

**ANALISIS RANCANGAN *SUMP* DAN KEBUTUHAN
POMPA PADA *PIT* CENTRAL MANTUBUH
DI PT. MARUNDA GRAHAMINERAL
KECAMATAN LAUNG TUHUP
KABUPATEN MURUNG RAYA
PROVINSI KALIMANTAN TENGAH**

SKRIPSI

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



OLEH

**RAHMAH DEWI SUSENA
DBD 113 124**

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

SURAT PERNYATAAN

Saya yang bertandatangan dibawah ini :

NAMA : RAHMAH DEWI SUSENA
NIM : DBD 113 124
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, Mei 2020



Penulis,

Rahmah Dewi Susena

DBD 113 124

HALAMAN PENGESAHAN

SKRIPSI

**ANALISIS RANCANGAN *SUMP* DAN KEBUTUHAN POMPA
PADA *PIT* CENTRAL MANTUBUH
DI PT. MARUNDA GRAHAMINERAL
KECAMATAN LAUNG TUHUP
KABUPATEN MURUNG RAYA
PROVINSI KALIMANTAN TENGAH**

Oleh :

RAHMAH DEWI SUSENA
DBD 113 124

Telah dipertahankan di depan Tim Penguji pada tanggal 05 Mei 2020
Dan dinyatakan telah memenuhi syarat untuk diterima

Susunan Tim Penguji,

1. FAHRUL INDRAJAYA, S.T.,M.T.
NIP. 19791215 200812 1 001
2. LISA VIRGIYANTI, S.T.,M.T.
NIP. 19770904 200801 2 011
3. Ir. YULIAN TARUNA, M.Si.
NIP. 19580705 198903 1 019
4. HEPRYANDI LUWYK DJANAS USUP, S.T.,M.T.
NIP. 19810211 200604 1 001
5. DODY ARIYANTHO KUSMA WIJAYA, S.Hut.,M.Si.
NIP. 19831207 201212 1 001

Ketua

Sekretaris

Anggota

Anggota

Anggota



Menyetujui,
Ketua Jurusan
Teknik Pertambangan

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

HALAMAN PERSEMBAHAN

**“Ela soro ela hako
amun jere nongkomo
angnyi pio”**

**Terimakasih..Terimakasih..Terimakasih... yang tidak terhingga.
Sujud syukurku kusembahkan padaMu ya Ranying Hatalla.. atas kesehatan,
penyertaanMu, kekuatan, kesabaran dan hinnga pada saat penyelesaian
skripsi ini.**

**Terimakasih juga untuk Papah Mamah tercinta, tersayang berkat doa dan
dukungan kalian lah aku dapat menyelesaikan skripsi ini. Sehat selalu yaa.**

**Buat kaka-kaka ku inai Ayu, Nuri, ade ku Mega terimakasih juga kalian
selalu membuat aku semangat hingga saat ini.**

**Buat Genk CABE Putri, Linda, Melda, Sinta dan Nisa kalian luar biasa, buat
ka Cami juga, kalian selalu ada di setiap moment suka duka ku, kalian
penghibur ku. I love you guys..**

**Buat seluruh dosen teknik pertambangan, terutama Pak Fahrul Indrajaaya,
S.T.,M.T dan Bu Lisa Virgiyanti, S.T.,MT selaku pembimbing yang
membantu dalam penyelesaian skripsi. Buat tim penguji Pak Ir. Yulian
Taruna, M.Si. Pak Hepryandi LDJ Usup, ST., MT. Pak Dody A.K Wijaya,
S.Hut., M.Si. dan buat TU jurusan Pak Griss. Terima kasih banyak untuk
bantuan nya yang selalu memperlancar dari seminar proposal, seminar hasil
dan sampai sidang ujian Tugas Akhir.**

**Juga yang tak kalah pentingnya buat semua pihak yang selalu bertanya
“KAPAN LULUS” berkat kalian saya selalu bersemangat dan termotivasi
dalam menyelesaikan Skripsi ini. THANKS.**

KATA PENGANTAR

Puji dan syukur penyusun panjatkan kehadiran Tuhan yang Maha Esa karena atas rahmat dan karuniaNya sehingga laporan skripsi dengan judul “Analisis Rancangan *Sump* dan Kebutuhan Pompa Pada Pit Central Mantubuh Di PT. Marunda Grahamineral Kecamatan Laung Tuhup Kabupaten Murung Raya Provinsi Kalimantan Tengah” dapat diselesaikan dengan baik dan lancar.

Dalam penulisan skripsi ini, tidak lupa penyusun mengucapkan terima kasih 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 I
3. Ibu Lisa Virgiyanti, ST., MT, Dosen Pembimbing II
4. Bapak Ir. Yulian Taruna, M.Si, Dosen Penguji I
5. Bapak Hepryandi LDJ Usup, ST., MT., Dosen Penguji II
6. Dody A.K Wijaya, S.Hut., M.Si., Dosen Penguji III
7. Semua Dosen dan Staf Tata usaha Jurusan Teknik Pertambangan Universitas Palangka Raya
8. Alex Sander G Damanik, Manager Engineering dan seluruh karyawan PT. Marunda Grahamineral yang telah memberikan kesempatan dan ilmu pengetahuan selama melaksanakan penelitian

9. Semua pihak yang telah membantu dalam penyelesaian Skripsi ini yang tidak dapat disebutkan satu persatu.

Palangka Raya, Mei 2020

Penulis

DAFTAR ISI

HALAMAN SAMBUNG	i
SURAT PERNYATAAN BEBAS PLAGIARISME	ii
HALAMAN PENGESAHAN	iii
HALAMAN PERSEMBAHAN	iv
KATA PENGANTAR	v
DAFTAR ISI	vii
DAFTAR TABEL	x
DAFTAR GAMBAR	xi
DAFTAR LAMPIRAN	xii
SARI	xiii
ABSTRACT	xiv
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	2
1.3 Maksud dan Tujuan	3
1.3.1 Maksud	3
1.3.2 Tujuan	3
1.4 Manfaat	3
1.5 Batasan Masalah	4
BAB II KAJIAN PUSTAKA	5
2.1 Penelitian Terdahulu	5
2.2 Sistem Penambangan	6
2.3 Metode Penambangan	8
2.4 Sirkulasi Air Di Bumi	11
2.4.1 Presipitasi	12
2.4.2 Evaporasi / Transpirasi	13
2.4.3 Infiltrasi	13
2.4.4 Air Permukaan	14
2.5 Sistem Penyaliran Tambang	15
2.5.1 <i>Mine Drainage</i>	16
2.5.2 <i>Mine Dewatering</i>	17
2.6 Faktor-Faktor Yang Mempengaruhi Sistem Penyaliran Tambang	19
2.6.1 Curah Hujan	19
2.6.2 Daerah Tangkapan Hujan (<i>Catchment Area</i>)	20
2.6.3 Air Limpasan	21
2.7 Analisis Data Curah Hujan	24

2.7.1	Periode Ulang Hujan	24
2.7.2	Curah Hujan Rencana.....	25
2.7.3	Intensitas Curah Hujan	27
2.7.4	Resiko Hidrologi	28
2.8	Sumuran (<i>Sump</i>).....	29
2.9	Sistem Pemompaan	34
2.8.1	Pompa.....	35
2.8.2	Pipa.....	37
2.8.3	<i>Head</i> Pompa	38
2.8.4	Debit Pemompaan	39
2.8.5	<i>Pump Curve</i> (Grafik Pompa).....	40
2.8.6	Faktor-Faktor Yang Mempengaruhi Sistem Pemompaan	44
BAB III METODE PENELITIAN		48
3.1	Gambaran Umum Wilayah Penelitian	48
3.1.1	Profil Perusahaan.....	48
3.1.2	Lokasi dan Kesampaian Daerah.....	50
3.1.3	Keadaan Iklim dan Curah Hujan	50
3.1.4	Flora dan Fauna.....	51
3.1.5	Sosial Dan Kependudukan	52
3.2	Kondisi Geologi	53
3.2.1	Kondisi Geologi Regional	53
3.2.1.1	Fisiografi	53
3.2.1.2	Stratigrafi.....	53
3.2.1.3	Struktur Geologi Regional	56
3.2.2	Kondisi Geologi Daerah Penelitian.....	57
3.2.2.1	Morfologi Daerah Penelitian.....	57
3.2.2.2	Litologi Daerah Penelitian	68
3.2.2.3	Struktur Geologi Daerah Penelitian	68
3.3	Alat dan Bahan	59
3.4	Tata Laksana Penelitian	59
3.4.1	Langkah Kerja	59
3.4.2	Metode Penelitian.....	61
3.4.3	Bagan Alir Penelitian	64
3.4.4	Waktu Penelitian	65
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN		66
4.1	Hasil Penelitian	66
4.1.1	Analisis Jumlah Air Yang Masuk ke <i>Sump Pit</i> Central Mantubuh.....	66
4.1.1.1	Analisis Data Curah Hujan	67
4.1.1.2	Analisis Debit Limpasan	75
4.1.2	Analisis Kapasitas <i>Sump Pit</i> Central Mantubuh	76

4.1.3	Analisis Debit Dan Jumlah Kebutuhan Pompa Untuk Mengeluarkan Air Yang Masuk Kedalam <i>Sump</i>	78
4.2	Pembahasan.....	83
4.2.1	Analisis Jumlah Air Yang Masuk Ke <i>Sump Pit</i> Central Mantubuh.....	83
4.2.1.1	Analisis Data Curah Hujan	83
4.2.1.2	Analisis Debit Limpasan	84
4.2.2	Analisis Kapasitas <i>Sump Pit</i> Central Mantubuh	84
4.2.3	Analisis Debit Dan Kebutuhan Pompa Pada <i>Sump Pit</i> Central Mantubuh	85
4.2.3.1	Debit Pompa.....	85
4.2.3.2	Analisis Kebutuhan Pompa	85
BAB V	PENUTUP	86
5.1	Kesimpulan	86
5.2	saran	87

DAFTAR PUSTAKA

LAMPIRAN

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1	Angka-Angka Presipitasi Rata-Rata Tahunan Pada Beberapa Tempat Di Bumi.....	12
Tabel 2.2	Harga Koefisien Limpasan.....	23
Tabel 2.3	Periode Ulang Hujan Untuk Sarana Penyaliran Pada Daerah Tambang	25
Tabel 2.4	Parameter Statistik Untuk Menentukan Jenis Distribusi.....	26
Tabel 4.5	Hubungan Antara Derajat Curah Hujan Dan Intensitas Curah Hujan	28
Tabel 2.6	Koefisien Kekerasan Dinding Saluran Menurut Manning.....	32
Tabel 2.7	Data Yang Diperlukan Untuk Pemilihan Pompa	37
Tabel 2.8	Hubungan Diameter Pipa Dengan Kapasitas Aliran.....	45
Tabel 3.1	Data Curah Hujan Di PT. Marunda Grahamineral.....	51
Tabel 3.2	Formasi Batuan	53
Tabel 3.3	Waktu Rencana Pelaksanaan Penelitian Skripsi	65
Tabel 4.1	Dispersi Statistik Untuk Menentukan Distribusi Curah Hujan Tahun 2008-2017	68
Tabel 4.2	Rekapitulasi Distribusi	69
Tabel 4.3	Perhitungan Distribusi Gumbel.....	70
Tabel 4.4	Distribusi Curah Hujan Metode Gumbel	71
Tabel 4.5	Resiko Hidrologi Dengan Periode Ulang Hujan.....	73
Tabel 4.6	Dimensi Sump Pit Central Mantubuh	77
Tabel 4.7	Kapasitas Aktual Sump	77
Tabel 4.8	hasil pengukuran debit outlet pompa selwood H160 (103) 22 juni 2018	81

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1	Siklus Hidrologi.....	15
Gambar 2.2	Penyaliran Dengan <i>Sump</i>	17
Gambar 2.3	Cara Paritan	18
Gambar 2.4	Sistem Adit	18
Gambar 2.5	Bentuk-Bentuk Penampang Saluran.....	30
Gambar 2.6	Penampang Saluran Bentuk Trepesium.....	31
Gambar 2.7	Pompa Selwood	35
Gambar 2.8	Pipa HDPE	37
Gambar 2.9	Pengukuran Debit <i>Outlet</i> Pompa.....	39
Gambar 2.10	<i>Pump Performance Curve</i>	41
Gambar 2.11	SRC	43
Gambar 3.1	Bagan Aliran Penelitian.....	64
Gambar 4.1	Tabung Pengukur Curah Hujan	66
Gambar 4.2	<i>Catchment Area Pit</i> Central Mantubuh	74
Gambar 4.3	Rancangan <i>Sump Pit</i> Central Mantubuh.....	76
Gambar 4.5	<i>Sump Pit</i> Central Mantubuh	78
Gambar 4.6	Pompa Selwood HH200 (103).....	79
Gambar 4.7	Pipa HDPE.....	79
Gambar 4.8	<i>Outlet</i> Pompa	79
Gambar 4.9	Proses Pengukuran Debit <i>Outlet</i> Pompa.....	80

DAFTAR LAMPIRAN

- Lampiran A : Data Curah Hujan PT. Marunda Grahamineral Tahun 2008-2017
- Lampiran B : Parameter Statistik Untuk Menentukan Distribusi Curah Hujan Rencana
- Lampiran C : Perhitungan Intensitas Curah Hujan Menggunakan Rumus Mononobe
- Lampiran D : Perkiraan Volume Air Yang Masuk Ke *Sump Pit* Central Mantubuh
- Lampiran E : Perhitungan *Head* Pompa Selwood HH200 (103)
- Lampiran F : Simulasi Kebutuhan Pompa
- Lampiran G : Perhitungan Aktual Pompa Selwood HH200 (103)
- Lampiran H : Peta Kesampaian Daerah Penelitian
- Lampiran I : Peta Geologi Regional
- Lampiran J : Peta Situasi *Pit* Central Mantubuh

SARI

PT. Marunda Grahamineral merupakan salah satu perusahaan tambang yang bergerak dibidang batubara, dengan daerah operasi yang terletak di Kecamatan Laung Tuhup, Kabupaten Murung Raya, Provinsi Kalimantan Tengah. Sistem penambangan di PT. Marunda Grahamineral menggunakan sistem tambang terbuka dengan metode *open pit*. Seiring dengan kemajuan tambang maka akan menghasilkan cekungan yang besar dimana air akan terkonsentrasi pada elevasi terendah. Air yang masuk kedalam tambang harus segera dikeluarkan, karena keberadaan air tersebut akan sangat mengganggu kegiatan penambangan dan berpengaruh pada ketercapaian target produksi batubara.

