tahun) untuk beberapa tempat di muka bumi. (Soemarto, 1995)

Tabel 2.1 Angka-angka Presipitasi Rata-Rata Tahunan Pada Beberapa Tempat Di Bumi

Tempat	Rata-Rata Tahunan (mm/tahun)
Cherrapoongee (India)	10.000
Buenaventura (Columbia)	7.310
Lereng selatan Gunung Slamet di Jawa Tengah	4.000
Malang di Jawa Timur	2.000
Singapura	2.320
Negeri Belanda	750
Atena	380
Teheran	220
Aden	55

(Sumber : Soemarto, 1995)

Salah satu bentuk presipitasi di Indonesia adalah hujan. Maka jika membicarakan tentang hujan ada 5 (lima) faktor yang harus ditinjau, yaitu :

- a. Intensitas (i), adalah laju hujan = tinggi air persatuan waktu, misalnya: mm/menit, mm/jam, dan mm/hari.
- b. Lama waktu (t), adalah lamanya curah hujan (durasi) dalam menit atau jam.
- c. Tinggi hujan (d), adalah jumlah banyaknya hujan yang dinyatakan dalam ketebalan air diatas permukaan datar, dalam mm.
- d. Frekuensi, adalah frekuensi kejadian, biasanya dinyatakan dengan waktu ulang (*return period*) T , misanya sekali dalam setahun.
- e. Luas, adalah luas geografis curah hujan.

2.4.2 Evaporasi / transpirasi

Air yang ada di laut, di daratan, di sungai, di tanaman, kemudian akan menguap ke angkasa (atmosfer) dan kemudian akan menjadi awan. Pada keadaan jenuh uap air (awan) itu akan menjadi bintik-bintik air yang selanjutnya akan turun (*precipitation*) dalam bentuk hujan, salju, dan es. (Soemarto, 1995).

2.4.3 Infiltrasi

Perkolasi ke dalam tanah - air bergerak ke dalam tanah melalui celah-celah dan pori-pori tanah dan batuan menuju muka air tanah. Air dapat bergerak akibat aksi kapiler atau air dapat bergerak secara *vertikal* atau *horizontal* di bawah permukaan tanah hingga air tersebut memasuki kembali sistem air permukaan. (Soemarto, 1995)

Infiltrasi mempunyai arti penting terhadap :

a. Proses Limpasan (*run off*)

Daya infiltrasi menentukan besarnya air hujan yang dapat diserap kedalam tanah, sekali air hujan tersebut masuk ke dalam tanah ia dapat diuapkan kembali atau mengalir sebagai air tanah. Aliran air tanah sangat lambat. Makin besar daya infiltrasi, maka perbedaan antara intensitas curah hujan dengan daya infiltrasi menjadi makin kecil, akibatnya limpasan permukaan makin kecil sehingga debit puncaknya juga akan lebih kecil.

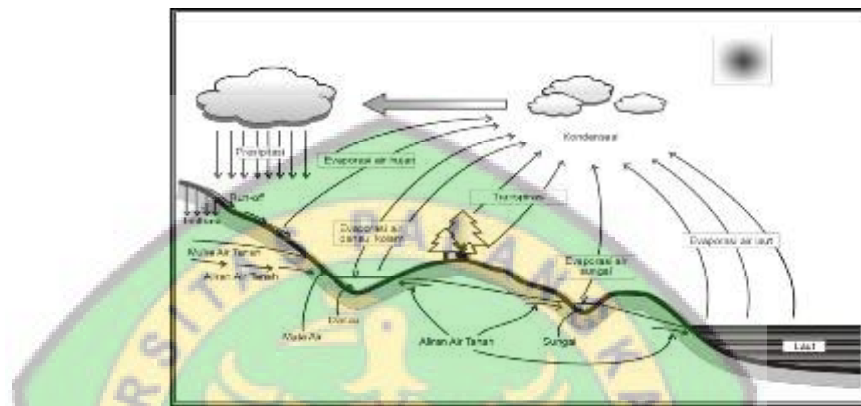
b. Pengisian Lengan Tanah (*soil moisture*) dan air tanah

Pada permukaan air tanah yang dangkal dalam lapisan tanah yang berbutir tidak begitu kasar, pengisian kembali lengan tanah ini dapat pula diperoleh dari kenaikan kapiler air tanah. Pengisian kembali air tanah atau *recharge*, sama dengan perlokasi dikurangi kenaikan kapiler, jika ada. Besarnya perlokasi dibatasi oleh besarnya daya infiltrasi. Oleh karenanya data infiltrasi menentukan besarnya *recharge*. Faktor lain yang menentukan besarnya *recharge* adalah tinggi hujan tahunan, distribusi hujan dan evaporasi sepanjang tahun, intensitas hujan dan kedalaman permukaan air tanah.

2.4.4 Air Permukaan

Air bergerak di atas permukaan tanah dekat dengan aliran utama dan danau; makin landai lahan dan makin sedikit pori-pori tanah, maka aliran

permukaan semakin besar. Aliran permukaan tanah dapat dilihat biasanya pada daerah urban. Sungai-sungai bergabung satu sama lain dan membentuk sungai utama yang membawa seluruh air permukaan di sekitar daerah aliran sungai menuju laut. (Sosrodarsono, Suyono dan Kensaku Takeda. 2003)



Sumber : Diktat Hidrogeologi, Ir. Budiarto, MT., 2015

Gambar 2.1 Siklus Hidrologi

Air permukaan, baik yang mengalir maupun yang tergenang (danau, waduk, rawa), dan sebagian air bawah permukaan akan terkumpul dan mengalir membentuk sungai dan berakhir ke laut. Proses perjalanan air di daratan itu terjadi dalam komponen-komponen siklus hidrologi yang membentuk sistem daerah aliran sungai (DAS). Jumlah air di bumi secara keseluruhan relatif tetap, yang berubah adalah wujud.

Tabel 2.2
Jumlah Air di Bumi

Komponen Air	Volume (x10³ km³)	Persen dari Total
Air laut	1.338.000,00	96,54
Glester	24.064,00	1,74
Air Tanah	23.400,00	1,69
Lapis Es (Permafrost)	300,00	0,022
Air danau	176,00	0,013
Lengas Tanah	16,50	0,001
Air Angkasa	12,90	0,0009
Air Rawa (wetlands)	11,50	0,0008
Air Sungai	2,12	0,00015
Biota/Makhluk Hidup	1,12	0,00008
Total	1.385.984,00	100

Sumber : Shiklomanov dan Sokolov (1983) dalam Davie (2008)

2.5 Sistem Penyaliran Tambang

Sistem penyaliran tambang adalah upaya yang dilakukan untuk mengendalikan air tambang berupa mencegahnya masuk, mengeluarkan, maupun mengeringkannya. Sistem penyaliran sangatlah penting, mengingat kegiatan penambangan dapat terganggu apabila air tambang tidak ditangani dengan tepat. Selain itu sistem penyaliran tambang dibuat untuk menciptakan area kerja yang aman dan nyaman serta memperlambat kerusakan pada peralatan kerja.

Sumber air yang masuk ke area penambangan dibedakan menjadi dua yaitu air permukaan dan air bawah tanah. Air permukaan adalah air yang mengalir dan berasal dari permukaan tanah. Air permukaan ini contohnya seperti air limpasan, air hujan, air sungai, danau dan lain – lain. Sedangkan air bawah tanah adalah air yang berasal dari dalam tanah seperti air tanah dan air rembesan. (Suryono, I.T., dan Mustaqfirin, A. 2015)

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

2.5.1 *Mine Drainage*

Penyaliran tambang (*Mine Drainage*) adalah mencegah air masuk ke lokasi penambangan dengan cara membuat saluran terbuka sehingga air limpasan yang akan masuk ke lubang bukaan dapat langsung dialirkan ke luar lokasi penambangan. Hal ini umumnya dilakukan untuk penanganan air tanah dan air yang berasal dari sumber air permukaan.

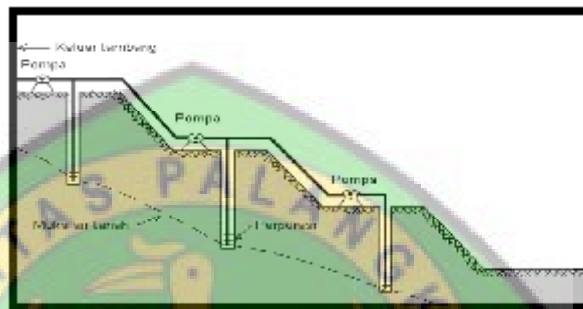
Beberapa metode *mine drainage* untuk mencegah agar air tidak masuk ke lokasi penambangan :

A. Air Tanah

1. Metode *Siemens*

Yaitu 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 (ukuran 8 *inch*) dan di setiap bawah pipa tersebut diberi lubang-lubang, dimana pipa berlubang-lubang ini berhubungan dengan air tanah, sehingga di pipa bagian bawah akan terkumpul air yang selanjutnya dipompa ke atas dan dibuang ke luar daerah penambangan.

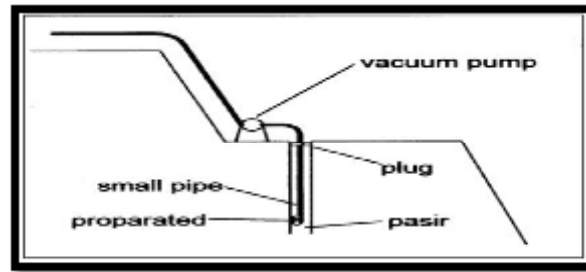


(Sumber : Budiarto, 1997)

Gambar 2.2 Metode Siemens

2. *Small Pipe System With Vacuum Pump*

Cara ini diterapkan pada lapisan batuan yang *impermeable* (kedap air) dan jumlah air sedikit dengan membuat lubang bor (ukuran 6 – 8 *inch*). Kemudian dimasukkan pipa (ukuran 2 – 2,5 *inch*) 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 disumbat supaya saat ada isapan pompa, rongga antara pipa lubang bor kedap udara, sehingga air akan terserap ke dalam lubang bor.

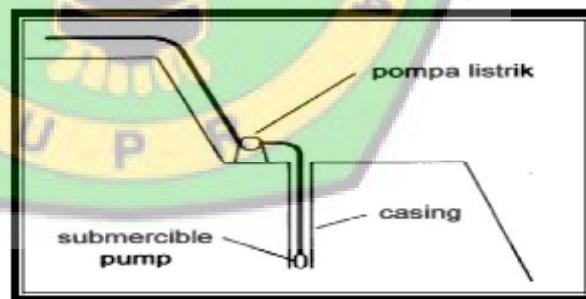


(Sumber : Nurhakim, 2005)

Gambar 2.3 *Small Pipe With Vacuum Pump*

3. *Deep Well Pump Method*

Dilakukan dengan pembuatan lubang bor (ukuran 6 *inch*) yang dipasang casing. Ke dalam lubang bor dimasukkan pompa (*submercible pump*). Pompa akan bekerja secara otomatis jika tercelup air. Kedalaman lubang bor 50 m sampai 60 m. Metode ini digunakan untuk material yang mempunyai permeabilitas rendah dan jenjang tinggi.



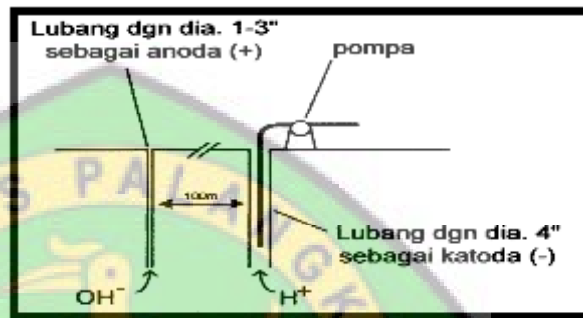
(Sumber : Nurhakim, 2005)

Gambar 2.4 *Deep Well Pump Method*

4. *Metode Elektro Osmosis*

Merupakan cara terbaru dan biasanya digunakan pada daerah yang mempunyai permeabilitas sangat kecil. Metode ini dilakukan dengan membuat lubang bor yang dimasukkan pipa casing. Prinsip

yang digunakan adalah prinsip elektrolisa yaitu pemisahan air (H_2O) menjadi ion H^+ dan OH^- . Ion H^+ akan mengalir menuju katoda, sehingga terjadi netralisasi H^+ dengan OH^- dan membentuk air. Air yang terkumpul akan dipompa ke luar, dimana sebelumnya tidak terdapat air.



(Sumber : Nurhakim, 2005)

Gambar 2.5 Metode *Elektro Osmosis*

5. Metode Pemotongan / Penggalian Air Tanah

Metode ini biasanya digunakan untuk mengamati kondisi air tanah. Tanah digali sampai menembus akuifer dan dipotong, sehingga aliran air tanah tidak menerus ke hilir. Galian yang tembus akuifer ini kemudian ditimbun oleh material yang kedap air (*impermeable*).

6. Metode Kombinasi Dengan Lubang Bukaan Bawah Tanah

Metode ini dilakukan dengan cara membuat lubang bukaan mendatar di dalam tanah guna menampung aliran air dari permukaan. Beberapa lubang sumur/satu lubang sumur dibuat untuk menyalurkan air permukaan ke dalam terowongan bawah

tanah tersebut, sehingga dengan cara ini air akan mengalir sendiri secara gravitasi, sehingga tidak memerlukan pompa.

B. Air Permukaan

Pada air permukaan digunakan metode saluran terbuka, metode ini dilakukan dengan pembuatan saluran terbuka di sekeliling tambang sesuai dengan pembagian daerah tangkapan hujan dan arah aliran air limpasan. Saluran terbuka berfungsi untuk mengalirkan air yang berasal dari luar bukaan tambang sehingga air tidak masuk ke dalam bukaan tambang. Selain itu saluran terbuka dapat digunakan untuk mengalirkan air dari hasil pemompaan *sump* sehingga dapat juga berperan sebagai *mine dewatering*.

2.5.2 Mine Dewatering

Mine dewatering merupakan upaya untuk mengeluarkan air yang telah masuk ke dalam area penambangan, terutama untuk penanganan air hujan.

Air pada lokasi tambang dapat bersumber dari :

a. Air Permukaan

Merupakan air yang mengalir di permukaan tanah. Jenis air ini meliputi air limpasan permukaan yang berasal dari air hujan.

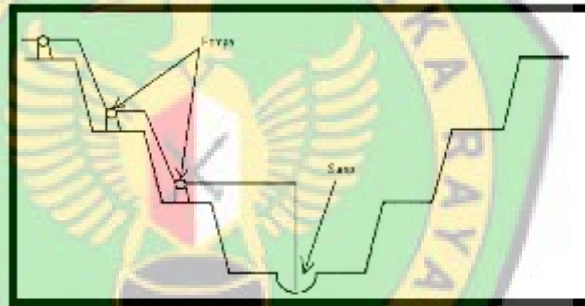
b. Air bawah tanah

Merupakan air yang terdapat di bawah permukaan tanah.

Beberapa metode penyaliran *Mine Dewatering* yang digunakan untuk menyalirkan air adalah sebagai berikut :

A. Penyaliran dengan *Sump*

Cara penyaliran ini sangat umum di terapkan di tambang terbuka. Air yang masuk ke dalam tambang di kumpulkan ke suatu *sump* yang biasanya dibuat di dasar tambang dan dari *sump* tersebut air di pompa keluar tambang (lihat gambar 2.6).



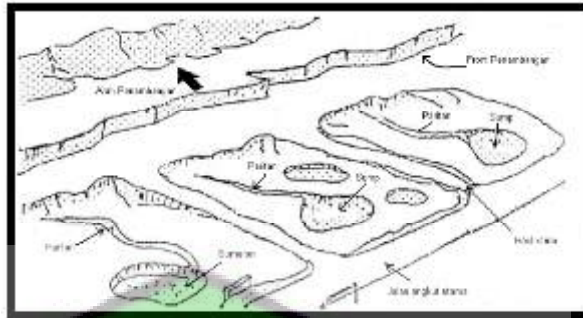
(Sumber : Nurhakim, 2005)

Gambar 2.6 Penyaliran Dengan *Sump*

B. 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 di buang langsung ke tempat pembuangan dengan memanfaatkan gaya gravitasi.



(Sumber : Budiarto, 1997)

Gambar 2.7 Cara Paritan

2.6 Faktor Yang Mempengaruhi Sistem Penyaliran

2.6.1 Curah Hujan

Curah hujan adalah banyaknya hujan yang terjadi pada suatu daerah. Curah hujan merupakan faktor yang sangat penting dalam perencanaan sistem penyaliran, karena besar kecilnya curah hujan pada suatu daerah tambang akan mempengaruhi besar kecilnya air tambang yang harus ditanggulangi. Besar kecilnya curah hujan dapat dinyatakan sebagai volume air hujan yang jatuh pada satu areal tertentu dalam jangka waktu relatif lama. Satuan curah hujan dinyatakan dalam millimeter. Dengan demikian apabila diketahui curah hujan 1 mm berarti curah hujan tersebut adalah sama dengan 1 liter/m². (Teknik Perhitungan Debit Rencana Bangunan Air, 2011)

Tabel 2.3 Derajat dan Intensitas Hujan

Keadaan Curah Hujan	Intensitas Curah Hujan	Kondisi
Hujan Sangat Lemah	0,02	Tanah agak Basah atau dibasahi sedikit
Hujan Lemah	0,02 – 0,05	Tanah menjadi basah semua
Hujan Normal	0,05 – 0,25	Bunyi curah hujan terdengar
Hujan Deras	0,25 – 1,00	Air tergenang di seluruh permukaan tanah dan terdengar bunyi dari genangan
Hujan sangat Deras	>1,00	Hujan seperti ditumpahkan, seluruh drainase meluap

Sumber : Rudi Sayoga (1993)

Tabel 2.4 Keadaan dan Intensitas Curah hujan

Keadaan Curah Hujan	Curah Hujan (mm)	
	1 Jam	24 Jam
Hujan sangat ringan	<1	<5
Hujan ringan	1 - 5	5 - 20
Hujan normal	5 - 10	20 - 50
Hujan lebat	10 - 20	50 - 100
Hujan sangat lebat	>20	>20

Sumber : Rudi Sayoga (1999)

2.6.2 Pengukuran Curah Hujan

Pengukuran curah hujan dilakukan dengan menggunakan alat penakar hujan biasa dan alat pengukur hujan otomatis. Alat penakar hujan (gambar 2.8) biasa diletakkan kurang lebih sekitar 1m di permukaan tanah dan mempunyai luas bukaan sebesar 200 cm². Dan biasanya pengukuran dilakukan hanya sekali dalam sehari pada pukul 07.00, oleh karena itu menghasilkan data curah hujan harian. Sedangkan penakar hujan otomatis, cara kerja pencatatannya dilakukan secara otomatis dan berkesinambungan sehingga dihasilkan data intensitas hujan yang akurat.



