

**ANALISIS RANCANGAN *SUMP* PADA PIT. 10
PT. LAMINDO INTER MULTIKON
DESA BUNYU BARAT KECAMATAN BUNYU
KABUPATEN BULUNGAN
PROVINSI KALIMANTAN UTARA**

SKRIPSI



OLEH :

**EM SINUHAJI
DBD 112 050**

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

**ANALISIS RANCANGAN *SUMP* PADA PIT. 10
PT. LAMINDO INTER MULTIKON
DESA BUNYU BARAT KECAMATAN BUNYU
KABUPATEN BULUNGAN
PROVINSI KALIMANTAN UTARA**

SKRIPSI

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



OLEH :

**EM SINUHAJI
DBD 112 050**

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

SURAT PERNYATAAN BEBAS PLAGIARISME

Saya yang bertanda tangan dibawah ini :

NAMA : EM SINUHAJI

NIM : DBD 112 050

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, Januari 2020

Penulis,



EM SINUHAJI
DBD 112 050

HALAMAN PERSEMBAHAN

Puji dan syukur saya panjatkan kehadiran Tuhan Yang Maha Esa, karena berkat dan kasih karunianya saya dapat menyelesaikan skripsi ini. Dan dalam kesempatan ini saya ingin mempersembahkan skripsi ini kepada :

1. Orang tua saya, Bapak Abdi Sinuhaji, Ibu Rosmawaty Tarigan, dan kepada seluruh keluarga besar orang tua saya yang tidak dapat saya sebutkan satu persatu. Terimakasih untuk setiap dukungan yang telah diberikan kepada saya selama ini.
2. Bibi saya Ibu Lidia Tarigan dan Ibu Rimta Sembiring. Terimakasih karena selalu memberikan dukungan moril terbesar setelah orangtua saya tiada.
3. Kakak saya, Joyce Ansada Sinuhaji, Stefy Anastasia Barus, Debby Ayu Agape Barus, Atania Rasbina Sembiring. Abang saya Andri Prima Sitepu, Gherry Randa Barus. Terimakasih karena selalu memberikan bantuan di saat yang tepat.
4. Teman seperjuangan saya, Winton Sihotang, Terimakasih karena telah mengajak saya untuk kuliah di Universitas Palangkaraya.
5. Fitri Tarigan . Terima kasih atas dukungan semangat moril serta cinta kasih yang selalu menemani saya.
6. Adik tingkat terbaik, Lexa Denta Sinuhaji dan Rizky Siregar. Kalian luar biasa.

“SUPPORT IS THE REAL CARRY”

HALAMAN PENGESAHAN

SKRIPSI

ANALISIS RANCANGAN SUMP PADA PIT. 10 PT. LAMINDO INTER MULTIKON DESA BUNYU BARAT KECAMATAN BUNYU KABUPATEN BULUNGAN PROVINSI KALIMANTAN UTARA

Oleh :

EM SINUHAJI
DBD 112 050

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

Tim Dosen Penguji :


- | | |
|---|------------|
| 1. HEPYANDI L.DJ USUP, ST., MT.
NIP. 19810211 200604 1 001 | KETUA |
| 2. FAHRUL INDRAJAYA, S.T., MT.
NIP. 19791215 200812 1 001 | SEKRETARIS |
| 3. LISA VIRGIYANTI, ST., MT.
NIP. 19770904 200801 2 011 | ANGGOTA |
| 4. YOSSA YONATHAN HUTAJULU, S.T., MT.
NIP. 19841022 201504 1 001 | ANGGOTA |
| 5. NOVERIADY, ST., MT.
NIP. 19861125 201903 1 007 | ANGGOTA |



Mengetahui,

Fakultas Teknik
Universitas Palangkaraya
Dekan

IRWALUYU SUSWANTORO, M.T.
NIP. 19651119 199302 1 001

Jurusan/Program Studi Teknik Pertambangan
Fakultas Teknik Universitas Palangkaraya
Ketua,

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

SARI

PT. Lamindo Inter Multikon merupakan perusahaan pertambangan yang bergerak di bidang penambangan batubara, perusahaan pertambangan ini menggunakan metode *surface mining*. Salah satu masalah yang selalu dihadapi dalam kegiatan penambangan ini adalah masuknya air kedalam tambang, air yang masuk akan menggenangi *front* penambangan yang akan sangat mengganggu proses penambangan batubara jika tidak ditangani dengan benar yang mengakibatkan produktifitas menurun dan berhentinya aktifitas penambangan. Sistem penyaliran ini secara umum bertujuan untuk mengatur aliran air yang berpengaruh terhadap kegiatan penambangan, dengan demikian diharapkan aliran air tidak akan mengganggu proses penambangan yang sedang berlangsung. Sistem penyaliran tambang terdiri dari dua jenis yaitu penyaliran tambang dan drainase tambang. Sistem ini bertujuan untuk mengontrol dan mengatasi air yang akan ke area front penambangan.

Oleh karena itu penelitian ini bertujuan untuk mengetahui debit air yang masuk dan melakukan evaluasi rancangan *sump* dengan daya tampung yang layak pada pit 10. Sehingga dapat diperoleh rancangan *sump* dengan dimensi *sump* yang dapat menampung debit air total yang masuk kedalam pit 10. Berdasarkan hasil analisa dilapangan total debit yang masuk pada pit 10 adalah 318.058,84 m³. dan dari rekapitulasi data di dapakan rata-rata jam hujan harian adalah 6,9 jam.

Dari hasil perhitungan kapasitas volume *sump* aktual pada pit 10 sebesar 318.058,84 m³ dan tidak memiliki dimensi *sump* yang beraturan, oleh karena itu peneliti merekomendasikan rancangan *sump* yang memiliki ukuran panjang atas 214,5 meter, panjang bawah 200 meter, lebar atas 174,9 meter, lebar bawah 163,4 meter, tinggi 14 meter, sudut kemiringan 60°. Dengan demikian ukuran tersebut *sump* dapat menampung debit air yang masuk dengan volume 360.000 m³, sehingga air tidak mengganggu kegiata penambangan pada pit 10.

Kata Kunci : Debit Air Total, *Sump*, Volume

ABSTRACT

PT. Lamindo Inter Multikon is a mining company engaged in coal mining, mining company is using the method of surface mining. One problem always faced in mining activities is the entry of water into the mine, the incoming water will inundate the mining front which will greatly disrupt the process of coal mining if not handled properly resulting in decreased productivity and cessation of mining activities. This drainage system generally aims to regulate the flow of water that affects mining activities, thus it is expected that the flow of water will not interfere with the ongoing mining process. The mine drainage system consists of two types: mine drainage and mine drainage. This system aims to control and address the water going to the mining front area.

Therefore this study aims to determine the incoming water discharge and evaluate the design of *sump* with a maximum rainfall capacity at pits 10. So that can be obtained by design of *sump* with dimension of *sump* that can accommodate total water discharge that enter into pit 10. Pursuant to result of field analysis total discharge entering at pit 10 is 318.058,84 m³ and total hour water discharge entering is 6,9 hour a day.

From the calculation result of actual *sump* volume capacity at pit 10 is 318.058,84 m³ and do not have dimension of regular *sump*, therefore the study recommends a *sump* design with top length 214,5 meters, bottom length of 200 meters, top width of 174,9 meters, bottom width of 163,4 meters, a height of 14 meters, a 60° slope angle. Thus the size of the *sump* can accommodate the incoming water debit with a volume of 360.000 m³, so that water does not interfere with mining activities on pits 10.

Keywords: Incoming Debit, *Sump*, Volume

KATA PENGANTAR

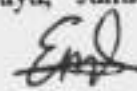
Puji syukur Penulis panjatkan atas kehadiran Tuhan Yang Maha Esa, karena atas rahmat dan berkat-Nya Penulis dapat menyelesaikan Laporan Tugas Akhir dengan judul "*Analisis Mine Dewatering di Pit 10 PT. Lamindo Inter Multikon Desa Buryu Barat Kecamatan Buryu Kabupaten Bulungan Provinsi Kalimantan Utara*". Penelitian tugas akhir ini, dilaksanakan pada tanggal 7 Maret 2017 sampai 7 Mei 2017.

Pada kesempatan ini, Penulis mengucapkan banyak terimakasih kepada:

1. Bapak Ir. Waluyo Nuswantoro, MT. Dekan Fakultas Teknik Universitas Palangka Raya.
2. Bapak Fahrul Indrajaya, ST., MT. Ketua Jurusan/Prodi Teknik Pertambangan Universitas Palangka Raya dan Dosen Pembimbing II penulis.
3. Bapak Hepryandi L. Dj Usup, ST., MT. Dosen Pembimbing I penulis.
4. Ibu Lisa Virgiyanti, ST., MT. Koordinator Tugas Akhir dan Dosen Penguji I penulis.
5. Bapak Yossa Yonathan Hutajulu, ST., MT. Dosen Penguji II Penulis.
6. Noveriady, ST., MT. Dosen Penguji III Penulis.
7. Seluruh Bapak dan Ibu Dosen, Staff/karyawan Jurusan/Prodi Teknik Pertambangan Fakultas Teknik Universitas Palangka Raya.

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

Palangkaraya, Januari 2020



Penulis.

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL	i
HALAMAN PERNYATAAN BEBAS PLAGIARISME	ii
HALAMAN PERSEMBAHAN	iii
HALAMAN PENGESAHAN	iv
SARI	v
ABSTRACT	vi
KATA PENGANTAR	vii
DAFTAR ISI	viii
DAFTAR GAMBAR	ix
DAFTAR TABEL	x
DAFTAR LAMPIRAN	xi
BAB I PENDAHULUAN	
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	2
1.3 Tujuan Penelitian	3
1.4 Manfaat Penelitian	3
1.5 Batasan Masalah.....	3
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	
2.1 Penelitian Terdahulu	4
2.2 Sirkulasi Hidrologi	6
2.3 Sistem Penyaliran Tambang	8
2.4 Faktor Faktor yang Mempengaruhi <i>Mine Dewatering</i>	12
2.5 Analisis Data Curah Hujan	18
2.6 <i>Mine Dewatering System</i> (Sistem Penyaliran Tambang)	28
2.7 Faktor- Faktor Yang Mempengaruhi Sistem Pemompaan	38
BAB III METODE PENELITIAN	
3.1 Gambaran Umum Wilayah Penelitian	42
3.2 Kondisi Geologi	47
3.3 Alat dan Bahan	54
3.4 Tata Laksana Penelitian	55
3.5 Pengolahan Data.....	58
3.6 Bagan Alir Penelitian	59
3.7 Waktu Penelitian	60
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN	
4.1 Deskripsi Hasil	61
4.2 Pembahasan	75
BAB V KESIMPULAN DAN SARAN	
5.1 Kesimpulan.....	80
5.2 Saran.....	81

DAFTAR PUSTAKA
LAMPIRAN

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1	Siklus Hidrologi.....	7
Gambar 2.2	<i>Siemen Method</i>	9
Gambar 2.3	<i>Small Pipe System With Vacuum Pump Drainage</i>	10
Gambar 2.4	<i>Deep Well Pump Method Drainage</i>	10
Gambar 2.5	Kolam Terbuka	12
Gambar 3.1	Stratigrafi daerah penelitian	51
Gambar 3.2	Bagan Alir Penelitian	59
Gambar 4.1	Luas <i>Catchment Area</i> Pit 10LIM	68
Gambar 4.2	Lokasi Rekomendasi <i>Sump</i>	74
Gambar 4.3	Sketsa rekomendasi deasin <i>sump</i> profil trapesium	75

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1	Koefisien Limpasan.....	17
Tabel 2.2	Parameter statistik untuk menentukan jenis distribusi.....	21
Tabel 2.3	Periode Ulang Hujan Rencana	26
Tabel 2.4	Derajat Curah Hujan Dan Intensitas Curah hujan	27
Tabel 2.5	Koefisien Gesekan Pipa Hazen-William.....	34
Tabel 2.6	Koefisien kerugian pada belokan pipa	37
Tabel 3.1	Koordinat IUP PT Lamindo inter multikon	43
Tabel 3.2	Curah Hujan Tahun 2006 – 2015	45
Tabel 3.3	Jadwal Waktu Pelaksanaan Tugas akhir	59
Tabel 4.1	Pengujian data curah hujan.....	61
Tabel 4.2	Hasil Rekapitulasi Perhitungan Data	62
Tabel 4.3	Nilai Kt	64
Tabel 4.4	Intensitas curah Hujan Rencana	66
Tabel 4.5	Perhitungan debit aktual pompa pit 10 LIM	70
Tabel 4.6	Analisis volume sump	72
Tabel 4.7	Rancangan dimensi sump	77
Tabel 4.8	Dimensi aktual sump	78
Tabel 4.9	Perbandingan volume <i>sump</i> aktual dan rencana	79

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran A	Peta
Lampiran B	Curah Hujan, Jumlah Hari, Dan Jumlah Jam Hujan
Lampiran C	Parameter Statistik Curah Hujan
Lampiran D	Perhitungan Debit Rencana
Lampiran E	Spesifikasi Pompa
Lampiran F	Peta Penampang.....

BAB I

PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang

PT. Lamindo Inter Multikon merupakan perusahaan pertambangan yang bergerak di bidang penambangan batubara, perusahaan pertambangan ini melakukan kegiatan penambangan pada area *surface mining*. Salah satu masalah yang selalu dihadapi dalam kegiatan penambangan ini adalah masuknya air kedalam tambang, air yang masuk akan menggenangi *front* penambangan yang akan sangat mengganggu proses penambangan batubara jika tidak ditangani dengan benar yang mengakibatkan menurunnya produktifitas hingga berhentinya kegiatan penambangan.