Berdasarkan hasil analisis data curah hujan tahun 2008-2017 diperoleh curah hujan rencana harian sebesar 37,7389 mm, dengan periode ulang hujan 10 tahun, intensitas curah hujan 13,0833 mm/jam, resiko hidrolagi sebesar 83,32%, luas *catchment area* 102,68 ha, dengan luas pit Central Mantubuh 85,74 ha dan debit air limpasan sebesar 290.196,15 m³/hari. Kapasitas daya tampung *sump* pit Central Mantubuh sebesar 82.683,18 m³. Debit air yang harus dikeluarkan sebesar 86.041,18 liter, debit aktual pompa Selwood HH200 (103) sebesar 191,55 liter/detik, debit pompa yang diperlukan 310,3938 liter/detik.

Kesimpulan dari penelitian ini, pompa yang dibutuhkan, yaitu 1 unit pompa sejenis Selwood HH200. Dengan durasi pengeringan *sump* selama 11,34 hari, dengan asumsi jam kerja pompa 11 jam/hari. Adapun saran untuk penelitian ini yang pertama, sebelum perencanaan *sump* dibuat terlebih dahulu membuat perencanaan untuk saluran drainase, karena saluran drainase sangat penting untuk menentukan dimensi *sump*. Kedua, direkomendasikan menggunakan 1 unit pompa yaitu pompa Selwood HH200. Ketiga, perlu dilakukan pengukuran debit *outlet* pompa secara rutin 1 minggu 2 kali pengukuran debit *outlet* agar mengetahui pompa berkerja dengan baik atau tidak.

Kata Kunci : Curah hujan, debit limpasan, *catchment area*, *sump*, pompa

ABSTRACT

PT. Marunda Grahamineral is one of the mining companies engaged in coal, with an operating area located in Laung Tuhup Subdistrict, Murung Raya Regency, Central Kalimantan Province. Mining system at PT. Marunda Grahamineral uses an open pit system using the open pit method. As the mine progresses it will produce a large basin where water will be concentrated at the lowest elevation. Water entering the mine must be removed immediately, because the presence of the water will greatly disrupt mining activities and affect the achievement of coal production targets.

Based on the results of the analysis of rainfall data for 2008-2017, daily rainfall is 37.7389 mm, with a 10-year rain return period, rainfall intensity of 13.0833 mm / hour, hidrolagi risk of 83.32%, the area of catchment area of 102.68 ha, with a Central Mantubuh Pit area of 85.74 ha and runoff water discharge of 290.196,15 m³ / day. Central Mantubuh sump pit capacity is 82.683,18 m³. Discharge of water that must be issued is 86.041,18 liters, actual discharge of Selwood HH200 pump (103) is 191.55 liters / second, the required pump discharge is 310.3938 liters / second.

The conclusion of this study, So the pump needed is 1 unit of Selwood HH200 pump. With sump drying duration for 11.34 days, assuming pump hours are 11 hours / day. The first suggestion for this research, before planning the sump is made first, make a plan for the drainage channel, because the drainage channel is very important to determine the dimensions of the sump. Second, it is recommended to use 1 unit pump, the Selwood HH200 pump. Third, it is necessary to measure the pump outlet discharge regularly 1 week 2 times the outlet discharge measurement to determine whether the pump is working properly or not.

Keywords: *Rainfall, runoff discharge, cathment area, sump, pump*

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

PT. Marunda Grahamineral merupakan perusahaan yang melakukan kegiatan penambangan batubara dengan daerah operasi yang terletak di Kecamatan Laung Tuhup, Kabupaten Murung Raya, Provinsi Kalimantan Tengah. Kegiatan penambangan batubara PT. Marunda Grahamineral menggunakan sistem tambang terbuka dengan metode *open pit*, kegiatan penambangan yang dilakukan meliputi *land clearing*, *digging*, *loading*, dan *hauling*. Seiring dengan kemajuan tambang maka akan menghasilkan cekungan yang besar dimana air akan terkonsentrasi pada elevasi terendah sehingga pada saat musim hujan dasar tambang akan tergenang air akibat limpasan yang berasal dari air hujan. Air yang masuk kedalam tambang harus segera dikeluarkan, karena keberadaan air tersebut akan sangat mengganggu kegiatan penambangan dan berpengaruh pada ketercapaian target produksi batubara.

Oleh karena itu, untuk dapat mengendalikan air yang masuk ke *pit* sehingga aktivitas penambangan tetap dapat dilakukan walaupun dalam cuaca yang ekstrim, maka perlu mengalirkan air ke saluran yang terletak pada elevasi paling rendah. Sistem penyaliran tambang dengan kolam (*sump*) sangat umum diterapkan di tambang terbuka. Air yang masuk ke dalam tambang dikumpulkan ke *sump* yang biasanya dibuat di dasar

tambang dan dari *sump* tersebut air dipompa ke luar tambang. Maka perlu rancangan *sump* yang sesuai agar air yang masuk tidak meluap. Dengan mengetahui kapasitas *sump*, maka dapat diketahui kebutuhan pompa yang sesuai dan optimal. Faktor utama sistem penyaliran tambang berkaitan dengan curah hujan, intensitas curah hujan rencana, debit limpasan permukaan dan luas daerah tangkapan hujan (*cathment area*).

Metode-metode yang digunakan untuk menganalisis rancangan *sump* dan kebutuhan pompa yaitu, untuk menganalisis data curah hujan rencana menggunakan metode normal, log normal, dan gumbel, untuk menghitung intensitas curah hujan yaitu dengan metode mononobe, untuk menghitung debit limpasan menggunakan metode rasional, dan untuk mengukur debit *outlet* pompa yaitu dengan menggunakan metode *discharge* pompa.

Hal ini yang melatar belakangi untuk melakukan penelitian skripsi tentang penyaliran tambang di PT. Marunda Grahamineral.

1.2 Rumusan Masalah

Permasalahan yang ingin diteliti dalam penelitian skripsi ini adalah :

1. Berapa jumlah air yang masuk kedalam *sump* pada *Pit Central Mantubuh*?
2. Berapa kapasitas *sump* yang dibutuhkan untuk menampung air yang masuk pada *Pit Central Mantubuh*?
3. Berapa debit dan jumlah kebutuhan pompa untuk mengeluarkan air yang masuk kedalam *sump* pada *Pit Central Mantubuh* ?

1.3 Maksud dan Tujuan

1.3.1 Maksud

Adapun maksud dari penelitian skripsi ini adalah menganalisis rancangan *sump* yang baru dibuat, agar mengetahui berapa pompa yang akan dibutuhkan, berdasarkan rancangan *sump* tersebut.

1.3.2 Tujuan

Adapun tujuan dari penelitian skripsi ini antara lain:

1. Menghitung jumlah air yang masuk ke *Pit* Central Mantubuh.
2. Menghitung kapasitas *sump* di *Pit* Central Mantubuh.
3. Menganalisis debit dan jumlah kebutuhan pompa untuk mengeluarkan air yang masuk kedalam *sump* di *Pit* Central Mantubuh.

1.4 Manfaat Penelitian

Diharapkan dapat menjadi bahan pertimbangan bagi perusahaan dalam perancangan *sump* dan perencanaan pemompaan sebagai penunjang aktifitas penambangan. Mendapatkan rancangan *sump* dan sistem pemompaan yang efektif sehingga air yang masuk dapat diminimalkan.

1.3 Batasan Masalah

Dalam skripsi ini peneliti membatasi masalah sebagai berikut:

1. Metode yang digunakan untuk menganalisis data curah hujan rencana yaitu menggunakan metode Gumbel.
2. Metode yang digunakan untuk menghitung intensitas curah hujan yaitu dengan metode Mononobe.
3. Metode yang digunakan untuk menghitung debit limpasan menggunakan metode Rasional.
4. Metode yang dig
5. unakan untuk mengukur debit *outlet* pompa yaitu dengan menggunakan metode *Discharge* pompa.
6. Tidak mengukur air tanah.



BAB II

KAJIAN PUSTAKA

2.1 Penelitian Terdahulu

Dalam penulisan laporan skripsi ini peneliti menggali informasi dari penelitian-penelitian sebelumnya sebagai bahan perbandingan, baik mengenai kekurangan dan kelebihan yang sudah ada. Selain itu peneliti juga menggali informasi dari buku-buku, internet maupun skripsi dan laporan kerja praktik untuk mendapatkan informasi tentang teori yang berkaitan dengan judul yang digunakan untuk memperoleh landasan teori ilmiah.

Dewagga Jabal Putra, (2012) Dari Universitas Lambung Mangkurat. dalam skripsinya, perhitungan curah hujan rencana menggunakan metode gumbel, intensitas curah hujan dihitung dengan menggunakan metode mononobe, debit limpasan menggunakan metode rasional, perhitungan kapasitas dan ketahanan sump juga kebutuhan pompa menggunakan metode *water blance*, dan penentuan *cacthmant area* serta pembuatan rencana sistem penyaliran menggunakan *autocad* 2009. Hasil perhitungan curah hujan rencana diperoleh nilai untuk periode 5 tahun yaitu 156,07 mm, intensitas curah hujan perjam yaitu 22,42 mm/jam, dengan debit limpasan sebesar 1,90 m³/detik. Luas *cacthmant area* sebesar 34 ha, air yang terakumulasi sesuai pompa yang direkomendasikan yaitu kombinasi pompa multiflo 160 dan pompa multiflo 180 sebesar 1,598.4 m³/hari. Volume *sump* sebesar 1.858,63 m³. *Sump* berbentuk trapesium, panjang 28 m kedalaman 4

m, panjang dasar 18,47 m dan lebar 20 m, elevasi *inlet* 23 mdpl elevasi *outlet* 46 mdpl dengan panjang pipa 104,56 m.

M Akib Abro, (2013) dari Universitas Sriwijaya. dalam skripsinya, Total debit air maksimum yang masuk ketambang yaitu 320.912,1 m³/bulan. Dengan rencana volume *sump* hingga tahun 2016 adalah 21.070 m³, maka durasi air pada *sump* dapat terisi maksimum adalah 3,38 jam. Rencana penggunaan pompa DnD 200 – 5Hx dengan debit aktual 750 m³/jam, *head* total 102,78 m, dan daya pompa 357,56 KW. Agar air yang keluar maksimum dapat mengeringkan *sump* maka di butuhkan pemompaan selama 427,88 jam dan apabila pompa dapat berjalan maksimal 18 jam/hari maka lama pemompaan 24 hari. Rencana penambangan PT. Muara Alam Sejahtera hingga tahun 2016 tidak akan terhambat oleh air tambang jika pompa DnD 200 – 5Hx dapat bekerja secara optimal.

2.2 Sistem Penambangan

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

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

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

pasar, dan kebijakan pemerintah akhirnya juga akan turut jadi pertimbangan dalam pemilihan metode tambang yang pas.

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

2.3 Metode Penambangan

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

a. *Open pit*

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

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

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

b. Open Cast

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

b. *Strip Mine*

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

c. *Quarry*

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

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

1. *Side Hill Type*

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

2. *Pit Type/ Subsurface Type*

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

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

d. Alluvial mining

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

2.4 Sirkulasi Air di Bumi

Di bumi terdapat kira-kira sejumlah 1,3-1,4 miliar km³ air 97,5% adalah air laut, 1,75% berbentuk es dan 0,73% berada di daratan sebagai air sungai, air danau, air tanah dan sebagainya.

Hanya 0,001% berbentuk uap di udara. Siklus hidrologi adalah suatu tahapan siklus pergerakan air dari atmosfer jatuh ke permukaan bumi dan kemabali ke atmosfer. Siklus ini melalui beberapa tahapan mulai dari proses evaporasi, evapotranspirasi dan presipitasi. Air laut yang mengalami pemanasan oleh sinar matahari akan menguap menjadi awan. Air berevaporasi, kemudian jatuh sebagai presipitasi dalam bentuk hujan, salju dan kabut. Pada perjalanan menuju bumi beberapa presipitasi dapat berevaporasi kembali ke atas atau langsung jatuh yang kemudian diintersepsi oleh tanaman sebelum mencapai tanah. Setelah mencapai tanah, siklus hidrologi terus bergerak secara kontinyu dalam tiga cara yang berbeda. (Soemarto, 1995)

2.4.1 Presipitasi

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

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

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

(Sumber : Soemarto, 1995)

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

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

2.4.2 Evaporasi / transpirasi

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

2.4.3 Infiltrasi

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

Infiltrasi mempunyai arti penting terhadap :

a. Proses Limpasan (*run off*)

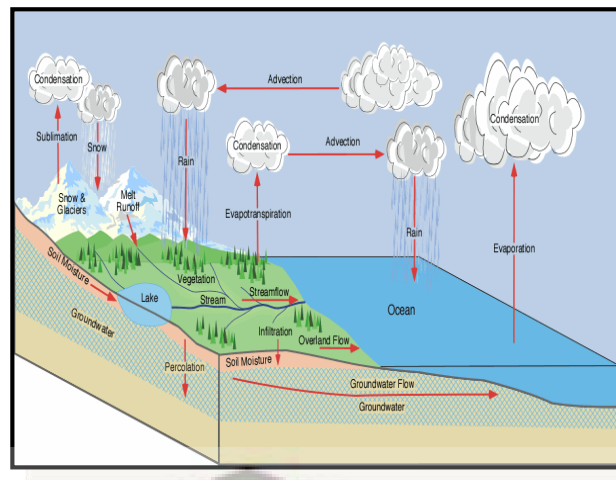
Daya infiltrasi menentukan besarnya air hujan yang dapat diserap kedalam tanah, sekali air hujan tersebut masuk ke dalam tanah ia dapat diuapkan kembali atau mengalir sebagai air tanah. Aliran air tanah sangat lambat. Makin besar daya infiltrasi, maka perbedaan antara intensitas curah hujan dengan daya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

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

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

2.4.4 Air Permukaan

Air bergerak di atas permukaan tanah dekat dengan aliran utama dan danau; makin landai lahan dan makin sedikit pori-pori tanah, maka aliran permukaan semakin besar. Aliran permukaan tanah dapat dilihat biasanya pada daerah urban. Sungai-sungai bergabung satu sama lain dan membentuk sungai utama yang membawa seluruh air permukaan di sekitar daerah aliran sungai menuju laut. (Sosrodarsono, Suyono dan Kensaku Takeda. 2003)



Gambar 2.1 Siklus Hidrologi

(Sumber : Sosrodarsono, Suyono dan Kensaku Takeda. 2003)

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

2.5 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. 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 atau udara. Daerah ini dipisahkan dari daerah jenuh oleh jaringan kapiler. Air yang berada pada daerah jenuh disebut air tanah. (Suryono, I.T., dan Mustaqfirin, A. 2015)

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

2.5.1 *Mine Drainage*

Merupakan upaya untuk mencegah masuknya atau mengalirnya air ke daerah penambangan. Hal ini umumnya dilakukan untuk penanganan air tanah dan air yang berasal dari sumber air permukaan.

Beberapa metode *mine drainage* untuk mencegah agar air tidak masuk ke lokasi penambangan yaitu: metode *siemens*, *small pipe system with vacuum pump*, *deep well pump method*, dan *elektro osmosis*.