Sumber : Rudi Sayoga Gautama, 1999

Gambar 2.8
Alat Penakar Hujan

2.6.3 Analisis Data Curah Hujan

Data curah hujan biasanya disajikan dalam bentuk tabel ataupun grafik, meliputi data curah hujan harian, bulanan, maupun tahunan. Komponen cuaca dan hidrologi mempunyai sifat periodik, oleh karena itu diperlukan data pengukuran jangka panjang. Analisis curah hujan dapat dilakukan dengan beberapa metode, diantaranya adalah dengan

analisis frekuensi langsung (direct frequency analysis). Analisis ini digunakan untuk menghitung curah hujan rencana berdasarkan data curah hujan yang tersedia. Semakin lama pengukuran waktu curah hujan, maka semakin banyak data yang didapatkan. Oleh karena itu hasil analisis yang didapatkan juga semakin baik. Untuk melakukan analisis frekuensi langsung ini, terdapat beberapa sajian data curah hujan, yaitu :

1. Seri Tahunan (*annual series*)

Yaitu pengolahan data curah hujan dengan mengambil satu curah hujan tertinggi dalam kurun waktu satu tahun. Namun dalam analisis ini memiliki kekurangan yaitu tidak dipergunakannya data curah hujan dibawah curah hujan maksimum pada tahun tertentu tetapi lebih tinggi dari curah hujan maksimum pada tahun yang lain.

2. Seri Sebagian (*partial series*)

Yaitu pengolahan data yang dilakukan dengan cara mengambil data curah hujan yang melebihi suatu nilai tertentu dengan mengabaikan waktu kejadian hujan yang bersangkutan. Maka analisis ini dapat menutupi kekurangan yang terdapat pada analisis seri tahunan (*annual series*).

- **Distribusi Probalitas**

Dalam analisa 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 2.5.

Tabel 2.5 Parameter statistik untuk menentukan jenis distribusi

NO	Distribusi	Persyaratan
1	Normal	$C_s = 0$ $C_k = 3$
2	Log normal	$C_s = Cv^3 + 3Cv$ $C_k = Cv^8 + 6Cv^6 + 15Cv^4 + 16Cv^2 + 3$
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, 2011)

Berikut dibawah ini adalah rumus untuk perhitungan curah hujan rencana menggunakan distribusi probabilitas Gumbel :

- **Pengukuran Dispersi**

Variasi atau dispersi adalah besarnya derajat dari sebaran varian disekitar nilai rata-ratanya.

Adapun cara pengukuran Dispersi antara lain :

a. **Mean /rerata** menggunakan persamaan

$$\bar{x} = \frac{CH}{n} \dots\dots\dots(2.1)$$

Keterangan :

CH = Jumlah Curah Hujan

b. **Simpangan Baku / Standard Deviasi** menggunakan persamaan

$$S = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2}{n-1}} \dots\dots\dots(2.2)$$

Keterangan :

X = Curah Hujan rata-rata

Xi = Curah Hujan maksimum

c. **Perhitungan koreksi Variasi**

$$Y_t = \ln \left\{ -\ln \frac{T-1}{T} \right\} \dots\dots\dots(2.3)$$

Keterangan :

Y_t = Koreksi Variansi

T = Periode ulang (T)

d. **Perhitungan koreksi Rata-rata**

$$Y_n = -\ln \left[-\ln \left\{ \frac{n+1-m}{n+1} \right\} \right] \dots\dots\dots(2.4)$$

$$\text{Rata-rata } Y_n, Y_n = \frac{Y_n}{n} \dots\dots\dots(2.5)$$

Keterangan :

Y_n = Koreksi rata-rata

n = jumlah sampel dan m = urutan sampel ($m = 1,2,3,\dots$)

e. Perhitungan Koreksi Simpangan

$$S_n = \sqrt{\frac{\sum(Y_n - \bar{Y}_n)^2}{n-1}} \dots\dots\dots(2.6)$$

Keterangan :

S_n = Koreksi simpangan

f. Perhitungan Curah Hujan Rencana

$$CHR = \bar{x} + \left(\frac{S}{S_n}\right) (Y_t - Y_n) \dots\dots\dots(2.7)$$

Keterangan :

X = rata-rata curah hujan (mm/bulan)

S = Standar deviansi

S_n = Koreksi simpangan

Y_t = Koreksi Variasi

Y_n = Koreksi rata-rata

g. Koefisien Variansi /Variation Coefficient

$$C_v = \frac{S}{\bar{x}} \dots\dots\dots(2.8)$$

h. Asimetri / Kemencengan / Skewness

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

i. Kurtosis menggunakan persamaan

$$C_k = \frac{n^2(x_i - \bar{x})^4}{(n-1)(n-2)(n-3)S^4} \dots\dots\dots(2.9)$$

1. Distribusi Gumbel

Perhitungan curah hujan rencana menurut Metode Gumbel, mempunyai perumusan sebagai berikut :

$$X_T = \bar{X} + sK \dots\dots\dots(2.10)$$

Dimana :

X_T = Hujan rencana (mm)

\bar{X} = nilai rata-rata dari hujan

S = Simpangan Baku (Standar Deviasi) data sampel curah hujan

K = Faktor frekuensi/faktor probabilitas

Faktor probabilitas K untuk harga-harga ekstrim Gumbel dapat dinyatakan dalam persamaan :

$$K = \frac{Y_t - Y_n}{S_n} \dots\dots\dots(2.11)$$

Dimana :

Y_n = *Reduced mean* yang tergantung jumlah sampel

S_n = *Reduced standard deviation* yang juga tergantung pada jumlah sampel

Y_T = *Reduced variate*, mempunyai nilai yang berbeda pada setiap periode ulang

2. Distribusi Normal

Perhitungan curah hujan rencana menurut Metode Distribusi Normal, mempunyai perumusan sebagai berikut :

$$X_T = \bar{X} + K_T S \dots\dots\dots(2.12)$$

Dimana :

X_T = Nilai rata-rata dari data hujan (X) mm

\bar{X} = Harga rata-rata sampel data curah hujan (dalam hal ini curah hujan harian maksimum)

S = Simpangan baku (*standar deviasi*) data sampel curah hujan

K_T = Faktor frekuensi / faktor probabilitas, dimana nilainya sebagai untuk berbagai periode ulang yang sudah tersedia dalam (tabel nilai variabel reduksi Gauss).

3. Distribusi Log Pearson III

Digunakan untuk analisis Variabel hidrologi dengan nilai varian minimum misalnya (Low flows). Distribusi Person Tipe III digunakan apabila nilai CS tidak memenuhi untuk Distribusi Gumbel maupun Distribusi Normal.

Perhitungan curah hujan rencana menurut Metode Log Pearson III, mempunyai langkah-langkah perumusan sebagai berikut :

1. Ubah data ke dalam bentuk logaritmis :

$$X = \log X \dots \dots \dots (2.13)$$

2. Hitung harga rata-rata :

$$\log \bar{X} = \frac{\sum_{i=1}^n X_i}{n} \dots \dots \dots (2.14)$$

3. Hitung koefisien harga simpangan baku :

$$S = \left[\frac{\sum_{i=1}^n (\log X_i - \log \bar{X})^2}{n-1} \right]^{0.5} \dots \dots \dots (2.15)$$

4. Hitung koefisien kemencengan (*skewness*):

$$G = \frac{\sum_{i=1}^n (\log X_i - \log \bar{X})^3}{(n-1)(n-2)s^3} \dots \dots \dots (2.16)$$

5. Hitung logaritma data curah hujan dengan periode ulang T dengan rumus berikut :

$$\text{Log } X_T = \log \bar{X} + K s \dots \dots \dots (2.17)$$

Dimana :

K = Variabel standar untuk X yang besarnya tergantung koefisien kemencengan (G)

6. Hitunglah curah hujan rencana dengan periode ulang T dengan menghitung anti log dari log X_T

$$X_p = \text{antilog } X_T$$

2.6.4 Periode Ulang Hujan (PUH)

Periode ulang adalah waktu hipotetik dimana suatu kejadian dengan nilai tertentu, hujan rencana misalnya akan disamai atau dilampaui 1 kali dalam jangka waktu hipotetik tersebut. Misalnya hujan rencana dengan periode ulang 5 tahun = 10 mm, tidak berarti hujan sebesar 10 mm akan secara periodik 1 kali setiap 5 tahun, melainkan setiap tahunnya ada kemungkinan terjadi 1/5 kali terjadi hujan yang besarnya sama atau lebih dari 10 mm. Penentuan periode ulang hujan dilakukan dengan menyesuaikan data dan keperluan pemakaian saluran yang berkaitan dengan umur tambang serta tetap memperhitungkan resiko hidrologi (*Hidrology Risk*). Penetapan periode ulang hujan sebenarnya lebih ditekankan pada masalah kebijakan dan resiko yang perlu diambil sesuai dengan perencanaan. Menurut Kite G.W. (1977), acuan untuk menentukan periode ulang hujan dapat dilihat pada tabel 2.6 berikut ini.

Tabel 2.6

Periode ulang hujan untuk sarana penyaliran pada daerah tambang

Keterangan	Periode Ulang Hujan (PUH)
Daerah terbuka	0-5
Sarana tambang	2-5
Lereng tambang dan penimbunan	5-10
Sumuran utama	10-15
Penyaliran keliling tambang	25
Pemindahan aliran sungai	100

(Sumber : Kite G.W, 1977 dalam I Made Kamiana, 2011)

2.6.5 Intensitas Curah Hujan

Intensitas curah hujan adalah jumlah air hujan yang jatuh dalam areal tertentu dalam jangka waktu yang relatif sangat singkat dinyatakan dalam mm/dtk, mm/mnt atau mm/jam. Intensitas curah hujan biasanya disimbolkan dengan huruf I dengan satuan mm/jam, yang artinya tinggi/kedalaman yang terjadi adalah sekian mm dalam periode waktu satu jam.

Hubungan antara intensitas hujan, lama hujan, dan frekuensi hujan biasanya dinyatakan dengan lengkung Intensitas-Durasi-Frekuensi (IDF = *Intensity Duration Frequency Curve*), diperlukan data hujan jangka pendek, misalnya 5 menit, 10 menit, 30 menit, 60 menit dan jam-jaman untuk membentuk lengkung IDF. Seandainya curah hujan harian di daerah 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 sembarang yang dihitung dari data curah hujan harian yaitu :

$$I = \frac{R_{24}}{24} \left(\frac{24}{t} \right)^{2/3} \dots\dots\dots(2.12)$$

(Sumber : I Made Kamiana, 2011)

Keterangan :

I = Intensitas curah hujan (mm/jam)

t = Lama waktu hujan (jam)

R₂₄ = Curah hujan harian maksimum (mm)

Tabel 2.7 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 dan seluran pengairan meluap

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

2.6.6 Daerah Tangkapan Hujan (*Catchment Area*)

Daerah tangkapan hujan adalah luasnya permukaan yang bila terjadi hujan maka air hujan tersebut akan mengalir ke daerah yang lebih rendah menuju titik pengaliran.

Hujan yang terjadi di permukaan bumi merupakan hasil dari suatu daur air. Daur air di muka bumi secara garis besar terdiri dari penguapan, presipitasi dan pengaliran. Air yang menguap terutama air laut, akan naik ke atmosfer berubah menjadi awan dan setelah mengalami berbagai proses kemudian jatuh sebagai hujan atau salju ke permukaan bumi.

Air yang jatuh ke permukaan bumi sebagian meresap ke dalam tanah (infiltrasi) dan sebagian ditahan oleh tumbuhan (intersepsi) dan sebagian lagi akan mengisi cekungan dan lekukan di permukaan bumi dan mengalir ke tempat yang lebih rendah. Ada sebagian air hujan yang jatuh

akan menguap lagi (evaporasi) dan ada pula yang terserap oleh tumbuhan (transpirasi)

Penentuan luas daerah tangkapan hujan berdasarkan pada peta daerah yang akan diteliti beserta pushback tambang. Setelah daerah tersebut ditentukan, luasnya dapat diukur dengan memperhatikan daerah aliran air limpasan yang mengalir sesuai dengan kontur masing-masing daerah.

2.6.7 Debit Air Tambang

Debit air tambang merupakan debit air yang terdiri dari air hujan yang langsung masuk ke area penambangan (*pit*), air limpasan (*run off*) dan air tanah. Debit air tambang inilah yang nantinya akan dijadikan penentuan untuk menghitung dimensi dari saluran terbuka.

2.6.7.1 Debit Air Hujan

Debit air hujan adalah jumlah debit air yang langsung masuk ke area *bottom pit*, atau daerah terendah pada pit. Debit air tersebut berasal dari curah hujan yang ada di wilayah tersebut. Jadi besarnya debit air tersebut juga tergantung oleh luasan pit tersebut. Untuk menghitung besarnya debit air hujan, dapat digunakan rumus berikut ini.

$$Q = I \times A \dots\dots\dots (2.13)$$

Keterangan :

Q = Debit air hujan

I = Curah hujan

A = Luas bottom pit

2.6.7.2 Debit Limpasan (*Run Off*)

Air limpasan adalah bagian dari curah hujan yang mengalir diatas permukaan tanah menuju sungai, danau atau laut. Air hujan yang jatuh kepermukaan tanah yang langsung masuk ke dalam tanah disebut infiltrasi. Aliran itu terjadi karena curah hujan yang mencapai permukaan bumi tidak dapat terinfiltrasi, baik yang disebabkan karena intensitas curah hujan atau faktor lain misalnya kelerengan, bentuk dan kekompakan permukaan tanah serta vegetasi.

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

$$Q = 0,278 .C .I . A \dots\dots\dots(2.14)$$

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

Keterangan :

Q = Debit aliran limpasan (m³/detik)

C = Koefisien limpasan (Lihat Tabel 2.8)

I = Intensitas curah hujan (mm/jam)

A = Luas daerah tangkapan Hujan (Km²)

0,278 adalah faktor konversi debit puncak ke satuan dalam m³/detik (Seyhan, 1990).

Koefisien limpasan merupakan suatu nilai konstanta yang menggambarkan dampak proses infiltrasi, penguapan, *retention*, dan intersepsi pada daerah tersebut. Koefisien limpasan dipengaruhi oleh beberapa faktor, seperti penutup tanah, kemiringan permukaan, intensitas dan lamanya hujan.

Berikut dibawah ini beberapa harga untuk koefisien limpasan (C).

1. Kerapatan vegetasi

Daerah dengan keadaan vegetasi yang rapat akan memberikan nilai koefisien

(C) yang kecil karena air hujan yang jatuh tidak akan langsung mengenai tanah, namun akan terhalang oleh tumbuh – tumbuhan, dan sebaliknya permukaan yang gundul memberikan nilai koefisien (C) yang besar karena air akan langsung jatuh mengenai tanah

2. Tataguna lahan

Lahan seperti persawahan akan memberikan nilai koefisien (C) yang kecil dibandingkan lahan hutan ataupun perkebunan. Karena air yang jatuh pada lahan persawahan akan tertahan pada petak – petak sawah untuk selanjutnya akan menjadi air limpasan

3. Kemiringan tanah

Pada keadaan yang sama, tanah yang dengan kemiringan yang kecil ($<3\%$) akan memberikan nilai koefisien (C) yang kecil dibandingkan dengan tanah yang mempunyai kemiringan sedang maupun curam.

Tabel 2.8 Nilai Koefisien Limpasan

Kemiringan	Kegunaan Lahan	Koefisien Limpasan
Datar $< 3\%$	1. Persaawahan, Rawa	0,2
	2. Hutan, Perkebunan	0,3
	3. Perumahan dengan Kebun	0,4
Agak miring 3% - 15%	1. Hutan, perkebunan	0,4
	2. Perumahan	0,5
	3. Tumbuhan yang jarang	0,6
	4. Tanpa tumbuhan, daerah penumbuhan	0,7
Curam $> 15\%$	1. Hutan	0,6
	2. Perumahan, kebun	0,7
	3. Tumbuhan yang jarang	0,8
	4. Tanpa tumbuhan, daerah tambang	0,9

Sumber : Rudi Sayoga, 1993

2.6.7.3 Koefisien Limpasan

Koefisien limpasan merupakan suatu konstanta yang menggambarkan dampak proses infiltrasi, penguapan, tata guna lahan, serta kemiringan lahan. Koefisien limpasan dipengaruhi oleh faktor tanah penutup dan kemiringan, intensitas dan lamanya hujan.

2.7 Saluran Terbuka

Saluran terbuka berfungsi untuk mengalirkan air yang akan masuk ke area penambangan menuju ke area yang telah ditentukan. Bentuk dimensi dari saluran terbuka ini sangat mempengaruhi efisiensi dari saluran terbuka itu sendiri. Pemilihan bentuk dimensi saluran ini atas atau dasar pertimbangan pada debit air, jenis tanah pada pembuatan saluran terbuka serta cara pembuatannya. Ada beberapa macam bentuk saluran terbuka seperti bentuk trapesium, setengah lingkaran, segitiga, serta bentuk persegi.