Sistem penyaliran ini secara umum bertujuan untuk mengatur aliran air yang berpengaruh terhadap kegiatan penambangan, dengan demikian diharapkan aliran air tidak akan mengganggu proses penambangan yang sedang berlangsung. Sistem penyaliran tambang terdiri dari dua jenis yaitu penyaliran tambang dan drainase tambang. Sistem ini bertujuan untuk mengontrol dan mengatasi air baik yang akan masuk maupun yang masuk ke area *front* penambangan.

Sistem penyaliran mempunyai banyak faktor yang mempengaruhi suatu desain penyaliran baik itu luas daerah tangkapan hujan (*catchment area*) yang bisa berubah seiring dengan kemajuan tambang. Hal tersebut dapat mempengaruhi volume air limpasan yang akan masuk dalam lokasi tambang

yang akan menjadi patokan untuk pembuatan *sump*. Oleh karena itu dibutuhkan perhitungan rancangan sistem penyaliran untuk mengetahui apakah sistem penyaliran yang sudah ada dapat menangani keseluruhan debit air yang masuk kedalam *pit* seiring dengan kemajuan tambang.

1.2. Rumusan Masalah

Rumusan masalah yang dibahas dalam penelitian skripsi ini adalah sebagai berikut :

1. Bagaimana sistem penyaliran yang digunakan pada PT. Lamindo Inter Multikon?
2. Berapa jumlah debit rencana air yang masuk kedalam *sump* pada PT. Lamindo Inter Multikon?
3. Bagaimana rencana dimensi *sump* untuk Pit 10 sesuai dengan debit rencana air limpasan curah hujan di PT. Lamindo Inter Multikon?

1.3. Tujuan Penelitian

Tujuan dari penelitian ini adalah sebagai berikut :

1. Menganalisis sistem penyaliran tambang di PT. Lamindo Inter Multikon.
2. Menghitung debit rencana air limpasan ke dalam *sump* rencana Pit 10 pada PT. Lamindo Inter multikon.
3. Membuat rencana dimensi *temporary sump* Pit 10 PT. Lamindo Inter Multikon.

1.4. Manfaat Penelitian

Manfaat dari penelitian skripsi ini adalah sebagai berikut :

1. Menganalisis sistem penyaliran yang digunakan di PT. Lamindo Inter Multikon.

2. Menganalisis jumlah debit air yang masuk kedalam Pit di PT. Lamindo Inter Multikon.
3. Merencanakan dimensi *temporary sump* Pit 10 PT. Lamindo Inter Multikon.

1.5. Batasan Masalah

Dalam penelitian ini penulis membatasi permasalahan pada:

1. Tidak membahas tentang pengolahan air asam tambang.
2. Tidak membahas cost dalam pembuatan *sump* di pit 10 PT. Lamindo Inter Multikon
3. Tidak membahas saluran terbuka dan kolam pengendapan lumpur.
4. Pengolahan data dilakukan dengan menggunakan *software Surpac*.



BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1. Penelitian Terdahulu

Penelitian Sri Simatupang, (2015), penelitian dilaksanakan pada PT. Pamapersada Nusantara Distrik TOPB yang berlokasi di Desa Buhut Jaya, Kabupaten Kapuas Provinsi Kalimantan Tengah. Sistem pemompaan yang dianalisis adalah pada pemompaan *Sump* Timur Dua. Data-data yang digunakan adalah data-data curah hujan selama 13 tahun, debit aktual pompa, dan dimensi aktual *sump*, dan luas tangkapan air hujan (*catchment area*). Dalam penelitian tersebut, pompa yang digunakan adalah pompa Multiflow 420 EEX dengan sistem *single stage pump*. Pompa tersebut memiliki debit aktual sebesar 897 m³/jam (1264 Rpm), dengan total *head* 132,2 m dan efisiensi sebesar 72 %.

Pada penelitian tersebut ditemukan bahwa RPM dan efisiensi pompa tidak sesuai *plan* dan secara teoritis lebih besar daripada aktual. Hal ini dikarenakan pemasangan pipa yang tegak dan terdapat belokan pipa sehingga mesin pompa akan bekerja ekstra untuk memindahkan air. Selain itu, bentuk *sump* timur dua yang tidak beraturan menyulitkan untuk mengetahui volume aktual *sump* timur dua pada saat *monitoring* pengukuran elevasi air harian. Berdasarkan pengolahan data, ditemukan bahwa kapasitas *sump* belum mampu untuk menampung curah hujan.

Untuk mengatasi permasalahan tersebut, perlu perbaikan dimensi *sump* timur dua agar mampu menampung curah hujan rencana PUH 2 tahun dan juga perlu dilakukan pengurangan *catchment area* pada Selatan *sump* timur dua agar debit rencana maksimum dapat dikurangi yang masuk ke *sump* timur dua.

Penelitian berikutnya Donald P Silitonga, (2017) ,penelitian dilaksanakan pada PT. Fontana Resource Indonesia yang berlokasi di Desa Butong, Kabupaten Barito Utara Provinsi Kalimantan Tengah. Data-data yang digunakan adalah data-data curah hujan selama 10 tahun, debit aktual pompa, dan dimensi aktual *sump*, dan luas tangkapan air hujan (*catchment area*). Dalam penelitian tersebut, pompa yang digunakan adalah pompa Sentrifugal dan pompa *Reciprocating Dong Feng* dengan sistem *single stage pump*. Pompa Sentrifugal lama memiliki debit aktual sebesar 12,75 liter/detik dengan total *head* 7,353 m, dan pompa *Reciprocating Dong Feng* memiliki debit aktual sebesar 21 liter/detik ,dengan total *head* 7,0343 m.

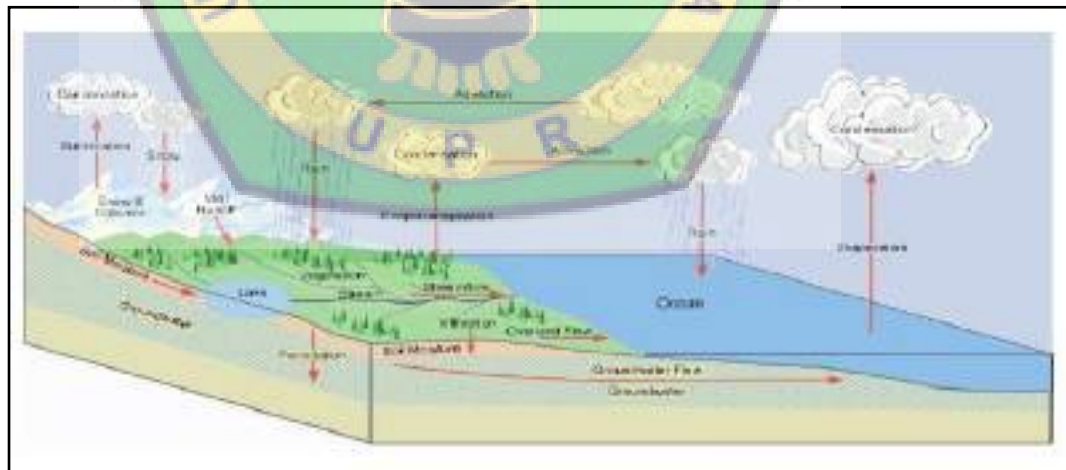
Pada penelitian tersebut ditemukan bahwa *head* pemompaan tidak terlalu besar dan hal ini menguntungkan karena pompa tidak memiliki kemampuan *head* yang tinggi. Selain itu, bentuk *sump* f *sequance* 3 yang memiliki cekungan membuat terjadinya genangan dan dapat mengganggu proses penambangan. Untuk mengatasi permasalahan tersebut dibutuhkan rancangan *sump* yang disesuaikan dengan perhitungan debit air rencana di area pit F agar mampu menampung curah hujan rencana PUH 2 tahun.

2.2. Sirkulasi Hidrologi

Di bumi terdapat kira-kira sejumlah 1,3-1,4 milyar 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. Air di bumi ini mengulangi terus menerus sirkulasi penguapan, presipitasi dan pengaliran keluar (*outflow*). Air menguap ke udara dari permukaan tanah dan laut, berubah menjadi awan sesudah melalui beberapa proses dan kemudian jatuh sebagai hujan atau salju ke permukaan laut atau daratan. Sebelum tiba ke permukaan bumi sebagian langsung menguap ke udara dan sebagian tiba ke permukaan bumi. Tidak semua bagian hujan yang jatuh ke permukaan bumi mencapai permukaan tanah. Sebagian akan tertahan oleh tumbuh-tumbuhan di mana sebagian akan menguap dan sebagian lagi akan jatuh atau mengalir melalui dahan-dahan ke permukaan tanah.

Sebagian air hujan yang tiba ke permukaan tanah akan masuk ke dalam tanah (*infiltrasi*). Bagian lain yang merupakan kelebihan akan mengisi lekuk-lekuk permukaan tanah, kemudian mengalir ke daerah-daerah yang rendah, masuk ke sungai-sungai dan akhirnya ke laut. Tidak semua butir air yang mengalir akan tiba ke laut. Dalam perjalanan ke laut sebagian akan menguap dan kembali ke udara. Sebagian air yang masuk ke dalam tanah keluar kembali segera ke sungai-sungai (disebut aliran intra : *interflow*). Tetapi sebagian besar akan tersimpan sebagai air tanah (*groundwater*) yang akan keluar sedikit demi sedikit dalam jangka waktu

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



Gambar 2.1. Siklus Hidrologi

(Sumber : Suyono Sosrodarsono & Kensaku Takeda, 2003 : 1)

2.3. Sistem Penyaliran Tambang

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

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

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

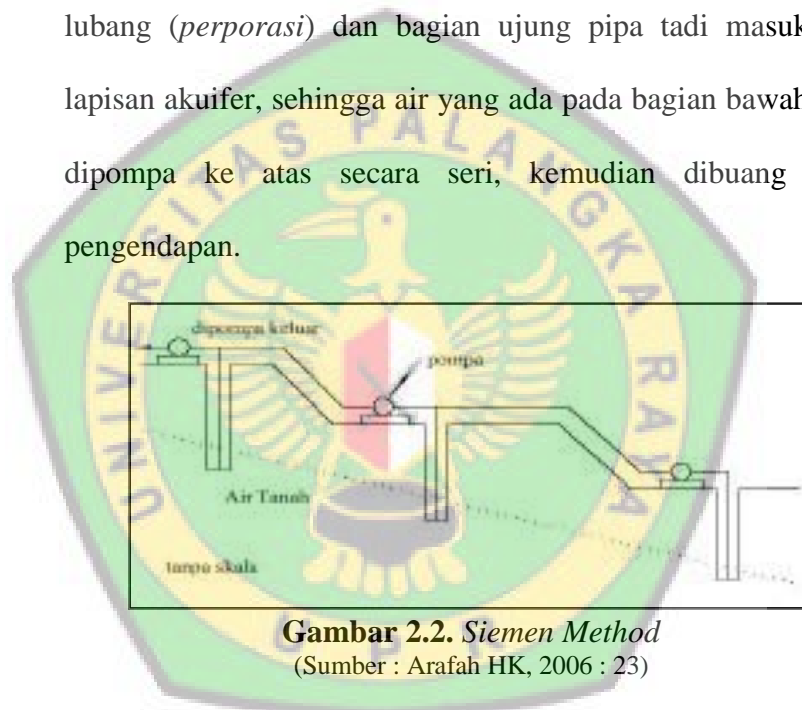
1. *Mine Drainage*

Merupakan upaya untuk mencegah masuknya air ke daerah penambangan. Hal ini umumnya dilakukan untuk penanganan air tanah

dan air yang berasal dari sumber air permukaan. Beberapa metode penyaliran *mine drainage* :

a. *Siemen Method*

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

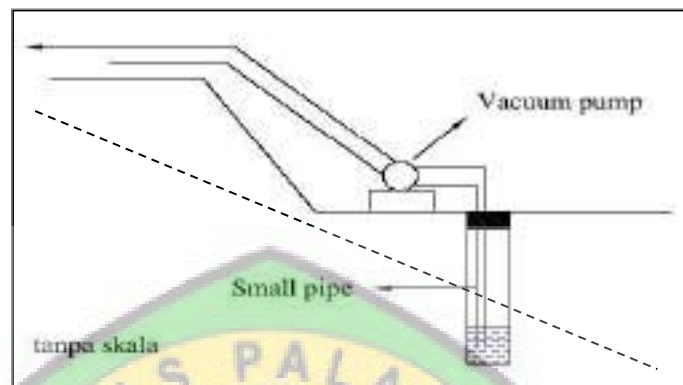


Gambar 2.2. *Siemen Method*
(Sumber : Arafah HK, 2006 : 23)

b. *Small Pipe System With Vacuum Pump Drainage*

Metode ini diterapkan untuk lapisan batuan yang sedikit mengandung air, caranya dengan membuat lubang bor berdiameter 15 cm. Pada lubang bor tersebut dimasukkan pipa dengan diameter 5-6 cm. Pada ujung pipa dibuat lubang-lubang (*perporasi*). Antara pipa dengan dinding lubang bor diberi kerikil-kerikil kasar yang fungsinya sebagai penyaring kotoran. Di bagian atas antara pipa dan

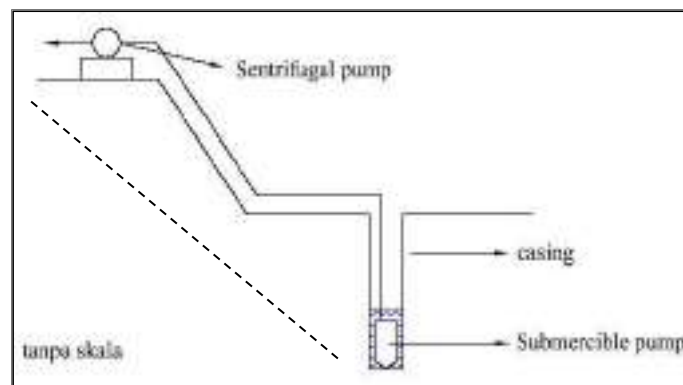
lubang bor disumbat, sehingga saat ada isapan pompa, rongga antara pipa dan lubang bor menjadi *vacuum* udara, sehingga air dapat terhisap ke dalam lubang bor.