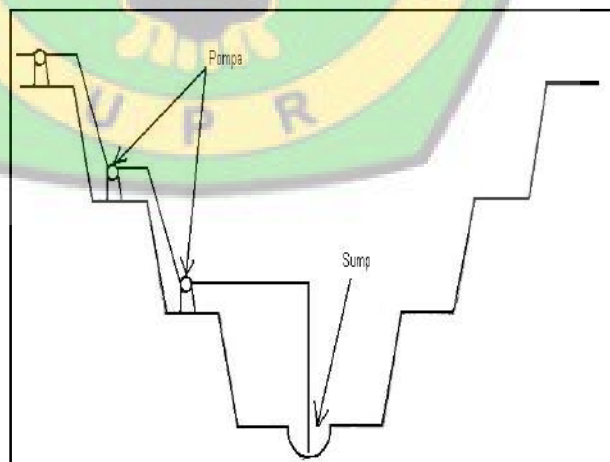
(Arafah HK, 2006)

2.5.2 Mine Dewatering

Mine dewatering merupakan upaya untuk mengeluarkan air yang masuk ke dalam pit penambangan. *Mine dewatering* pada suatu daerah penambangan juga berkaitan dengan sistem penyaliran air yang di keluarkan dari *site* penambangan untuk diolah sehingga air tersebut layak untuk di alirkan kembali ke aliran yang alami seperti sungai. Beberapa metode penyaliran *Mine dewatering* yang digunakan untuk menyalirkan air adalah sebagai berikut : (Arafah HK, 2006)

a. Penyaliran dengan *Sump*

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

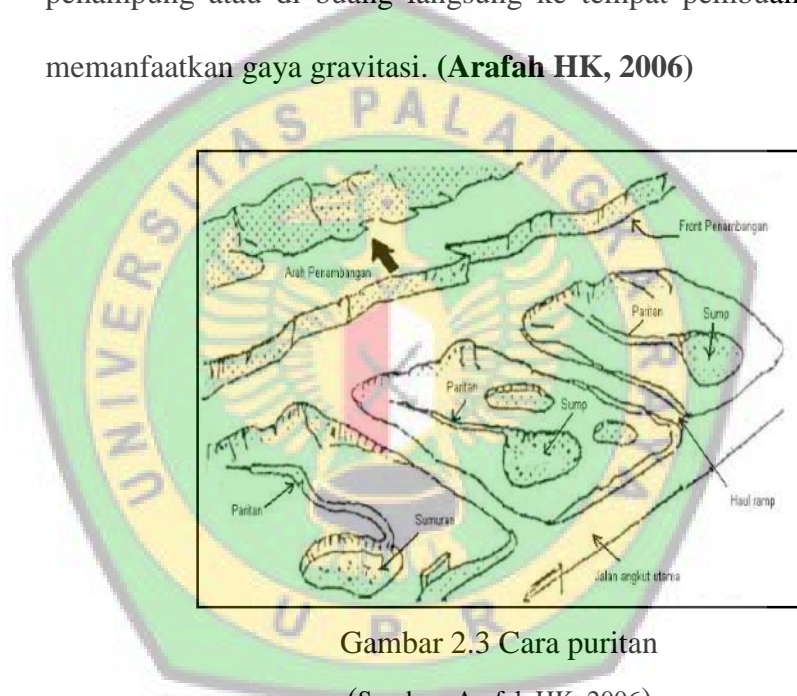


Gambar 2.2 Penyaliran dengan *Sump*

(Sumber :Arafah HK, 2006)

b. Cara Paritan

Penyaliran dengan cara paritan ini merupakan cara yang paling mudah, yaitu dengan pembuatan paritan (saluran) pada lokasi penambangan. Pembuatan parit ini bertujuan untuk menampung air limpasan yang menuju lokasi penambangan. Air limpasan akan masuk ke saluran-saluran yang kemudian di alirkan ke suatu kolam penampung atau di buang langsung ke tempat pembuangan dengan memanfaatkan gaya gravitasi. (Arafah HK, 2006)

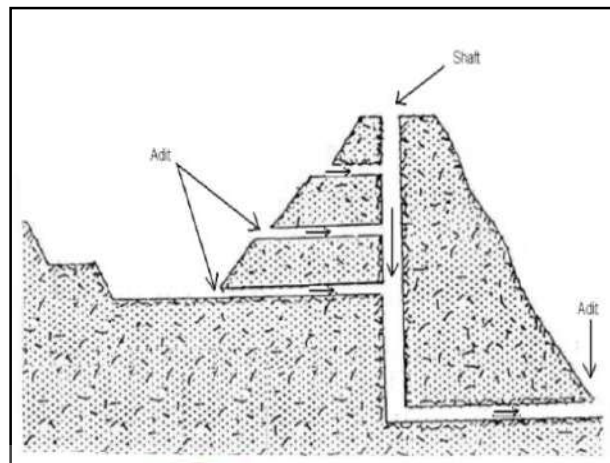


Gambar 2.3 Cara puritan

(Sumber :Arafah HK, 2006)

c. Sistem Adit

Penirisan dengan menggunakan sistem adit di lakukan pada tambang dengan sistem *open cut* yang mempunyai jenjang majemuk (*multiple bench*). Di setiap jenjang dibuat adit dan dari adit ini air buangan diteruskan ke *shaft* kemudian dari *shaft* dialirkan lagi ke adit terakhir di bagian bawah dan langsung dibuang ke luar.



Gambar 2.4 Sistem Adit

(Sumber :Arafah HK, 2006)

Pengolahan air yang dilakukan adalah dengan membuat kolam pengendapan (*settling pond*) yang berguna untuk tempat mengendapnya material-material lumpur yang terlarut dalam air yang berasal dari elevasi terbawah *site* penambangan (*sump*), sampai air tersebut jernih kembali dan sudah layak untuk di alirkan ke ekosistem alam sehingga air tersebut tidak merusak kehidupan di ekosistem lingkungan tersebut.

Mine Dewatering dipengaruhi oleh debit air yang masuk ke dalam pit tambang dan debit yang keluar oleh pemompaan. Debit air yang masuk pada *site* penambangan memiliki sumber-sumber, seperti limpasan air hujan, air tanah dan rembesan dari sumber air permukaan. Perkiraan debit air yang masuk dapat dilihat dari intensitas hujan yang masuk ke dalam pit dalam suatu zona luasan *Catchment Area*, hal ini juga ditentukan oleh faktor curah hujan yang terjadi pada daerah tersebut. (Arafah HK, 2006)

2.6 Faktor-faktor yang Mempengaruhi *Mine Dewatering*

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

2.6.1 Curah Hujan

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

Pengamatan curah hujan dilakukan dengan alat pengukur curah hujan. Ada dua jenis alat pengukur curah hujan, yaitu alat ukur manual dan otomatis. Alat ini biasanya diletakkan ditempat terbuka agar air hujan yang jatuh tidak terhalang oleh bangunan atau pepohonan. (Arafah HK, 2006)

2.6.2 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 analisa peta topografi, berdasarkan kondisi daerahnya seperti adanya daerah hutan, lokasi penimbunan, kepadatan alur drainase, serta kondisi kemiringan.

(Arafah HK, 2006)

2.6.3 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 (*drainase*). (Arafah HK, 2006)

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

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

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

b. Faktor Fisik

- Kondisi penggunaan tanah atau lahan misalnya : air yang jatuh di daerah vegetasi yang kurang lebat, kemudian mengisi rongga-rongga tanah yang terbuka akan cepat mengalami infiltrasi.
- Jenis tanah dan bentuk butir adalah faktor yang mempengaruhi kapasitas infiltrasi.
- Faktor lain yang mempengaruhi limpasan seperti pola aliran sungai dan daerah pengaliran secara tidak langsung serta drainase buatan lain.

c. Debit Limpasan (*Run Off*)

Air limpasan adalah bagian dari curah hujan yang mengalir diatas permukaan tanah menuju sungai, danau atau laut. Air hujan yang jatuh kepermukaan tanah yang langsung masuk ke dalam tanah disebut infiltrasi. Aliran itu terjadi karena curah hujan yang mencapai permukaan bumi tidak dapat terinfiltrasi, baik yang disebabkan karena intensitas curah hujan atau faktor lain misalnya kelerengan, bentuk dan kekompakan permukaan tanah serta vegetasi. Dari sekian banyak faktor yang paling banyak atau besar pengaruhnya adalah kondisi penggunaan lahan dan kemiringan atau perbedaan ketinggian daerah,

faktor-faktor ini digabungkan dan dinyatakan oleh suatu angka yang disebut koefisien limpasan (tabel 2.2).

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

$$Q = 0,002778 \cdot C \cdot I \cdot A$$

(Suryono, I.T., dan Mustaqfirin, A. 2015)

Keterangan :

- Q = Debit aliran limpasan (m³/detik)
 C = Koefisien limpasan (Lihat Tabel 2.2)
 I = Intensitas curah hujan (mm/jam)
 A = Luas daerah tangkapan Hujan (Km²)

Tabel 2.2 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 : Suryono, I.T., dan Mustaqfirin, A. 2015)

2.7 Analisis Data Curah Hujan

Dalam perencanaan sistem penyaliran untuk air permukaan pada suatu tambang, diperlukan suatu perkiraan hujan, yaitu curah hujan rencana dengan periode ulang tertentu yang ditetapkan sebagai acuan dalam perancangan. Untuk menentukan perkiraan curah hujan rencana, perlu dilakukan analisis frekuensi dari data curah hujan yang tersedia. Makin lama selang waktu pengukuran akan semakin akurat pula hasil analisis frekuensi. Data curah hujan yang akan dianalisis adalah besarnya curah hujan harian maksimum. (Kamiana, I Made. 2012)

2.7.1 Periode Ulang Hujan

Periode ulang adalah waktu hipotetik dimana suatu kejadian dengan nilai tertentu, hujan rencana misalnya akan disamai atau dilampaui 1 kali dalam jangka waktu hipotetik tersebut. Misalnya hujan rencana dengan periode ulang 5 tahun = 10 mm, tidak berarti hujan sebesar 10 mm akan secara periodik 1 kali setiap 5 tahun, melainkan setiap tahunnya ada kemungkinan terjadi 1/5 kali terjadi hujan yang besarnya sama atau lebih dari 10 mm. Penentuan periode ulang hujan dilakukan dengan menyesuaikan data dan keperluan pemakaian saluran yang berkaitan dengan umur tambang serta tetap memperhitungkan resiko hidrologi (*Hidrology Risk*). (Kamiana, I Made. 2012)

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

pada (tabel 2.3), dari tabel diketahui bahwa periode ulang hujan untuk beberapa daerah adalah berbeda satu dengan yang lainnya.

Tabel 2.3 Periode ulang hujan untuk sarana penyaliran pada daerah tambang

Keterangan	Periode ulang hujan (tahun)
Daerah terbuka	0,5
Sarana tambang	2-5
Lereng tambang & penimbunan	5-10
Sumuran utama	10-15
Penyaliran keliling tambang	25
Pemindahan aliran sungai	100

(Sumber :Kamiana, I Made. 2012)

2.7.2 Curah Hujan Rencana

Dalam perencanaan sistem penyaliran untuk air permukaan pada suatu tambang, hujan rencana merupakan kriteria utama karena berguna dalam menentukan debit air yang masuk ke *pit* penambangan. Hujan rencana adalah hujan maksimum yang mungkin terjadi selama umur dari sarana penirisan tersebut.

Periode ulang hujan adalah hujan maksimum yang diharapkan terjadi pada setiap tahun (n). Jika suatu data curah hujan mencapai harga tertentu (x) yang diperkirakan terjadi satu kali dalam n tahun, maka n tahun dapat dianggap sebagai periode ulang dari x . Dalam analisa frekuensi data curah hujan guna memperoleh nilai hujan rencana dikenal dengan beberapa distribusi probabilitas yang sering digunakan yaitu gumbel, normal, log normal dan log pearson III. (Kamiana, I Made. 2012)

Penentuan jenis distribusi probabilitas yang sesuai dengan data dilakukan dengan mencocokkan parameter data tersebut dengan syarat masing-masing jenis distribusi seperti pada (tabel 2.4).

Tabel 2.4 Parameter statistik untuk menentukan jenis distribusi

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

(Sumber: Kamiana, I Made. 2012)

Keterangan tabel 2.4 adalah sebagai berikut, dari data di atas didapat perhitungan parameter statistik sebagai berikut:

1. Mean / nilai tengah / rerata

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

2. Simpangan Baku / Standard Deviasi

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

3. Koefisien Variansi / *Variation Coefficient*

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

4. Asimetri / Kemencengan / *Skewness*

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

5. Kurtosis

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

2.7.3 Intensitas Curah Hujan

Intensitas curah hujan adalah jumlah air hujan yang jatuh dalam areal tertentu dalam jangka waktu yang relatif sangat singkat dinyatakan dalam mm/dtk, mm/mnt atau mm/jam. Intensitas curah hujan biasanya disimbolkan dengan huruf I dengan satuan mm/jam, yang artinya tinggi atau kedalaman yang terjadi adalah sekian mm dalam periode waktu satu jam. Hubungan antara intensitas hujan, lama hujan, dan frekuensi hujan biasanya dinyatakan dengan lengkung Intensitas-Durasi-Frekuensi (IDF = *Intensity Duration Frequency Curve*), diperlukan data hujan jangka pendek, misalnya 5 menit, 10 menit, 30 menit, 60 menit dan jam-jaman untuk membentuk lengkung IDF. (Kamiana, I Made. 2012)

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

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

(Sumber :Kamiana, I Made. 2012)

Keterangan :

I = Intensitas curah hujan (mm/jam)

t = Lama waktu hujan (jam)

R₂₄ = Curah hujan harian maksimum (mm)

Tabel 2.5 Hubungan antara derajat curah hujan dan intensitas curah hujan

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

(Sumber : Suwandhi, 2004 : 10)

2.7.4 Resiko Hidrologi

Resiko hidrologi adalah kemungkinan suatu kejadian akan terjadi minimal satu kali pada periode ulang tertentu. (Sosrodarsono, Suyono dan

Kensaku Takeda. 2003)

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

Keterangan :

P = Resiko Hidrologi

Tr = Periode Ulang

Tl = Umur tambang

2.8 Sumuran (*Sump*)

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

Dalam sistem penyaliran itu sendiri terdapat beberapa bentuk penampang penyaliran yang dapat digunakan. Bentuk penampang penyaliran diantaranya bentuk segi empat, bentuk segitiga dan bentuk trapesium. (Chow, Ven Te., Et Al, 1988)

Beberapa macam penampang saluran :