Parameter untuk penentuan saluran terbuka meliputi debit air tambang, nilai koefisien kekerasan dinding saluran, kemiringan rata – rata dasar saluran, dan luas penampang basah. Pemilihan bentuk dari dimensi saluran terbuka, umumnya dipilih berdasarkan debit air, tipe material pembentuk saluran dan kemudahan dalam pembuatan saluran tersebut. Bentuk penampang saluran air segi empat atau segi tiga umumnya dibuat untuk debit yang kecil sedangkan bentuk trapesium untuk debit yang besar. Untuk menentukan dimensi saluran terbuka digunakan rumus Manning, yaitu :

$$Q = \frac{1}{n} \times A \times S^{\frac{1}{2}} \times R^{\frac{1}{2}} \dots\dots\dots(2.15)$$

Keterangan :

Q = Besarnya debit air yang mengalir sepanjang saluran (m³/detik)

R = Jari-jari hidrolik (A/P)

S = Gradien kemiringan dasar saluran (%)

n = Koefisien kekasaran Manning (tabel 2.9)

A = Luas penampang saluran (m²)

P = Keliling basah, (m)

Dimensi penampang yang paling efisien untuk beberapa bentuk penampang saluran air adalah sebagai berikut:

2.7.1 Penampang Trapesium

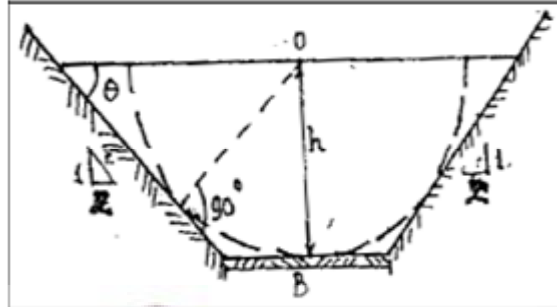
Dalam menentukan dimensi saluran terbuka bentuk trapesium dengan luas maksimum hidrolis, luas penampang aliran (d), kedalaman saluran (h), lebar dasar saluran (b), penampang sisi saluran dari dasar permukaan (a), lebar permukaan saluran (B), dan kemiringan dinding saluran (m), mempunyai hubungan yang dapat dinyatakan pada persamaan:

$$\text{Sudut} = 90^\circ \dots \dots z = \sqrt{\frac{1}{3}}$$

$$B = 2 [\sqrt{z^2 + 1} - z] h$$

$$A = [B + Zh] h$$

$$R = \frac{h}{2}$$



Gambar 2.9

Penampang Trapesium

2.7.2 Penampang Segi Empat

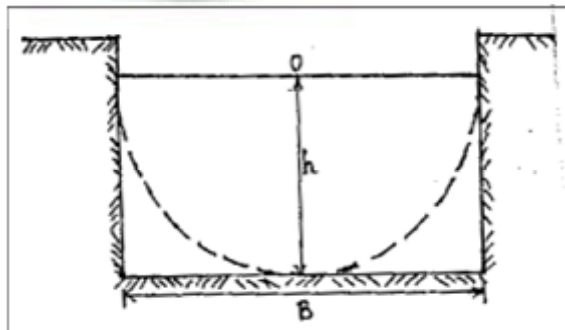
Harga lebar dasar saluran (b), lebar permukaan saluran (B), luas penampang basah (A) dan keliling basah (P) dapat dicari menggunakan

Persamaan :

$$Bb = 2d$$

$$A = 2d^2$$

$$P = 4d$$



Gambar 2.10

Penampang segiempat

2.7.3 Penampang segitiga

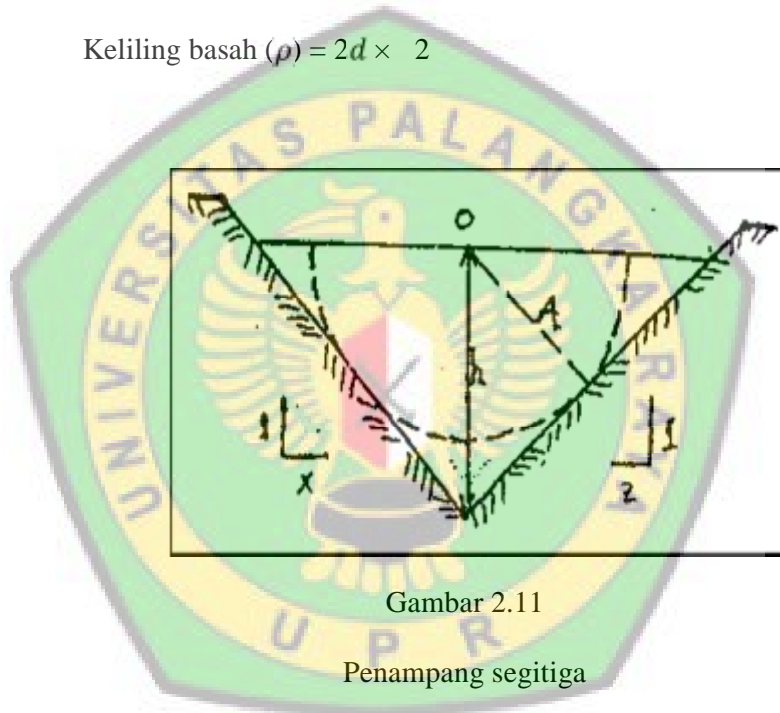
Harga luas penampang basah (A), jari-jari hidrolis (R) dan keliling basah (P) dapat dicari menggunakan Persamaan :

Sudut tengah = 90°

Luas penampang basah (A) = d^2

Jari-jari hidrolis (R) = $\frac{2}{3}d$

Keliling basah (ρ) = $2d \times 2$



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

Untuk dimensi penyaliran berbentuk trapesium dengan luas penampang optimum dan mempunyai sudut kemiringan 60° , maka :

$$\begin{aligned} Z &= 1/\text{tg} \\ &= 1/\text{tg } 60^\circ \\ &= 0,58 \end{aligned}$$

Sehingga harga b/d adalah :

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

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

Harga koefisien kekasaran *Manning* dapat dilihat pada tabel 2.9

Tabel 2.9 Koefisien Kekerasan *Manning*

Tipe dinding saluran	N
Semen	0,010 – 0,014
Beton	0,011 – 0,016
Bata	0,012 – 0,020
Besi	0,013 – 0,017
Tanah	0,020 – 0,030
Gravel	0,022 – 0,035
Tanah yang ditanami	0,025 – 0,040

(Sumber: Rudy S. Gautama, 1990)

2.8 Sumuran (*Sump*)

Sumuran digunakan sebagai tempat penampungan air sementara sebelum dipompakan keluar tambang. Sehingga dimensi sump bergantung pada volume air yang masuk dan volume air yang dipompakan.

Digunakan persamaan berikut

$$V = \frac{X+Y}{2} \times Z \dots\dots\dots(2.16)$$

Keterangan :

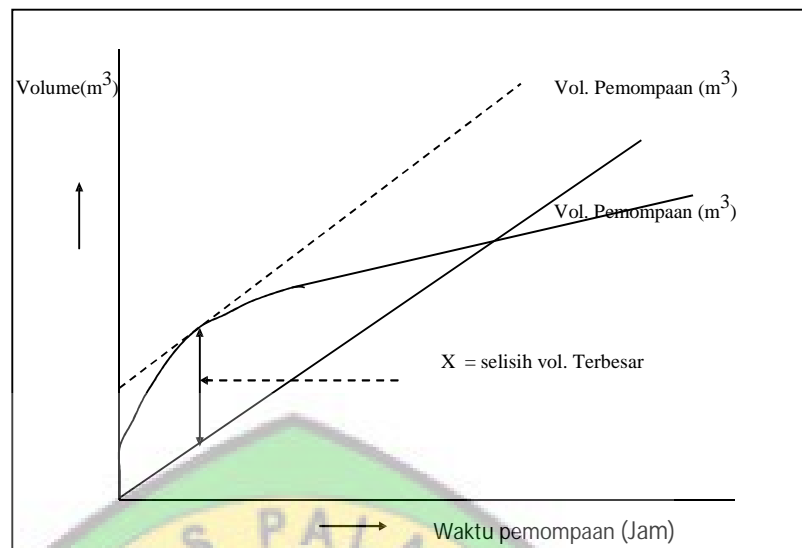
V = Volume *Sump* (m³)

X = Luas Penampang atas (m²)

Y = Luas penampang bawah (m²)

Z = Kedalaman (m)

Dimensi sumuran tambang tergantung pada kuantitas debit air limpasan, kapasitas pompa, volume, waktu pemompaan (lihat gambar 2.10), kondisi lapangan seperti kondisi penggalian terutama pada lantai tambang (floor) dan lapisan Batubara serta jenis tanah atau batuan di bukaan tambang.



(Sumber : Kaltim Prima Coal Hydraulic Design Guideline)

Gambar 2.12 Grafik Penentuan Volume Sumuran Air Tambang

Setelah ukuran sumuran diketahui tahap berikutnya adalah menentukan lokasi sumuran di bukaan tambang. Pada prinsipnya sumuran diletakkan pada lantai tambang (floor) yang paling rendah, jauh dari aktifitas penggalian Batubara, jenjang disekitarnya tidak mudah longsor, dan dekat dengan kolam pengendapan.

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

a. Sistem penyaliran terpusat

Pada sistem ini sump-sump akan ditempatkan pada setiap jenjang atau *bench*. Sistem penyaliran 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.

b. Sistem penyaliran 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.

2.9 Sistem Pemompaan

Pompa adalah suatu alat yang berfungsi untuk memindahkan cairan dari tempat satu ke tempat lainnya dengan cara menaikkan tekanan cairan tersebut. Untuk mengatasi hambatan – hambatan penyaliran digunakanlah kenaikan tekanan cairan tersebut. Dalam pemilihan pompa, hal – hal yang perlu diperhatikan meliputi debit maksimal air tambang, lamanya waktu pemompaan, keperluan debit pompa, total head, tipe dan ukuran pompa. Dalam sistem pemompaan, terdapat beberapa macam tipe sambungan pemompaan, antara lain :

1. Seri

Tipe sambungan ini bekerja dengan menghubungkan dua atau lebih pompa secara seri. Dengan tipe ini jumlah head akan bertambah sesuai dengan jumlah head masing-masing, namun debit pemompaan tetap.

2. Parallel

Tipe ini menghubungkan dua atau lebih pompa secara parallel agar kapasitas pompa bertambah sesuai dengan kemampuan debit masing – masing, tapi nilai *head* tetap.

Hal yang perlu diperhatikan dalam menentukan kebutuhan pompa, yaitu :

1. Penentuan daya pompa

Penentuan daya pompa dapat dihitung dengan rumus

$$P = \frac{SG.Ht.Q}{102.Ep}$$

Keterangan :

P = daya pompa (kw)

Sg = *Specific Gravity*

Ht = *Head* total sistem (m)

Q = debit pemompaan

Ep = Efisiensi pompa

2. Penentuan titik optimal pompa

Untuk menentukan titik optimal pompa digunakan dua jenis kurva yaitu kurva resistan dari sistem dan kurva karakteristik pompa. Kurva resistan sistem adalah nilai head dari sistem untuk sejumlah variasi debit pompa. Sedangkan kurva karakteristik pompa menyatakan kemampuan pompa untuk mengatasi head untuk berbagai nilai debit pemompaan atau sebaliknya.

2.9.1 Jenis – jenis Pompa

Pompa mempunyai fungsi untuk mengeluarkan air dari tambang, sesuai dengan prinsip kerjanya pompa terdiri atas :

1. *Reciprocating Pump*

Pompa reciprocating memiliki torak, plunger, diafragma yang bergerak maju mundur didalam sebuah silinder. Silinder ini dilengkapi dengan katup – katup isap dan buang. Gerakan dari torak, plunger, diafragma bersama – sama dengan gerak yang sesuai dari katup – katup yang menyebabkan cairan mengisi dan tersalur secara silih berganti dari silinder.

2. *Centrifugal Pump*

Menurut Sularso dan Tahara (2000:4) pompa sentrifugal, mempunyai sebuah impeller (baling baling) untuk mengangkat zat cair dari tempat yang lebih rendah ke tempat yang lebih tinggi.

pompa sentrifugal dapat mengubah energy mekanik dalam bentuk kerja poros menjadi energy fluida. Energy inilah yang mengakibatkan pertambahan tekanan,kecepatan pada zat cair yang mengalir secara kontinyu.

Konstruksi pompa sentrifugal secara garis besar dapat di golongkan menjadi 3 bagian utama yaitu elemen berputar, diam dan penggerak pompa, bagian-bagian pompa sentrifugal antar lain :

- a. Elemen yang berputar : impeller dan poros
- b. Elemen yang diam : casing, packing dan bearing
- c. Penggerak pompa : motor bakar,motor listrik dan turbin

Berdasarkan jumlah impeller pompa sentrifugal dapat dibedakan menjadi single stage dan multi stage.

a. Single stage

Pompa ini zat cair masuk dari satu sisi impeller, tekanan yang bekerja pada masing-masing sisi impeller tidak sama sehingga akan timbul gaya aksial kearah sisi hisap.

b. Multi stage pompa

Pompa ini mempunyai dua sisi impeller untuk menghisap zat cair. Disini poros yang menggerakkan impeller di pasang menembus kedua sisi rumah dan impeller di tumpu oleh batalan di luar rumah pompa ini menggunakan dua buah impeller jenis tunggal yang di pasang bertolak belakang sehingga gaya aksial yang timbul akan saling mengimbangi. motor diesel pada generator, pompa ini termasuk jenis pompa sentrifugal jenis pompa volute karena air akan di tampung didalam volute atau rumah spiral.

c. Axial Pump

Pompa aksial adalah salah satu alat yang berfungsi untuk mengalirkan fluida dari potensial rendah ke potensial yang lebih tinggi dengan menggunakan gerak putaran dari blades/Impeller dan mempunyai arah aliran yang sejajar dengan sumbu porosnya. Axial pump atau pompa aksial, sering juga disebut

sebagai pompa propeller. Pompa aksial sebenarnya masih tergolong ke dalam pompa sentrifugal, karena memiliki prinsip kerja yang tidak jauh berbeda. Hanya saja pompa axial mengalirkan fluida secara aksial (tegak lurus) dan umumnya ke atas. Pompa ini banyak digunakan di sistem drainase dan irigasi.

2.9.2 Head (Julang) Pemompaan

Head (Julang) adalah energi yang diperlukan untuk mengalirkan sejumlah air pada kondisi tertentu. Semakin besar debit air yang dipompa, maka *head* total pompa juga akan semakin besar. *Head* total pompa ditentukan dari kondisi instalasi yang akan dilayani oleh pompa tersebut (Tiadmojo, 2008):

a. *Head statis* (H_s)

Head statis merupakan hilangnya energi yang disebabkan oleh perbedaan elevasi antara pipa *inlet* (air masuk) dan pipa *outlet* (air keluar).

$$H_s = h_2 - h_1 \dots\dots\dots(2.17)$$

Keterangan :

h_1 = elevasi sisi isap (m)

h_2 = elevasi sisi keluar (m)

b. *Velocity head* (H_v)

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

$$H_v = \frac{v^2}{2g} \dots\dots\dots(2.18)$$

Keterangan :

H_v = Heda kecepatan keluar

V = Kecepatan aliran dalam pipa (m/detik)

g = percepatan gravitasi (9,8 m/s²)

untuk kecepatan aliran dalam pipa, dapat dituliskan dengan

rumus :

$$v = \frac{Q}{\frac{\pi}{4} D^2} \dots\dots\dots(2.19)$$

Keterangan :

v = Kecepatan aliran dalam pipa (m/detik)

Q = Debit pompa (m³/detik)

D = Diameter pipa (m)

c. *Head Loss*

Head Loss (jumlah kerugian) adalah energi untuk mengatasi kerugian-kerugian yang timbul akibat aliran fluida dan terjadi head kerugian gesekan (*friction loss*) di dalam pipa, head perubahan diameter dan head kerugian pada belokan dan sambungan (*shock loss*).

d. *Head* kerugian gesekan pipa (H_f)

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

$$H_f = \left(\frac{v^2}{2Dg} \right) \dots\dots\dots(2.20)$$

$$= 0,0020 + \frac{0,0005}{D} \dots\dots\dots(2.21)$$

$$v = \frac{Q}{\frac{\pi}{4} D^2} \dots\dots\dots(2.22)$$

keterangan :

L = Panjang pipa hisap (m)

v = Kecepatan aliran dalam pipa (m/detik)

D = Diameter pipa (m)

g = Gaya gravitasi (9,8 m/s²)

Selain itu perhitungan besarnya kerugian gesekan baik pada pipa masuk maupun pada pipa keluar dapat di hitung persamaan “Hazen William” Yaitu berikut ini :

$$H_f = \frac{10,666Q^{1,85}}{C^{1,85} D^{4,85}} (L) \dots\dots\dots(2.23)$$

Keterangan :

H_f = Kerugian gesekan pada pipa (m)

Q = Debit aliran pipa (m³/detik)

C = Koefisien

D = Diameter pipa (m)

L = Panjang pipa (m)

Tabel 2.10

Kondisi Pipa dan Harga Koefisien (C)

No	NAMA ALAT	C
1	Pipa besi cor baru	130
2	Pipa besi cor tua	100
3	Pipa baja baru	120-130
4	Pipa baja tua	80-100
5	Pipa dengan lapisan semen	130-140
6	Pipa dengan lapisan terarang batu	140

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

e. *Head* perubahan diameter (H_{f2})

Head perubahan diameter yaitu kerugian karena terjadi akibat perubahan ukuran pipa dalam aliran melalui jalur pipa. Kerugian terjadi apabila air yang melewati saluran pipa yang ukurannya semakin besar atau mengecil. dapat dinyatakan secara umum dengan rumus :

$$H_f = \frac{v^2}{2g} \dots\dots\dots(2.24)$$

Keterangan :

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

f = Koefisien kerugian pada pipa

g = Percepatan gravitasi bumi (9,8 m/detik)

h_{f2} = Head kerugian akibat pengecilan pipa (m)

2.11

Harga Koefisien Perubahan Diameter Pipa

$(\frac{D_1}{D_2})^2$	0	0,1	0,2	0,3	0,4	0,5	0,6	0,7	0,8	0,9	1
F	0,5	0,48	0,45	0,41	0,36	0,29	0,21	0,13	0,07	0,01	0

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

f. Shock Loss (H_{fs})

Shock Loss (H_{fs}) merupakan kehilangan pada jaringan pipa yang disebabkan oleh perubahan-perubahan mendadak dari geometri pipa, belokan-belokan, katup-katup dan sambungan.

$$H_{fs} = k \left(\frac{v^2}{g} \right) \dots \dots \dots (2.25)$$

$$k = [0,131 + 1,847 \left(\frac{d}{2R} \right)^{3,5}] \times \left(\frac{\alpha}{90} \right)^{0,5} \dots \dots \dots (2.26)$$

$$R = \frac{D}{\frac{1}{z}} \dots \dots \dots (2.27)$$

Keterangan :

H_1 = Head gesekan

V = Kecepatan aliran dalam pipa (m/detik)

g = Percepatan gravitasi bumi (9,8 m/detik)

R = Jari-jari lengkungan belokan (m)

= Sudut belokan pipa

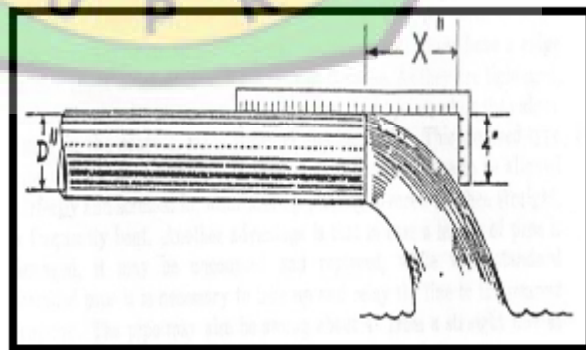
Berdasarkan dari rumus-rumus diatas, maka nilai dari head total adalah dinyatakan dengan rumus :

$$H_{Total} = H_s + H_p + H_f + \frac{vd^2}{2g} \dots \dots \dots (2.28)$$

3.9.3 Debit Pompa

Nilai debit suatu pompa dapat diketahui berdasarkan spesifikasi yang ada atau dengan cara pengukuran secara manual debit actual. Mengetahui debit berdasarkan spesifikasi dapat dilihat berdasarkan kecepatan pompa, efisiensi pompa dan head pompa yang diinginkan, kemudian faktor – faktor tersebut dihubungkan menggunakan grafik spesifikasi pompa. Sedangkan untuk mengetahui debit pompa secara manual yaitu dengan cara metode *Discharge*.

Mengukur semburan air yang keluar dari dalam mulut pipa (*outlet*). Satuan yang digunakan adalah mm. Debit pompa diukur dengan meletakkan sisi L yang panjang pada bagian atas pipa ketika air mengalir keluar dari pipa. Kemudian pastikan sisi yang pendek menyentuh aliran air. Kemudian catat panjang X menampilkan hubungan antara panjang X dan diameter pipa (D) yang menentukan besar debit pompa (Cassidy, 1973:174-176)..