Gambar 2.3. *Small Pipe System With Vacuum Pump Drainage*
(Sumber : Arafah HK, 2006 : 24)

c. *Deep Well Pump Method Drainage*

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



Gambar 2.4 *Deep Well Pump Method Drainage*
(Sumber : Arafah HK, 2006 : 25)

d. *Electro Osmosis System Drainage*

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

2. *Mine dewatering*

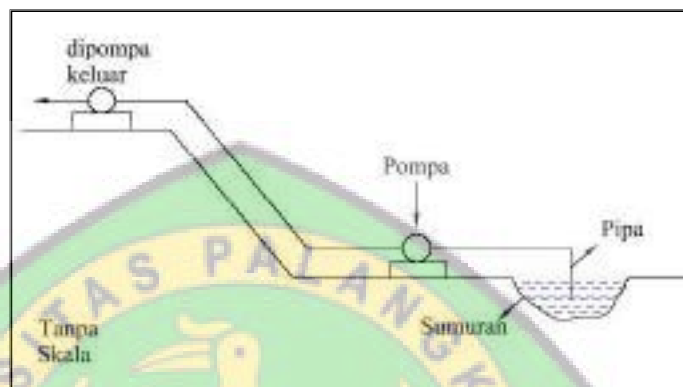
Merupakan upaya untuk mengeluarkan air yang telah masuk ke daerah penambangan. Upaya ini terutama untuk menangani air yang berasal dari air hujan. Dalam penelitian ini akan lebih ditekankan pada *mine dewatering* ini. Beberapa metode penyaliran *mine dewatering* adalah sebagai berikut:

a. Cara Paritan

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

b. Sistem Kolam Terbuka

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



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

c. Sistem Adit

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

2.4. Faktor-faktor Yang Mempengaruhi *Mine Dewatering*

Ada beberapa faktor yang mempengaruhi sistem penyaliran adalah sebagai berikut :

2.4.1. Sistem Penambangan

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

2.4.2. Curah Hujan

Curah hujan adalah besarnya air hujan yang jatuh ke permukaan bumi pada satu satuan luas permukaan pada suatu jangka waktu tertentu. Curah hujan merupakan salah satu faktor penting dalam suatu sistem penyaliran air ditambang, karena besar kecilnya curah hujan akan mempengaruhi besar kecilnya air limpasan. Besar kecilnya curah hujan dapat dinyatakan sebagai volume air hujan yang jatuh pada satu areal tertentu dalam jangka waktu relatif lama. Satuan curah hujan dinyatakan dalam millimeter. Dengan demikian apabila diketahui curah hujan 1 mm berarti curah hujan tersebut adalah sama dengan 1 liter/m².

2.4.3. Daerah Tangkapan Hujan (*Catchment Area*)

Air hujan yang mempengaruhi secara langsung suatu sistem penyaliran tambang adalah air hujan yang mengalir di atas permukaan tanah (air permukaan) ditambah sejumlah pengaruh air tanah.

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

2.4.4. Air Limpasan

Bila curah hujan melampaui kapasitas penyerapan (*Infiltrasi*), maka besarnya limpasan permukaan akan segera meningkat sesuai dengan peningkatan intensitas curah hujan, akan tetapi besarnya air limpasan ini tidak sebanding dengan peningkatan curah hujan karena disebabkan oleh efek penggenangan di permukaan tanah. Air limpasan disebut juga dengan air permukaan tanah. Besarnya air limpasan adalah besarnya curah hujan dikurangi besarnya penyerapan dan penguapan. Besarnya air limpasan tergantung pada banyak faktor, sehingga tidak semuanya air yang berasal dari curah hujan akan menjadi sumber bagi suatu sistem penyaliran (*drainage*).

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

daerah tambang maka perlu penanganan air hujan yang baik (sistem penyaliran), agar produktifitas tambang tidak menurun. Faktor-faktor yang mempengaruhi air limpasan antara lain :

A. Faktor Hidrologi

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

B. Faktor Fisik

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

C. Debit Limpasan (*Run Off*)

Air limpasan adalah bagian dari curah hujan yang mengalir diatas permukaan tanah menuju sungai, danau atau laut (Asdak,1995 dalam Suyono, 2012). Air 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 :

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

(Sumber : Suyono, 2012 : V-10)

Keterangan :

Q = Debit aliran limpasan (m³/detik)

C = Koefisien limpasan (Lihat Tabel 2.1)

I = Intensitas curah hujan (mm/jam)

A = Luas daerah tangkapan Hujan (Km²)

Tabel 2.1. Harga Koefisien Limpasan

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

(Sumber : Anonim, 2002 : 22)

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

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

(Sumber : I Made K, 2010)

Keterangan :

t_c = waktu konsentasi (jam)

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

S = kemiringan rata-rata daerah lintasan air

2.4.1. Air Tanah

Sumber air tanah berasal dari air hujan yang jatuh ke permukaan bumi dan mengalami *infiltrasi*. Klasifikasi air tanah menurut *Kiyota Muri* terbagi atas tiga bagian yaitu :

- a. Air tanah bebas yaitu air tanah yang terdapat pada lapisan tanah atau batuan *permeable* yang jenuh air, dimana bagian bawahnya terdapat lapisan kedap air (*impermeable*), sedangkan bagian atas tidak tertutup lapisan kedap air.
- b. Air tanah tertekan yaitu air tanah yang terdapat pada *aquifer*, dimana terletak antara lapisan *impermeable*.
- c. Air tanah tumpang yaitu air tanah yang terbentuk di atas lapisan kedap air.

2.5. Analisis Data Curah Hujan

2.5.1 Daerah Tangkapan Hujan (*Catchment Area*)

Daerah tangkapan hujan adalah luasnya permukaan, yang apabila terjadi hujan, maka air hujan tersebut akan mengalir ke daerah yang lebih rendah menuju ke titik pengaliran. Daerah tangkapan hujan ini dibatasi oleh pegunungan dan bukit-bukit yang diperkirakan akan mengumpulkan air hujan sementara. Setelah daerah tangkapan hujan ditentukan, maka diukur luasnya pada peta kontur, yaitu dengan menarik hubungan dari titik-titik yang tertinggi disekeliling tambang membentuk poligon tertutup, dengan melihat kemungkinan arah mengalirnya air, maka luas dapat dihitung dengan

menggunakan planimeter, millimeter blok, maupun dengan bantuan software sehingga didapatkan luas daerah tangkapan hujan dalam m^2 .

2.5.2. Analisis Frekuensi dan Distribusi Probabilitas

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

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

a. Seri Parsial (*Partial Duration Series*)

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

kecil. Akibat dari metode pengambilan seri data parsial adalah dimungkinkannya dalam satu tahun diambil data lebih dari satu.

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

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

Berikut ini adalah faktor faktor yang mempengaruhi analisis frekuensi dan probabilitas :

A. Curah Hujan Rencana

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

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

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

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

Tabel 2.2 Parameter statistik untuk menentukan jenis distribusi.

No	Distribusi	Persyaratan
1	Normal	$Cs \approx 0$ $Ck \approx 3$
2	Log Normal	$Cs = Cv^3 + 3Cv$ $Ck = Cv^8 + 6Cv^6 + 15Cv^4 + 16Cv^2 + 3$
3	Gumbel	$Cs = 1,14$ $Ck = 5,4$
4	Log Pearson III	Selain dari nilai di atas

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

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

Dari data di atas didapat perhitungan parameter statistik sebagai berikut:

1. Mean / nilai tengah

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

2. Simpangan Baku / Standard Deviasi

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

3. Koefisien Variansi /Variation Coefficient)

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

4. Asimetri / Kemencengan / Skewness

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

5. Kurtosis

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

a. Distribusi Probabilitas Normal

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

Keterangan :

X_T = Perkiraan harga untuk periode ulang T

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

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

S = Standar deviasi dari X

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

n = Jumlah data pengamatan

b. Distribusi Probabilitas Log Normal

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

Keterangan :

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

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

n = Jumlah data

K_T = Variabel standart, besarnya dari T

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

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

(2.11)

c. Distribusi Probabilitas Gumbel

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

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

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

(2.13)

Keterangan:

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

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

K = Faktor frekuensi Gumbel

S = Standar deviasi dari data hujan (X)

Y_t = Reduce variate

Y_n = Reduce mean

S_n = Reduce standar Deviasi

d. Distribusi Probabilitas Log Pearson III

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

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

Keterangan :

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

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

N = Jumlah data

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

SLogx = Standar deviasi dari log x

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

Csv = Koefisien Skewness

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

e. Distribusi Probabilitas Log Pearson III

$$\text{Log } X_T = \text{Log } \bar{x} + K_T \cdot \text{SLogx} \quad (2.17)$$

$$C_s = \frac{n \sum (\log X - \log \bar{x})^2}{n - 1} \quad (2.18)$$

Keterangan :

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

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

N = Jumlah data

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

SLogx = Standar deviasi dari log x

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

Cs = Koefisien Skewness

B. Periode Ulang

Periode ulang adalah waktu hipotetik dimana suatu kejadian dengan nilai tertentu, hujan rencana misalnya akan disamai atau dilampaui 1 kali dalam jangka waktu hipotetik tersebut. Misalnya hujan rencana dengan periode ulang 5 tahun = 10 mm, tidak berarti hujan sebesar 10 mm akan secara periodik 1 kali setiap 5 tahun, melainkan setiap tahunnya ada kemungkinan terjadi 1/5 kali terjadi hujan yang besarnya sama atau lebih dari 10 mm.

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

Penetapan periode ulang hujan sebenarnya lebih ditekankan pada masalah kebijakan dan resiko yang perlu diambil sesuai dengan perencanaan. Menurut Kite G.W. (1977), acuan untuk menentukan PUH dapat dilihat pada tabel 2.3.

Tabel 2.3 Periode Ulang Hujan Rencana

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

(Sumber : Kartosudjono Winardjo, 1994 dalam Sufriadi S, 2006 : 3-3)

C. Resiko Hidrologi

Resiko hidrologi adalah kemungkinan suatu kejadian akan terjadi minimal satu kali pada periode ulang tertentu.

(Suyono, 2012 : V-3)

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

Keterangan :

P = Resiko Hidrologi

Tr = Periode Ulang

Tl = Umur tambang

2.5.2. Intensitas Curah Hujan

Intensitas curah hujan adalah jumlah hujan yang jatuh dalam areal tertentu dalam jangka waktu yang relatif singkat, dinyatakan dalam mm/det, mm/menit, atau mm/jam. Untuk mengetahui nilai intensitas curah hujan di suatu tempat, maka digunakan alat pencatat curah hujan. Intensitas curah hujan biasanya dinotasikan dengan huruf

I dengan satuan mm/jam, yang artinya tinggi/kedalaman yang terjadi adalah sekian mm dalam periode waktu 1 jam. (Lihat Tabel 2.4)

Intensitas curah hujan dapat dihitung dengan rumus

Mononobe yaitu :

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

(Sumber : Suripin,2003 : 68)

Keterangan :

I = Intensitas Curah Hujan (mm/jam)

R24 = Curah Hujan 24 jam (mm)

t = lamanya hujan (jam)

Tabel 2.4 Derajat Curah Hujan Dan Intensitas Curah hujan

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

Sumber : Anonim, 2002

2.6. *Mine Dewatering System* (Sistem Penyaliran Tambang)

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

2.6.1. Sumuran

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

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

mudah longsor, dekat dengan kolam pengendapan, mudah untuk dibersihkan.

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

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

Keterangan :

t = panjang permukaan *sump* (m)

b = panjang dasar *sump* (m)

d = tinggi *sump*/kedalaman *sump* (m)

L = lebar permukaan *sump* (m)

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

2.6.2 . Sistem Pemompaan

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

terlebih dahulu untuk memisahkan air jernih dengan endapan lumpur pada suatu sumur pengendap.

Hal yang perlu diperhatikan dalam penggunaan pompa yaitu :

1. Klasifikasi Pompa

a. Pompa Sentrifugal

Berdasarkan besar tekanan yang dihasilkan maka pompa sentrifugal dapat dikelompokkan menjadi tiga jenis :

1) Pompa Tekanan Rendah

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

2) Pompa Tekanan Menengah

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

3) Pompa Tekanan Tinggi

Ciri khusus dari pompa jenis ini yaitu memiliki beberapa buah kipas yang sama bentuknya.

b. Pompa Aliran Campur

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

c. Pompa Aksial

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

2. Spesifikasi pompa

Data yang diperlukan dalam pemilihan sesuai spesifikasi

pompa adalah :

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

a. *Head* Pompa

1. *Head* Total Pompa

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

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

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

Keterangan:

H = *head* total pompa

H_s = *head* statis (m)

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

Δh_p = perbedaan *head* tekanan yang bekerja pada kedua permukaan air (m)

H_1 = berbagai kehilangan tekanan pipa, katup, belokan, dan lain- lain, (m).

$$H_1 = H_{1d} + H_{1S}$$

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

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

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

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

1. *Head* Kerugian Akibat Gesekan Didalam Pipa (h_f)

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

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

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

Keterangan:

h_f = kehilangan tekanan gesek dalam pipa, (m)

C = koefisien gesekan pipa Hazen William

L = panjang pipa (m)

Q = laju aliran air (m³/det)

D = Diameter dalam pipa (m)

Tabel 2.5 Koefisien Gesekan Pipa Hazen-William

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

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

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

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

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

Keterangan Re : bilangan reynolds (tak berdimensi)

v = kecepatan aliran dalam pipa (m)

D = diameter dalam pipa (m)

V = viskositas kinematik cat cair (m²/s)

Pada $Re < 2300$, aliran bersifat laminar

Pada $Re > 4000$, aliran bersifat turbulen,

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

I. Aliran Laminar

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

II. Aliran Turbulen

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

2. Head Kerugian dalam jalur Pipa

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

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

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

Keterangan :

hf = kerugian *head* (m)

f = koefisien kerugian

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

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

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

a. Ujung Masuk Pipa

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

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

b. Koefisien kerugian pada belokan pipa

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

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

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

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

Keterangan,

h_f = kerugian *head* pada belokan patah, (m)

f = koefisien kerugian pada belokan patah.