- a. Bentuk segi empat

$$Bb = 2d$$

$$A = 2d^2$$

$$P = 4d$$

- b. Bentuk segitiga

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

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

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

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

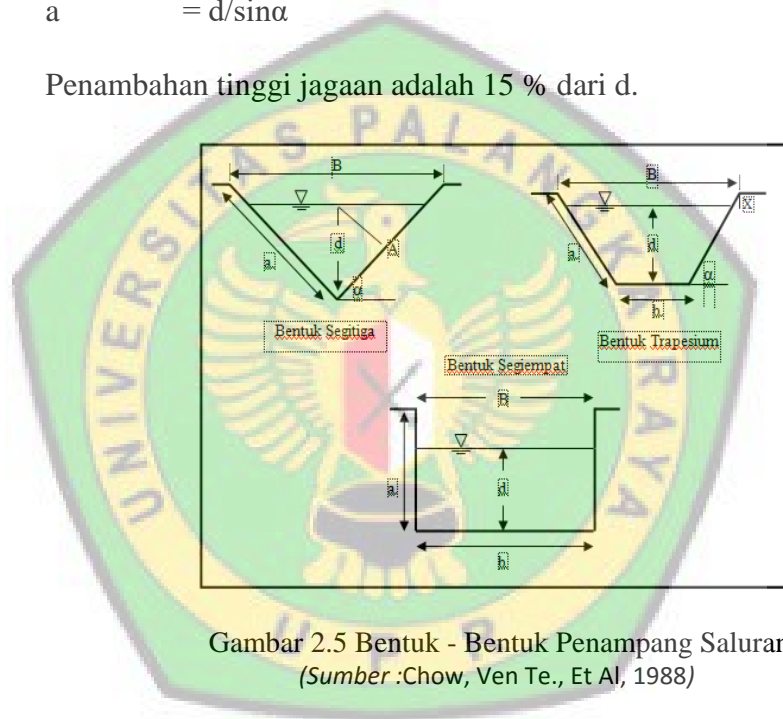
- c. Bentuk trapesium

Dalam menentukan dimensi saluran bentuk trapesium dengan luas maksimum hidrolis, luas penampang basah saluran (A), jari-jari hidrolis (R), kedalaman penampang aliran (d), lebar dasar saluran (b),

penampang sisi saluran dari dasar kepermukaan (a), lebar permukaan saluran (B), dan kemiringan dinding saluran (m), mempunyai hubungan yang dapat dinyatakan sebagai berikut :

$$\begin{aligned} A &= b \cdot d + m \cdot d^2 \\ R &= 0,5 \cdot d \\ B &= b + 2m \cdot d \\ b/d &= 2 \{(1 + m^2)^{0,5} - m\} \\ a &= d/\sin\alpha \end{aligned}$$

Penambahan tinggi jagaan adalah 15 % dari d .



Gambar 2.5 Bentuk - Bentuk Penampang Saluran
(Sumber :Chow, Ven Te., Et Al, 1988)

Bentuk penampang saluran yang paling sering digunakan dan umum dipakai adalah bentuk trapesium, sebab mudah dalam pembuatannya, murah, efisien dan mudah dalam perawatannya, serta stabilitas kemiringan dindingnya dapat disesuaikan menurut keadaan daerah. Penampang saluran bentuk trapesium dapat dilihat pada (gambar 2.6).

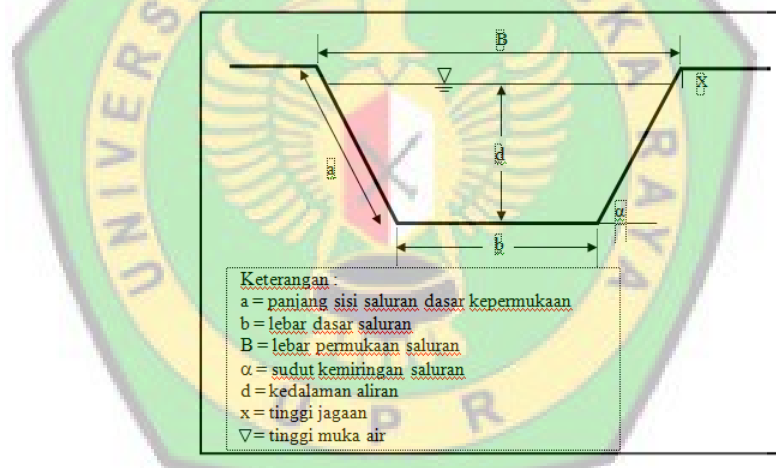
Untuk dimensi penyaliran dengan bentuk trapesium dengan luas penampang optimum dan mempunyai sudut kemiringan 60^0 maka :

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

Sehingga harga b/d adalah : $b/d = 2 \{(1 + m^2)^{0,5} - m\}$

$$b = 1,15 d$$

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



Gambar 2.6 Penampang Saluran Bentuk Trapesium

(Sumber :Chow, Ven Te., Et Al, 1988)

Perhitungan kapasitas pengaliran suatu saluran dapat dihitung menggunakan rumus *Manning* (Chow, Ven Te, Et Al, 1988) yaitu :

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

Keterangan :

Q = debit pengaliran maksimum (m^3/detik)

A = luas penampang (m^2)

S = kemiringan dasar saluran (%)

R = jari-jari hidrolis (meter)

n = koefisien kekasaran dinding saluran menurut *Manning*

Tabel 2.6 Koefisien Kekasaran Dinding Saluran Menurut *Manning*

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

(Sumber :Chow, Ven Te., Et Al, 1988)

Dimensi *sump* 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* :

$$\text{Volume Sump} = \frac{1}{2} \times (P_a + P_b) \times T \times (B_a + B_b)$$

Keterangan :

P_a = panjang permukaan *sump* (m)

P_b = panjang dasar *sump* (m)

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

B_a = lebar permukaan *sump* (m)

B_b = Lebar dasar *sump* (m)

(Margareth, 2010 :13-14)

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

a. *Travelling Sump*

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

b. *Sump* Jenjang

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

tujuan untuk mencegah meresapnya air yang dapat menyebabkan longsornya jenjang.

c. *Main Sump*

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

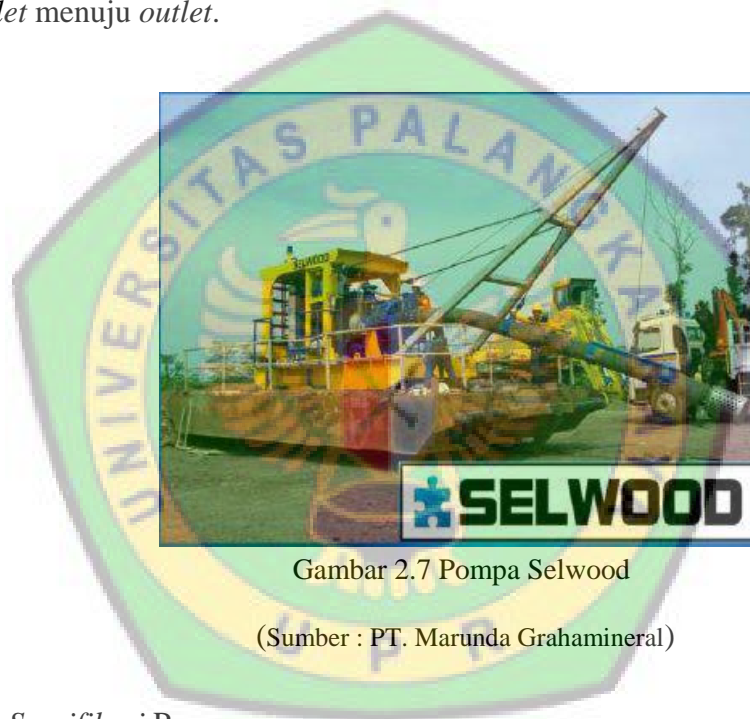
2.9 Sistem Pemompaan

Pada penirisan tambang terbuka umumnya dilakukan dengan pemompaan. Penirisan dengan sistem pemompaan adalah mengeluarkan air yang terkumpul pada sumuran penampung sementara (*sump*) yang berada di dasar lubang bukaan tambang (*pit*), air yang terkumpul tersebut selanjutnya dipompa keluar.

Penirisan dengan pemompaan dapat dilakukan dengan sistem pemompaan langsung, menggunakan pompa *slurry* dan dengan sistem pemompaan tidak langsung berupa fasilitas pompa yang terpasang terpisah untuk memompa air bersih (tidak berlumpur), dimana air tambang yang terkumpul diendapkan terlebih dahulu untuk memisahkan air jernih dengan endapan lumpur pada suatu sumur pengendap. (Margareth, 2010)

2.9.1 Pompa

Pompa merupakan alat yang berfungsi untuk memindahkan zat cair dengan menggunakan prinsip perbedaan tekanan. Prinsip kerja yang harus dimengerti adalah bahwa zat cair itu bergerak dari tekanan yang tinggi ke tekanan yang rendah. Cara kerja pompa secara umum adalah menciptakan perbedaan tekanan tersebut sehingga zat cair dapat berpindah tempat dari *inlet* menuju *outlet*.



Gambar 2.7 Pompa Selwood

(Sumber : PT. Marunda Grahamineral)

- *Spesifikasi Pompa*
 - *Pump type* : H200 C5
 - *Maximum flowrate* : 1100 m³/Hr
 - *Engine option* : Caterpillar C18 ACERT; 429 KW
 - *Shutoff head* : 140 m (450 FT)
 - *Inlet / outlet port* : 200/200 mm
 - *Max solid size* : 60 mm
 - *Fuel capacity* : 4500 litre

- *Klasifikasi Pompa*

- a. Pompa Sentrifugal

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

- Pompa Tekanan Rendah

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

- 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.

- Pompa Tekanan Tinggi

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

- b. Pompa Aliran Campur

Tekanan julang (*head pressure*) pompa jenis ini dihasilkan sebagai akibat dari gaya sentrifugal dan desakan sudu 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.

Tabel 2.7 Data yang diperlukan untuk pemilihan pompa

No.	Data yang diperlukan	Keterangan
1	Kapasitas	Diperlukan juga keterangan mengenai kapasitas maksimum dan minimum
2	Kondisi isap	Tinggi isap dari permukaan air isap ke level pompa. Tinggi fluktuasi permukaan air isap. Tekanan yang bekerja pada permukaan air isap. Kondisi pipa isap.
3	Kondisi keluar	Tinggi permukaan air keluar ke level pompa. Tinggi fluktuasi permukaan air keluar. Kondisi
4	Head total pompa	Harus ditentukan berdasarkan kondisi-kondisi diatas.
5	Jenis zat cair	Air tawar, air laut, minyak, zat cair khusus (zat kimia), temperatur, berat jenis, viskositas, kandungan zat padat, dan lain-lain.
6	Jumlah pompa	
7	Kondisi kerja	Kerja terus-menerus, terputus-putus, jumlah jam kerja seluruhnya dalam setahun.
8	Penggerak	Motor listrik, motor bakar torak, turbin uap.
9	Poros tegak atau mendatar	Hal ini kadang-kadang ditentukan oleh pabrik pompa yang bersangkutan berdasarkan instalasinya.
10	Tempat instalasi	Pembatasan-pembatasan pada ruang instalasi, ketinggian diatas permukaan laut, diluar atau di dalam gedung, fluktuasi temperatur.

(Sumber : Sularso dan Haruo T, 1987)

2.9.2 Pipa

Pipa adalah saluran tertutup yang digunakan untuk mengalirkan fluida. Pipa untuk keperluan pemompaan biasanya terbuat dari baja, dengan jenis pipa HDPE.



Gambar 2.8 Pipa HDPE

(Sumber : PT. Marunda Grahamineral)

2.9.3 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:

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

(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). $H_1 = H_{1d} + H_{1s}$

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

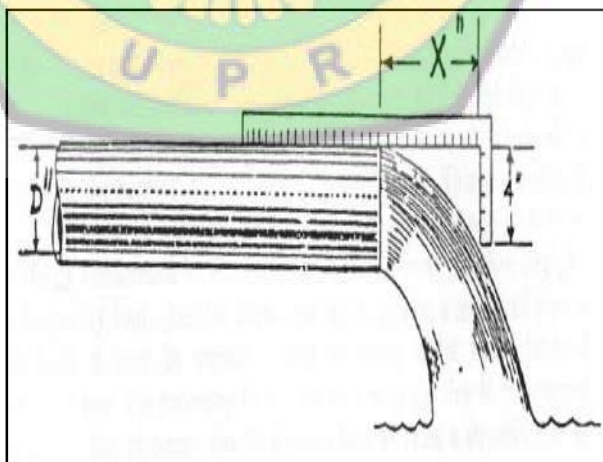
g = percepatan gravitasi (9,8 m/det²)

2. *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.

2.9.4 Debit Pemompaan

Debit pompa dapat ditentukan berdasarkan spesifikasi maupun dengan pengukuran actual debit pompa pada *outlet* pompa. Debit berdasarkan spesifikasi pompa dapat diketahui berdasarkan pompa yang digunakan, berdasarkan kecepatan pompa, efisiensi dan *head* pompa yang dikehendaki. Dalam perkembangan metode *discharge*, dilakukan modifikasi pada alat ukur Stick Bar yang digunakan yaitu sisi yang panjang (X) dan sisi yang pendek (Y = 30 cm). (Sularso dan Haruo T, 1987)



Gambar 2.9 Pengukuran debit *outlet* pompa

(Sumber : Sularso dan Haruo T, 1987)

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

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

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

(Sumber : Sularso dan Haruo T, 1987)

Keterangan :

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

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

x = *Horizantal distance* (cm)

y = *Vertical distance* (cm)

g = Percepatan gravitasi (9,81 m/s²)

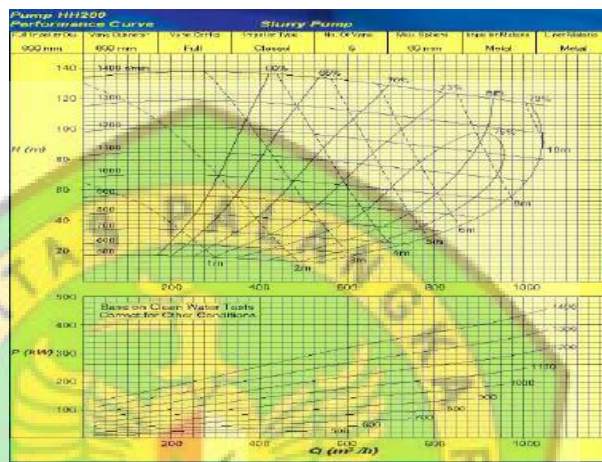
v = Volume debit

2.9.5 Pump Curve (Grafik Pompa)

1. Pump Performance Curve

Setiap pompa memiliki grafik yang menunjukkan kinerja dari pompa tersebut. Grafik tersebut dikenal dengan nama *Pump Performance Curve* (grafik kemampuan pompa). Dalam grafik ini akan tergambar performa pompa terhadap debit dan pompa pada kecepatan yang konstan. Grafik ini didapatkan dengan melakukan pengtesan terhadap setiap pompa dengan menggunakan air bersih. Jadi setiap pompa akan mempunyai grafik yang berbeda – beda, dan

tidak ada 2 jenis pompa yang memiliki grafik yang sama. Grafik kemampuan pompa merupakan grafik debit dan *head* kemampuan pompa. Selain debit dan *head*, pada grafik kemampuan pompa juga tergambar nilai NPSHr, RPM, Daya yang dibutuhkan serta efisiensi pompa.