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

Gambar 2.13 Pengukuran debit pompa dengan metode *discharge*

Setelah di lakukan pengukuran, data yang di dapat kemudian diolah

menggunakan rumus berikut ini :

$$Q_{\text{pompa}} = \pi \cdot r^2 \cdot v \dots \dots \dots (2.29)$$

$$v = \frac{x}{\sqrt{\frac{2y}{g}}} \dots \dots \dots (2.20)$$

Keterangan :

Q_{pompa} = Debit aktual outlet pompa (m³/detik)

r = jari-jari pipa yang di gunakan 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 bumi (9,8 m/detik)

Tabel 2.12

Pengukuran debit pompa dengan panjang sisi pendek 300 mm

X (mm)	D=150 mm		D=200 mm		D=250 mm		D=300 mm	
	Ltr/dtk	Ltr/dtk	Ltr/dtk	Ltr/dtk	Ltr/dtk	Ltr/dtk	Ltr/dtk	Ltr/dtk
300	22	80	39	139	61	218	87	313
350	26	93	45	162	71	255	101	364
400	30	107	51	185	81	291	116	418
450	33	120	58	208	91	327	128	461
500	36	131	64	231	101	364	145	522
550	40	144	71	254	111	400	159	572
600	45	160	77	378	121	436	174	626
650	48	173	83	300	131	472	188	677

700	52	186	90	324	141	508	202	727
750	56	200	96	347	151	544	216	778
800	59	213	103	369	162	582	232	835
850	63	226	109	392	172	618	244	878
900	67	240	115	415	182	654	256	922
950	70	251	122	439	192	690	273	983
1000	73	262	128	462	202	727	290	1.044
1050	77	275	135	485	212	763	304	1.094
1100	80	289	141	508	222	799	318	1.145
1150	85	305	148	532	232	835	333	1.199
1200	89	320	154	555	242	871	348	1.253
1250	93	333	161	578	252	907	362	1.303
1300	96	346	167	600	262	943	376	1.354

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



BAB III

METODE PENELITIAN

3.1 Gambaran Umum Wilayah Penelitian

3.1.1 Lokasi dan Kesampaian Daerah

PT. Prolindo Cipta Nusantara secara administratif terletak di desa Sebampan, kecamatan Sungai Loban, kabupaten Tanah Bumbu, Provinsi Kalimantan Selatan. Memiliki luas Izin Usaha Pertambangan sebesar 350 Ha. Letak dari WIUP PT. Prolindo Cipta Nusantara ini berada di perkebunan sawit PT. Minamas.

Kabupaten Tanah Bumbu sendiri memiliki wilayah seluas 5.006,96 km² atau 13,56 % dari luas wilayah Provinsi Kalimantan Selatan dan beribu kota di Batulicin. Kabupaten Tanah Bumbu memiliki 10 (sepuluh) Kecamatan yaitu Kusan hilir, Sungai Loban, Satui, Kusan Hulu, Batulicin, Karang Bintang, Simpang Empat, Mantewe, Kuranji dan Angsana. Kecamatan terkecil berada pada kecamatan Kuranji yaitu seluas 110,42 km², atau mmencangkup 2,18 % dari wilayah kabupaten Tanah Bumbu. Sedangkan kecamatan terluas terdapat pada kecamatan Kusan Hulu, yaitu mencakup 13,76% dari luas keseluruhan Kabupaten Tanah Bumbu. Kecamatan yang mempunyai wilayah pantai atau pulau kecil adalah Satui, Angsana, Sungai Loban, Kusan Hilir, Batu licin dan Simpang Empat.

Kabupaten Tanah Bumbu terbilang daerah yang cukup baru karena merupakan kabupaten hasil pemekaran dari kabupaten Kotabaru. Secara astronomis kabupaten Tanah Bumbu terletak pada $2^{\circ}52'22''$ - $3^{\circ}47'37''$ Lintang selatan dan $115^{\circ}15'45''$ - $116^{\circ}04'55''$ Bujur Timur. Sedangkan secara geografis kabupaten Tanah Bumbu berbatasan dengan:

- a. Sebelah Utara berbatasan dengan Kecamatan Kelumpang Hulu Kabupaten Kotabaru
- b. Sebelah Timur berbatasan dengan Kecamatan Pulau Laut Barat, Kabupaten Kotabaru
- c. Sebelah Selatan berbatasan dengan laut Jawa
- d. Sebelah Barat berbatasan dengan Kecamatan Kintap, Kabupaten Tanah Laut dan Kecamatan Aranio.

Kecamatan Sungai Loban sendiri secara astronomis terletak diantara bujur timur $115^{\circ}40'41''$ - $115^{\circ}50'53''$ dan lintang selatan $003^{\circ}31'32''$ - $003^{\circ}41'12''$, sedangkan secara geografis yaitu

- a. Sebelah Utara berbatasan dengan Kecamatan Kusan Hulu dan Kecamatan Kuranji
- b. Sebelah Timur berbatasan dengan Kecamatan Kusan Hilir
- c. Sebelah Selatan berbatasan dengan Laut Jawa
- d. Sebelah Barat berbatasan dengan Kecamatan Angsana.

Desa Sebamban merupakan salah satu desa yang ada di Kecamatan Sungai Loban, Batas-batas wilayah Desa Sebamban secara administratif meliputi :

- a. Sebelah Utara berbatasan dengan Kecamatan Kusan Hulu
- b. Sebelah Timur berbatasan dengan Desa Trimartani, Desa Indra Ioka Jaya dan Desa Sebamban Lama
- c. Sebelah Selatan berbatasan dengan Laut Jawa
- d. Sebelah Barat berbatasan dengan Kecamatan Angsana.

Tabel 3.1 Batas Koordinat Wilayah Izin Usaha Pertambangan PT. Prolindo Cipta Nusantara

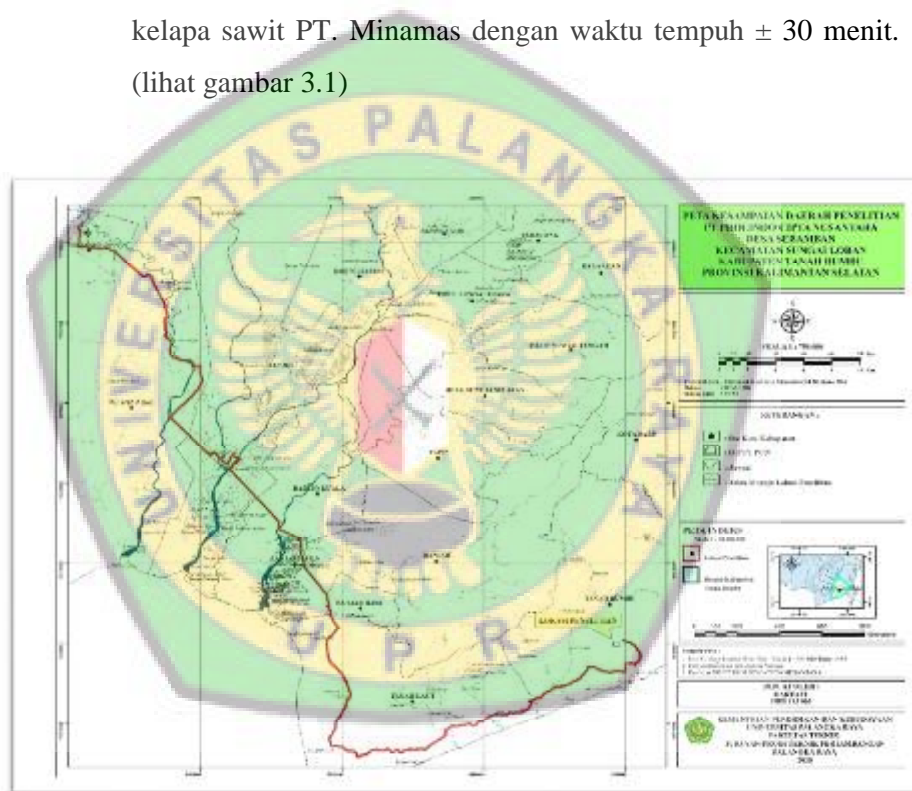
No	Garis Bujur (BT)			Garis Lintang (LS)		
	0	'	''	0	'	''
1	115	36	54,0	3	36	32,4
2	115	38	7,4	3	36	32,5
3	115	38	7,4	3	37	20,1
4	115	36	44,4	3	37	20,1
5	115	36	44,4	3	36	54,0
6	115	36	54,0	3	36	54,0

Sumber : PT Prolindo Cipta Nusantara, 2019

Kesampaian daerah dapat dicapai melalui darat dengan menggunakan kendaraan roda empat yang dapat ditempuh melalui jalan aspal dengan rute sebagai berikut :

1. PT. Prolindo Cipta Nusantara terletak kurang lebih 220 km arah timur dari Kota Banjarmasin dan 410 km dari Kota

Palangka Raya. Dari Kota Palangka Raya ke Banjarmasin melalui jalan darat dengan lama perjalanan \pm 4 jam. Dari Kota Banjarmasin melalui jalan darat beraspal menuju Kecamatan Angsana dengan lama perjalanan \pm 6 jam. Kemudian dari Kecamatan Angsana, perjalanan dilanjutkan menuju Wilayah Izin Usaha Pertambangan (WIUP) PT. Prolindo Cipta Nusantara yang berada didaerah Desa Sebambar Baru Kecamatan Sei Loban Kabupaten Tanah Bumbu perkebunan kelapa sawit PT. Minamas dengan waktu tempuh \pm 30 menit. (lihat gambar 3.1)



Sumber : Peta Indonesia, 2019

Gambar 3.1

Peta Kesampaian Daerah

3.1.2 Keadaan Iklim dan Curah Hujan

Wilayah kerja PT. Prolindo Cipta Nusantara termasuk dalam iklim tropis, seperti umumnya yang terjadi di seluruh wilayah Indonesia, yang terdiri dari dua musim yaitu musim kemarau dari bulan Mei sampai bulan September dan musim penghujan dari bulan Oktober sampai bulan April.

Tidak terdapat perbedaan yang cukup ekstrim antara musim penghujan dengan musim kemarau. Disebabkan oleh wilayah kerja yang dekat dengan garis khatulistiwa yang menyebabkan fluktuasi yang terjadi sepanjang tahun. Kondisi yang mempengaruhi iklim dan meteorologi setempat adalah topografi dan keadaan vegetasi (hutan hujan tropis) di sekitar udara. Pengukuran curah hujan di PT. Prolindo Cipta Nusantara dilakukan di 2 lokasi yang berbeda yaitu di area disposal Pit Majapahit dan di area penambangan Pit Majapahit.

Analisa data curah hujan merupakan hal pertama yang diperhitungkan untuk mengetahui periode ulang hujan yang terjadi pada daerah pengaliran. Data curah hujan yang digunakan pada penelitian ini adalah data curah hujan rata-rata selama 10 tahun PT. Prolindo Cipta Nusantara, yaitu dari tahun 2010 sampai dengan tahun 2019 .

Tabel 3.2 Data curah hujan

bulan	data curah hujan PT. PCN 2010-2019									
	curah hujan maksimum (mm)									
	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019
jan	140,00	101,30	121,50	95,40	133,50	105,30	94,30	124,30	142,10	100,60
feb	173,40	79,40	97,20	106,00	107,80	96,60	112,40	97,80	163,10	102,50
mar	125,60	87,30	110,00	82,80	83,20	79,70	83,00	116,00	99,30	85,00
apr	106,40	127,00	92,80	94,00	89,10	64,90	69,00	86,20	105,50	93,00
mei	110,00	69,50	58,00	78,70	103,20	81,70	76,40	92,00	82,20	96,40
juni	63,20	48,80	72,60	66,30	67,60	60,30	47,60	63,20	71,10	65,20
juli	32,00	36,2	64,70	89,20	42,00	43,80	68,30	52,80	66,00	54,00
agt	60,20	21,70	38,90	25,00	27,80	38,10	18,20	64,30	78,00	40,60
sept	22,80	30,40	47,00	43,60	52,10	41,40	43,80	77,20	77,60	45,20
okt	32,60	60,00	83,20	70,40	68,00	53,00	61,40	59,80	87,20	90,00
nov	70,50	81,90	75,40	68,20	82,50	72,30	87,90	92,30	94,70	83,50
des	67,30	96,30	81,30	77,20	93,40	109,80	108,50	81,60	114,40	130,30
max (Xi)	173,40	127,00	121,50	106,00	133,50	109,80	112,40	124,30	163,10	130,30
Total curah hujan maksimum										1301,6
jumlah curah hujan rata-rata maksimum (X)										130,16

Sumber : Engineering Departement PT. Prolindo Cipta Nusantara 2019

3.2 Kondisi Geologi

3.2.1 Kondisi Geologi Regional

3.2.1.1 Fisiografi

Wilayah penyelidikan umum endapan batubara, secara fisiografi termasuk kedalam cekungan Asam – asam. posisi wilayah tersebut terletak dibagian selatan propinsi kalimantan selatan. Cekungan Asam-asam tersebut ditempati oleh batuan sedimen Tersier setebal \pm 6000 meter. Cekungan ini mengalami transgresi dari kala eosen sampai dengan kala miosen, kemudian cekungan asam-asam ini juga mengalami regresi

pada kala pliosen. Pada waktu terjadinya transgresi pada cekungan asam-asam di endapkan dari batuan tua ke muda dari formasi pudak, formasi manunggul, formasi Tanjung, formasi berai dan formasi warukin. Kemudian dari itu pada waktu terjadinya regresi di endapkan formasi dohor.

Aktifitas tektonik yang bekerja pada cekungan asam-asam telah mempengaruhi proses pengendapan batuan di cekungan tersebut. Sebagai akibat dari aktifitas tektonik tersebut terjadi pengangkatan pegunungan maratus, yaitu pada kala miosen tengah dan kala pliosen. Sebagai produk pengangkatan tersebut terjadi pensesaran dan perlipatan serta mengaktifkan struktur sesar yang lebih tua. Orientasi sumbu-sumbu perlipatan yang terjadi pada umumnya mempunyai arah timur laut – barat daya, sedangkan sesar-sesar berarah barat laut-tenggara dan timur laut- barat daya.

3.2.1.2 Stratigrafi

Menurut E. Rustandi, E., S. Nila, P. Sanyoto dan U. Margono (Puslitbang Geologi, 1995), pada peta geologi regional lembar Kota Baru, urutan stratigrafi dari batuan yang berumur muda sampai yang tua adalah sebagai berikut :

1. Aluvium (Qa)

Aluvium (Qa) : Kerakal, kerikil, pasir, lanau, lempung dan lumpur, terdapat endapan sungai, rawa dan pantai.

2. Formasi Dahor (TQd)

Batupasir kuarsa, mudah hancur, setempat bersisipan lempung, batubara lignit, limonit, kerakal lembar Samarinda satuan berumur plioisen-plitosen dengan ciri-ciri litologi serupa disebut Formasi Kampung Baru dan terletak tidak selaras diatas Formasi Warukin.

3. Formasi Warukin (Tmw)

Perselingan batupasir kuarsa dan batulempung, bersisipan serpih, batubara dan batugamping. Batupasir dan batulempung karbonan setempat mengandung konkresi besi. Satuan ini terendapkan pada lingkungan litoral hingga paralis dan tebalnya 250-750 m. Formasi Warukin mengandung fosil *miogypsina* sp, *cyclocypeus* sp dan *lepidocyclina* cf. *Sumatrensis* yang berumur miosen tengah-miosen akhir serta menindih selaras di atas formasi berai. Nama Formasi warukin di gunakan pertama kali oleh PERTAMINA (1980), dan lokasi tipenya terdapat di daerah Kambilin Balikpapan, Kalimantan Timur.

4. Formasi Berai (Tomb)

Batugamping bioklastik, setempat berselingan dengan napal dan batupasir, mengandung bintal rijang. Fosil foraminifera yang diidentifikasi adalah *Spiroclypeus* sp., *Pelatispira* sp, dan *Nummulus* sp .Menunjukkan umur Oligosen-Miosen Awal,

lingkungan pengendapannya neritic. Tebal satuan antara 500-1500 m. Formasi berai menjemari dengan Formasi Pamaluan dan menindih selaras Formasi Tanjung. Lokasi tipenya di G. Berai, sebelah timur Tanjung, Kalimantan Selatan.

5. Formasi Tanjung (Tet)

Perselingan konglomerat, batupasir dan batulempung dengan sisipan serpih, batubara dan batugamping. Bagian bawah terdiri dari konglomerat dan batupasir dengan sisipan batulempung, serpih dan batubara, sedangkan bagian atas terdiri dari batupasir dan batulempung dengan sisipan batugamping. Batugamping mengandung fosil: *Discocyclina* sp., *Nummulus* sp. dan *Lepidocyclina* sp. berumur Eosen, diendapkan di lingkungan fluviatile di bagian bawah dan beralih ke delta di bagian atas. Tebal satuan diperkirakan 1500 m. Formasi Tanjung menindih tak selaras Formasi Pitap dan Formasi Haruyan. Lokasi tipennya di daerah Tanjung, Kalimantan Selatan.

6. Formasi Haruyan (Kvh)

Lava basal, breksi aneka bahan dan tuf. Komponen breksi terdiri dari basal, rijang, batulanau dan grawake. Formasi Haruyan tebalnya mencapai 1250 m dan menjemari dengan Formasi Pitap. Lokasi tipenya di S. Haruyan di Lembar Amuntai, Kalimantan Selatan.

7. Anggota PAAU (Kvp)

Basalt amigdaloid, breksi gunungapi, tuf kaca, tuf hablur sela dan basalt porpir. Anggota Paaau menjemari dengan formasi Manunggul dan dikorelasikan dengan fasies gunungapi. Umurnya Kapur Atas.

8. Olistolit Kitap (Kok)

Batugamping padat-berlapis buruk, mengandung fosil *orbitolina cf. oculata*, *Orbitolina* sp, dan *Orbitolina primitip* berumur Aptian-Albian dan terendapkan di lingkungan litoral atau laut dangkal

3.2.1.3 Struktur Geologi

Struktur geologi yang terdapat di daerah Kalimantan Selatan antiklin, sinklin, sesar naik, sesar mendatar, dan sesar turun. Sumbu lipatan umumnya berarah timur laut – barat daya dan umumnya sejajar dengan arah sesar normal.

Di Kalimantan Selatan terdapat dua cekungan besar, yaitu cekungan barito dan cekungan asam – asam. Dua cekungan ini dibatasi oleh pegunungan meratus yang melintang dari utara – barat daya. Cekungan Barito dan Cekungan Kutai di pisahkan oleh sebuah sesar yang berarah timur – barat di bagian utara dari Provinsi

Kalimantan Selatan, sesar ini di kenal dengan nama Sesar Adang (*Mudjiono dan Pireno, 2006*).