θ = sudut belokan

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

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

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

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

Keterangan,

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

f = koefisien kerugian pada belokan lengkung.

θ = sudut belokan

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

D = diameter dalam (m)

R = jari- jari belokan pipa, (m)

Tabel 2.6. Koefisien kerugian pada belokan pipa

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

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

c. Ujung Keluar Pipa

Kerugian keluar pada ujung pipa keluar diberikan menurut rumus :

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

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

Keterangan

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

3. Kerugian *Head* di Katup

Kerugian *head* pada katup dirumuskan sebagai berikut.

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

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

Keterangan :

f = koefisien kerugian pada katup isap

v = Kecepatan aliran dalam pipa (m/detik)

g = Kecepatan gravitasi bumi (m/detik²)

2.7. Faktor- Faktor Yang Mempengaruhi Sistem Pemompaan

2.7.2. Instalasi Pipa

Suatu instalasi pipa yang diterapkan pada suatu sistem pemompaan, harus mampu mensuplai semua sistem yang akan

bekerja. Untuk itu perencanaan instalasi pipa sangat menentukan keberhasilan suatu sistem pemompaan.

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

2.7.3. Kapasitas Aliran Dan Kecepatan Aliran

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

2.7.4. Daerah Operasi

Daerah operasi sistem pemompaan pada kondisi tertentu sangat mempengaruhi performansi pompa dan pemilihan jenis pompa. Performansi pompa akan menurun jika pompa dioperasikan pada elevasi yang sangat tinggi dari bidang datar dan akan mempengaruhi pemilihan jenis pompa yang akan dioperasikan.

Elevasi tersebut berpengaruh secara langsung pada penentuan *head* statis dan potensial *head* dari daerah titik isap (*resevoir*) dan titik keluar (daerah yang disuplai). Dalam hal ini, selisih static *head* (*head statis*) dan selisih potensial *head* akan berpengaruh. Jika titik keluar lebih rendah dari titik isap (*resevoir*) maka pengaruh yang dihasilkan akan positif karena menghasilkan *head* total pompa yang lebih rendah namun jika yang terjadi sebaliknya maka *head* total yang di hasilkan akan semakin besar.

2.7.5. *Head Total Pompa*

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

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

2.7.6. Tenaga Kerja/ Operator Pompa

Pada kondisi operasional sistem pemompaan, khususnya untuk pompa- pompa, peranan operator sangat mempengaruhi kinerja dari pompa- pompa yang digunakan.

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



BAB III

METODE PENELITIAN

3.1. Gambaran Umum Wilayah Penelitian

Berdasarkan Surat Keputusan Bupati Bulungan Nomor 481/K-VIII/540/2006 tanggal 7 Agustus 2006 tentang Pemberian Izin Usaha Pertambangan Kuasa Pertambangan Eksploitasi Kepada PT. Lamindo Inter Multikon. Secara administratif terletak di Desa Bunyu Timur dan Bunyu Barat, Kecamatan Bunyu, Kabupaten Bulungan, Provinsi Kalimantan Utara. Dalam akta pendiriannya PT. Lamindo Inter Multikon bergerak dibidang pertambangan turut serta untuk mengembangkan peluang usaha dalam bidang pertambangan khususnya di Kabupaten Bulungan dalam rangka memperluas lapangan kerja dan meningkatkan taraf hidup masyarakat khususnya di Kecamatan Bunyu.

Sebagai pemegang izin IUP Operasi Produksi yang telah diberikan hak atas pengelolaan, pengusahaan, mengolah dan menjual bahan galian tersebut wajib bertanggung jawab. Pihak yang bertanggung jawab dalam hal ini yaitu :

Nama Perusahaan : PT. Lamindo Inter Multikon
Presiden Direktur : Drs. Abdi Khalik Ginting
Alamat Kantor : Graha Mustika Ratu, Jl. Gatot Subroto
Kav. 74 -75, Jakarta Selatan.
Telpon/Fax : (021) 29226419

No.SK IUP Operasi Produksi : No. 56/K-II/540/2010 tanggal 9 Februari 2010

3.1.1. Lokasi dan Kesampaian Daerah

Lokasi Izin Usaha Pertambangan (IUP) PT Lamindo Inter Multikon secara administratif terletak di Secara administratif terletak di Desa Bunyu Timur dan Bunyu Barat, Kecamatan Bunyu, Kabupaten Bulungan, Provinsi Kalimantan Utara (lihat Gambar 3.1) dengan luas wilayah Izin Usaha Pertambangan 844.759 Ha.

Secara geografis PT. Lamindo Inter Multikon terletak pada koordinat seperti yang tercantum pada Tabel 3.1 sebagai berikut :

Tabel 3.1. Koordinat IUP PT. Lamindo Inter Multikon

nomor titik	Bujur Timur (BT)			Lintang Utara (LT)		
	derajat (o)	menit (')	Detik (")	derajat (o)	menit (')	Detik (")
1	117	50	13.5	3	32	9.71
2	117	50	59.7	3	32	9.71
3	117	50	15.3	3	31	45.99
4	117	47	15.3	3	31	45.99
5	117	47	33.3	3	29	37.47
6	117	50	33.3	3	29	37.47
7	117	50	13.3	3	30	5.16
8	117	50	13.3	3	30	5.16
9	117	50	16.05	3	30	23.01
10	117	50	16.05	3	30	23.01
11	117	50	19.47	3	30	26.47
12	117	50	19.47	3	30	26.47
13	117	50	19.47	3	30	30.88
14	117	50	21.79	3	30	30.88
15	117	50	21.79	3	30	42.71
16	117	50	19.89	3	30	42.71
17	117	50	19.89	3	30	44.79
18	117	50	17.6	3	30	44.79
19	117	50	17.6	3	30	47.27
20	117	50	13.07	3	30	47.27
21	117	50	13.07	3	30	48.69
22	117	50	8.89	3	30	48.69
23	117	50	8.89	3	30	51.9
24	117	50	2.3	3	30	51.9

25	117	50	2.3	3	30	55.38
26	117	49	57.39	3	30	55.38
27	117	49	57.39	3	31	0.01
28	117	49	53.63	3	31	0.01
29	117	49	53.63	3	31	4.94
30	117	49	49.87	3	31	4.94
31	117	49	49.87	3	31	8.52
32	117	50	6.99	3	31	8.52
33	117	50	6.99	3	31	29.79
34	117	49	57.37	3	31	29.79
35	117	49	57.37	3	31	38.03
36	117	50	13.05	3	31	38.03

(Sumber : Laporan Studi Kelayakan Tahun 2013)

Untuk mencapai daerah penelitian yaitu pulau Bunyu Kabupaten Bulungan dapat ditempuh menggunakan kombinasi jalur transportasi udara dan laut. Dari palangka Raya kita dapat menggunakan pesawat terbang menuju kota Tarakan melalui dua bandara transit terlebih dahulu yaitu di Surabaya (Bandara Udara Juwanda) dan Balikpapan (Sepinggan). Setibanya di kota Tarakan (pulau Tarakan) Provinsi Kalimantan Utara kita dapat menyebrang menuju pulau Bunyu (daerah penelitian). Waktu tempuh yang diperlukan dri Tarakan menuju pulau Bunyu \pm 50 menit dengan menggunakan *Speedboat* dan kemudian dilanjutkan perjalanan darat menuju site dengan menggunakan kendaraan roda 4 \pm 25 menit. Untuk peta lokasi dan kesampaian daerah tersedia di dalam lampiran.

3.1.2. Keadaan Iklim dan Curah Hujan

Berdasarkan letak geografis, Izin Usaha Pertambangan (IUP) PT. Lamindo Inter multikon terletak di daerah yang beriklim tropis dengan dua musim, yaitu musim kemarau dan musim hujan. Berdasarkan curah hujan dari BMKG Kalimantan Utara dari tahun 2006-2015, curah hujan terbesar terjadi pada bulan Desember 2006 yaitu 649,8 mm dan terendah terjadi pada bulan Januari 2010 yaitu 19,47 mm.



Tabel 3.2.

Curah Hujan Tahunan Di Sekitar Lokasi Penambangan

Curah Hujan 10 Tahun Terakhir													
	Month												Max
	Jan	Feb	Mar	Apr	May	Jun	Jul	Aug	Sep	Oct	Nov	Dec	
2007	12.76	104.50	331.60	376.60	323.10	432.70	385.20	396.80	251.40	323.30	405.90	515.60	515.60
2008	22.18	293.60	404.10	377.10	375.50	320.90	312.80	234.10	309.20	206.60	426.50	328.20	426.50
2009	24.53	190.17	187.21	485.24	318.40	238.06	82.35	337.50	139.42	376.51	148.66	136.14	485.24
2010	19.47	39.79	301.15	259.37	367.49	283.95	399.63	346.38	448.77	507.62	288.78	400.66	507.62
2011	338.10	252.14	471.07	380.73	395.51	246.74	431.54	283.48	207.15	370.30	251.73	288.63	471.07
2012	443.21	410.88	404.90	326.86	339.54	198.11	189.48	107.57	210.38	308.29	285.76	410.08	443.21
2013	259.56	324.85	244.48	636.78	454.38	293.83	520.29	267.95	266.02	298.64	297.03	393.30	636.78
2014	322.04	144.47	205.47	333.15	236.17	197.54	385.69	167.31	106.25	265.60	247.20	341.20	385.69
2015	276.40	99.85	159.40	147.80	471.80	219.80	221.00	179.30	219.70	210.25	223.20	211.80	471.80
2016	114.50	71.00	129.55	59.20	262.50	358.80	403.60	307.40	308.20	406.50	392.90	649.80	649.80

(Sumber : Stasiun Meteorologi dan Geofisika bulungan , 2017, op.cit. PT. Lamindo Inter Multikon , 2017)

3.2. Kondisi Geologi Regional

3.2.1. Fisiografi Regional

Secara fisiografi (Gambar 3.4), Pulau Kalimantan secara umum terdiri dari beberapa zona. Berturut-turut dari arah Selatan ke Utara adalah Zona Pulau Laut Sebuku – Selat Makasar, Kutai dan Mahakam, Zona Mangkaliat, Zona Karimata, Sampit, Pangkalanbun dan Palangkaraya, Zona Pontianak, Sambas, Zona Kuching, Ketungau dan Tanjung Selor, Zona Serawak, Tarakan, serta Zona Sibu, Brunai dan “Sulu Trough” (Van Bemmelen, 1949).

Peneliti terdahulu membagi Pulau Kalimantan menjadi beberapa zona berdasarkan beberapa karakteristik, di antaranya dari perbedaan litostratigrafi, kronostratigrafi, biostratigrafi, struktur geologi dan tektoniknya yang berkembang, serta dari perbedaan fisiografi, karakteristik geomorfologi, potensi sumberdaya mineral dan potensi hidrokarbonnya.

Cekungan Tarakan merupakan salah satu dari 3 (tiga) Cekungan Tersier utama yang terdapat di bagian timur continental margin Kalimantan (dari utara ke selatan: Cekungan Tarakan, Cekungan Kutai dan Cekungan Barito), yang dicirikan oleh hadirnya batuan sedimen klastik sebagai penyusunnya yang dominan, berukuran halus sampai kasar dengan beberapa endapan karbonat.

Secara fisiografi, Cekungan Tarakan meliputi kawasan daratan dan sebagiannya lagi kawasan lepas pantai. Di bagian utara dibatasi oleh

tinggian Semporna yang terletak sedikit di utara perbatasan Indonesia - Malaysia, di sebelah selatan oleh Punggungan Mangkalihat yang memisahkan Cekungan Tarakan dengan Cekungan Kutai. Ke arah barat dari cekungan meliputi kawasan daratan sejauh 60 sampai 100 km dari tepi pantai hingga Tinggian Kucing, ke arah timur batas cekungannya diketahui melewati kawasan paparan benua dari Laut Sulawesi.

Proses pengendapan Cekungan Tarakan di mulai dari proses pengangkatan. Transgresi yang diperkirakan terjadi pada Kala Eosen sampai Miosen Awal bersamaan dengan terjadinya proses pengangkatan gradual pada Tinggian Kuching dari barat ke timur. Pada Kala Miosen Tengah terjadi penurunan (regresi) pada Cekungan Tarakan, yang dilanjutkan dengan terjadinya pengendapan progradasi ke arah timur dan membentuk endapan delta, yang menutupi endapan prodelta dan batial. Cekungan Tarakan mengalami proses penurunan secara lebih aktif lagi pada Kala Miosen sampai Pliosen. Proses sedimentasi delta yang tebal relatif bergerak ke arah timur terus berlanjut selaras dengan waktu. Cekungan Tarakan berupa depresi berbentuk busur yang terbuka ke timur ke arah Selat Makasar atau Laut Sulawesi yang meluas ke utara Sabah dan berhenti pada zona subduksi di Tinggian Semporna dan merupakan cekungan paling utara di Kalimantan. Tinggian Kuching dengan inti lapisan Pra-Tersier terletak di sebelah baratnya, sedangkan batas selatannya adalah Ridge Suikersbood dan Tinggian Mangkalihat. Ditinjau dari fasies dan lingkungan pengendapannya,

Cekungan Tarakan terbagi menjadi empat sub cekungan, yaitu Tidung Sub-basin, Tarakan Sub-basin, Muara Sub-basin dan Berau Sub-basin.