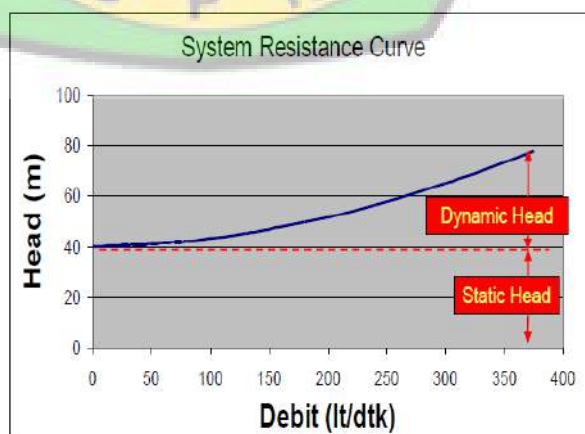


Gambar 2.10 Pump Performance Curve
(Sumber : Sularso dan Haruo T, 1987)

Dari grafik dapat terlihat bahwa besar debit yang dihasilkan oleh *centrifugal pump* tergantung dari *total head* yang tercipta pada sistem pemompaan itu. *Head* yang dimaksud di *performance curve* sebenarnya adalah nilai tekanan yang dinyatakan dalam m. *Head* diartikan sebagai besarnya hambatan/tekanan yang dialami pompa untuk mengalirkan larutan menuju ke *outlet*. Semakin besar *head* dalam *system* yang sama berarti pompa mengalirkan larutan lebih sedikit.

2. *System Resistance Curve*

Sebelumnya telah dibahas mengenai grafik *performance curve* yang berisi data kemampuan pompa, akan tetapi sebenarnya sistem pipa juga mempunyai grafiknya sendiri. Grafik tersebut disebut *system performance curve (SRC)*. Grafik tersebut juga harus ditampilkan untuk memberi gambaran hubungan dari *total head* yang harus dihadapi pompa pada debit yang berbeda – beda. *Total head* dibagi menjadi 2 jenis yaitu *static head* dan *dynamic head*. *Static head* dinyatakan sebagai beda tinggi antara permukaan air di pipa *suction* dengan lokasi paling tinggi pada pipa *outlet*. Sementara *dynamic head* adalah hambatan yang diakibatkan oleh faktor Bergeraknya larutan di dalam pipa. Nilai *static head* untuk suatu *system* adalah tetap, sementara *dynamic head* berubah tergantung dari kecepatan aliran di pipa *discharge* yang dipengaruhi oleh kekasaran pipa, diameter pipa, kecepatan aliran dan panjang pipa.



Gambar 2.9 SRC

(Sumber : Sularso dan Haruo T, 1987)

Tampak pada gambar di atas, semakin besar nilai debit yang melalui pipa maka semakin besar pula nilai total *head* yang tercipta pada sistem. Sistem yang bagus adalah sistem dengan nilai *dynamic head* yang kecil. Pembahasan mengenai *dynamic head* dimulai dari saat larutan masuk ke pipa *suction* hingga larutan keluar melalui pipa *discharge*. Besar jalur pipa yang dilalui, panjang jalur pipa dan tipe material pipa yang digunakan mempengaruhi kecepatan aliran pipa sehingga akan mempengaruhi *dynamic head* yang dihasilkan, Kemudian banyaknya belokan dan *valve* yang dilalui juga akan memperbesar nilai *dynamic head*, Selain itu jenis larutan juga mempengaruhi dimana larutan dengan *Specific Gravity (SG)* lebih tinggi akan mempunyai nilai *dynamic head* lebih besar.

Jadi *dynamic head* adalah semua hambatan yang dilalui pipa mulai dari masuk ke pipa *suction* hingga keluar ke pipa *discharge*. Grafik *system resistance curve* berfungsi untuk melihat kemampuan pompa sebenarnya pada saat pompa terpasang pada sistem pipa. Untuk mendapatkan nilai titik kerja pompa yang direncanakan yang harus dilakukan adalah mencari perpotongan antara grafik *performance curve* dengan grafik *system resistance curve*.

2.9.6 Faktor- Faktor Yang Mempengaruhi Sistem Pemompaan

2.9.6.1 Instalasi Pipa

Suatu instalasi pipa yang diterapkan pada suatu sistem pemompaan, harus mampu mensuplai semua sistem yang akan bekerja. Untuk itu perencanaan instalasi pipa sangat menentukan keberhasilan suatu sistem pemompaan. Instalasi pipa dimaksud di atas harus seefisien mungkin agar dalam pengoperasian pompa tidak mengalami hambatan.

Hal ini dapat dijelaskan, karena suatu instalasi pipa yang tidak efisien secara langsung akan mempengaruhi *head* total pompa dan memiliki korelasi langsung dengan kapasitas aliran dan kecepatan aliran, yang mana kecepatan aliran tersebut sangat mempengaruhi *head* total dari pompa. Selain hal tersebut diatas, pemilihan bahan untuk instalasi memegang peranan penting, karena pemilihan bahan yang sesuai akan mempermudah kondisi operasional dari sistem pemompaan itu sendiri. Pipa adalah saluran tertutup yang digunakan untuk mengalirkan fluida, Untuk keperluan tambang banyak menggunakan pipa dengan jenis HDPE (*High Density Poliethylene*). (Sularso dan Haruo T, 1987)

Tabel 2.8 Hubungan diemeter pipa dengan kapasitas aliran

Diameter Dalam Pipa		Kapasitas
Inch	Mm	M ³ /menit
2	50	0,17
4	100	1,13
6	150	2,85
8	200	4,25
10	250	7,10
12	300	11,4

(Sumber : Sularso dan Haruo T, 1987)

2.9.6.2 Katup

Katup adalah instalasi pompa untuk menutup aliran, mencegah aliran balik, atau mengatur aliran. Dalam beberapa hal dipakai gabungan dari dua katup atau lebih, dan dalam hal lain satu katup dipakai untuk melakukan lebih dari satu tugas. Dalam memilih katup, tujuan dan kondisi pemakaian (seperti tekanan, temperatur, jenis zat cair, frekuensi pemakaian).

2.9.6.3 Tadah Isap dan Tadah Keluar

1. Tadah isap

Tadah isap adalah suatu saringan yang dipasang menutupi ujung isap pada suatu pompa. Bentuk dan ukuran tadah isap serta saluran masuk di dekatnya akan mempengaruhi secara langsung performansi dan kondisi kerja sebuah pompa. hal ini terutama akan sangat berpengaruh bila impeler dipasang dekat ujung pipa isap seperti pada pompa aksial atau pompa aliran campur dengan poros tegak. Jadi tadah isap yang kurang baik akan menimbulkan pusaran menyebabkan perputaran aliran di dalam pipa isap pompa. Keadaan ini akan mengubah performansi pompa, dan udara dapat masuk ke dalam pipa isap sehingga kadang-kadang menimbulkan bunyi dan getaran.

2. Tadah keluar

Tadah keluar adalah ujung dari suatu pompa yang akan disambung dengan pipa HDPE. Jika air dikeluarkan ke tadah keluar

dengan kecepatan sama dengan di pipa keluar maka energi kecepatan yang di kandung aliran akan hilang seluruhnya. Hal ini tentu saja merugikan. Dalam hal pompa dengan *head* rendah, perbandingan antara *head* kecepatan dan *head static* pompa adalah besar. Maka besarnya kecepatan keluar akan sangat mempengaruhi harga efisiensi pemompaan. Jadi untuk mencegah kerugian energy kecepatan keluar, perlu dipasang reduser untuk menurunkan kecepatan aliran secara bertahap.

2.9.6.4 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.

2.9.6.5 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.

2.9.6.6 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.

BAB III

METODE PENELITIAN

3.1 Gambaran Umum Wilayah Penelitian

3.1.1 Profil Perusahaan

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

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

Tindakan selanjutnya setelah studi kelayakan yang dilakukan adalah usaha *Development* yaitu mempersiapkan segala sesuatu yang diperlukan

sebelum penambangan dilakukan, mulai dari membuat desain tambang sampai menyediakan sarana dan prasarana yang dilaksanakan dari tahun 2002 sampai tahun 2003. Setelah semuanya terencana dan tersedia maka kegiatan yang dilakukan adalah produksi yang dilakukan mulai tahun 2004 sampai sekarang.

Daerah konsesi PT.Marunda Grahamineral berdasarkan Surat

Keputusan Menteri Energi dan Sumber Daya Mineral No:

231.K/40.00/DJG/2004 yang bertanggal 29 September 2004 bahwa wilayah PKP2B PT.Marunda Grahamineral seluas 23.541,3 Ha, yang terdiri dari:

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

Lokasi tambang aktif saat ini yaitu:

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

3.1.2 Lokasi dan Kesampaian Daerah

Untuk mencapai lokasi wilayah izin Usaha Pertambangan

PT.Marunda Grahamineral dapat melalui rute sebagai berikut:

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

3.1.3 Keadaan Iklim dan Curah Hujan

Seperti pada daerah Indonesia pada umumnya, lokasi pengamatan di PT.Marunda Grahamineral yang berada di Kabupaten Murung Raya termasuk daerah beriklim tropis yang lembab dan panas, karena secara Geografis terletak digaris Khatulistiwa dengan Curah Hujan yang cukup tinggi. Dengan curah hujan tertinggi terjadi pada tahun 2010, sedangkan curah hujan terendah pada tahun 2015.

Tabel 3.1. Data Curah Hujan di PT. Marunda Grahamineral

No.	BULAN	TAHUN																			
		2008		2009		2010		2011		2012		2013		2014		2015		2016		2017	
		CH	HH	CH	HH	CH	HH	CH	HH	CH	HH	CH	HH	CH	HH	CH	HH	CH	HH	CH	HH
1	JANUARI	162,5	10,0	455,3	22,0	744,0	25,0	553,8	21,0	657,0	25,0	304,6	18,0	400,3	16,0	401,2	23,0	167,0	13,0	262,3	21,0
2	FEBRUARI	520,0	19,0	352,5	17,0	285,1	13,0	334,5	21,0	390,7	20,0	596,1	21,0	242,8	19,0	416,4	25,0	163,5	8,0	322,3	19,0
3	MARET	352,5	17,0	718,0	22,0	458,3	25,0	380,8	23,0	444,0	20,0	576,7	24,0	247,8	23,0	349,5	25,0	187,6	9,0	583,5	23,0
4	APRIL	558,3	24,0	402,0	21,0	650,5	24,0	557,5	24,0	672,7	23,0	644,2	25,0	478,3	26,0	275,6	22,0	339,5	20,0	702,5	26,0
5	MEI	130,2	11,0	290,9	19,0	588,0	24,0	607,8	22,0	124,0	4,0	731,5	26,0	337,3	19,0	325,2	18,0	191,5	17,0	527,0	28,0
6	JUNI	193,0	15,0	85,3	10,0	447,3	19,0	90,6	9,0	264,0	11,0	117,8	16,0	176,1	16,0	343,1	24,0	422,3	15,0	566,2	24,0
7	JULI	431,0	19,0	261,4	14,0	531,8	22,0	306,3	13,0	691,0	17,0	339,4	22,0	273,7	14,0	0,0	0,0	473,5	17,0	444,0	24,0
8	AGUSTUS	72,5	16,0	180,0	9,0	352,9	25,0	226,5	12,0	315,4	19,0	170,1	16,0	281,1	21,0	46,2	7,0	276,7	15,0	496,7	21,0
9	SEPTEMBER	248,0	14,0	50,3	4,0	288,3	18,0	284,5	13,0	132,5	10,0	355,5	24,0	107,8	12,0	10,0	1,0	294,0	15,0	251,0	20,0
10	OKTOBER	379,6	18,0	382,3	21,0	547,7	25,0	237,8	19,0	338,7	21,0	105,6	11,0	190,2	11,0	42,5	2,0	495,5	23,0	333,5	20,0
11	NOPEMBER	240,0	26,0	377,0	24,0	623,9	22,0	283,5	17,0	595,8	26,0	587,6	27,0	395,7	19,0	259,4	22,0	459,0	26,0	777,5	29,0
12	DESEMBER	377,3	25,0	616,0	24,0	299,7	23,0	288,5	21,0	777,7	25,0	451,8	28,0	428,8	30,0	290,0	18,0	315,7	22,0	286,5	22,0
13	Min	73	10	50	4	285	13	91	9	124	4	106	11	108	11	0	0	164	8	251	19
14	Max	558	26	718	24	744	25	608	24	778	26	732	28	478	30	416	25	496	26	777	29
15	TOTAL	3665	214	4171	207	5817	265	4152	215	5404	221	4981	258	3560	226	2759	187	3786	200	5553	277
	Rata-Rata	305	18	348	17	485	22	346	18	450	18	415	22	297	19	230	16	315	17	463	23

(Sumber : Anonim, 2017)

3.1.4 Flora dan Fauna

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

3.1.5 Sosial dan Kependudukan

Daerah pengamatan ini sebelumnya termasuk dalam kawasan hutan tropis yang sangat lebat, tetapi sekarang daerah pengamatan sebagian sudah dipadati oleh pemukiman penduduk. Penduduk yang berada disekitar lokasi PT. Marunda Grahamineral yang terdiri dari berbagai suku diantaranya adalah Dayak Bakumpai, Dayak Murung, Dayak siang, Dusun, Lawangan, Banjar, Jawa dll.

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

Penduduk yang bermukim di kawasan wilayah penelitian yaitu Desa Beras Belange Kecamatan Laung Tuhup Kabupaten Murung Raya Kalimantan Tengah, mayoritas beragama Islam, Kristen dan Katolik. Sedangkan penduduk asli sebagian masih menganut Kepercayaan Hindu. Dengan sarana dan prasarana yang cukup tersedia, begitu juga sarana Pendidikan dan Kesehatan. Mata pencaharian penduduk yang ada di Wilayah Penelitian dan sekitarnya yaitu bertani, berlagang, kariawan swasta dan wiraswasta.

3.2 Kondisi Geologi

3.2.1 Kondisi Geologi Regional

3.2.1.2 Fisiografi

Secara fisiografi daerah Kabupaten Murung Raya berupa dataran dan perbukitan dengan ketinggian sampai 500 - 1.000 m di atas permukaan laut, serta terdapat bukit yang mempunyai kemiringan landai, sedang, hingga terjal. Pada umumnya Kabupaten Murung Raya dengan luas wilayah sekitar 23.700 Km², dari wilayah bagian selatan hingga bagian Timur merupakan dataran rendah, sedangkan ke arah utara dengan bentuk daerah berbukit-bukit lipatan, patahan yang dikelilingi oleh hamparan pegunungan *Muller/Schwaner*.