3.2.2 Kondisi Geologi Daerah Penelitian

3.2.2.1 Morfologi

Keadaan morfologi daerah penelitian pada umumnya didominasi oleh daerah perbukitan bergelombang sedang dan dataran. Daerah yang berupa rangkaian beberapa kelompok perbukitan menempati kurang lebih 25% dari sekitar wilayah pertambangan dan sisanya 75% merupakan dataran landai. Secara keseluruhan daerah penambang terletak pada elevasi antara 25 meter hingga 35 meter, dimana daerah penelitian banyak terdapat sungai - sungai kecil yang terhubung pada sungai besar yaitu Sei Loban.

3.2.2.2 Litologi

Berdasarkan hasil penyelidikan dilapngan, bahwa susunan litologi daerah penyelidikan dapat dikelompokan menjadi 2 (dua) satuan batuan. Masing-masing satuan batuan tersebut adalah :

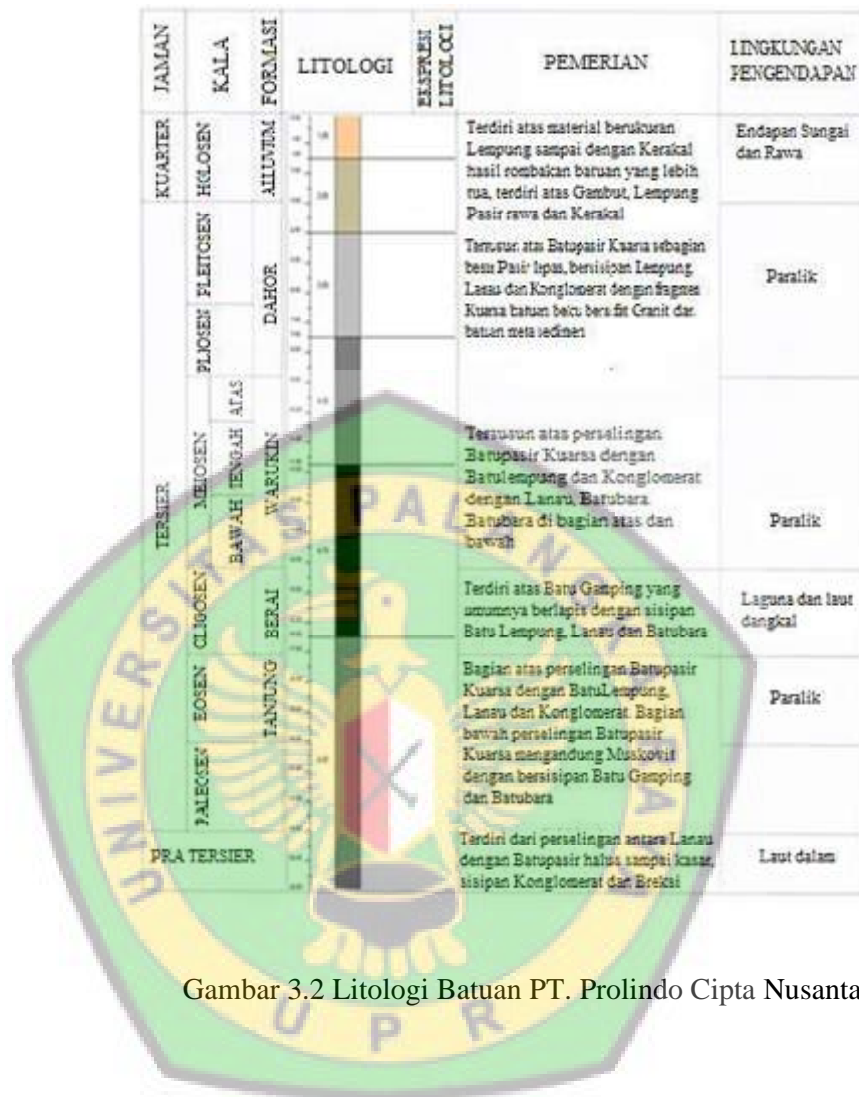
- Satuan batupasir

Terdiri dari batupasir berwarna putih kelabu,keras, serpihan berupa lempengan bercampur lempung, halus kasar

dengan komposisi pasir kuarsa, sedimentasi pelapisan yang tidak sejajar dengan batupasir berwarna kuning ke abu-abuan, bersifat lunak dengan ukuran 1/8 mm-1, membulat dengan komposisi graded bedding. Ketebalan antara 2-5 meter. Satuan ini terbentuk di atas batuan non Klasik atau dibawah tanah pucuk yang terbentuk karena endapan erosi sungai hingga di atas 10 meter. Pada daerah endapan dasar biasanya tidak akan terjadi perubahan penyebaran. Terkecuali di daerah terbentuknya belokan sungai yang terdapat di sebelah barat laut dijumpai adanya perbedaan struktur dan keadaan morfologi.

Satuan Batulempung

Batulempung berwarna abu-abu, lunak, abu-abu kehitaman bercampur karbon bersifat karbonatan. Batuan ini banyak dijumpai dalam bentuk lapisan pengapit batubara. Lanau lunak sedang, abu cerah, bersifat homogen, tebal masing-masing bervariasi dengan pelapisan sejajar.



Gambar 3.2 Litologi Batuan PT. Prolindo Cipta Nusantara

3.3 Alat dan Bahan

Adapun alat dan bahan yang digunakan pada penelitian ini antara lain :

1. Buku Catatan
2. Alat Tulis
3. Kamera Telepon Genggam
4. Alat Pelindung Diri (APD)
5. Laptop
6. Penggaris Siku – siku
7. Meteran

3.4 Tata Laksana Penelitian

Penelitian dilakukan pada PT. Prolindo Cipta Nusantara, Metode penelitian bertujuan untuk mengumpulkan informasi Aktual secara rinci kedaan dilapangan.

3.4.1 Metode Penelitian

Metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah metode kuantitatif dan deskriptif.

- a. Metode penelitian kuantitatif adalah penelitian ilmiah yang sistematis terhadap bagian-bagian dan fenomena serta hubungan - hubungannya. Tujuan penelitian kuantitatif adalah mengembangkan dan menggunakan model-model matematis, teori- teori yang berkaitan dengan kegiatan tertentu.

- b. Metode deskriptif merupakan metode penelitian yang berusaha menggambarkan objek sesuai apa adanya dan menggambarkan secara sistematis fakta serta karakteristik objek yang diteliti secara tepat.

3.4.2 Studi Literatur

yaitu melakukan studi atau mencari referensi di perpustakaan dengan membaca literatur yang berkaitan dengan sistem penyaliran pada tambang. Literatur yang digunakan berasal dari buku, jurnal penelitian, laporan, internet serta makalah-makalah yang berhubungan dengan penelitian.

3.4.3 Orientasi Lapangan

1. Data Primer adalah data yang mengacu pada informasi yang diperoleh dari tangan pertama oleh peneliti yang berkaitan dengan variabel minat untuk tujuan spesifik studi (Uma Sekaran, 2011). Adapun data primer yang diperoleh dari penelitian ini meliputi
 - Dimensi saluran terbuka
 - Debit pemompaan
 - Panjang Pipa
2. Data Sekunder adalah data yang mengacu pada informasi yang dikumpulkan dari sumber yang telah ada. Sumber data sekunder adalah catatan atau dokumentasi perusahaan, publikasi pemerintah, analisis industri oleh media, situs Web, internet dan seterusnya (Uma Sekaran, 2011). Adapun data sekunder yang diperoleh dari penelitian ini yaitu

- Data curah hujan
- Peta topografi
- Peta Geologi Regional
- Peta Lokasi dan Kesampaian daerah
- Data spesifikasi pompa
- Peta KotaBaru

3.4.4 Metode Pengolahan Data

Pengolahan data pada penelitian ini dilakukan secara bertahap dengan rangkaian sebagai berikut :

- Menghitung perkiraan curah hujan rencana dengan Metode Gumbel
- Menghitung intensitas curah hujan dengan menggunakan Metode Mononobe
- Menghitung debit limpasan dengan menggunakan Metode Rasional
- Metode *Discharge* pompa untuk mengukur debit *outlet* pompa
- Menggambarkan batas-batas luas *Catchment Area* dengan polygon tertutup.
- Menghitung total debit air yang masuk ke tambang

3.4.5 Tahap Pengolahan Data

Pengolahan data yang dilakukan dalam penelitian ini yaitu :

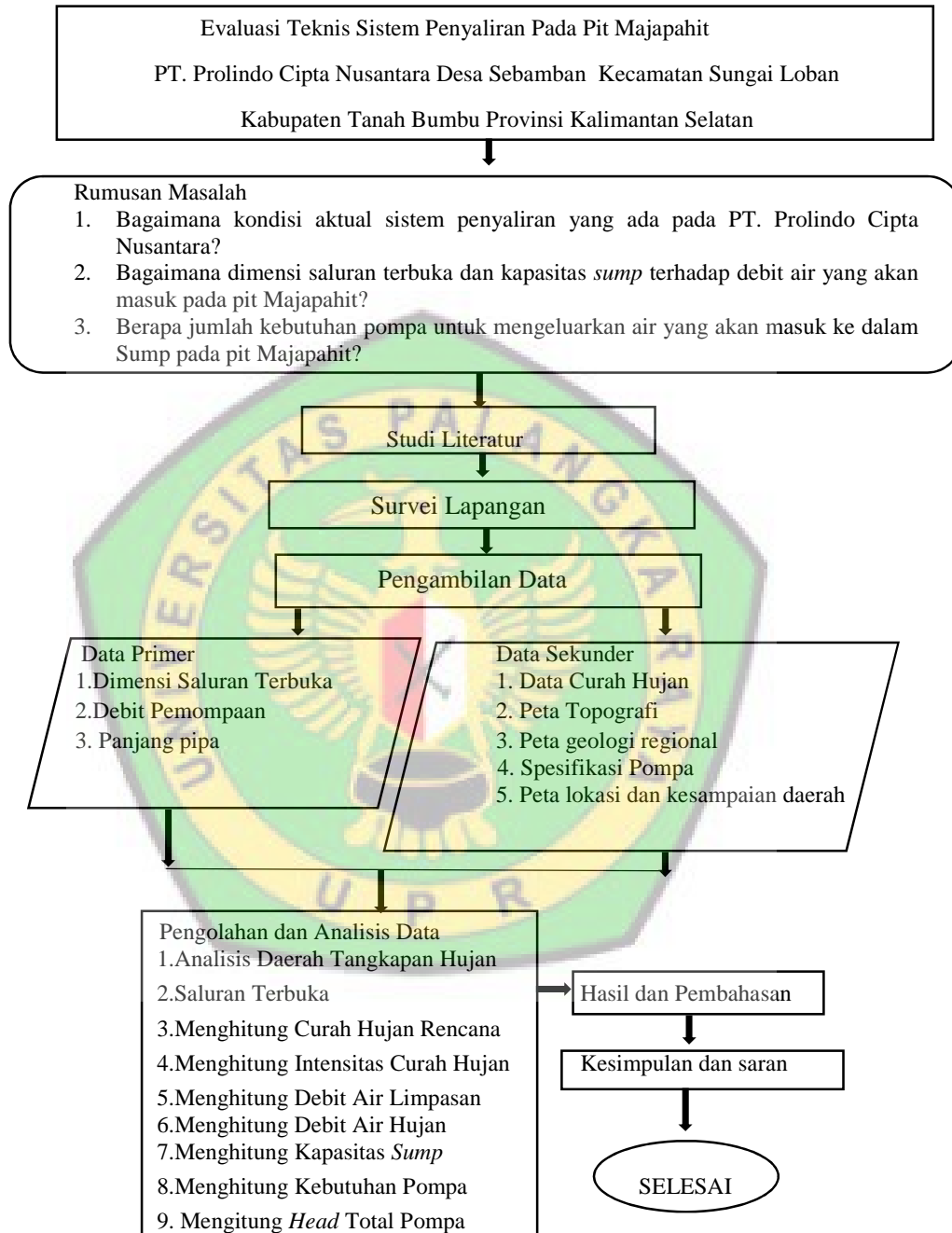
- a. Menganalisis sumber air yang akan mengalir pada area penambangan, yaitu air permukaan. Sumber air permukaan yang dimaksud meliputi air hujan serta air limpasan.
- b. Setelah diketahui sumber air, kemudian menghitung nilai curah hujan rencana, dan nilai intensitas hujan. Nilai curah hujan dihitung menggunakan persamaan gumbel dan intensitas hujan menggunakan persamaan mononabe. Besarnya nilai curah hujan ini nantinya akan digunakan untuk menentukan besarnya debit air limpasan dan air hujan.
- c. Menganalisis peta topografi. Dari peta topografi dan ini kita dapat mengetahui arah aliran air limpasan serta ada tidaknya air tanah.
- d. Kemudian menentukan daerah tangkapan hujan dan area pit menggunakan software. Luas daerah tangkapan hujan dan luas area pit ini nantinya akan digunakan untuk menghitung besarnya debit air limpasan dan debit air hujan.
- e. Untuk menghitung besarnya debit air limpasan menggunakan rumus $Q = C \times I \times A$. Dengan C adalah nilai koefisien limpasan, I adalah intensitas curah hujan dan A adalah luas daerah tangkapan hujan.
- f. Metode *Discharge* pompa untuk mengukur debit *outlet* pompa.

3.4.6 Membuat laporan Skripsi

Hasil dari penelitian yang sudah diolah dirangkum ke dalam bentuk laporan tertulis untuk dipertanggung jawabkan sebagai laporan hasil penelitian Skripsi.



3.5 Bagan Alir Penelitian



BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 Hasil penelitian

4.1.1 Kondisi Daerah Penelitian Pit Majapahit PT. Prolindo Cipta Nusantara

Data ini didapatkan dari hasil foto udara pada Pit Majapahit. Kenampakan Pit Majapahit dapat dilihat pada gambar 4.1



Gambar 4.1
Kenampakan Pit Majapahit

Sump Pit Majapahit terletak pada elevasi -24 Mdpl dengan luas sebesar 24.129,37 m² . sedangkan kedalaman yang dimiliki 3 meter. Maka volume yang dimiliki *sump* yaitu 72.388,11 m³ .

Pit Majapahit merupakan area penambangan batubara. Dari data ini dapat dilihat area bukaan tambang dimana terdapat satu *sump* terdapat

genangan air. sistem penyaliran (*Mine dewatering*) dengan metode sumuran (*sump*) yaitu mengeluarkan air yang telah masuk ke daerah penambangan kemudian ditampung kedalam kolam penampung (*sump*) , kemudian dilakukan pemompaan. Penyaliran dengan cara paritan (saluran) yaitu dengan membuat paritan pada lokasi penambangan pembuatan paritan ini bertujuan untuk menampung air limpasan menuju lokasi penambangan. air limpasan yang berasal dari daerah tangkapan hujan akan masuk ke saluran-saluran kemudian ditampung pada *sump* (kolam penampung). Parit dibuat melalui lalulintas tambang maka dipasang gorong-gorong yang terbuat dari beton. Dari kondisi diatas penyebab utama *Sump* meluap adalah karena air limpasan dari Daerah tangkapan hujan langsung dialirkan ke Pit Majapahit, karena di dasarnya kondisi dari area tambang itu sendiri di kelilingi perkebunan kelapa sawit dan elevasinya jadi saluran terbuka nya tidak dialirkan keluar bukaan tambang atau ke *settling pond* (kolam pengendapan).

Sistem pemompaan yang ada menggunakan single stage bertipe pompa sentrifugal yang menggunakan ponton. Pompa yang ada belum mampu mengeluarkan debit air yang ada pada *Sump* karena pada perusahaan PT. Prolindo Cipta Nusantara hanya menggunakan satu unit pompa.

4.1.2 Dimensi Saluran Terbuka Dan Kapasitas *Sump* Terhadap Debit

Air Yang Akan Masuk Pada Pit Majapahit

4.1.2.1 Debit Air yang Masuk

1. Curah Hujan

Analisa data curah hujan merupakan hal pertama yang diperhitungkan untuk mengetahui periode ulang hujan yang terjadi pada daerah pengaliran. Data curah hujan yang digunakan pada penelitian ini adalah data curah hujan rata-rata selama 10 tahun PT. Prolindo Cipta Nusantara, yaitu dari tahun 2010-2019 .

Tabel 4.1 data curah hujan PT. Prolindo Cipta Nusantara

bulan	data curah hujan PT. PCN 2010-2019									
	curah hujan maksimum (mm)									
	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019
Jan	140,00	101,30	121,50	95,40	133,50	105,30	94,30	124,30	142,10	100,60
Feb	173,40	79,40	97,20	106,00	107,80	96,60	112,40	97,80	163,10	102,50
Mar	125,60	87,30	110,00	82,80	83,20	79,70	83,00	116,00	99,30	85,00
Apr	106,40	127,00	92,80	94,00	89,10	64,90	69,00	86,20	105,50	93,00
Mei	110,00	69,50	58,00	78,70	103,20	81,70	76,40	92,00	82,20	96,40
Juni	63,20	48,80	72,60	66,30	67,60	60,30	47,60	63,20	71,10	65,20
Juli	32,00	36,2	64,70	89,20	42,00	43,80	68,30	52,80	66,00	54,00
Agt	60,20	21,70	38,90	25,00	27,80	38,10	18,20	64,30	78,00	40,60
Sept	22,80	30,40	47,00	43,60	52,10	41,40	43,80	77,20	77,60	45,20
Okt	32,60	60,00	83,20	70,40	68,00	53,00	61,40	59,80	87,20	90,00
Nov	70,50	81,90	75,40	68,20	82,50	72,30	87,90	92,30	94,70	83,50
Des	67,30	96,30	81,30	77,20	93,40	109,80	108,50	81,60	114,40	130,30
max (Xi)	173,40	127,00	121,50	106,00	133,50	109,80	112,40	124,30	163,10	130,30
Total curah hujan maksimum										1301,6
jumlah curah hujan rata-rata maksimum (X)										130,16

2. Parameter Statistik (Pengukuran Dispersi)

Untuk menentukan distribusi curah hujan perlu diketahui seberapa besar nilai curah hujan maksimum yang terjadi pada setiap tahunnya yaitu pada tahun 2010 sampai 2019. Dari data curah hujan maksimum yang terjadi setiap tahunnya kemudian ditentukan rata-rata curah hujan maksimum pada periode 2010 sampai 2019.

Tabel 4.2 Perhitungan Parameter Statistik Untuk Menentukan Distribusi Curah Hujan

No	Tahun	Ch rencana (mm) (Xi)	Ch Rata-rata (X)	(Xi-X)	(Xi-X) ²	(Xi-X) ³	(Xi-X) ⁴
1	2010	173,4	130,16	43,24	1869,698	80845,72	3495769
2	2011	127	130,16	-3,16	9,9856	-31,5545	99,71221
3	2012	121,5	130,16	-8,66	74,9956	-649,462	5624,34
4	2013	106,3	130,16	-23,86	569,2996	-13583,5	324102
5	2014	133,5	130,16	3,34	11,1556	37,2597	124,4474
6	2015	109,8	130,16	-20,36	414,5296	-8439,82	171834,8
7	2016	112,4	130,16	-17,76	315,4176	-5601,82	99488,26
8	2017	124,3	130,16	-5,86	34,3396	-201,23	1179,208
9	2018	163,1	130,16	32,94	1085,044	35741,34	1177320
10	2019	130,3	130,16	0,14	0,0196	0,002744	0,000384
Jumlah		1301,6			4384,48	88116,9	5275542

Dari tabel diatas kemudian dapat dilakukan perhitungan distribusi curah hujan yang akan digunakan untuk menentukan metode analisa curah hujan rancangan.