1. Tidung Sub-basin: Terletak paling utara dan untuk sebagian besar berkembang di daratan, terisi sedimen berumur Oligosen sampai Miosen Akhir. Dipisahkan dengan Berau sub-basin di bagian selatan oleh Sekatak Ridge.

2. Berau Sub-basin: Terletak pada bagian selatan dan sebagian besar berkembang di daratan. terisi oleh sedimen berumur Eosen Akhir sampai Miosen Akhir.

3. Tarakan Sub-basin: Terletak pada bagian tengah dan merupakan sub cekungan paling muda. Perkembangan paling utara ke arah lepas pantaidan terisi dengan Formasi Tarakan-Bunyu yang berumur Miosen Akhir.

4. Muara Sub-basin: Merupakan deposenter paling selatan dan perkembangan sedimennya ke arah lepas pantai di utara Tinggian Mangkalihat. Dipisahkan dengan Berau sub-basin, di utaranya oleh Suikerbrood Ridge, yaitu suatu Tinggian yang berarah Barat- Timur.

3.2.2. Stratigrafi Regional

Pada Peta Geologi Regional Kalimantan, wilayah kuasa pertambangan PT. Lamindo Inter Multikon secara Regional termasuk dalam Cekungan Tarakan. Berdasarkan pemisahan tersebut stratigrafi Cekungan Tarakan didasari oleh batuan dari formasi-formasi berumur

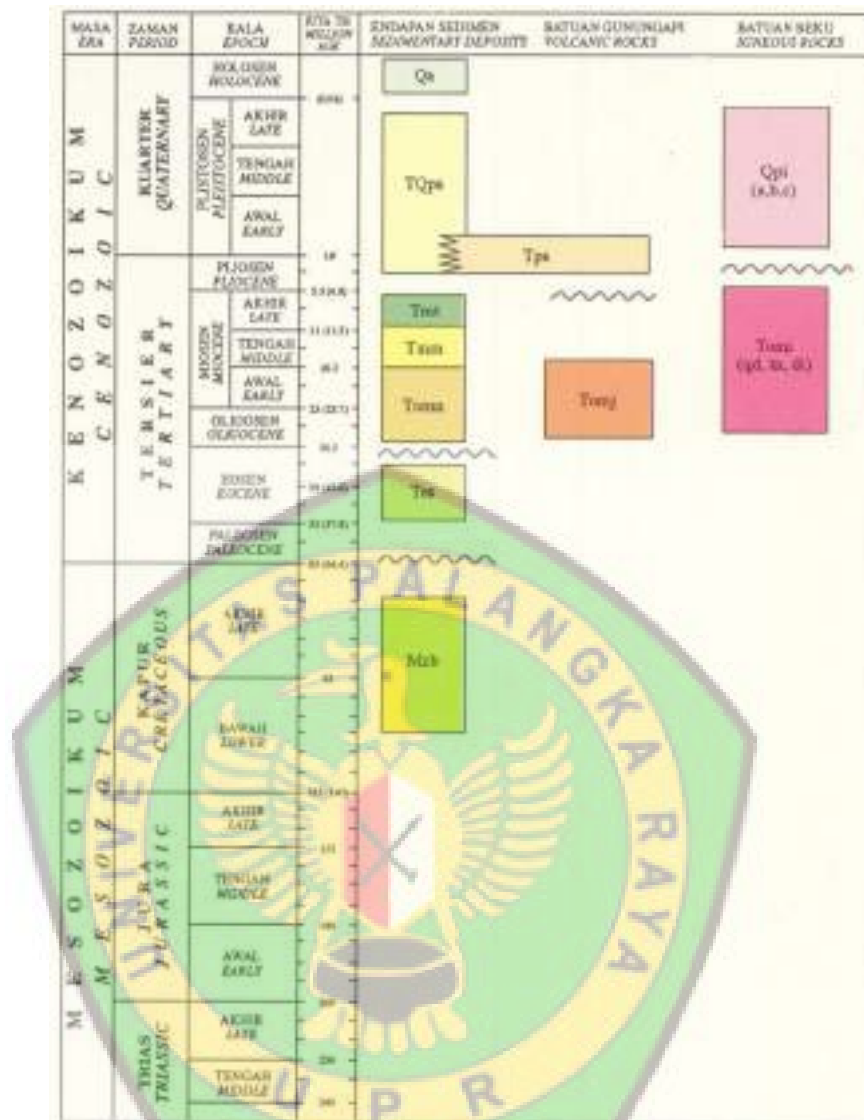
Kapur hingga Eosen Tengah yang termasuk kedalam group Formasi Sembakung. Di atas group Formasi Sembakung secara tidak selaras menumpang batuan sedimen dari umur Eosen Akhir hingga Pleistosen. Secara khusus wilayah kerja penambangan PT. Lamindo Inter Multikon terletak pada cekungan Tarakan yang memiliki formasi Aluvium dan formasi Sajau sebagai pembawa batubara.

1. Aluvium

Formasi ini terdiri atas lumpur, lanau, pasir, kerikil dan koral. Merupakan endapan pantai, sungai dan rawa.

2. Formasi Sajau

Formasi ini terdiri atas batupasir kuarsa, batulempung, batulanau, batubara, lignit dan konglomerat. Struktur sedimen berupa perlapisan silang silur, bioturbasi dan parallel laminasi; mengandung nodul besi dan fosil kayu; umumnya karbonan. Formasi ini berumur Plio-Plistosen berdasarkan kandungan fosil moluska (Beets, 1950) dan diendapkan pada lingkungan fluvial sampai delta. Ketebalan formasi ini sekitar 600 – 2000 meter.



(Sumber : Peta Geologi Lembar tarakan, Kalimantan)

Gambar 3.1 Stratigrafi Cekungan Tarakan

3.2.3. Struktur geologi regional

Struktur utama di Cekungan Tarakan adalah lipatan dan sesar yang umumnya berarah baratlaut-tenggara dan timurlaut-baratdaya. Terdapat pola deformasi struktur yang meningkat terutama sebelum Miosen Tengah bergerak ke bagian utara cekungan. Struktur-struktur di

Sub-cekungan Muara dan Berau mengalami sedikit deformasi, sementara di Sub-cekungan Tarakan dan Tidung lebih intensif terganggu. Sub-cekungan Berau dan Muara didominasi oleh struktur-struktur regangan yang terbentuk oleh aktifitas tektonik semasa Paleogen, sementara intensitas struktur di Sub-cekungan Tarakan dan Tidung berkembang oleh pengaruh berhentinya peregangan di Laut Sulawesi yang diikuti oleh aktifitas sesar-sesar mendatar di fasa akhir tektonik Tarakan. Di Cekungan Tarakan terdapat 3 sinistral wrench fault yang saling sejajar dan berarah baratlaut-tenggara, yaitu:

1. Sesar Semporna yaitu sesar mendatar yang berada di bagian paling utara, memisahkan kompleks vulkanik Semenanjung Semporna dengan sedimen neogen di Pulau Sebatik.
2. Sesar Maratua sebagai zona kompleks transpresional membentuk batas Sub-cekungan Tarakan dan Muara.
3. Sesar Mangkalihat Peninsula, yang merupakan batas sebelah selatan Sub-Cekungan Muara bertepatan dengan garis pantai utara Semenanjung Mangkalihat dan merupakan kemenerusan dari Sesar Palu-Koro di Sulawesi. Struktur sesar tumbuh (*growth fault*) paling umum terdapat di Sub-cekungan Tarakan dengan arah utara-baratlaut (di selatan) dan timurlaut (di utara) dengan perubahan *trend* yang diperlihatkan oleh perubahan orientasi garis pantai pada mulut Sungai Sesayap, dari utara - baratlaut di selatan Pulau Tarakan ke arah timurlaut di utara Pulau Bunyu (Wight, dkk. 1993).

3.2.4. Kondisi Geologi Daerah Penelitian

Morfologi daerah penyelidikan berdasarkan kenampakan topografinya, pola aliran sungai, litologi dan struktur geologi yang ada, dikelompokkan menjadi dua satuan morfologi yaitu satuan morfologi perbukitan bergelombang dengan ketinggian berkisar antara 50-218 m diatas permukaan laut dan satuan morfologi pedataran dengan ketinggian berkisar antara 2-40 m diatas permukaan laut. Pola aliran sungainya terutama berbentuk dendritik, dan paralel terutama pada daerah yang dilalui struktur. (Ir. Mulyana, 2002).

3.2.5. Stratigrafi Daerah Penelitian

Keterdapatannya batubara di daerah ini merupakan bagian dari Sedimen siklus-5 disusun oleh satu formasi, yaitu Formasi Tarakan. Yaitu hanya terdiri dari Formasi Bunyu yang menumpang secara tidak selaras diatas Formasi Tarakan.

1. Formasi Tarakan

Formasi Tarakan memiliki kontak erosional dengan Formasi Santul di bawahnya dan dicirikan oleh perselingan batupasir, batulempung dan batubara. Batupasir umumnya berbutir sedang sampai kasar, kadang-kadang konglomeratan, lanauan atau lempungan. Batubara berkembang tebal hingga 10-16 ft atau lebih. Berdasarkan data palinologi, Formasi Tarakan berumur Pliosen dengan lingkungan pengendapan supralitoral sampai litoral.

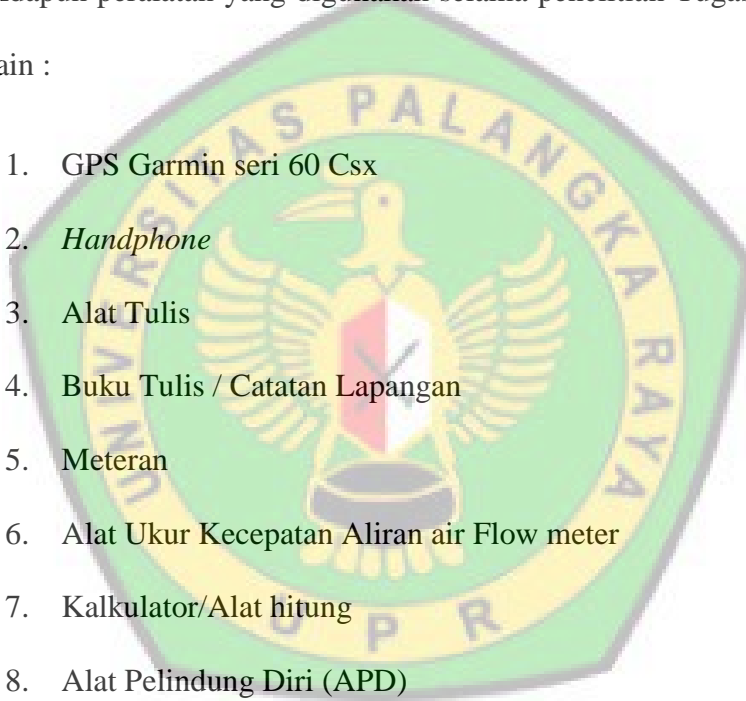
2. Formasi Bunyu

Sedimen siklus-5 diwakili oleh Formasi Bunyu yang menumpang secara tidak selaras diatas Formasi Tarakan berumur Pleistosen/Kwarter berdasarkan data palinologi, terdiri dari batupasir, konglomerat berselingan dengan batubara dan lempung.

3.3. Alat dan Bahan

Adapun peralatan yang digunakan selama penelitian Tugas Akhir ini antara lain :

1. GPS Garmin seri 60 Csx
2. *Handphone*
3. Alat Tulis
4. Buku Tulis / Catatan Lapangan
5. Meteran
6. Alat Ukur Kecepatan Aliran air Flow meter
7. Kalkulator/Alat hitung
8. Alat Pelindung Diri (APD)
9. Laptop



3.4. Tata Laksana Penelitian

3.4.1. Langkah Kerja

Langkah kerja dalam pelaksanaan Tugas Akhir ini meliputi :

1. Tahap Persiapan

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

2. Tahap Pengambilan Data

a. Data Primer

1. Mengukur elevasi lokasi tempat keluaran air dari *sump* timur dua menggunakan GPS Garmin seri 60Csx.
2. Menghitung debit yang masuk ke *sump* pit 10 menggunakan rumus rasional di lokasi pelaksanaan Tugas Akhir berdasarkan analisis data curah hujan rencana dan curah hujan aktual.
3. Mengukur dan mencatat debit pompa 08 pada *sump* Pit 10 pada bulan maret menggunakan flowbar.
4. Menghitung *head total* pompa pada bulan Maret.
5. Menghitung luas *cathment area* *sump* pit 10 serta luas *sump* berdasarkan topografi menggunakan aplikasi *Surpac* .
6. Menghitung curah hujan rencana menggunakan distribusi probabilitas normal berdasarkan rekapitulasi statistik data.

b. Data Skunder

1. Peta Kemajuan Tambang PT. Lamindo Inter Multikon.
2. Peta Topografi PT Lamindo Inter Multikon.
3. Data curah hujan daerah penelitian dari tahun 2007-Maret 2017.
4. Data spesifikasi pompa dan data base *hoose*.

3.4.2. Metode

Metode penelitian yang digunakan oleh peneliti yaitu menggunakan metode analisa statistika penafsiran yaitu suatu penelitian yang sering dipakai dalam penelitian hidrologi untuk membuat peramalan dan penarikan kesimpulan mengenai suatu fenomena. Untuk melakukan penafsiran diperlukan metode analisis deskriptif terlebih dahulu yaitu pengumpulan dan perhitungan data lapangan. Penelitian dilaksanakan melalui prosedur sebagai berikut :

1. Studi Literatur

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

2. Melakukan studi lapangan

Observasi yaitu, melakukan pengamatan langsung di lapangan terhadap *mine dewatering* (system penirisan air) di PT. Lamindo Inter

Multikon. Pengambilan data langsung di lapangan meliputi data pengukuran debit pompa, pengambilan elevasi outlet pompa, dan pengambilan elevasi air di *Sump* Pit 10.