3.2.1.3 Stratigrafi

Daerah Sungai Laung dan sekitarnya, termasuk ke dalam Cekungan Barito Utara atau merupakan bagian tepi dari pengendapan Tersier di Cekungan Barito. Stratigrafi regional daerah penelitian dan sekitarnya terdiri dari delapan formasi batuan sedimen dan dua formasi batuan beku. Masing-masing formasi batuan dari tua ke muda di sekitar daerah konsesi adalah sebagai berikut.

Tabel 3.2 Formasi Batuan

No.	Formasi	Keterangan
1	Intrusi Sintang (Toms)	<ul style="list-style-type: none"> - Susunan batuanannya terdiri atas: andesit dan diorit, setempat dasit berupa sumbat, stok, retas dan retas lempeng. - Berumur Oligosen Akhir sampai Miosen

		<p>Awal.</p> <ul style="list-style-type: none"> - Formasi ini ada di wilayah konsesi PT. MGM
2	<p>Formasi Karamuan (Tomk)</p>	<ul style="list-style-type: none"> - Susunan batuananya terdiri atas: batulumpur abu-abu sebagian gampingan dan berfosil; batupasir kuarsa berlapis baik; batulanau abu-abu; batulanau tufaan abu-abu kehijauan; bersisipan gamping berfosil, batulanau serpihan dan batulanau karbonan. - Diendapkan pada lingkungan laut dangkal sampai paparan luar. - Formasi ini ada di luar konsesi PT MGM
3	<p>Formasi Batuan Gunungapi Malasan (Tom)</p>	<p>Terdiri dari: leleran andesit sampai basal, breksi lahar, tuf sedikit riolit, bersisipan tipis batulempung dan batulanau, umumnya terubah, terpecahkan dan termineralisasikan setempat struktur bantal dan kekarmeniang.</p>
4	<p>Formasi Purukcahu (Tomc)</p>	<ul style="list-style-type: none"> - Susunan batuananya terdiri atas: batulempung berfosil, kelabu tua, berselingan dengan batulanau mengandung lensa kecil dan lapisan tipis batubara vitrinit, dan batupasir berstruktur perairan sejajar dan konvolut, bersisipan breksi berfragmen andesit, dasit, geneis dan batubara, matriks berupa batupasir kasar mengandung fragmen batubara vitrinit.

		<ul style="list-style-type: none"> - Berumur Oligosen Akhir sampai Miosen Awal - Formasi ini ada di luar konsesi PT MGM
5	Formasi Ujohbilang (Tou)	<ul style="list-style-type: none"> - Susunan batuananya terdiri atas: batulumpur, sedikit batupasir, sebagian gampingan dan karbonan; setempat tufaan - Selaras di atas Formasi Batu Ayau. - Diendapkan pada lingkungan laut terbuka sampai paparan luar. - Umur Oligosen Awal. - Satuan batuan pada formasi ini terletak diluar sebelah timur. - Formasi ini ada di luar konsesi PT MGM
6	Formasi Batu Kelau (Tek)	<ul style="list-style-type: none"> - Formasi Batu Kelau susunan batuananya terdiri atas: serpih, batulumpur, batulanau sedikit batupasir, berlapis tipis sampai sangat tebal. - Diendapkan pada lingkungan laut dangkal sampai delta. - Berumur Eosen Akhir - Selaras diatas Batupasir Haloq - Formasi ini ada di wilayah konsesi PT. MGM.
7	Formasi Batupasir Halog (Teh)	<ul style="list-style-type: none"> - Sedimen tertua di dalam Cekungan Barito dan Cekungan Upper Kuta - Diendapkan pada lingkungan laut dangkal yang berenergi kuat - Berumur Eosen Akhir, sama umurnya dengan Formasi Tanjung (Tet)

		<ul style="list-style-type: none"> - Susunan batuannya terdiri atas: batupasir kuarsa, sedikit konglomerat dan batulumpur, jarang batugamping, berlapis sedang sampai tebal. - Tidak selaras di atas kelompok Embaluh dan Selangkai (Kse) - Formasi ini diluar konsesi PT MGM
8	Formasi Batu Ayau (Tea)	<ul style="list-style-type: none"> - Susunan batuan terdiri atas: batupasir, batulumpur, batulanau, umumnya karbonan, setempat sisipan batubara dan lignit - Selaras di atas Formasi Batu Kelau. - Diendapkan pada lingkungan laut terbuka sampai dangkal. - Umur Eosen Akhir – Oligosen Awal - Formasi ini ada di wilayah konsesi PT. MGM dan mendominasi susunan batuan yang ada.

3.2.1.4 Struktur Geologi Regional

Secara umum struktur geologi lembar muara teve terdiri dari struktur lipatan yang berarah sumbu relatif Barat Daya – Timur Laut dan sesar-sesar turun dan sesar naik berarah Timur Laut - Barat Daya. Litologi didominasi oleh batuan yang berumur Tersier sehingga kehadiran sesar, kelurusan dan lipatan diduga berhubungan erat dengan kegiatan tektonik yang terjadi pada zaman Tersier.

3.2.2 Kondisi Geologi Daerah Penelitian

3.2.2.1 Morfologi Daerah Penelitian

Secara wilayah konsesi tambang batubara PT. Marunda Grahamineral mempunyai bentuk wilayah dataran – berbukit yang terbentuk oleh proses pengendapan batuan sedimen. Daerah ini telah mengalami proses pengangkatan dan pelipatan dengan kekuatan lemah-kuat sehingga menghasilkan bentuk-bentuk wilayah atau relief yang bervariasi dari datar hingga berbukit. Bentuk wilayah bergelombang-berbukit dijumpai pada bagian dengan elevasi yang relatif lebih tinggi. Bagian puncak dan lereng dari daerah perbukitan ini mengalami pengikisan membentuk alur-alur drainase dari bagian yang tinggi ke bagian yang lebih rendah, yaitu dari puncak lipatan ke dasar lipatan.

Alur-alur tersebut bertemu di bagian yang lebih rendah yang memiliki bentuk wilayah berombak hingga datar, membentuk dataran aluvial yang agak lebar. Satuan-satuan morfologi yang menyusun wilayah konsesi tambang batubara PT. Marunda Grahamineral adalah morfologi perbukitan bergelombang sedang–kuat, morfologi perbukitan bergelombang lemah–sedang, morfologi perbukitan kerucut, dan morfologi dataran aluvial.

3.2.2.2 Litologi Daerah Penelitian

Formasi Purukcahu (Tomc) susunan batumannya terdiri atas: batulempung berfosil, kelabu tua, berselingan dengan batulanau mengandung lensa kecil dan lapisan tipis batubara vitrinit, dan batupasir

berstruktur perairan sejajar dan konvolut, bersisipan breksi berfragmen andesit, dasit, geneis dan batubara, matriks berupa batupasir kasar mengandung fragmen batubara vitrinit.

Formasi Batu Kelau (Tek) susunan batumannya terdiri atas: serpih, batulumpur, batulanau sedikit batupasir, berlapis tipis sampai sangat tebal. Diendapkan pada lingkungan laut dangkal sampai delta, berumur eosen akhir, selaras diatas Batupasir Haloq.

Formasi Batu Ayau (Tea) Susunan batumannya terdiri atas: batupasir, batulumpur, batulanau, umumnya karbonan, setempat sisipan batubara dan lignit, selaras di atas Formasi Batu Kelau, diendapkan pada lingkungan laut terbuka sampai dangkal.

3.2.2.3 Struktur Geologi Daerah Penelitian

Struktur geologi yang dijumpai di wilayah PT. Marunda Grahamineral berupa sesar, perlipatan dan kelurusan yang secara umum ke arah Barat Daya – Barat Laut – Tenggara. Sesar terdiri dari sesar normal, sesar geser, dan sesar naik yang melibatkan batuan sedimen. Kelurusan–kelurusan ini diduga merupakan petunjuk sesar dan kekar yang berarah sejajar dengan struktur umum. Lipatan-lipatan berupa sinklin dan antiklin seperti halnya sesar dan kelurusan juga berarah sejajar dengan struktur regional Timur Laut – Barat Daya.

3.3 Alat dan Bahan

Adapun alat dan bahan yang dipergunakan selama melakukan penelitian skripsi dilapangan, antara lain sebagai berikut :

1. Stikbar
2. Polpen
3. Buku catatan
4. Kalkulator/alat hitung
5. Laptop
6. Kamera
7. Alat pelindung diri (APD)
8. dan perlengkapan pendukung lainnya

3.4 Tata Laksana Penelitian

3.4.1 Langkah Kerja

Adapun langkah kerja dalam pelaksanaan penelitian skripsi ini adalah sebagai berikut :

1. Tahap Persiapan

Pada tahap ini dilakukan penyusunan *time frame* selama melakukan penelitian skripsi dan mempelajari buku-buku literatur yang berkaitan dengan penyaliran tambang.

2. Pengumpulan Data

Data yang dikumpulkan dalam penelitian ini yaitu :

- Data primer

- Melakukan pengukuran debit *outlet* pompa dengan metode *discharge*.
 - Melakukan pengambilan data dengan mengukur panjang pipa dan mencatat jenis pipa yang digunakan.
- Data sekunder
- Pengumpulan data curah hujan harian dan data curah hujan 10 tahun terakhir.
 - Data spesifikasi pompa.
 - Data *mine stage plan* yang digunakan untuk menentukan luas *cathment area*.
 - Peta-peta daerah penelitian PT. Marunda Grahamineral.
3. Metode Pengolahan Data
- Metode-metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah :
- Metode Normal, Log normal dan Gumbel untuk menganalisis data curah hujan
 - Metode Mononobe untuk menghitung intensitas curah hujan
 - Metode Rasional untuk menghitung debit limpasan
 - Metode *Discharge* pompa untuk mengukur debit *outlet* pompa
4. Tahap Pengolahan Data
- Pengolahan data yang dilakukan dalam penelitian ini yaitu :
- Menganalisis data curah hujan yaitu dengan menggunakan metode Normal, Log normal dan Gumbel :
 - Penentuan periode ulang hujan

- Penentuan curah hujan rencana
 - Menghitung intensitas curah hujan, dengan menggunakan Metode Mononobe.
 - Menghitung debit limpasan yang masuk ke pit, dengan menggunakan Metode Rasional.
 - Menghitung luas *catchment area* dengan melihat peta topografi menggunakan *minescape*.
 - Menghitung kapasitas daya tampung *sump*.
 - Menghitung kebutuhan pompa yang digunakan berdasarkan kapasitas *sump*.
 - Mengukur debit *outlet* pompa yaitu dengan menggunakan metode *Discharge* pompa.
5. Membuat laporan Skripsi
- Hasil dari penelitian yang sudah diolah dirangkum ke dalam bentuk laporan tertulis untuk dipertanggung jawabkan sebagai laporan hasil penelitian Skripsi.

3.4.2 Metode Penelitian

Metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah metode kuantitatif dan deskriptif. Metode penelitian kuantitatif adalah penelitian ilmiah yang sistematis terhadap bagian-bagian dan fenomena serta hubungan - hubungannya.

Tujuan penelitian kuantitatif adalah mengembangkan dan menggunakan model-model matematis, teori- teori yang berkaitan dengan kegiatan tertentu. Metode deskriptif merupakan metode penelitian yang berusaha menggambarkan objek sesuai apa adanya dan menggambarkan secara sistematis fakta serta karakteristik objek yang diteliti secara tepat.

Penelitian ini menggunakan metode pengolahan data analisis statistika penafsiran yaitu suatu penelitian yang sering dipakai dalam penelitian hidrologi untuk membuat peramalan dan penarikan kesimpulan mengenai suatu fenomena. Untuk melakukan penafsiran diperlukan metode analisis deskriptif terlebih dahulu yaitu pengumpulan dan perhitungan data lapangan.

Penelitian dilaksanakan melalui prosedur sebagai berikut :

1. Studi Literatur yaitu melakukan studi atau mencari referensi di perpustakaan dengan membaca literatur yang berkaitan dengan sistem 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 sistem penyaliran tambang di PT. Marunda Grahamineral.

3. Pengelompokan Data

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

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

4. Pengolahan Data

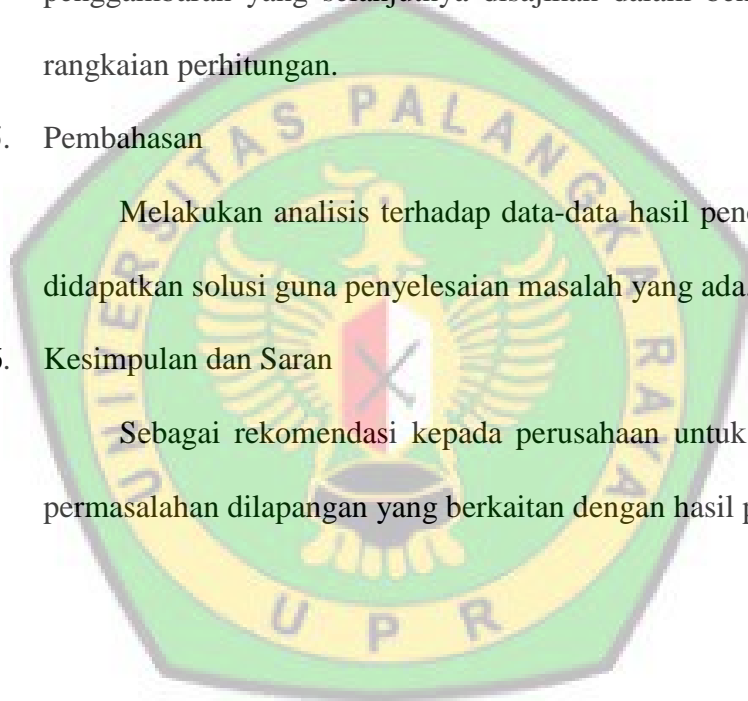
Pengolahan data dilakukan dengan melakukan perhitungan dan penggambaran yang selanjutnya disajikan dalam bentuk grafik atau rangkaian perhitungan.