Berikut adalah hasil dispersi statistik berdasarkan data curah hujan periode 5 tahun terakhir di PT. Peolindo Cipta Nusantara (lampiran B).

- 
- a. Mean/ rerata = 130,16
 - b. Simpangan baku/ Standar deviasi = 22,07
 - c. Koefisien variansi/ *Variation Coefficient* = 0,169
 - d. Asimetri / Kemencengan / *Skewness* = 1,13

Dalam hal ini Distribusi Gumbel merupakan distribusi yang menggunakan harga-harga esktrim dan digunakan untuk analisa data maksimum. Pada tabel dibawah ini hasil perhitungan menggunakan rekapitulasi statistik distribusi dan uji keselarasan *Smirnov-Kolmogorov*.

Tabel 4.3

Rekapitulasi Distribusi Curah Hujan PT. Prolindo Cipta Nusantara

		Normal	Log Normal	Gumbel	Log Pearson tipe III
Cs	Ck	Cs 0,00 Ck 3,00	Cs = 0,511 Ck = 3,47	Cs 1,4 Ck 5,4	Cs = Bebas Ck = Bebas
1,13	4,41	X	X	✓	✓

3. Distribusi Probabilitas Gumbel

Perhitungan distribusi probabilitas gumbel dapat dilihat pada Lampiran C.

Tabel 4.4 Distribusi Curah Hujan Metode Probabilitas Gumbel

Periode Ulang T (Tahun)	XT (mm/hari)
2	127,16
5	153,49
10	170,95

PT Prolindo Cipta Nusantara memiliki umur tambang 5 tahun ke depan, maka dari itu distribusi curah hujan rencana yang digunakan sebesar 153,49 mm/hari .

4. Intensitas curah hujan

Berdasarkan data curah hujan yang ada dapat dihitung intensitas curah hujan yang ada per 10 tahunnya dengan periode ulang 5 tahun yang ada di Pit Majapahit PT. Prolindo Cipta Nusantara, dengan menggunakan persamaan 2.12 sehingga didapat intensitas curah hujan sebesar 22,418 mm/jam. (Lampiran D)

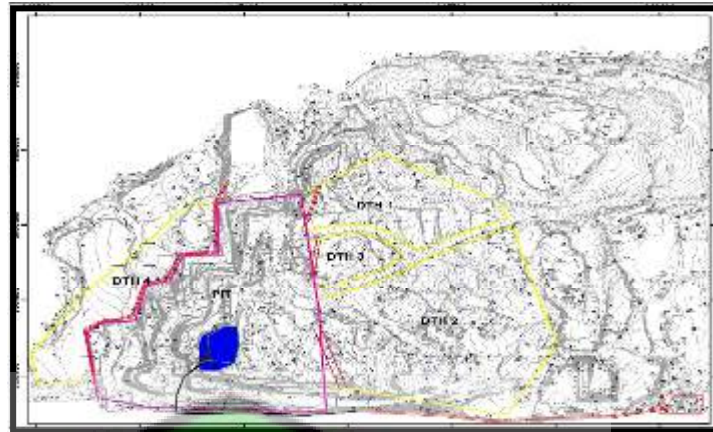
$$I_5 = \frac{R_{24}}{24} \left(\frac{24}{t} \right)^{2/3}$$

$$I_5 = \frac{153,49}{24} \left(\frac{24}{3,98} \right)^{2/3}$$

$$I_5 = 22,418 \text{ mm/jam}$$

5. Penentuan Luas Daerah Tangkapan Hujan (*Catchment Area*)

Catchment area (daerah tangkapan hujan) diperlukan untuk mengetahui debit air yang masuk kedalam tambang. Penentuan luas *catchment area* berdasarkan analisa peta topografi kamajuan tambang dengan menggunakan *software ArcGIS* 10.3. Dapat dilihat wilayah – wilayah yang memiliki elevasi yang lebih tinggi dari area penambangan (*Pit*), maka daerah tersebut dapat disebut sebagai daerah tangkapan hujan (DTH). Daerah tangkapan hujan ini memiliki elevasi yang lebih tinggi dari objek (area Penambangan). Daerah tangkapan hujan dibagi menjadi beberapa zona menurut arah aliran air, dengan luasan *catchment* yang ada pada gambar 4.2 berikut.



Gambar 4.2
Penentuan *Catchment area*

Tabel 4.5
Daerah Tangkapan Hujan

No	DTH (<i>Catchment Area</i>)	Luas (Ha)	Luas (km ²)
1	PIT MAJAPAHIT	40,54	0,4054
2	DTH I	15,73	0,1573
3	DTH II	19,97	0,1997
4	DTH III	11,71	0,1171
5	DTH IV	16,58	0,1658
Luas Total		104,53	1.0453

Sumber : Pengolahan data penelitian, 2020

6. Debit Air Tambang

Untuk menentukan besarnya debit air tambang, maka harus memperhatikan sumber air yang akan masuk ke area penambangan. Sumber air tersebut berasal dari air hujan dan air limpasan. Untuk mendapatkan debit air limpasan maupun debit air hujan dibutuhkan beberapa data meliputi koefisien air limpasan, intensitas curah hujan serta luas daerah tangkapan hujan.

Nilai koefisien air limpasan telah didapat berdasarkan keadaan topografi, vegetasi dan kondisi tanah permukaan. Untuk intensitas curah hujan didapat dari perhitungan yang ada pada lampiran D. Daerah tangkapan hujan telah ditentukan berdasarkan daerah yang lebih tinggi dari area penambangan berdasarkan objek pada topografi debit air tambang pada daerah penelitian terdiri dari debit air limpasan dan debit air hujan.

a. Debit Air Limpasan

Debit air limpasan didapat dengan menggunakan rumus Rasional setelah diketahui luas *Catchment Area*, koefisien limpasan 0,9 (Tabel 4.6) dan intensitas hujan 22,418 mm/jam, luas DTH I ($0,1573 \text{ km}^2$) dengan nilai debit limpasan $0.882 \text{ m}^3/\text{deti}$, DTH II (0.1997 km^2) debit

limpasan 1.120 m³/detik, DTH III (0,1171 km²) debit limpasan 0.656 m³/detik DTH IV (0,1658 km²) debit limpasan 0.929 m³/detik detik dan DTH V (0,4054 km²) debit limpasan 2.271 m³/detik, jadi total debit limpasan 5.858 m³/detik. (Lihat Pada Lampiran E).

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

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

Keterangan :

Q = Debit aliran limpasan (m³/detik)

C = Koefisien limpasan

I = Intensitas curah hujan(mm/jam)

A =Luas daerah tangkapan Hujan(km²)

Tabel 4.6 Harga koefisien limpasan

Kemiringan	Kegunaan Lahan	Koefisien Limpasan
< 3%	Sawa, Rawa	0,2
	Hutan, Perkebunan	0,3
	Perumahan dengan Kebun	0,4
3% - 5%	Hutan, perkebunan	0,4
	Perumahan	0,5
	Tumbuhan yang jarang	0,6
	Tanpa tumbuhan, daerah penumbuhan	0,7
> 15%	Hutan	0,6
	Perumahan, kebun	0,7
	Tumbuhan yang jarang	0,8
	Tanpa tumbuhan, daerah tambang	0,9

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

b. Debit Air Hujan

Debit air hujan adalah jumlah debit yang berasal dari air hujan yang langsung jatuh ke *pit bottom* (dasar pit). Untuk menghitung debit air hujan, perlu diketahui terlebih dahulu luas area dari *pit bottom*, serta besarnya nilai intensitas hujan maksimum di daerah tersebut. Luas *pit bottom* dapat diketahui dengan menggunakan bantuan software. Luas *pit bottom* pada daerah penelitian adalah 24.129,37 m² atau 0,2412 km². Sedangkan nilai intensitas hujan maksimum adalah sebesar 22,418 mm/jam.

$$Q = I \times A$$

Keterangan :

Q = Debit Air Hujan (m³/detik)

I = Intensitas Hujan (m/jam)

A = Luas Area Pit (km²)

Maka :

$$\begin{aligned} Q_{\text{Limpasan}} &= 0,278 \times 0,9 \times 22,418 \times (0,4054 - 0,0241) \\ &= 0,3813 \\ &= 2,1382 \text{ m}^3/\text{detik} \end{aligned}$$

$$= 7.699,34 \text{ m}^3/\text{jam}$$

$$Q_{\text{Hujan}} = 22,418 \text{ mm/jam} \times 0,2412 \text{ km}^2$$

$$= 0.5402 \times 3600$$

$$= 1.944,98 \text{ m}^3/\text{detik}$$

$$Q_{\text{Total}} = 9.644,32 \text{ m}^3/\text{jam}$$

Tabel 4.7
Debit Air Limpasan

DTH	Koefisien Limpasan	Intensitas Curah Hujan (I)	Luas DTH (km ²)	Debit Air Limpasan (Q)(m ³ /detik)	Debit Air Limpasan (Q)(m ³ /jam)	Debit Air Limpasan (Q)(m ³ /hari)
I	0,9	22,418	0,1573	0.882	3.176,25	274.428,45
II	0,9	22,418	0,1997	1.120	4.032,39	348.399,49
III	0,9	22,418	0,1171	0.656	2.364,52	204.294,79
IV	0,9	22,418	0,1658	0.929	3.347,89	289.257,70
PIT	0,9	22,418	0,4050	2.271	8.177,89	706.570,39
Debit Limpasan				5.858	21.098,94	1822.950,82
Sump		22,418	0,2412	5.407	19.465,99	1681.862,20
Total Debit Limpasan + Debit Air Hujan				12.675	45.638,77	3504.813,02

Sumber : Pengolahan Data Penelitian, 2020

c. Debit Total

Berdasarkan lampiran A Jam hujan rata-rata yaitu 3,97 jam, Sehingga dapat dihitung debit limpasan permukaan atau volume air yang masuk ke dalam *sump* dalam 1 hari sebagai berikut :

$$\begin{aligned} V_{1 \text{ hari}} &= Q \times 3,97 \text{ jam/hari} \\ &= 45.638,77 \text{ m}^3/\text{jam} \times 3,97 \text{ jam/hari} \\ &= 181.185,91 \text{ m}^3/\text{hari} \end{aligned}$$

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

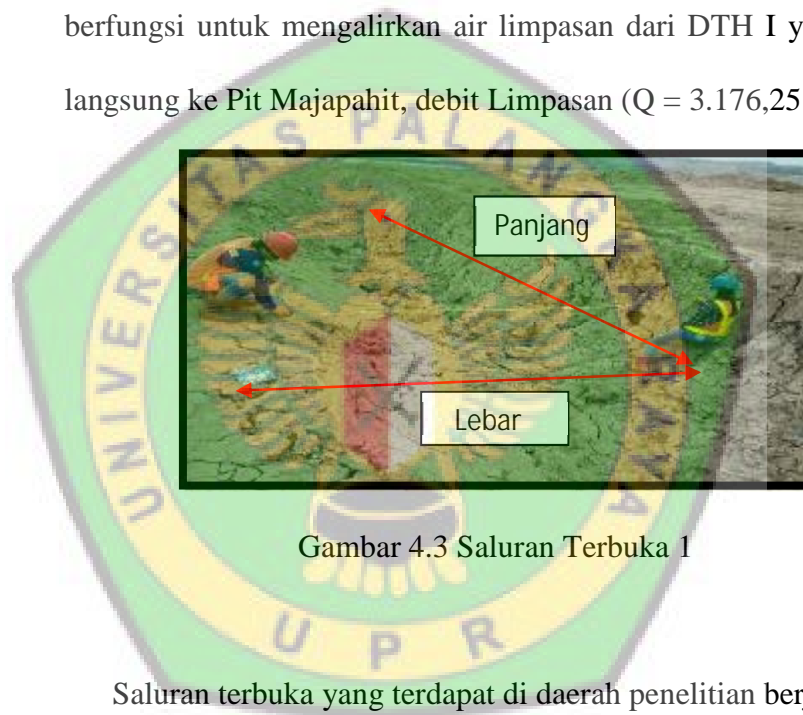
$$\begin{aligned} \text{Daya tampung } \textit{sump} \text{ minimal} &= \text{daya tampung 2 hari hujan maksimum} \\ &= 2 \text{ hari} \times V_{1 \text{ hari}} \\ &= 2 \times 181.185,91 \text{ m}^3/\text{hari} \\ &= 362.371,82 \text{ m}^3 \end{aligned}$$

Dengan menggunakan rumus metode rasional diatas, maka debit limpasan permukaan dan debit air hujan yang sudah dihitung dan didapat pada area *sump* pit Majapahit sebesar 12.675 m³/detik, sehingga debit limpasan permukaan atau volume air yang masuk kedalam *sump* dalam 1 hari adalah 181.185,91 m³/hari dengan daya

tampung (ukuran) *sump* minimal yaitu dengan asumsi 2 hari hujan maksimum sebesar $362.371,82 \text{ m}^3$.

4.1.2.2 Saluran Terbuka (Paritan)

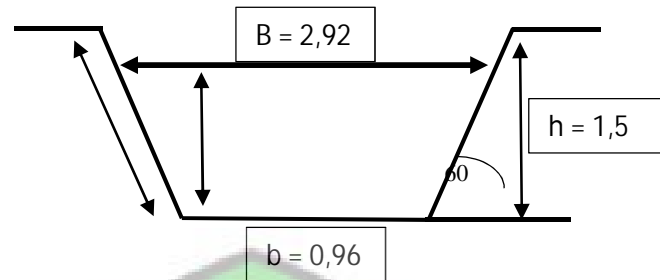
Letak saluran terbuka 1 berada di Utara Pit Majapahit dan berfungsi untuk mengalirkan air limpasan dari DTH I yang mengalir langsung ke Pit Majapahit, debit Limpasan ($Q = 3.176,25 \text{ m}^2/\text{jam}$).



Gambar 4.3 Saluran Terbuka 1

Saluran terbuka yang terdapat di daerah penelitian berjumlah 5 unit dengan dimensi berbentuk trapesium. Saluran I terdapat disebelah Utara yang berfungsi untuk mengalirkan air yang berasal dari DTH I, Saluran II disebelah Timur yang berfungsi untuk mengalirkan air yang berasal dari DTH II. Saluran III disebelah Selatan yang dibuat memanjang ke Utara, Saluran IV terdapat disebelah Barat berfungsi mengalirkan air dari DTH IV dan saluran V berfungsi mengalirkan air hasil pemompaan ke kolam

pengendapan lumpur. Berikut merupakan Perbandingan pengukuran dimensi saluran terbuka dan perhitungan.



Gambar 4.4 Dimensi Saluran Hasil Perhitungan

Tabel 4.8

perbandingan daya tampung saluran terbuka dengan debit rencana.

Saluran	Q Saluran	Q Limpasan	Keterangan
I	2.105 m ³ /detik	0.882 m ³ /detik	Sudah memenuhi (Tertampung)
II	4.00 m ³ /detik	1.120 m ³ /detik	Sudah memenuhi (Tertampung)
III	7.760 m ³ /detik	0.656 m ³ /detik	Sudah memenuhi (Tertampung)
IV	9.465 m ³ /detik	0.929 m ³ /detik	Sudah memenuhi (Tertampung)
	Q Saluran	Q Pompa	Keterangan
V	9.659 m ³ /detik	0.242 m ³ /detik	Sudah memenuhi (Tertampung)

Sumber : Pengolahan Data Penelitian, 2020

Perhitungan debit aktual saluran terbuka dapat dilihat pada lampiran F.

Berikut merupakan hasil dari perhitungan debit aktual saluran terbuka.

1. Saluran terbuka I, besarnya debit aktual yaitu 2,10 m³/detik
2. Saluran terbuka II, besarnya debit aktual yaitu 4,00 m³/detik

3. Saluran terbuka III, besarnya debit aktual yaitu $7,76 \text{ m}^3/\text{detik}$
4. Saluran terbuka IV, besarnya debit aktual yaitu $9,46 \text{ m}^3/\text{detik}$
5. Saluran terbuka V, besarnya debit aktual yaitu $9,65 \text{ m}^3/\text{detik}$

4.1.2.3 *Sump* Pit Majapahit

1. *Temporary Sump*

Kondisi aktual *Temporary Sump* tidak mampu menampung volume air yang masuk ke *sump* dapat dilihat pada Gambar 4.5, maka dari itu diperlukan rekomendasi dimensi *Temporary Sump* yang baru.



Gambar 4.5 Kondisi *Temporary Sump* Meluap

2. *Sump*

Debit air yang masuk pada *sump* terdiri dari debit air limpasan yang berasal dari daerah tangkapan hujan dan debit air hujan yang langsung jatuh ke *Pit Bottom*.

Pada daerah penelitian Pit Majapahit terletak pada lereng tambang dan hanya memiliki 1 pompa Multiflo 420 yang ready dilokasi *sump* tersebut. Kondisi ini sangat membahayakan lokasi penambangan, karena apabila *main sump* meluap, akan mengakibatkan air yang ada di *sump* menggenangi tambang.

Tabel 4.9

Kapasitas Aktual *Sump* Pit Majapahit Tahun 2019

<i>Sump</i>	Debit Limpasan (m ³ /jam)	Debit Pemompaan (m ³ /jam)	Debit Air Total (m ³ /hari)	Debit Pemompaan (m ³ /hari)	Vol <i>Sump</i> yang dibutuhkan (m ³)	Vol Tersedia (m ³)
Majapahit	45.638,77	871,76	181.185,91	17.432,8	236.147,22	72.388,11

Sumber : Pengolahan data penelitian,2020

Penentuan dimensi *sump* didasarkan pada selisih debit air yang masuk pada *sump* dan debit air yang akan dikeluarkan. Diketahui debit air yang masuk pada *sump* yaitu berasal dari DTH I, DTH II, DTH III, dan DTH IV dan air hujan dengan total debit air sebesar 181.185,91 m³/hari.

Sedangkan debit pemompaan yang yaitu menggunakan 1 unit pompa multiflo 420 sebesar 17.432,8 m³/hari. Maka kapasitas *sump* yaitu 181.185,91 m³/hari – 17.432,8 m³/hari

$$= 163.753,11 \text{ m}^3 + \text{Volume awal } 72.388,11 \text{ m}^3$$

$$= 236.147,22 \text{ m}^3$$

Jadi, kapasitas *sump* yang dibutuhkan adalah 236.147,22 m³.