3. Pengelompokan Data.

Selanjutnya data yang diperoleh dari hasil studi literatur dan studi lapangan, kemudian dikelompokkan menjadi data sekunder dan data primer. Data sekunder adalah data penunjang yang didapat peneliti dari pihak Perusahaan, Instansi yang terkait dengan penelitian. Data primer adalah data yang diambil peneliti dilapangan dan diolah peneliti.

4. Pengolahan Data

Pengolahan data dilakukan dengan melakukan beberapa perhitungan dan penggambaran yang selanjutnya disajikan dalam bentuk rangkaian perhitungan.

5. Pembahasan

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

6. Kesimpulan dan Saran

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

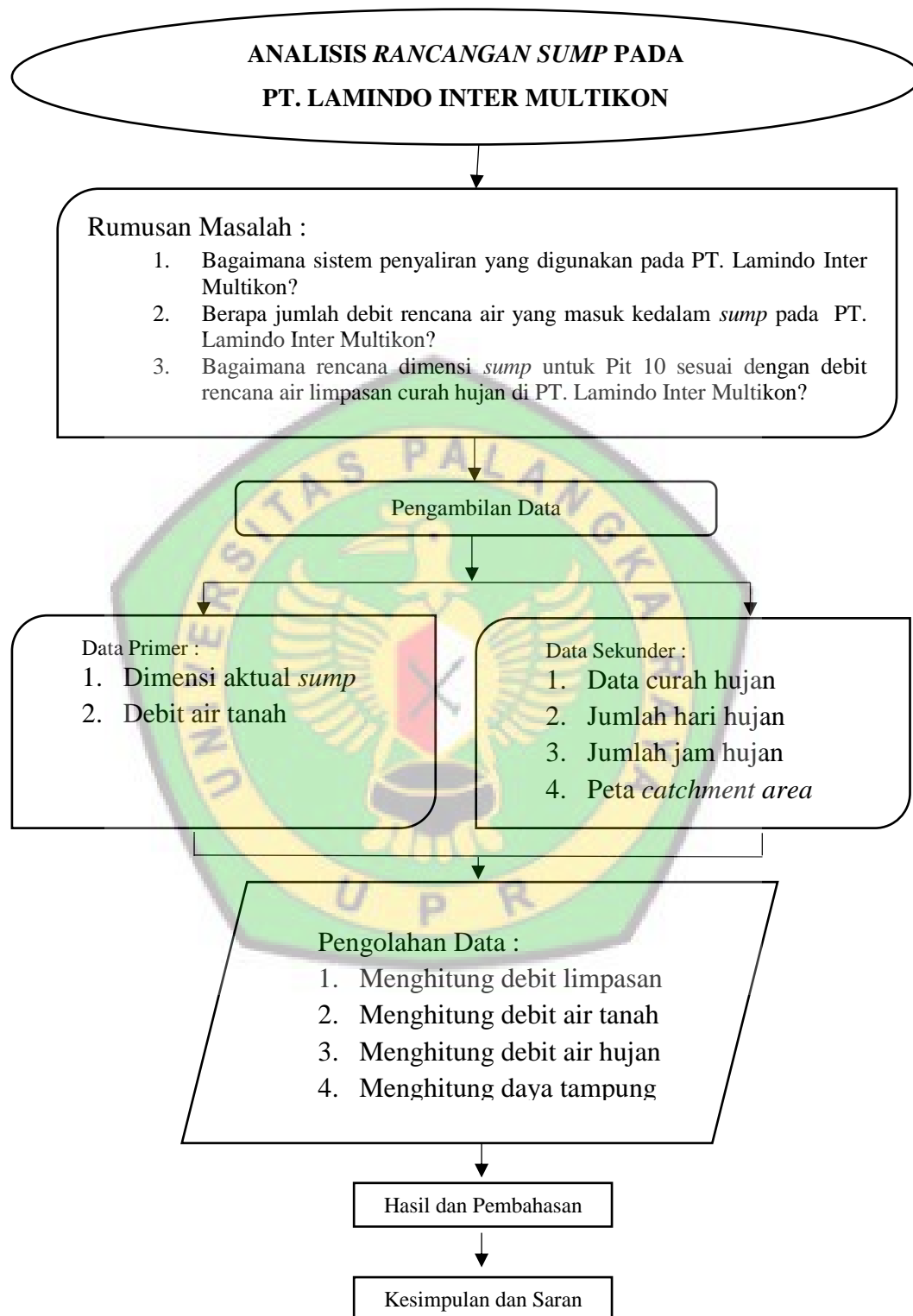
3.5. Pengolahan Data

Data-data yang diperoleh diolah dengan analisa matematis dan statistik, serta disajikan dalam bentuk perhitungan dan tabel. Adapun pengolahan data yang dilakukan adalah sebagai berikut:

1. Menghitung curah hujan rencana dan intensitas hujan 10 tahun.
2. Menghitung debit dan volume air limpasan yang masuk ke dalam tambang.
3. Menghitung debit dan volume air tanah yang masuk ke dalam tambang.
4. Menghitung debit dan volume air hujan yang masuk kedalam *sump*.
5. Menghitung debit dan volume total air yang masuk kedalam *sump*.



3.6. Bagan Alir Metode Penelitian



Gambar 3.2. Bagan alir metode penelitian

3.7. Waktu Penelitian

Tabel 3.3. Jadwal Waktu Pelaksanaan Tugas akhir

Jenis Kegiatan	Maret				April				Mie	
	I	II	III	IV	I	II	III	IV	I	II
Studi Litratur										
Observasi Lapangan										
Pengambilan Data										
Pengolahan Data										
Penyusunan Laporan										



BAB IV

HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1. Deskripsi Hasil

4.1.1 Analisis Sistem Penyaliran Pit 10 Pt. Lamindo Inter Multikon

1. Analisis Data Curah Hujan

A. Pengujian Data Curah Hujan

Dalam penelitian ini, penulis menguji data curah hujan untuk menentukan metode perhitungan curah hujan yang akan dipakai diantara 4 metode yang ada (Normal, Gumbel, Log Normal dan Log-Pearson III). Data curah hujan yang dianalisis adalah seri data parsial dengan menganalisis data curah hujan maksimum setiap tahunnya (*annual maximum series*).

Data curah hujan yang digunakan dalam analisis ini merupakan data curah hujan selama sepuluh tahun terakhir, sebagaimana telah di jelaskan dalam tinjauan pustaka bahwa sepuluh tahun adalah jumlah minimum data yang dibutuhkan dalam menganalisis *annual maximum series*. Data curah hujan ini diperoleh dari BMKG Tarakan (data curah hujan tahun 2007 sampai tahun 2016).

Perhitungannya dapat dilihat sebagai berikut.

Tabel 4.1. Pengujian Data Curah Hujan

Tabel Uji Distribusi Data									
Tahun	Xi	Tahun	Xi berurut	\bar{x}	Xi ²	$x_i - \bar{x}$	$(x_i - \bar{x})^2$	$(x_i - \bar{x})^3$	$(x_i - \bar{x})^4$
2007	515.6	2014	385.7	499.318	148,764.5	-113.618	12909.050	-1466700.434	166643569.940
2008	426.5	2008	426.5	499.318	181,902.3	-72.818	5302.461	-386114.614	28116093.972
2009	485.2	2012	443.2	499.318	196,426.2	-56.118	3149.230	-176728.485	9917649.114
2010	507.6	2011	471.0	499.318	221,841.0	-28.318	801.909	-22708.463	643058.243
2011	471	2015	471.8	499.318	222,595.2	-27.518	757.240	-20837.739	573412.908
2012	443.2	2009	485.2	499.318	235,419.0	-14.118	199.318	-2813.970	39727.635
2013	636.78	2010	507.6	499.318	257,657.8	8.282	68.592	568.075	4704.797
2014	385.7	2007	515.6	499.318	265,843.4	16.282	265.104	4316.416	70279.878
2015	471.8	2013	636.8	499.318	405,488.8	137.462	18895.801	2597454.658	357051312.211
2016	649.8	2016	649.8	499.318	422,240.0	150.482	22644.832	3407639.658	512788430.982
Total	4993.18		4993.18				64993.537	3934075.101	1075848239.681

Dari data di atas didapat perhitungan parameter statistik sebagai berikut:

a. Mean /rata-rata

$$\bar{x} = \frac{\sum_{i=1}^n x_i}{n} = \frac{4993,18}{10} = 499,318 \text{ mm/hari}$$

b. Simpangan Baku / Standard Deviasi

$$S = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2}{n-1}} = \sqrt{\frac{64993,5}{10-1}} = 84,97 \text{ mm}$$

c. Koefisien Variansi /Variation Coefficient

$$Cv = \frac{S}{\bar{x}} = \frac{84,9}{499,318} = 0,17$$

d. Asimetri / Kemencengan / Skewness

$$Cs = \frac{\frac{n}{n-1} \sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^3}{(n-1).(n-2).S^3} = \frac{10 * 3934075,1}{(10-1).(10-2).(84,9)^3} = 0,8903$$

e. Kurtosis

$$Ck = \frac{\frac{n^2}{n-1} \sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^4}{(n-1).(n-2).(n-3).S^4} = \frac{10^2 * 107584839,681}{(10-1).(10-2).(10-3).(84,97)^4} = 3,02061$$

Tabel 4.2. Hasil Rekapitulasi Perhitungan Data

Cs	Ck	Normal	Log Normal	Gumbel	Log Pearson tipe III
		Cs ≈ 0,00	Cs = 0,97	Cs = 1,4	Cs = Bebas
		Ck ≈ 3,00	Ck = 70,71	Ck = 5,4	Ck = Bebas
0.8903662	4.0932206	X	X	X	✓

Dari parameter statistik data curah dan persyaratan distribusi, maka disimpulkan bahwa pada daerah penelitian mempunyai kecenderungan pada *Log Pearson III*.

B. Periode Ulang

Penentuan periode ulang hujan dilakukan dengan menyesuaikan data dengan umur tambang serta tetap memperhitungkan resiko hidrologi (*Hidrology Risk*). Periode ulang yang digunakan dalam penelitian ini adalah periode ulang 2 tahun. Dikarenakan perkiraan umur tambang mineplan adalah 2 tahun kedepan.

C. Curah Hujan Rencana

Analisis curah hujan rencana berguna untuk mengetahui besarnya curah hujan rencana yang akan digunakan pada daerah penelitian. Data curah hujan yang digunakan dalam analisis data ini adalah mulai dari tahun 2007 sampai tahun 2015. Metode yang digunakan adalah metode *Log Pearson III*. Berdasarkan perhitungan dengan menggunakan metode distribusi *Log Pearson III* didapatkan bahwa curah hujan rencana adalah sebesar 485,25 mm. Secara rinci dapat dilihat pada perhitungan berikut.

- Jumlah data = 10 Tahun
- Menentukan Rata-rata logaritma

$$\overline{\text{Log}x} = \frac{\sum \text{Log}X_i}{n} = \frac{26,93}{10} = 2,693 \text{ mm/hari}$$

- Menentukan standar deviasi

$$s\overline{\text{Log}x} = \sqrt{\frac{\sum (\text{Log}x_i - \overline{\text{Log}x})^2}{n-1}} = \sqrt{\frac{0,0555}{10-1}} = 0,0711 \text{ mm}$$

- Menentukan Nilai CS

$$cs = \frac{n \sum (\text{Log}x_i - \overline{\text{Log}x})^3}{(n-1)(n-2)(s\overline{\text{Log}x})^3} = \frac{(10)(0,0015092)}{(9)(8)(0,00035)} = 0,583$$

- Menentukan Nilai Kt pada tabel dibawah ini.

Tabel 4.3. Nilai Kt

G or Cs	Return Period In Years						
	2	5	10	25	50	100	200
	Excedence Probabilitas						
	0.50	0.20	0.10	0.04	0.02	0.01	0.005
2.000	-0.307	0.609	1.302	2.219	2.912	3.605	4.298
1.900	-0.294	0.627	1.31	2.207	2.881	3.553	4.223
1.800	-0.282	0.643	1.318	2.193	2.848	3.499	4.147
1.700	-0.268	0.660	1.324	2.179	2.815	3.444	4.069
1.600	-0.254	0.675	1.329	2.163	2.780	3.388	3.990
1.500	-0.240	0.690	1.333	2.146	2.743	3.330	3.910
1.400	-0.225	0.705	1.337	2.128	2.706	3.271	3.828
1.300	-0.210	0.719	1.339	2.108	2.666	3.211	3.745
1.200	-0.195	0.732	1.34	2.087	2.626	3.149	3.661
1.100	-0.180	0.745	1.341	2.066	2.585	3.087	3.575
1.000	-0.165	0.758	1.34	2.043	2.542	3.022	3.489
0.900	-0.148	0.769	1.339	2.018	2.498	2.957	3.401
0.800	-0.132	0.780	1.336	1.993	2.453	2.891	3.312
0.700	-0.116	0.790	1.333	1.967	2.407	2.824	3.223
0.600	-0.099	0.800	1.328	1.939	2.359	2.755	3.132
0.500	-0.083	0.808	1.323	1.910	2.311	2.686	3.041
0.400	-0.066	0.816	1.317	1.880	2.261	2.615	2.949
0.300	-0.050	0.824	1.309	1.849	2.211	2.544	2.856
0.200	-0.033	0.830	1.301	1.818	2.159	2.472	2.763
0.100	-0.017	0.836	1.292	1.785	2.107	2.400	2.670

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

$$\begin{aligned}
 \text{Log} X_2 &= \overline{\text{Log} X} + (Kt)(S\text{Log} X) \\
 &= 2,693 + (-0,099)(0,071) \\
 &= 2,685964707
 \end{aligned}$$

Maka

$$X_2 = 485,2490643$$

D. Risiko Hidrologi

Periode Ulang Yang digunakan adalah periode ulang 2 tahun dan umur tambang adalah 2 tahun. Risiko hidrologi dengan periode ulang 2 tahun adalah 75 %.

$$\begin{aligned}
 P &= 1 - \left(1 - \frac{1}{T_r}\right)^{T_I} \\
 P &= 1 - \left(1 - \frac{1}{2}\right)^3 = 87,5\%
 \end{aligned}$$

Maka didapatkan, $P=0,875$ atau 87,5 %

E. Intensitas Hujan Rencana

Intensitas hujan rencana dihitung menggunakan rumus

Mononobe pada persamaan 2.21. Rumus Mononobe :

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

Keterangan :

I = Intensitas Curah Hujan (mm/jam)

R₂₄ = Curah Hujan 24 jam (mm)

t = Jam hujan rata rata

$$\begin{aligned}
 I &= \frac{R_{24}}{24} \left(\frac{24}{t} \right)^{2/3} \\
 &= \frac{485,25}{24} \left(\frac{24}{6,9} \right)^{2/3} \\
 &= 49,317 \text{ mm}
 \end{aligned}$$

Untuk hasil selengkapnya dengan durasi jam hujan yang berbeda, dapat dilihat pada tabel berikut.