5. Pembahasan

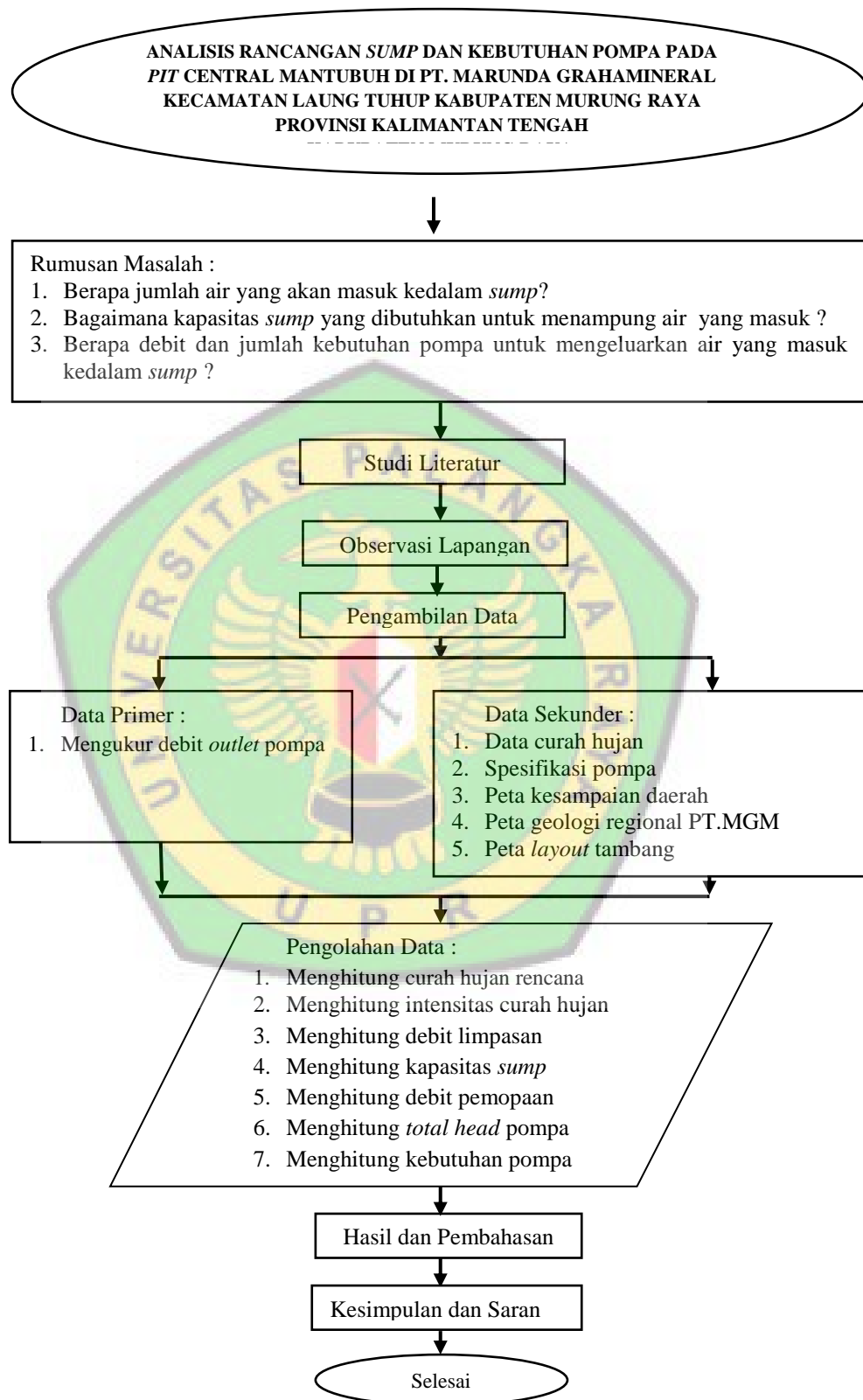
Melakukan analisis terhadap data-data hasil penelitian sehingga didapatkan solusi guna penyelesaian masalah yang ada.

6. Kesimpulan dan Saran

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



3.4.3 Bagan Alir Penelitian



3.5 Waktu Pelaksanaan Penelitian

Penelitian Skripsi pada PT. Marunda Grahamineral dilaksanakan selama 1 bulan dan dimulai tanggal 1 Juni – 31 Juni 2018. Lama waktu penelitian dan penyusunan laporan, dapat dilihat pada (tabel 3.3).

Tabel 3.3 Jadwal Penelitian

No	Uraian Kegiatan	Mei-18		Jun-18				Jul-18				Agu-18				Sep-18				Okt-18				Nov-18				Des-18				Jan-19				Feb-19				Mar-19				Apr-19				Mei-19				Jun-19				Jul-19				Agu-19				Sep-19				Okt-19				Nov-19				Des-19				Jan-20				Feb-20				Mar-20				Apr-20			
		3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4																
1	Konsultasi Judul	■	■																																																																																												
2	Penelitian di Lapangan			■	■	■	■																																																																																								
3	Pengambilan Data			■	■	■	■																																																																																								
4	Konsultasi Proposal							■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■																																				
5	Seminar Proposal																																																																																														
6	Pengolahan Data																																																																																														
7	Pembuatan Laporan																																																																																														
8	Konsultasi Laporan																																																																																														
9	Seminar Hasil																																																																																														
10	Konsultasi Perbaikan																																																																																														
11	Sidang Nol																																																																																														
12	Pendadaran / Sidang TA																																																																																														
13	Reviui																																																																																														
14	Yudisium																																																																																														
15	Wisuda																																																																																														

BAB IV

HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 Hasil Penelitian

4.1.1 Analisis Jumlah Air Yang Masuk Ke *Sump Pit* Central Mantubuh

Untuk mengetahui besarnya curah hujan rencana yang terjadi di wilayah *sump Pit* Central Mantubuh, maka diperlukan data curah hujan harian selama beberapa tahun terakhir yang diperoleh dari *Engineering Departement* PT. Marunda Grahamineral. Data curah hujan harian yang digunakan adalah data curah hujan harian selama 10 tahun (2008 – 2017). Data curah hujan harian tersebut, terlebih dahulu dianalisis untuk mendapatkan data curah hujan harian maksimum.



Gambar 4.1 Tabung Pengukur Curah Hujan

4.1.1.1 Analisis Data Curah Hujan

a. Curah Hujan

Daerah penelitian di PT. Marunda Grahamineral memiliki iklim tropis yang ditandai dengan adanya pergantian musim, yaitu musim penghujan (November s/d April) dan kemarau (Juni s/d September). Intensitas curah hujan di daerah penelitian sangat bervariasi dari rendah sampai tinggi dengan durasi waktu pendek (singkat) sampai panjang (lama). Perhitungan dan kajian teknis sistem penyaliran tambang menggunakan data curah hujan tahun 2008–2017(Lampiran A).

b. Parameter Statistik (Pengukuran Dispersi)

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

Keterangan :

X_i = Besarnya curah hujan daerah (mm)

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

Tabel 4.1 Dispersi Statistik untuk menentukan distribusi curah hujan tahun 2008-2017

No	Tahun	Ch rencana (mm) (xi)	Ch Rata-rata (x)	(xi-x)	(xi-x) ²	(xi-x) ³	(xi-x) ⁴
1	2008	27,3684	28,79	-1,42	2,01	-2,85	4,04
2	2009	32,6364	28,79	3,85	14,82	57,07	219,71
3	2010	29,7600	28,79	0,97	0,95	0,92	0,90
4	2011	27,6273	28,79	-1,16	1,34	-1,56	1,80
5	2012	40,6471	28,79	11,86	140,68	1668,52	19789,85
6	2013	28,3857	28,79	-0,40	0,16	-0,06	0,03
7	2014	25,0194	28,79	-3,77	14,19	-53,45	201,34
8	2015	21,2500	28,79	-7,54	56,80	-428,04	3225,85
9	2016	28,1500	28,79	-0,64	0,40	-0,26	0,16
10	2017	27,0192	28,79	-1,77	3,12	-5,52	9,75
Jumlah		287,86			234,48	1234,77	23453,44

Hal-hal yang dihitung dalam melakukan pengukuran dispersi statistik adalah sebagai berikut:

a) **Mean /rerata**

$$\bar{x} = \frac{\sum_{i=1}^n x_i}{n} = \frac{287,86}{10} = 28,786 \text{ mm/hari}$$

b) **Simpangan Baku / Standar Deviasi**

$$S = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2}{n-1}} = \sqrt{\frac{234,48}{10-1}} = 5,1042 \text{ mm}$$

c) **Koefisien Variansi /Variation Coefficient**

$$Cv = \frac{S}{\bar{x}} = \frac{5,1042}{28,789} = 0,1772$$

d) **Asimetri / Kemencengan / Skewness**

$$Cs = \frac{n \sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^3}{(n-1).(n-2).S^3} = \frac{(10)(1234,77)}{(10-1).(10-2).(5,1042)^3} = 1,3832$$

e) **Ukuran Keruncingan (Kurtosis)**

$$C_k = \frac{\frac{1}{n} \sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^4}{s^4} = \frac{\left(\frac{1}{10}\right)(23453,44)}{(5,1042)^4} = 3,4553$$

Dalam menganalisis data curah hujan rencana pada penelitian ini, penulis membandingkan nilai curah hujan rencana harian maksimum dari empat jenis distribusi probabilitas (Normal, Log Normal, Gumbel dan Log-Pearson III) untuk perbandingannya dapat dilihat pada (lampiran B).

Dari perhitungan dispersi statistik data curah hujan pada tahun 2008 sampai dengan tahun 2017 dan dengan melihat kecocokan pada persyaratan distribusi (Tabel 4.2), maka dapat disimpulkan bahwa pada daerah penelitian yang terletak di PT. Marunda Grahamineral, kecenderungan pada Distribusi Gumbel, karena nilai Cs sebesar 1,5, nilai Ck sebesar 3,4.

Tabel 4.2 Hasil Rekapulasi Perhitungan Data

No	Distribusi	Persyaratan		Hasil Perhitungan	Keterangan
1	Normal	Cs ≈ 0,00	Cs	1,3832	X
		Ck ≈ 3,00	Ck	3,4553	X
2	Log Normal	Cs = 0,97	Cs	0.413	X
		Ck = 70,71	Ck	19,700	X
3	Gumbel	Cs = 1,14	Cs	1,3832	✓
		Ck = 5,4	Ck	3,4553	✓
4	Log Pearson III	Selain dari nilai diatas	Cs	4,533	X
			Ck	6,965	X

c. Distribusi Probabilitas Gumbel

Perhitungan distribusi probabilitas gumbel adalah sebagai berikut :

- Menentukan harga rata-rata dan standar deviasi dengan menghitung parameter statistik seperti pada tabel 4.1 perhitungan dispersi statistik diatas.
- Harga rata-rata

$$\bar{(x)} = \frac{\sum_{i=1}^n x_i}{n} = \frac{287,86}{10} = 28,786 \text{ mm/hari}$$

- Hitung Standard Deviasi

$$(S) = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2}{n-1}} = \sqrt{\frac{234,46}{10-1}} = 5,1042 \text{ mm}$$

Tabel 4.3 Perhitungan Distribusi Gumbel

No	N	$p = \frac{m}{n+1}$	$Y = -\ln\left(\ln\left(\frac{1}{p}\right)\right)$	$y_n = \frac{\sum y}{n}$	$(y - y_n)^2$	$Sn = \sqrt{\frac{\sum (y - y_n)^2}{n-1}}$
1	10	0,091	-0,875	0,495	1,876	1,001
2	10	0,182	-0,533		1,058	
3	10	0,273	-0,262		0,573	
4	10	0,364	-0,012		0,257	
5	10	0,455	0,238		0,066	
6	10	0,545	0,501		0,000	
7	10	0,636	0,794		0,089	
8	10	0,727	1,144		0,421	
9	10	0,818	1,606		1,234	
10	10	0,909	2,351		3,443	
	TOTAL		4,952		9,018	

Menentukan parameter-parameter yang digunakan pada perhitungan distribusi probabilitas gumbel sebagai contoh langkah perhitungan adalah sebagai berikut :

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

$$P = \frac{1}{10 + 1}$$

$$P = 0,091$$

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

$$y = -\ln\left(\ln\left(\frac{1}{0,091}\right)\right)$$

$$y = -0,875$$

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

$$y_n = \frac{4,952}{10}$$

$$y_n = 0,495$$

$$- (y - y_n)^2 = (0,091 - 0,495)^2 = 1,876$$

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

$$- S_n = \sqrt{\frac{9,018}{10-1}} S_n = 1,001$$

Tabel 4.4 Distribusi Curah Hujan Metode Gumbel

No	Periode	X	Sd	Sn	Yn	(T-1)/T	Yt	Yt-Yn	Xt
1	1	28,786	5,1042	1,001	0,495	-	0,00	-0,495	
2	2	28,786	5,1042	1,001	0,495	0,500	0,367	-0,129	28,1322
3	5	28,786	5,1042	1,001	0,495	0,800	1,500	1,005	33,9145
4	10	28,786	5,1042	1,001	0,495	0,900	2,250	1,755	37,7389

Berikut perhitungan Curah Hujan periode 2 tahun :

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

$$X_t = 28,79 + \frac{5,1042}{1,001} (0,367 - (0,495))$$

$$X_t = 28,79 + \frac{5,1042}{1,001} (-0,129)$$

$$X_t = 28,1322 \text{ mm/hari}$$

Perhitungan Curah Hujan periode 5 tahun :

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

$$X_t = 28,79 + \frac{5,1042}{1,001} (1,500 - (0,495))$$

$$X_t = 28,79 + \frac{5,1042}{1,001} (1,005)$$

$$X_t = 33,9145 \text{ mm/hari}$$

Perhitungan Curah Hujan periode 10 tahun :

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

$$X_t = 28,79 + \frac{5,1042}{1,001} (2,250 - (0,495))$$

$$X_t = 28,79 + \frac{5,1042}{1,001} (1,755)$$

$$X_t = 37,7389 \text{ mm/hari}$$

d. Intensitas Hujan Rencana

Penentuan intensitas curah hujan dapat dilakukan dengan beberapa metode, salah satunya dengan persamaan *Mononobe* dengan pertimbangan dan kesesuaian data curah hujan. Dari hasil perhitungan curah hujan rencana yaitu sebesar 28,1322 mm/hari untuk periode

ulang 2 tahun 33,9145 mm/hari untuk periode 5 tahun dan 37,7389 mm/hari untuk 10 tahun.