3. Rekomendasi Dimensi *Temporary Sump*

Volume *sump* yang harus dibuat adalah selisih antara volume air total dan volume pemompaan.

Daya tampung *sump* minimal = daya tampung 2 hari hujan maksimum

$$= 2 \text{ hari} \times V_{1 \text{ hari}}$$

$$= 2 \times 181.185,91 \text{ m}^3/\text{hari}$$

$$= 362.371,82 \text{ m}^3$$

$$\text{Elevasi terendah} = 24$$

$$\text{Elevasi tertinggi muka air} = 28$$

Maka dengan data data yang didapat diatas kita dapat melakukan perhitungan terhadap volume aktual *sump* pada pit Majapahit sebagai berikut :

- Perhitungan kedalaman air

$$= 28 \text{ m} - 24 \text{ m}$$

$$= 4 \text{ m}$$

Sump pada Pit Majapahit yang merupakan *sump* berbentuk profil trapezium dengan sudut kemiringan 60° .

Volume maksimal yang dapat ditampung oleh *sump* dengan dimensi diatas adalah :

$$V = \left(\frac{\text{Luas Atas} + \text{Luas Bawah}}{2} \right) \times \text{Kedalaman}$$

Dengan :

$$V = \text{Volume (m}^3\text{)}$$

$$X^2 = \text{Luas Atas (m}^2\text{)}$$

$$X^2 = \text{Luas Atas (m}^2\text{)}$$

$$Z = \text{Kedalaman (m)}$$

Maka :

$$\text{Volume} = \frac{x^2 + y^2}{2} \times Z$$

Untuk sumuran dengan bentuk trapezium kemiringan sumuran adalah sebesar 60° dan kedalaman kolam (Z) yang direncanakan adalah 3 meter, adapun perhitungannya adalah sebagai berikut :

$$\text{Volume} = \frac{4}{\tan 60^{\circ}} = 2,30$$

$$X = 2 (W) + Y$$

$$X = 2 (2,30) + Y$$

$$X = 4,56 + Y$$

Diketahui volume trapezium :

$$\begin{aligned}
 V &= \frac{x^2 + y^2}{2} \times Z \\
 &= \frac{(4,6+y)^2 + y^2}{2} \times 4 \\
 &= \frac{(4,6+y)(4,6y) + y^2}{2} \times 4 \\
 &= \frac{(21,16 + 4,6y + 4,6y^2 + y^2)}{2} \times 4
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 362.371,82 \text{ m}^3 &= (21,16 + 9,2y + y^2 + y^2) \times 2 \\
 &= 32,67
 \end{aligned}$$

Untuk mencari nilai Y, dapat menggunakan persamaan ABC. Yaitu sebagai berikut :

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

Dengan :

$$a = 4, b = 32,67, c = 362.371,82$$

Dari persamaan diatas maka didapat perhitungan sebagai berikut :

$$Y = \frac{-32,67 \pm \sqrt{-32,67^2 - 4 \times 4 \times 362.371,82}}{2 \times 4}$$

$$Y = \frac{-32,67 \pm \sqrt{1067,328 - 5.797,949}}{2 \times 4}$$

$$Y = \frac{-32,67 \pm \sqrt{4.730,621}}{2 \times 4}$$

$$Y = \frac{-32,67 \pm 4.730,621}{8}$$

$$Y = \frac{279.393}{8} = 34,92 \text{ meter}$$

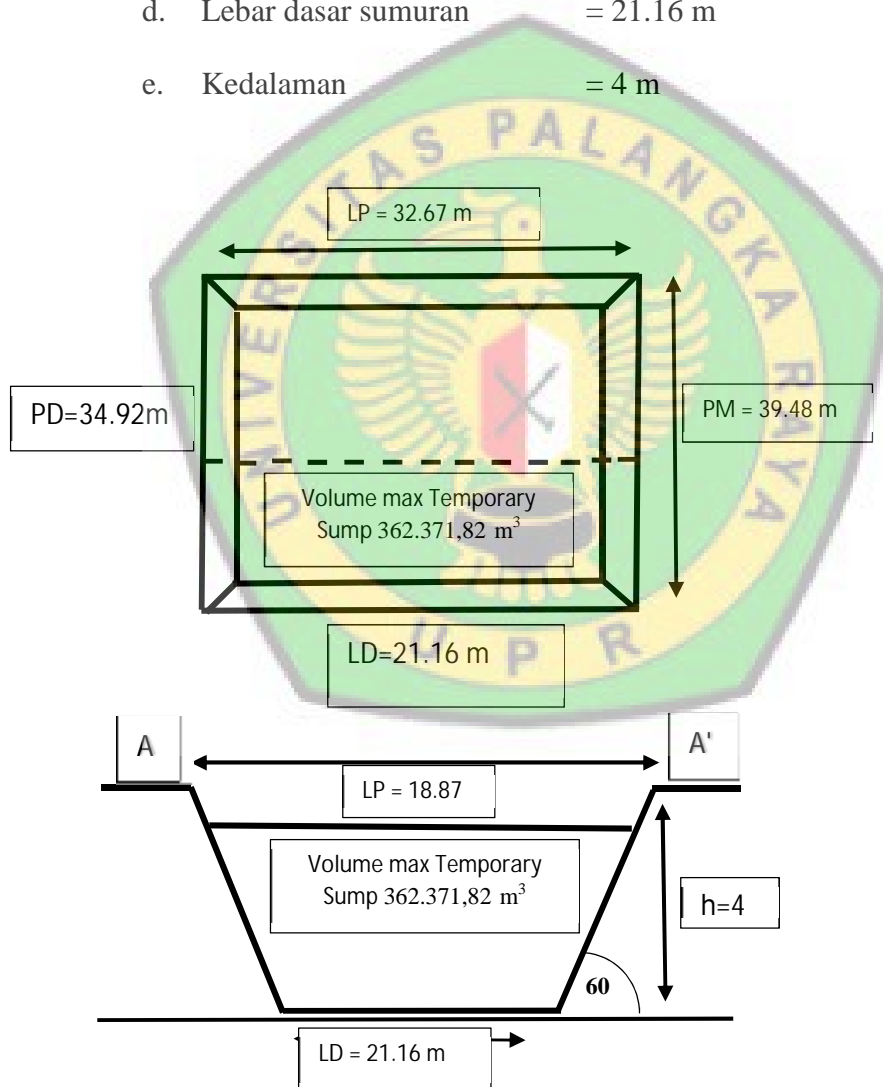
Maka nilai X adalah

$$\begin{aligned}
 X &= 2(W) + Y \\
 &= 2(2,30) + 34,92 \\
 &= 4,56 + 34,92 = 39,48 \text{ meter}
 \end{aligned}$$

Maka untuk menampung volume maksimum *sump* pit Majapahit sebesar

$362.371,82 \text{ m}^3$, perlu pembuatan dimensi *sump* sebagai berikut :

- a. Panjang permukaan sumuran = 39.48 m
- b. Panjang Dasar sumuran = 34.92 m
- c. Lebar Permukaan sumuran = 32.67 m
- d. Lebar dasar sumuran = 21.16 m
- e. Kedalaman = 4 m



Gambar 4.6 Bentuk dan Dimensi *Temporary Sump*

4.1.3 Analisis Debit pompa Dan Kebutuhan Pompa

4.1.3.1 Debit Pompa Aktual



Gambar 4.7

Pengukuran debit *outlet* pompa dengan metode *discharge*

Tabel 4.10 Hasil Pengukuran Debit Aktual Pompa

No	Hasil Pengukuran
1	82
2	80
3	84
4	80
5	83
6	85

Sumber : Pengamatan Lapangan, 2019

Berdasarkan percobaan diatas, didapatkan rata – rata panjang semburan air adalah 82,33 cm

Perhitungan debit pompa multiflo 420

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

$$V = \frac{x}{\sqrt{\frac{2y}{a}}}$$

$$v = \frac{0,823}{\sqrt{\frac{2 \cdot 0,3}{9,8}}}$$

$$= 3,32$$

$$= \pi \cdot r^2 \cdot v$$

$$= 3,14 \times 0,1524^2 \times 3,32$$

$$= 0,242 \text{ m}^3/\text{detik}$$

$$= 871,64 \text{ m}^3/\text{jam}$$

Jadi debit pompa multiflo 420 adalah sebesar $871,64 \text{ m}^3/\text{jam}$

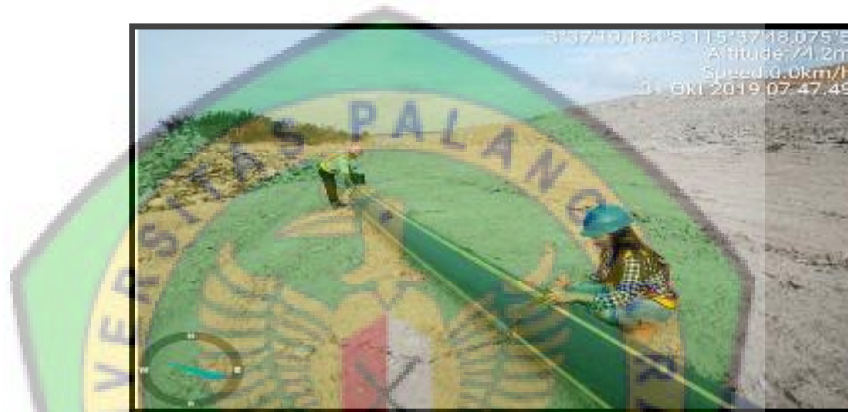
Dengan lama pengoperasian pompa dalam sehari yaitu 20 jam, maka debit pompa dalam 1 hari sebesar $17.432,8 \text{ m}^3/\text{hari}$.



Gambar 4.8 Pompa Mutliflo 420

Dalam pengolahan data pompa, peneliti melakukan perhitungan head total pompa serta perhitungan debit aktual pompa menggunakan metode *discharge*.

4.1.3.2 Perhitungan *Head Loss Total System* Pompa Multiflo 420



Gambar 4.9 Pengukuran *Head Loss* pipa HDPE

Perhitungan head pompa bertujuan untuk mengetahui besarnya hambatan atau kerugian – kerugian yang dihasilkan untuk mengalirkan air. Dalam sistem pemompaan ini, perusahaan menggunakan jenis pipa HDPE dengan perhitungan berikut ini.

Diketahui :

Diameter pipa hisap = 12 inchi

Diameter pipa keluar = 12 inchi

Elevasi inlet (h2) = -15

Elevasi outlet (h1) = 22 mdpl

Panjang pipa keluar = 982 meter

Panjang pipa hisap = 3 meter

Jumlah belokan = Pipa yang digunakan merupakan pipa dengan jenis HDPE sehingga tidak menggunakan sambungan pipa untuk belokan pipa.

a. Head statis

$$\begin{aligned} H_s &= h^2 - h^1 \\ &= 22 - (-15) \\ &= 37 \text{ meter} \end{aligned}$$

b. Velocity head

$$H_v = \frac{v^2}{2g}, \text{ menghitung dulu nilai } v \text{ dengan rumus } V = \frac{Q}{\frac{\pi}{4}D^2}$$

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

$$\begin{aligned} V &= \frac{0,242}{\frac{3,14}{4}0,3048^2} \\ &= 3,36 \text{ m/s} \end{aligned}$$

$$\text{Jadi } H_v = \frac{3,36^2}{2 \times 9,8}$$

$$= 0,576 \text{ m}$$

c. Head kerugian gesekan pipa keluar (H_f)

$$\begin{aligned} H_f &= \left(\frac{LV^2}{2.Dg} \right) \\ &= 0,020 + \frac{0,0005}{D_{keluar}} \\ &= 0,020 + \frac{0,0005}{0,3048} \\ &= 0,020 + 0,0016 \\ &= 0,0216 \end{aligned}$$

Jadi nilai $H_f = \left(\frac{LV^2}{2.Dg} \right)$

$$= 0,0216 \left(\frac{982 \times 3,36^2}{2 \times 0,3048 \times 9,8} \right)$$

$$= 0,0216 \left(\frac{11086,38}{5,974} \right)$$

$$= 0,0216 \times 1855,77$$

$$= 40$$

d. Head perubahan diameter (H_{f2})

$$H_f = f \frac{V^2}{g}$$

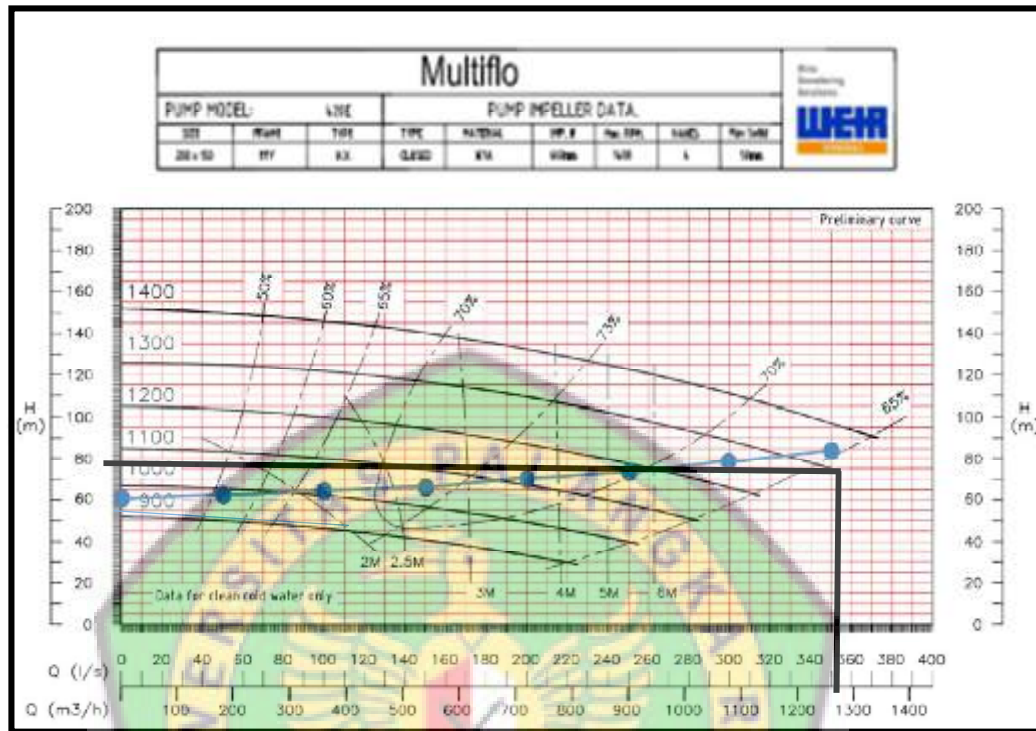
Nilai f diperoleh dengan membagikan diameter pipa hisap dan diameter pipa keluar

$$D_1 / D_2 = (0,3/0,3)^2 = 1$$

Hasil dari pembagian diameter pipa hisap dan diameter pipa keluar adalah 1, maka dengan nilai f adalah 1.

$$H_f = 1 \frac{1,906^2}{2 \times 9,8} = 0$$

$$\text{Jadi nilai head total adalah } H_{\text{total}} = 37 + 0,57 + 40,08 + 0 = 77,65 \text{ m}$$



Gambar 4.10 Grafik Spesifikasi Pompa

Cara menentukan RPM dengan menggunakan grafik pompa :

1. Plotkan debit pompa yang telah diketahui dari data aktual, data yang didapat adalah $871,64 \text{ m}^3/\text{jam}$
2. Plotkan total head yang telah di hitung sesuai dengan data aktual, data yang diperoleh dari lapangan yaitu sebesar 77,65 meter
3. Selanjutnya dari perpotongan dua garis tersebut dapat diketahui operating speed yang digunakan adalah 1300 rpm.

4.1.3.3 Kebutuhan pompa

1. Kapasitas Pompa Aktual

Kapasitas pemompaan Pompa Mutliflo 420 pada tahun 2019 di PT. Prolindo Cipta Nusantara adalah sebagai berikut :

$$Q \text{ limpasan} = 9.644,32 \text{ m}^3/\text{jam}$$

$$\text{Jam Kerja} = 20 \text{ jam/ hari}$$

$$\text{Rpm Max} = 1300 (1260)$$

$$\frac{9.644,32 \text{ m}^3/\text{jam}}$$

$$\frac{1260 \times 20 \text{ jam}}$$

$$= 0.382 = 1 \text{ pompa FF} = 65\%$$

2. Perhitungan Waktu Pengeringan

Untuk mengetahui waktu pemompaan air, perlu diketahui seberapa besar debit air yang tertampung pada *sump*, untuk kemudian dibandingkan dengan kapasitas pompa yang tersedia. Untuk mengetahui seberapa besar waktu pemompaan air pada *sump* dapat dihitung dengan rumus sebagai berikut :

$$WP = \frac{V_{\text{sump aktual}} \text{ m}^3}{\text{Kapasitas Pompa} \text{ m}^3/\text{jam}}$$

$$WP = \frac{362.371,82 \text{ m}^3}{871.64 \text{ m}^3/\text{jam}}$$

$$WP = 0.415/\text{jam}$$

$$WP = 0.270 \text{ jam} / 20 \text{ jam kerja pompa aktual}$$

$$WP = 20,7 \text{ atau } 21 \text{ hari}$$

Apabila pompa ditambah mejadi 2 unit dengan tipe yang sama maka debit akan bertambah menjadi $34.865,6 \text{ m}^3/\text{jam}$ dengan lama pengeringan *sump* menjadi 10 hari.

4.2 Pembahasan

4.2.1 Kondisi Daerah penelitian Pit Majapahit PT.Prolindo Cipta Nusantara

Pit Majapahit merupakan area penambangan batubara. Dari data ini dapat dilihat area bukaan tambang dimana terdapat satu *sump* terdapat genangan air. sistem penyaliran (*Mine dewatering*) dengan metode sumuran (*sump*) yaitu mengeluarkan air yang telah masuk ke daerah penambangan kemudian ditampung kedalam kolam penampung (*sump*) , kemudian dilakukan pemompaan. Penyaliran dengan cara paritan (saluran) yaitu dengan membuat paritan pada lokasi penambangan pembuatan paritan ini bertujuan untuk menampung air limpasan menuju lokasi penambangan. air limpasan yang berasal dari daerah tangkapan hujan akan masuk ke saluran-saluran kemudian ditampung pada *sump* (kolam penampung). Parit dibuat melalui lalulintas tambang maka dipasang gorong-gorong yang terbuat dari beton.

Dari kondisi diatas penyebab utama *Sump* meluap adalah karena air limpasan dari Daerah tangkapan hujan langsung dialirkan ke Pit Majapahit,

Sistem pemompaan yang ada menggunakan single stage bertipe pompa sentrifugal yang menggunakan ponton. Pompa yang ada belum mampu mengeluarkan debit air yang ada pada *Sump* karena pada perusahaan PT. Prolindo Cipta Nusantara hanya menggunakan satu unit pompa.