Tabel 4.4. Intensitas curah Hujan Rencana

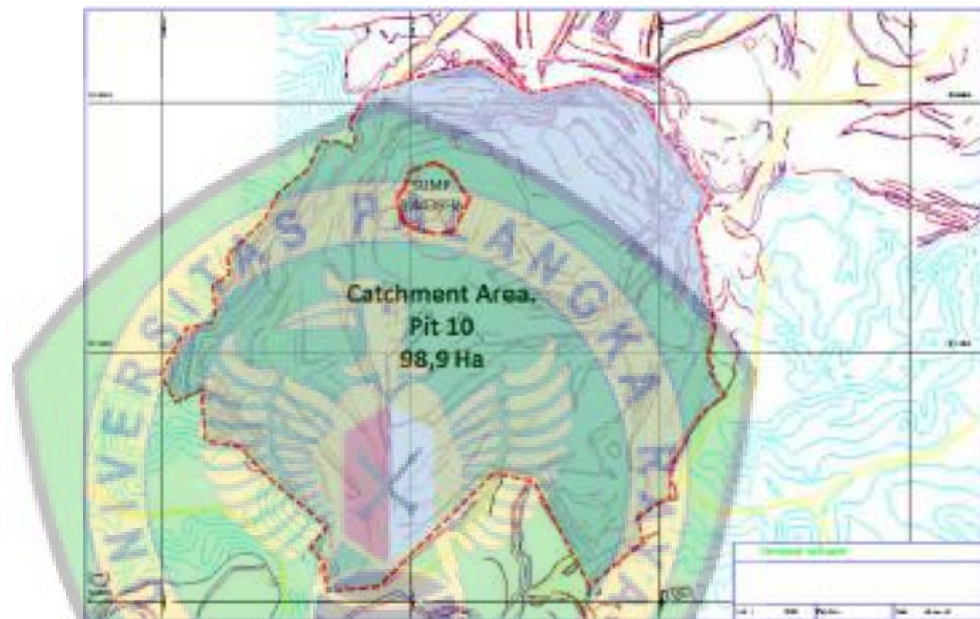
	I (mm/jam)		
	2 Tahun	5 Tahun	10 Tahun
0,083 jam	884,12	1024,38	1126,84
0,166 jam	556,96	645,32	709,86
0,25 jam	423,90	491,16	540,28
0,5 jam	267,04	309,41	340,36
0,98 jam	170,71	197,80	217,58
2 jam	105,98	122,79	135,07
6,9 jam	49,317	58,83	64,94
12 jam	32,10	37,19	40,91
24 jam	20,22	23,43	25,77

Intensitas yang digunakan adalah intensitas dengan durasi hujan 6,9 jam dan intensitas sebesar 49,317 mm. Intensitas 6,9 jam digunakan pada pit 10 LIM untuk perencanaan *sump* Pit 10 karena jam terbesar dalam rekapitulasi data adalah 6,9 jam.

4.1.2 Debit Rencana Limpasan dan Rencana Dimensi *Sump* Pit 10

A. Luas Catchment Area Pit 10 LIM

Berdasarkan analisis peta topografi, diketahui bahwa total luas *catchment area* pada Pit 10 adalah sebesar 98,9 Ha (Untuk Selengkapnya dapat dilihat gambar *catchment area*).



Gambar 4.1 Luas *Catchment Area* Pit 10LIM 98,9Ha

B. Debit Rencana Air Limpasan

Untuk rencana dimensi *sump* berdasarkan hasil pengolahan data, penempatan *sump* akan disesuaikan dengan penambangan Pit 10 LIM. Dimana terdapat *sump* yang membagi wilayah tangkapan hujan karena air hujan langsung jatuh ke *sump* dan tidak memiliki koefisien limpasan.

Debit rencana untuk 10 LIM adalah sebesar 318.058,84 m³

Untuk lebih lengkapnya dapat dilihat pada perhitungan di bawah ini.

Diketahui :

$$\begin{aligned} \text{Luas daerah tangkapan hujan 1 (A1)} &= 14.436 \text{ m}^2 \\ &= 0,014436 \text{ Km}^2 \end{aligned}$$

(Luas tangkapan A1 merupakan luas tangkapan curah hujan yang langsung jatuh ke area sump aktual)

$$\begin{aligned} \text{Luas daerah tangkapan hujan 2 (A2)} &= 98,9 \text{ Ha} \\ &= 0,98 \text{ Km}^2 \end{aligned}$$

(Luas tangkapan A2 merupakan luas tangkapan air limpasan di Pit 10)

$$\text{Intensitas curah hujan rata-rata (I)} = 49,317 \text{ mm}$$

$$\text{Koefisien limpasan (C)} = 0,9 \text{ (Tabel 2.1)}$$

$$\text{Jam hujan tertinggi} = 6,9 \text{ jam}$$

$$= 24.840 \text{ detik}$$

Ditanya :

Berapa debit rencana air limpasan ?

Jawab :

$$\begin{aligned} Q1 &= I \times A \\ &= 49,317 \times 0,014436 \\ &= 0,7119 \text{ m}^3/\text{detik} \end{aligned}$$

Volume Q1 yang masuk selama jam hujan adalah :

$$\begin{aligned} Q1 &= 0,7119 \times 24.840 \text{ detik} \\ &= 17.684,59 \text{ m}^3 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 Q_2 &= 0,278 \times C \times I \times A \\
 &= 0,278 \times 0,9 \times 49,317 \times 0,98 \\
 &= 12,09 \text{ m}^3/\text{detik}
 \end{aligned}$$

Volume Q_2 yang masuk selama jam hujan adalah :

$$\begin{aligned}
 Q_2 &= 12,09 \times 24.840 \text{ detik} \\
 &= 300.373,5 \text{ m}^3
 \end{aligned}$$

Debit Air Tanah (Q_3)

Pengukuran debit air tanah dihitung dengan rumus fluida yaitu $Q = V/t$ dan dilakukan dengan menggunakan alat berupa wadah air rembesan dan stopwatch untuk menghitung waktu rembesnya. Dimana wadah yang dirunakan adalah botol berukuran 600 ml dan waktu rembesan yang di ambil memiliki rata rata 22 detik.

$$\begin{aligned}
 Q_3 &= V/t \\
 &= 0,0006 \text{ m}^3 / 22 \text{ detik} \\
 &= 0,00003 \text{ m}^3/\text{detik}
 \end{aligned}$$

Volume Q_3 yang masuk selama jam hujan adalah :

$$\begin{aligned}
 Q_3 &= 0,00003 \times 24.840 \text{ detik} \\
 Q_3 &= 0.7452 \text{ m}^3
 \end{aligned}$$

Sehingga debit totalnya adalah :

$$Q_{\text{total}} = Q_1 + Q_2 + Q_3$$

Dimana :

Q1 = Debit air yang langsung masuk ke area sump

Q2 = Debit air limpasan yang mengarah ke area sump

Q3 = Debit air tanah.

$$Q \text{ Total} = 17.684,59 \text{ m}^3 + 300.373,5 \text{ m}^3 + 0.7452 \text{ m}^3$$

$$Q \text{ Total} = 318.058,84 \text{ m}^3$$

Berdasarkan hasil perhitungan air limpasan yang masuk ke area sump tersebut, diharapkan sump mampu menampung air dalam jam hujan maksimum yaitu 6,9 jam. Sehingga dibutuhkan suatu rancangan sump baru yang mampu menampung 318.058,84 m³ air agar tidak terjadi genangan di area *front* penambangan yang dapat mengganggu proses penambangan. Dan dapat kita lihat pada tabel 4.10 berikut bagaimana perbandingan antara kapasitas aktual sump di pit 10 berbanding dengan debit rencana pit 10.

Tabel 4.5. Analisis Volume *Sump*

Kapasitas <i>Sump</i>	Kapasitas <i>Sump</i> Aktual (m ³)	Debit Rencana Maksimal (m ³)	Keterangan
Volume	33.202,8	318.058,84	Tidak aman

4.1.3 Rencana Dimensi Sump Pit 10 Pada PT.LIM

Untuk rencana dimensi sump yang akan dibuat mengacu kepada debit rencana maksimum sehingga sump dengan maksimal mampu menampung air limpasan yang mengarah ke area pit 10 dan tidak menimbulkan genangan di area font penambangan.

Dimensi yang akan dibuat dimensi sump utama berbentuk trapesium dengan kemiringan 60^0 dan ditempatkan di elevasi terendah area void pit 10 yaitu pada elevasi -42 MDPL. Berikut ini adalah perhitungan dari dimensi sump yang akan dibuat :

⇒ Kedalaman *Sump* (d)

$$d = 10 \text{ meter}$$

⇒ Sudut kemiringan dinding *sump* trapesium (α) = 60^0

⇒ Panjang sisi saluran dari dasar ke permukaan

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

$$(a) = 10/\sin 60^0 = 10/0,86 = 11,627 \text{ m}$$

⇒ Panjang *bench* dasar *sump*

$$(e) = d/\text{tg}\alpha$$

$$(e) = 10/\text{tg } 60^0 = 10/1,732 = 5,77 \text{ m}$$

⇒ Panjang dasar *sump* (b) = 200 m

⇒ Maka panjang permukaan *sump* (B)

$$(B) = b + (2 \times e)$$

$$(B) = 200 + (2 \times 5,77)$$

$$(B) = 200 + 11,54 = 214,54 \text{ m}$$

$$\Rightarrow \text{Volume Sump} = 360.000 \text{ m}^3$$

$$\begin{aligned} \Rightarrow \text{Volume Sump} &= \left(\frac{1}{2} \times (B + b) \times d\right) \times L \\ &= \left(\frac{1}{2} \times (214,54 + 200)\text{m} \times 10\text{m}\right) \times L \\ &= 2050,7\text{m}^2 \times L \end{aligned}$$

$$\Rightarrow L = \text{Volume Sump m}^3 : 2050,1 \text{ m}^2$$

$$L = 360.000 \text{ m}^3 : 2750,7 \text{ m}^2$$

$$L = 174,9 \text{ m (175 m)}$$

$$\Rightarrow \text{Lebar dasar sump}$$

$$(l) = L - (2 \times e)$$

$$(l) = 174,9 - (2 \times 5,77)$$

$$(l) = 174,9 - 11,54 = 163,4 \text{ m}$$

$$\Rightarrow \text{Volume Sump Rencana}$$

$$V = \left(\frac{1}{2} \times (B + b) \times d\right) \times L$$

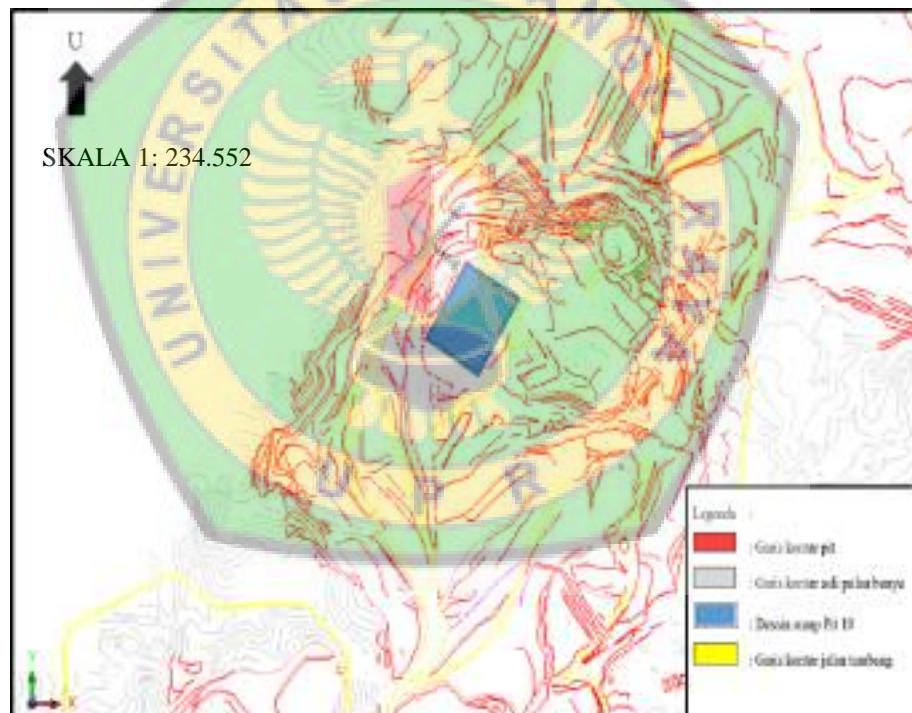
$$V = \left(\frac{1}{2} \times (214,54 + 200) \times 10\right) \times 163,4$$

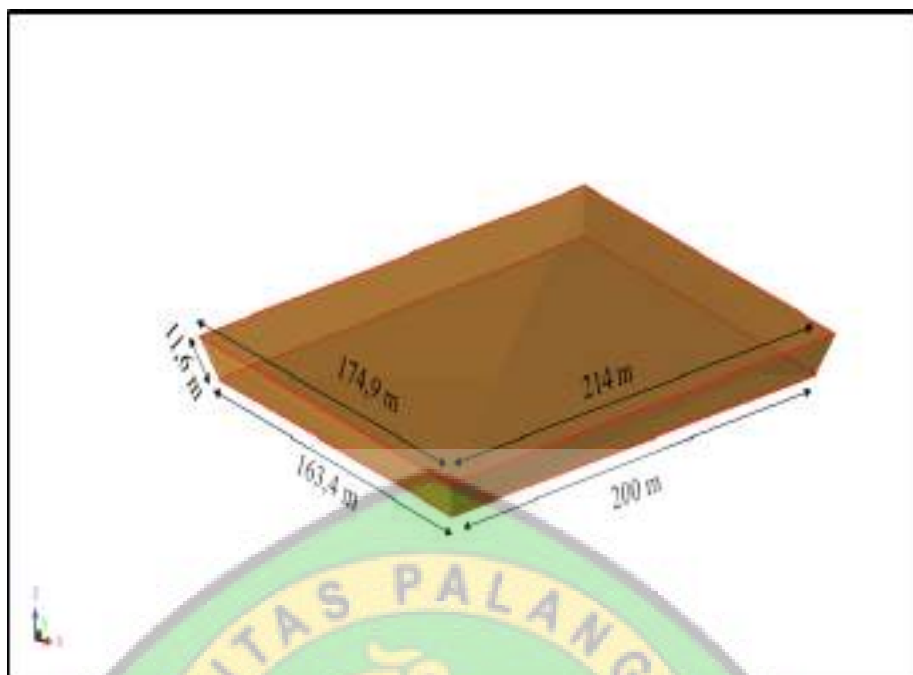
$$V = (0,5 \times 414,54 \times 10) \times 163,4$$

$$V = 360.000 \text{ m}^3$$

Tabel 4.6. Rancangan Dimensi *Sump*

Komponen	Dimensi <i>Sump</i>
Panjang atas (B)	214,54 m
Panjang bawah(b)	200 m
Lebar (L)	174,9 m
Lebar Dasar (l)	163,4 m
Kedalaman (d)	10 m
Kemiringan (α)	60°
Panjang dinding kemiringan (a)	11,62 m
Luas <i>Sump</i>	3.710,1 m ²
Volume <i>Sump</i>	360.000 m ³

**Gambar 4.2** Lokasi Rekomendasi Desain *Sump*



Gambar 4.3 Dimensi Rekomendasi Desain *Sump*

4.2 Pembahasan

4.2.1 Pembahasan Sistem Penyaliran Air (*Mine Dewatering*) Pada Pit 10 PT. Lamindo Inter Multikon

Temporary sump Pit 10 berada disisi *highwall* Pit 10 LIM yang merupakan cekungan yang tercipta akibat aktifitas *coal getting*. Sistem penyaliran dimulai dari air yang masuk ke daerah Pit 10 LIM yang berasal dari limpasan air hujan dan air tersebut mengalir ke tempat dengan elevasi terendah di daerah tersebut yaitu *sump* Pit 10. Kemudian dari *sump* tersebut dipompa ke luar menuju saluran ataupun paritan yang mengarah ke settling pond 10. Pada area penelitian, *Sump* Pit 10 tidak didesain secara khusus dan bentuknya tidak beraturan, sump ini hanya memanfaatkan elevasi terendah dari suatu Pit. Hal ini menyebabkan sering terjadi genangan di *front* penggalian batubara

dan mengganggu kegiatan produksi karena *sump* tidak sanggup menampung debit air yang masuk ke pit tersebut. Berdasarkan pengolahan data menggunakan alat *GPS* dan software *surpac*, volume *sump* Pit 10 LIM adalah 33.202.8 m³.

4.2.2 Luas Catchment Area Dan Curah Hujan Maksimum Harian Pit 10 LIM.

Pit 10 mengalami aliran air limpasan dari area lainnya diluar bukaan tambang dikarenakan tidak terdapat saluran yang berfungsi untuk menangkap dan mengarahkan air limpasan. Hal itu tentunya akan merugikan karena terjadi limpasan air yang cukup besar dan akan menambah beban pemompaan. Total luas Catchment areaa pada Pit 10 adalah sebesar 98,9 Ha.

Data curah hujan yang tersedia adalah data curah hujan 10 tahun yaitu data dari 2007-2016. Data yang digunakan adalah data curah hujan maksimum setiap tahunnya (*Maximum Annual Series*). Data curah hujan maksimum digunakan untuk mengantisipasi curah hujan yang paling maksimum dan *sump* yang akan direncanakan dapat menampung curah hujan maksimum tersebut.

Berdasarkan uji rekapitulasi statistik distribusi, metode yang memenuhi syarat adalah distribusi Log Pearson III untuk menghitung curah hujan rencana pada daerah penelitian.

Periode ulang adalah waktu hipotetik dimana suatu kejadian dengan nilai tertentu, hujan rencana misalnya akan disamai atau

dilampaui 1 kali dalam jangka waktu hipotetik tersebut. Penentuan periode ulang hujan dilakukan dengan menyesuaikan data dan keperluan pemakaian saluran yang berkaitan dengan umur tambang serta tetap memperhitungkan resiko hidrologi (*Hidrology Risk*).

Pada penelitian ini periode ulang yang digunakan adalah periode ulang 2 tahun. Berdasarkan hasil perhitungan menggunakan distribusi probabilitas normal didapatkan nilai curah hujan rencana untuk periode ulang 2 tahun sebesar 485,25 mm dan resiko hidrologi sebesar 87,5 %.

Waktu durasi curah hujan yang digunakan adalah selama 6,9 jam. Waktu 6,9 jam digunakan berdasarkan rekapitulasi data jam hujan rata-rata di area pertambangan. Dengan durasi hujan berdasarkan waktu durasi hujan selama 0,98 jam, maka dengan curah hujan rencana 485,25 mm didapatkan intensitas curah hujan sebesar 49,317 mm.

Debit rencana untuk 10 LIM adalah sebesar 318.058,84 m³/ hari yang di dapatkan dengan cara membagi 3 jenis Q (debit limpasan) yaitu Q1,Q2,Q3. Dimana :

Q1 = Debit air hujan yang langsung masuk ke area sump

Q2 = Debit air limpasan yang mengarah ke area sump

Q3 = Debit air tanah.

4.2.3 Pembahasan Kemampuan Sump Pit 10

Berdasarkan tabel 4.10 telah di ketahui bahwa sump pit 10 berada pada kondisi tidak aman karena tidak mampu menampung curah hujan maksimum harian yang dapat mengganggu kegiatan penambangan di area pit 10.

Bentuk *sump* yang tidak beraturan menyulitkan untuk mengetahui volume aktual *sump* pada saat *monitoring* pengukuran elevasi air harian. Pada tabel dibawah ini untuk dimensi aktual *sump* berdasarkan pengukuran menggunakan aplikasi *Surpac*.

Tabel 4.7. Dimensi Aktual Sump

Dimensi Aktual Sump		
H Sump Aktual	2.3	m
A Aktual	14.436	m ²
V <i>sump</i>	33202.8	m ³

Dari pengolahan data pada pembahasan, pada tabel berikut ditampilkan perbaikan dimensi *sump* agar mampu menampung curah hujan rencana PUH 2 tahun dimana jam hujan maksimum harian yang didapat adalah 6,3 jam. Sehingga dibutuhkan sump dengan kapasitas 297.731,7 m³, dan juga untuk faktor keamanan diberikan kapasitas ekstra sebesar 20% pada sump sehingga dimensi sump rencana memiliki kapasitas 360.000 m³.

Tabel 4.8. Rekomendasi Dimensi *Sump*

Komponen	Dimensi <i>Sump</i>
Panjang atas (B)	214,54 m
Panjang bawah(b)	200 m
Lebar (L)	174,9 m
Lebar Dasar (l)	163,4 m
Kedalaman (d)	14 m
Kemiringan (α)	60°
Panjang dinding kemiringan (a)	11,62 m
Luas <i>Sump</i>	3.710,1 m ²
Volume <i>Sump</i>	360.000 m ³

Tabel 4.9 Perbandingan Volume *sump* aktual dan rencana

Perbandingan		
Debit Rencana Maksimal	318.058,84	m ³
V <i>sump</i> aktual	33.202,8	m ³
V <i>sump</i> rencana	360.000	m ³

Pada table 4.12 ditunjukkan bahwa sump akan mampu menampung curah hujan PUH 2 tahun dengan jam hujan 6,9 jam sebesar 318.058,84 m³.

BAB V

PENUTUP

5.1. Kesimpulan

1. Sistem penyaliran yang digunakan di *pit* 10 PT. Lamindo Inter Multikon adalah sistem kolam terbuka yang memadukan kolam penampungan dan pemompaan, dimana sumber air yang akan masuk ke *sump pit* 10 yaitu berasal dari air hujan dan air tanah.
2. Debit rencana maksimal yang didapat dari penjumlahan debit air hujan (Q1) sebesar 17.684.59 m³, debit limpasan (Q2) sebesar 300.373,5 m³ dengan debit air tanah (Q3) sebesar 0.7452 m³ adalah 318.058,84 m³. Sesuai dengan jumlah debit yang akan masuk kedalam *sump* berdasarkan curah hujan rencana dapat diketahui bahwa *sump* yang ada tidak mampu untuk menampung total air limpasan yang masuk kedalam *pit* 10. *Sump* yang dipakai PT. Lamindo Inter Multikon tidak memiliki bentuk yang tidak beraturan dan memiliki kapasitas sebesar 33.202.8 m³.
3. Berdasarkan perhitungan debit air yang akan masuk ke dalam *sump* yaitu 318.058,84 m³ dengan jam hujan harian adalah 6,9 jam, sehingga dapat ditarik kesimpulan *sump* yang dipakai perusahaan tidak dapat menampung jumlah debit air yang masuk kedalam *sump*. Maka hasil dari penelitian ini merekomendasikan desain *sump* dengan kapasitas yang mampu menampung debit air yang masuk ke *pit* 10. *Sump* dari hasil penelitian ini memiliki ukuran panjang atas 214,54 meter, panjang bawah

200 meter, lebar atas 174,9 meter, lebar bawah 163,4 meter, kedalaman 14 meter, sudut kemiringan 60° dan volume sebesar 360.000 m^3 . Maka dapat disimpulkan rekomendasi desain *sump* tersebut dapat menampung debit air yang masuk ke dalam tambang.

5.2. Saran

1. Perlu di perhatikan dalam perhitungan rencana curah hujan yang akan terjadi di tambang, sehingga di dapatkan data sistem penyaliran yang lebih akurat dan air dalam *pit* 10 dapat ditanggulangi secara lebih efektif.
2. Perlu di lakukan perubahan bentuk *sump* aktual karena kapasitasnya tidak memadai untuk menampung total air limpasan yang masuk ke dalam *pit* 10.
3. Diperlukan penelitian lebih lanjut terkait rancangan *sump* yang akan digunakan untuk menampung air yang masuk kedalam tambang.

DAFTAR PUSTAKA

- Anonim, 2002. *Penirisan Tambang*. Pusat Pengembangan Program OMTTC Modul Teknologi Tambang Dalam UPN. Yogyakarta.
- Anonim. 2010. *Manual Book Dewatering*. PT.Pamapersada Nusantara
- Huisman, L. 1977. *Sedimentation and Flotation, Mechanical Filtration*. Delft University Of Technologi.
- Kamiana, I Made. 2012. *Teknik Perhitungan Debit Rencana Bangunan Air*. Graha Utama. Yogyakarta.
- Mahler, Armando & Nurhadi Sabirin. 2008. *Grasberg sampai Amamapere Proses Penambangan Tembaga dan Emas Mulai Hulu hingga Hilir*. Gramedia Pustaka Utama. Jakarta. Halaman 119-122.
- Margareth. 2010. *Kajian Sistem Penyaliran Tambang Terbuka di PT. Telen Orbit Prima*. Jurusan Teknik Pertambangan. Fakultas Teknik. Universitas Lambung Mangkurat.
- Mardiono, Didik. 2010. *Infotambang.blogspot.com*. Sangatta.
- Patria, Elan. 2013. *Evaluasi Sump Timur dan Sistem Pemompaan di PT Pamapersada Nusantara District TOPB Kecamatan Kapuas Tengah Kabupaten Kapuas*. Jurusan Teknik Pertambangan, Fakultas Teknik, Universitas Palangka Raya.
- Sosrodarsono, Suyono dan Kensaku Takeda. 2003. *Hidrologi untuk Pengairan*. Pradnya Paramita. Jakarta.
- Sularso dan Haruo Tahara. 1987. *Pompa dan Kompresor*. Pradnya Paramita. Jakarta
- Sulistyana, Waterman. 2010. *Perencanaan Tambang Edisi Kelima*. Jurusan Teknik Pertambangan Jogjakarta, UPN "Veteran Jogjakarta". Jogjakarta. Halaman 70-80.
- Suripin. 2003. *Sistem Drainase Perkotaan yang Berkelanjutan*. Andi. Yogyakarta.
- Suwandi, Awang. 2004. *Perencanaan Sistem Penyaliran Tambang*. Diklat Perencanaan Tambang Terbuka UNISBA.
- Tim Peyusun. 2012. *Perencanaan Tambang 2*. Program Studi Teknik Pertambangan, Fakultas Teknologi Mineral, UPN Veteran Yogyakarta. Yogyakarta. Halaman 1-17 bab V.