4.2.2 Dimensi Saluran Terbuka Dan Kapasitas *Sump* Terhadap Debit Air Yang Akan Masuk Pada Pit Majapahit

4.2.2.1 Debit Air yang Masuk

1. Curah Hujan

Analisa data curah hujan merupakan hal pertama yang diperhitungkan untuk mengetahui periode ulang hujan yang terjadi pada daerah pengaliran. Data curah hujan yang digunakan pada penelitian ini adalah data curah hujan rata-rata selama 10 tahun PT. Prolindo Cipta Nusantara, yaitu dari tahun 2010-2019 .

2. Parameter Statistik (Pengukuran Dispersi)

Untuk menentukan distribusi curah hujan perlu diketahui seberapa besar nilai curah hujan maksimum yang terjadi pada setiap tahunnya yaitu pada tahun 2010 sampai 2019. Dari data curah hujan maksimum yang terjadi setiap tahunnya kemudian ditentukan rata-rata curah hujan maksimum pada periode 2010 sampai 2019.

Berikut adalah hasil dispersi statistik berdasarkan data curah hujan periode 10 tahun terakhir di PT. Peolindo Cipta Nusantara (lampiran B).

- | | |
|---|----------|
| a. Mean/ rerata | = 130,16 |
| b. Simpangan baku/ Standar deviasi | = 22,07 |
| c. Koefisien variansi/ <i>Variation Coefficient</i> | = 0,169 |
| d. Asimetri / Kemencengan / <i>Skewness</i> | = 1,13 |

Dalam hal ini Distribusi Gumbel merupakan distribusi yang menggunakan harga-harga esktrim dan digunakan untuk analisa data maksimum. Pada tabel dibawah ini hasil perhitungan menggunakan rekapitulasi statistik distribusi dan uji keselarasan *Smirnov-Kolmogorov*.

3. Distribusi Probabilitas Gumbel

Perhitungan distribusi probabilitas gumbel dapat dilihat pada Lampiran C.

PT Prolindo Cipta Nusantara memiliki umur tambang 5 tahun ke depan, maka dari itu distribusi curah hujan rencana yang digunakan sebesar 153,49 mm/hari.

4. Intensitas curah hujan

Berdasarkan data curah hujan yang ada dapat dihitung intensitas curah hujan yang ada per 10 tahunnya dengan periode ulang 5 tahun yang ada di Pit Majapahit PT. Prolindo Cipta Nusantara, dengan menggunakan persamaan 2.12 sehingga didapat intensitas curah hujan sebesar 22,418 mm/jam. (Lampiran D)

$$I_5 = \frac{R_{24}}{24} \left(\frac{24}{t} \right)^{2/3}$$

$$I_5 = \frac{153,49}{24} \left(\frac{24}{3,593} \right)^{2/3}$$

$$I_5 = 22,418 \text{ mm/jam}$$

5. Penentuan Luas Daerah Tangkapan Hujan (*Catchment Area*)

Catchment area (daerah tangkapan hujan) diperlukan untuk mengetahui debit air yang masuk kedalam tambang. Penentuan luas *catchment area* berdasarkan analisa peta topografi kamajuan tambang dengan menggunakan *software ArcGIS 10.3*. Dapat dilihat wilayah – wilayah yang memiliki elevasi yang lebih tinggi dari area penambangan (*Pit*), maka daerah tersebut dapat disebut sebagai daerah tangkapan hujan (DTH). Daerah tangkapan hujan ini memiliki elevasi yang lebih tinggi dari objek (area Penambangan). Luas total daerah tangkapan hujan 104.53 Ha atau 1.0453 km².

6. Debit Air Tambang

Untuk menentukan besarnya debit air tambang, maka harus memperhatikan sumber air yang akan masuk ke area penambangan. Sumber air tersebut berasal dari air hujan dan air limpasan. Untuk mendapatkan debit air limpasan maupun debit air hujan dibutuhkan beberapa data meliputi koefisien air limpasan, intensitas curah hujan serta luas daerah tangkapan hujan.

a. Debit Air Limpasan

Debit air limpasan didapat dengan menggunakan rumus Rasional setelah diketahui luas *Catchment Area*, koefisien limpasan 0,9 (Tabel 4.6)

dan intensitas hujan 22,418 mm/jam, luas DTH I (0,1573 km²) dengan nilai debit limpasan 0.882 m³/deti, DTH II (0.1997 km²) debit limpasan 1.120 m³/detik, DTH III (0,1171 km²) debit limpasan 0.656 m³/detik dan DTH IV (0,1658 km²) debit limpasan 0.929 m³/detik. Perhitungan Debit Air Limpasan Dapat Dihitung Menggunakan Persamaan Rasional. (Lihat Pada Lampiran E).

b. Debit Air Hujan

Debit air hujan adalah jumlah debit yang berasal dari air hujan yang langsung jatuh ke *pit bottom* (dasar pit). Untuk menghitung debit air hujan, perlu diketahui terlebih dahulu luas area dari *pit bottom*, serta besarnya nilai intensitas hujan maksimum di daerah tersebut. Luas pit bottom dapat diketahui dengan menggunakan bantuan software. Luas pit bottom pada daerah penelitian adalah 40,50 Ha atau 0,4054 km². Sedangkan nilai intensitas hujan maksimum adalah sebesar 22,418 mm/jam.

c. Debit Total

Berdasarkan lampiran A Jam hujan rata-rata yaitu 3,97 jam, Sehingga dapat dihitung debit limpasan permukaan atau volume air yang masuk ke dalam *sump* dalam 1 hari sebagai berikut :

$$\begin{aligned}
 V_{1 \text{ hari}} &= Q \times 3,97 \text{ jam/hari} \\
 &= 45.638,77 \text{ m}^3/\text{jam} \times 3,97 \text{ jam/hari} \\
 &= 181.185,91 \text{ m}^3/\text{hari}
 \end{aligned}$$

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

$$\begin{aligned}
 \text{Daya tampung } \textit{sump} \text{ minimal} &= \text{daya tampung 2 hari hujan maksimum} \\
 &= 2 \text{ hari} \times V_{1 \text{ hari}} \\
 &= 2 \times 181.185,91 \text{ m}^3/\text{hari} \\
 &= 362.371,82 \text{ m}^3
 \end{aligned}$$

Dengan menggunakan rumus metode rasional diatas, maka debit limpasan permukaan dan debit air hujan yang sudah dihitung dan didapat pada area *sump* pit Majapahit sebesar $12.675 \text{ m}^3/\text{detik}$, sehingga debit limpasan permukaan atau volume air yang masuk kedalam *sump* dalam 1 hari adalah $181.185,91 \text{ m}^3/\text{hari}$ dengan daya tampung (ukuran) *sump* minimal yatu dengan asumsi 2 hari hujan maksimum sebesar $362.371,82 \text{ m}^3$.

4.2.2.2 Saluran Terbuka (Paritan)

Letak saluran terbuka 1 berada di Utara Pit Majapahit dan berfungsi untuk mengalirkan air limpasan dari DTH I yang mengalir langsung ke Pit Majapahit, debit Limpasan ($Q = 3.176,25 \text{ m}^2/\text{jam}$).

Saluran terbuka menggunakan penampang berbentuk trapesium dengan tipe dinding saluran dari tanah. Saluran terbuka yang terdapat di daerah

penelitian berjumlah 5 unit dengan dimensi berbentuk trapesium. Saluran I terdapat disebelah Utara yang berfungsi untuk mengalirkan air yang berasal dari DTH I, Saluran II disebelah Timur yang berfungsi untuk mengalirkan air yang berasal dari DTH II. Saluran III disebelah Selatan yang dibuat memanjang ke Utara, Saluran IV terdapat disebelah Barat berfungsi mengalirkan air dari DTH IV dan saluran V berfungsi mengalirkan air hasil pemompaan ke kolam pengendapan lumpur. Berikut merupakan tabel Perbandingan pengukuran dimensi saluran terbuka aktual dan perhitungan.

4.2.2.3 Sump Pit Majapahit

1. *Temporary Sump*

Kondisi aktual *Temporary Sump* tidak mampu menampung volume air yang masuk ke *sump*, maka dari itu diperlukan rekomendasi dimensi *Temporary Sump* yang baru.

2. *Sump*

Debit air yang masuk pada *sump* terdiri dari debit air limpasan yang berasal dari daerah tangkapan hujan dan debit air hujan yang langsung jatuh ke *Pit Bottom*. Pada daerah penelitian Pit Majapahit terletak pada lereng tambang dan hanya memiliki 1 pompa Multiflo 420 yang ready dilokasi *sump* tersebut. Kondisi ini sangat membahayakan lokasi penambangan, karena apabila *main sump* meluap, akan mengakibatkan air yang ada di *main sump*

menggenangi tambang. Penentuan dimensi *sump* didasarkan pada selisih debit air yang masuk pada *sump* dan debit air yang akan dikeluarkan. Diketahui debit air yang masuk pada *sump* yaitu berasal dari DTH I, DTH II, DTH III, dan DTH IV dan air hujan dengan total debit air sebesar $181.185,91 \text{ m}^3/\text{hari}$. Sedangkan debit pemompaan yang yaitu menggunakan 1 unit pompa multiflo 420 sebesar $17.432,8 \text{ m}^3/\text{hari}$. Maka kapasitas *sump* yaitu $181.185,91 \text{ m}^3/\text{hari} - 17.432,8 \text{ m}^3/\text{hari}$

$$= 163.753,11 \text{ m}^3 + \text{Volume awal } 72.388,11 \text{ m}^3$$

$$= 236.147,22 \text{ m}^3$$

3. Rekomendasi Dimensi *Temporary Sump*

Volume *sump* yang harus dibuat adalah selisih antara volume air total dan volume pemompaan.

Sump pada Pit Majapahit yang merupakan *sump* berbentuk profil trapezium

Maka untuk menampung volume maksimum *sump* pit Majapahit sebesar $362.371,82 \text{ m}^3$, perlu pembuatan dimensi *sump* sebagai berikut :

- a. Panjang permukaan sumuran = 39.48 m
- b. Panjang Dasar sumuran = 34.92 m
- c. Lebar Permukaan sumuran = 32.67 m
- d. Lebar dasar sumuran = 21.16 m
- e. Kedalaman = 4 m

4.2.3 Analisis Debit pompa Dan Kebutuhan Pompa

4.2.3.1 Debit Pompa Aktual

Debit pompa multiflo 420 adalah sebesar $871,64 \text{ m}^3/\text{jam}$ Dengan lama pengoperasian pompa dalam sehari yaitu 20 jam, maka debit pompa dalam 1 hari sebesar $17.432,8 \text{ m}^3/\text{hari}$.

Dalam pengolahan data pompa, peneliti melakukan perhitungan head total pompa serta perhitungan debit aktual pompa menggunakan metode *discharge*.

4.2.3.2 Perhitungan *Head Loss Total System Pompa Multiflo 420*

Perhitungan head pompa bertujuan untuk mengetahui besarnya hambatan atau kerugian – kerugian yang dihasilkan untuk mengalirkan air. Dalam sistem pemompaan ini, perusahaan menggunakan jenis pipa HDPE dengan perhitungan berikut ini

Cara menentukan RPM dengan menggunakan grafik pompa :

1. Plotkan debit pompa yang telah diketahui dari data aktual, data yang didapat adalah $871,64 \text{ m}^3/\text{jam}$
2. Plotkan total head yang telah di hitung sesuai dengan data aktual, data yang diperoleh dari lapangan yaitu sebesar 77,65 meter
3. Selanjutnya dari perpotongan dua garis tersebut dapat diketahui operating speed yang digunakan adalah 1300 rpm.

4.2.3.3 Kebutuhan pompa

1. Kapasitas Pompa Aktual

Kapasitas pemompaan Pompa Mutliflo 420 pada tahun 2019 di PT. Prolindo Cipta Nusantara adalah sebagai berikut :

$$Q \text{ limpasan} = 9.644,32 \text{ m}^3/\text{jam}$$

$$\text{Jam Kerja} = 20 \text{ jam/ hari}$$

$$\text{Rpm Max} = 1300 (1260)$$

$$\frac{9.644,32 \text{ m}^3/\text{jam}}$$

$$\frac{1260 \times 20 \text{ jam}}$$

$$= 0.382 = 1 \text{ pompa FF} = 65\%$$

3. Perhitungan Waktu Pengeringan

Untuk mengetahui waktu pemompaan air, perlu diketahui seberapa besar debit air yang tertampung pada *sump*, untuk kemudian dibandingkan dengan kapasitas pompa yang tersedia. Untuk mengetahui seberapa besar waktu pemompaan air pada *sump* dapat dihitung dengan rumus sebagai berikut :

$$WP = \frac{V_{\text{sump aktual}} \text{ m}^3}{\text{Kapasitas Pompa} \text{ m}^3/\text{jam}}$$

$$WP = \frac{362.371,82 \text{ m}^3}{871.64 \text{ m}^3/\text{jam}}$$

$$WP = 0.415/\text{jam}$$

$$WP = 0.270 \text{ jam} / 20 \text{ jam kerja pompa aktual}$$

$$WP = 20,7 \text{ atau } 21 \text{ hari}$$

Apabila pompa ditambah mejadi 2 unit dengan tipe yang sama maka debit akan bertambah menjadi $34.865,6 \text{ m}^3/\text{jam}$ dengan lama pengeringan *sump* menjadi 10 hari.

BAB V

PENUTUP

5.1 Kesimpulan

Setelah melakukan kegiatan penelitian mencakup pengambilan data, analisis data serta pengolahan data yang ada di PT. Prolindo Cipta Nusantara, dapat diambil kesimpulan yaitu :

1. *Sump* pit majapahit belum mampu menampung debit air yang masuk sehingga menyebabkan lokasi penambangan banjir penyebab utama adalah debit air dari daerah tangkapan hujan kemudian dialirkan menggunakan saluran terbuka yang ada dibuat langsung masuk ke *sump* tidak dialirkan keluar tambang. Sistem penyaliran yang diterapkan pada PT. Prolindo Cipta Nusantara saat ini adalah sistem penyaliran (*Mine dewatering*) dengan metode sumuran (*sump*) dan Penyaliran dengan cara paritan (saluran) yaitu dengan membuat paritan pada lokasi penambangan. Sistem pemompaan yang ada menggunakan single stage bertipe pompa sentrifugal yang menggunakan ponton. Pompa yang ada belum mampu mengeluarkan debit air yang ada pada *Sump* karena pada perusahaan PT. Prolindo Cipta Nusantara hanya menggunakan satu unit pompa.
2. Metode yang digunakan dalam menghitung curah hujan adalah metode Gumbel. Diketahui curah hujan rencana 153,49 mm/hari Debit total air yang masuk sebesar 181.185,91 m³/hari, debit pemompaan 17.432,8 m³/hari. intensitas curah hujan sebesar 22,418 mm/jam dan Maka

kapasitas *sump* 236.147,22 m³. Saluran terbuka yang dirancang masing – masing telah mempunyai debit aktual yang lebih besar daripada debit rencana, sehingga dapat menampung debit air yang masuk. Dimensi sumuran yang berbentuk trapesium adalah sebagai berikut Panjang permukaan 39.38 m, lebar permukaan 32.67 m, Tinggi 4 m dan kemiringan 60⁰.

3. Pompa yang ada belum mampu mengeluarkan air yang menggenangi *Sump* pit majapahit, Dengan adanya penambahan pompa dengan jenis dan rpm yang sama, maka debit pompa bertambah menjadi 34.865,6 m³/hari. Sehingga waktu pengeringan air tergenang adalah 10 hari.

5.2 Saran

Adapun saran yang dapat diberikan kepada PT. Prolindo Cipta Nusantara yaitu

1. Pada perusahaan belum ada penelitian mengenai hidrogeologi seperti air tanah. Oleh sebab itu penting untuk dilakukan penelitian hidrogeologi agar data – data yang diperlukan untuk perancangan dan analisis sistem penyaliran lebih lengkap dan hasil yang lebih akurat.
2. Perlu dilakukannya penambahan pompa, mengingat pompa yang ada hanya berjumlah satu unit yang dirasa sangat kurang untuk

mengatasi debit air yang masuk ke area penambangan. Agar genangan air di sekitar *pit* dapat teratasi.

3. Perlu dilakukannya perbaikan pada *sump*, saluran terbuka, dan pompa agar sistem penyaliran berjalan dengan normal.



DAFTAR PUSTAKA

- Anonim, *Data Curah Hujan Periode 2010 - 2019*. Departement engineering, PT. Prolindo Cipta Nusantara.
- Rahmad Siahaan. 2017. *Evaluasi Teknis Sistem penyaliran Tambang Studi kasus : PT. Bara Energi Lestari Kabupaten Nagan Raya, aceh*. Pogram Studi Teknik Pertambangan. Fakultas Teknik, Universitas Syiah Kuala, Banda Aceh.
- Dian Kurnia. 2018. *Evaluasi Kondisi aktual dan perencanaan sistem Penyaliran Tambang emas di Durian site bakan Kuning PT. Resources bolaang mongodow Kecamatan Lolayan, Kota Mobagu , sulawesi Utara*. Pogram Studi Teknik Pertambangan. Fakultas Teknik, Universitas Negeri Padang.
- Kamiana, I Made. 2011. *Teknik Perhitungan Debit Rencana Bangunan Air*. Yogyakarta: Graha Ilmu.
- Margareth, 2010. *Kajian Sistem Penyaliran Tambang Terbuka Di PT. Telen Orbit Prima*. Jurusan Teknik Pertambangan, Fakultas Teknik, Universitas Lambung Mangkurat.
- Budiarto. 1997. *Sistem Penirisan Tambang*, jurusan Teknik Pertambangan, Fakultas Teknologi.
- Shiklomanov dan Sokolov (1983) dalam Davie (2008)*
- Nurhakim, 2005. *Draft Bahan Kuliah Tambang Terbuka*. Program Studi Teknik Pertambangan FT UNLAM. Banjarmasin.
- Putra, Dewagga Jabal. 2012. *Perencanaan Sistem Penyaliran Tambang Pada Pit Bravo PT. Pro Sarana Cipta*.
- Sosrodarsono, Suyono dan Kensaku Takeda. 2003. *Hidrologi untuk Pengairan Pradnya Paramita*. Jakarta.
- S. Supkiatna, A Sudrajat and H.Z Abidin. 2009. *Peta Geologi Lembar Muaratewe. Kalimantan*.
- Suryono, I.T., dan Mustaqfirin, A. 2015. *Rancangan teknik sistem penyaliran tambang PT. Trubaindo coal mining kabupaten kutai barat provinsi kalimantan timur*. Jurnal teknologi pertambangan. 1 (01). 29.

Sularso Dan Haruo Tahara, 1987. *Pompa Dan Kompresor*. Pradnya Paramita, Jakarta.

Suripin. 2004. *Sistem Drainase Perkotaan Yang Berkelanjutan*. Yogyakarta: Penerbit Andi.

Suwandi, Awang. 2004. *Perencanaan Sistem Penyaliran Tambang*. Diklat Perencanaan Tambang Terbuka UNISBA.