Sehingga intensitas curah hujan pada penelitian ini adalah :

- a. Intensitas curah hujan dengan periode ulang 2 tahun, curah hujan rencana 28,1322mm/hari.

$$I_2 = \frac{R_{24}}{24} \left(\frac{24}{t} \right)^{2/3} = \frac{28,1322}{24} \left(\frac{24}{t} \right)^{2/3} = 9,7528 \text{ mm/jam}$$

- b. Intensitas curah hujan dengan periode ulang 5 tahun, curah hujan rencana 33,9145mm/hari.

$$I_5 = \frac{R_{24}}{24} \left(\frac{24}{t} \right)^{2/3} = \frac{33,9145}{24} \left(\frac{24}{t} \right)^{2/3} = 11,7575 \text{ mm/jam}$$

- c. Intensitas curah hujan dengan periode ulang 10 tahun, curah hujan rencana 37,7389 mm/hari.

$$I_{10} = \frac{R_{24}}{24} \left(\frac{24}{t} \right)^{2/3} = \frac{37,7389}{24} \left(\frac{24}{t} \right)^{2/3} = 13,0833 \text{ mm/jam}$$

e. *Catchment Area Sump Pit Central Mantubuh*

Penentuan luas daerah tangkapan hujan berdasarkan peta topografi kemajuan tambang bulan Juni 2018 daerah penelitian dengan menggunakan *software Mine Scape 2009*. Berdasarkan hasil untuk luas *Pit Central Mantubuh* adalah 85,75 ha dan penentuan luas *catchment area* menggunakan *software Mine Scape 2009*, maka didapatkan luas *catchment area pit Central Mantubuh* seluas 102,68 Ha. Situasi *catchment area Sump Pit Central Mantubuh* saat penelitian dapat dilihat seperti pada (Gambar 4.2)



Gambar 4.2 *Catchment area Sump Pit Central Mantubuh*

4.1.1.2 Analisis Debit Limpasan

Diketahui :

- Daerah tangkapan hujan (*catchment area*) (A) = 102,68 Ha
- Koefisien limpasan (C) = 0,9
- Intensitas Curah Hujan (I) PUH 10 thn = 13,0833 mm/jam

sehingga :

$$Q = 0,002778 \cdot C \cdot I \cdot A$$

$$Q_{10} = (0,002778) \cdot (0,9) \cdot (13,0833) \cdot (102,68)$$

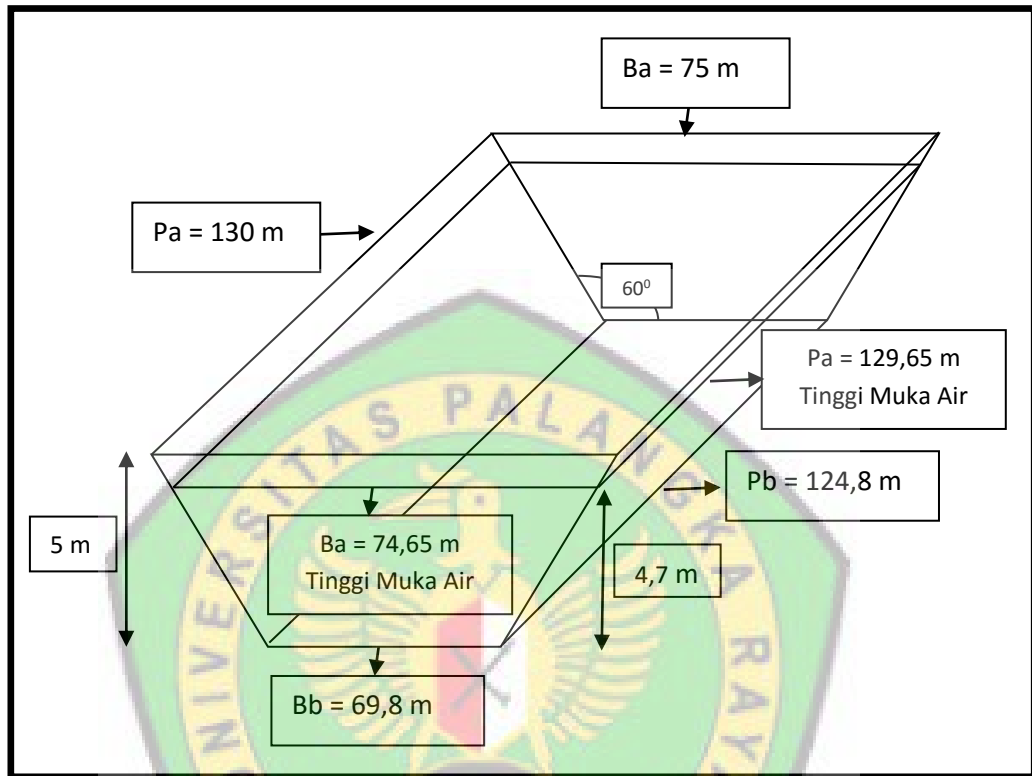
$$= 3,358 \text{ m}^3/\text{detik}$$

$$= 290.196,15 \text{ m}^3/\text{hari}$$

Maka hasil debit limpasan permukaan yang sudah dihitung dan didapat pada area *sump* Pit Central Mantubuh yaitu, Q_{10} sebesar 3,358 m^3/detik 290.196,15 m^3/hari .

4.1.2 Analisis Kapasitas *Sump Pit* Central Mantubuh

a. Rancangan *Sump Pit* Central Mantubuh



Gambar 4.3 Rancangan *Sump Pit* Central Mantubuh

Tabel 4.6 Dimensi *Sump Pit* Central Mantubuh

Dimensi Aktual <i>Sump Pit</i> Central Mantubuh		
No	Parameter	Nilai
1	Kemiringan <i>sump</i>	60°
2	Panjang permukaan (P_a)	130 m
3	Panjang dasar (P_b)	124,8 m
6	Lebar permukaan (B_a)	75 m
7	Lebar dasar (B_b)	69,8 m
8	Tinggi	5 m
9	Kedalaman air	4,7 m

b. Kapasitas Aktual *Sump Pit* Central Mantubuh

Daya tampung *sump Pit* Central Mantubuh :

$$\begin{aligned} V &= \frac{1}{2} \times (Pa + Pb) \times T \times (Ba + Bb) \\ &= \frac{1}{2} \times (130 + 124,8) \times 5 \times (75 + 69,8) \\ &= \frac{1}{2} \times (254,8) \times 5 \times (144,8) \\ &= 92.237,6 \text{ m}^3 \end{aligned}$$

Kapasitas daya tampung *sump Pit* Central Mantubuh :

$$\begin{aligned} V &= \frac{1}{2} \times (Pa + Pb) \times T \times (Ba + Bb) \\ &= \frac{1}{2} \times (129,6 + 124,8) \times 4,5 \times (74,65 + 69,8) \\ &= \frac{1}{2} \times (254,4) \times 4,5 \times (144,45) \\ &= 82.683,18 \text{ m}^3 \end{aligned}$$

Tabel 4.7 Kapasitas aktual *sump*

Kapasitas Aktual <i>Sump Pit</i> Central Mantubuh		
No	Parameter	Nilai
1	Eleveasi <i>inlet</i> (m)	60
2	Elevasi <i>outlet</i> (m)	111
3	Kedalaman Air (m)	4,7
6	Volume <i>Sump</i> (m ³)	92.237,6
7	Kapasitas <i>Sump</i> (m ³)	82.683,18

c. Volume air yang harus dikeluarkan

Berdasarkan curah hujan rencana dan volume *sump Pit* Central

Mantubuh maka air yang harus dikeluarkan adalah :

$$V = \text{Debit limpasan} \times \text{Kapasitas sump}$$

$$V = 3,358 + 82.683,18$$

$$= 86.041,18 \text{ m}^3$$

4.1.3 Analisis Debit Pompa dan Jumlah Kebutuhan Pompa Untuk Mengeluarkan Air Yang Masuk Kedalam *Sump Pit* Central Mantubuh

1. Proses *Dewatering* Pada *Pit* Central Mantubuh

Pada *Pit* Central Mantubuh, proses *dewatering* dilakukan menggunakan metode penyaliran dengan *sump*. Jenis *sump* yang digunakan pada *Pit* Central Mantubuh adalah *sump temporary* atau *sump* sementara, dikarenakan elevasi yang lebih rendah yang berfungsi sebagai tempat penampungan sementara air demi kelancaran proses penambangan.



Gambar 4.5. *Sump Pit* Central Mantubuh



Gambar 4.6. Pompa Selwood HH200 (103)



Gambar 4.7. Pipa HDPE



Gambar 4.8. Outlet Pompa

Sistem pemompaan yang digunakan yaitu *direct single stage*. Pompa yang digunakan adalah pompa Selwood HH200 (103), pipa yang digunakan adalah pipa dengan jenis HDPE yang berdiameter 8 inch dari *inlet* menuju *outlet*.

2. Analisis Debit Pompa

Hasil perhitungan debit *outlet* pompa yang diukur menggunakan Stikbar. dengan pengukuran jauh tembakan *outlet* pompa, diameter pipa HDPE, *outlet* penuh atau tidak, jika tidak penuh maka akan dihitung berapa ruang kosong pada pipa *outlet* tersebut, Pengukuran ini menggunakan metode *discharge*.



Gambar 4.9. Proses pengukuran debit aktual outlet pompa

- Pengambilan data Pompa Selwood HH200 (103) pada 26 juni 2018, diperoleh data sebagai berikut :
- ID HDPE = 8 inch = 200 mm
- Panjang HDPE = 420 m
- RPM = 1150
- HM = 1554,3 – 1565,3 (11 jam)
- X = 150 cm
- Y = 30 cm
- Percepatan gravitasi = 9,81 m/s²

Tabel 4.10 Hasil Pengukuran Debit Outlet Pompa Selwood HH200 (103) 22 Juni 2018

POMPA		
Model	selwood HH200 (103)	
Kapasitas Pompa	191,55	ltr/detik
	0,19055	m ³ /detik
	685,97	m ³ /jam
EWH Pompa	11	Jam
Kemampuan Pompa Perhari	8231,64	m ³ /hari

3. Analisis Kebutuhan Pompa Dan Waktu Pengeringan *Sump Pit* Central Mantubuh

Berdasarkan data yang diperoleh dari *Departement Engineering* PT. Marunda Grahamineral mengenai kapasitas aktual *sump Pit* Central Mantubuh yaitu sebesar 82.683,18 m³ debit limpasan sebesar 3,358 m³/detik dan debit pompa sebesar 191,55 liter/detik.

a. Durasi Pemompaan 1 Minggu

Rencana durasi pemompaan 7 hari dan jam kerja pompa selama 11 jam dengan perhitungan sebagai berikut :

$$\begin{aligned} \text{Durasi} &= 7 \times 11 \times 60 \times 60 \\ &= 277,200 \text{ detik} \end{aligned}$$

b. Volume Air Yang Terpompa

$$\begin{aligned} V &= \text{Durasi pemompaan} \times \text{Debit pompa} \\ &= 277,200 \times 191,55 \\ &= 53.097,66 \text{ liter/detik} \end{aligned}$$

c. Sisa volume air *sump*

V = volume air yang harus dikeluarkan – volume air yang terpompa

$$\begin{aligned} &= 86.041,18 - 53.097,66 \\ &= 32.943,52 \text{ liter} \end{aligned}$$

d. Total Debit Pompa Yang Diperlukan

$$\begin{aligned}
 V &= \text{Volume air yang harus dikeluarkan} \div \text{Durasi Pemompaan} \\
 &= 86.041,18 \div 277,200 \\
 &= 310,39 \text{ liter/detik}
 \end{aligned}$$

e. Total Unit Pompa

$$\begin{aligned}
 &= \text{total debit pompa yang diperlukan} \div \text{debit pompa} \\
 &= 310,40 \div 191,55 \\
 &= 1,62 \text{ unit}
 \end{aligned}$$

Total unit pompa yang diperlukan adalah kurang lebih 1 unit pompa.

f. Durasi Pengeringan Sump

$$\begin{aligned}
 &= \text{total unit pompa} \times 7 \text{ hari} \\
 &= 1,62 \times 7 \\
 &= 11,34 \text{ hari}
 \end{aligned}$$

Berdasarkan perhitungan tersebut, dengan volume sebesar 82.683,18 liter dan debit pompa 191,55 liter/detik yang telah didapat berdasarkan data aktual dilapangan maka waktu pengeringan *sump* dilakukan selama 11,34 hari atau sekitar 12 hari dengan asumsi penggunaan pompa hanya 1 unit pompa Selwood HH200 (103) dan jam kerja pompa hanya 11 jam.

4.2 Pembahasan

4.2.1 Analisis Jumlah Air Yang Masuk Ke *Sump Pit* Central Mantubuh

4.2.1.1 Analisis Data Curah Hujan

Tingkat curah hujan pada wilayah penambangan PT. Marunda Grahamineral setiap bulannya dari tahun 2008 sampai dengan tahun 2017 dengan satuan mm yang diukur menggunakan alat pengukur hujan yang ada di *Pit* tersebut. Dalam penelitian ini, data curah hujan yang digunakan adalah data curah hujan tertinggi harian. Berdasarkan perhitungan seperti yang terlampir di (lampiran A), maka curah hujan harian rata-rata setiap bulannya adalah 28,79 mm/hari.

Analisis curah hujan rencana berguna untuk mengetahui periode ulang hujan yang terjadi pada daerah pengaliran. Data curah hujan yang dianalisis adalah seri data maksimum karena curah hujan yang tersedia pada daerah penelitian adalah data curah hujan harian maksimum.

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

Pada penelitian ini periode ulang yang digunakan adalah periode ulang 10 tahun untuk sumuran (*sump*). Berdasarkan hasil perhitungan pada (lampiran B) menggunakan distribusi probabilitas Gumbel didapatkan nilai curah hujan rencana untuk periode ulang 10 tahun sebesar 37,738 mm/hari.

4.2.1.2 Analisis Debit Limpasan

Debit air limpasan di daerah penelitian dapat ditentukan setelah diketahui luas daerah tangkapan hujan, nilai intensitas curah hujan, dan nilai koefisien limpasan. Dimana untuk menghitung debit limpasan diperlukan data curah hujan selama 10 tahun terakhir yaitu dari tahun 2008 sampai dengan 2017. Kemudian luas *catchment area* dan luas *sump* aktual dihitung berdasarkan peta topografi *pit* Central Mantubuh menggunakan *Mine Scape* 2019.

Adapun hasil analisis perhitungan debit limpasan yang telah didapat, dilihat pada (Lampiran D) dimana debit limpasan permukaan yang mengalir ke *sump Pit* Central Mantubuh yaitu, sebesar 3,358 m³/detik dan untuk perharinya 290.196,15 m³/hari dengan perkiraan hujan deras atau hujan maksimum. Maka perlu rancangan *sump* yang sesuai agar air yang masuk ke *Pit* tidak meluap.

4.2.2 Analisis Kapasitas *Sump Pit Central Mantubuh*

Berdasarkan data yang didapat dari *engineering* PT. Marunda Grahamineral, dimensi *Sump* yang dibuat Pada *Pit Central Mantubuh* yaitu *sump* berbentuk trapesium, dengan panjang permukaan 130 m, panjang dasar 124,8 m, lebar permukaan 74,65 m, lebar dasar 69,8 m, tinggi 5 m, dan kemiringan 60^0 . Maka hasil yang didapat untuk daya tampung keseluruhan *sump* adalah $92.237,6 \text{ m}^3$, kapasitas *sump* yang dapat diisi air adalah $82.683,18 \text{ m}^3$.

Jika terjadi hujan deras (hujan maksimum) debit limpasan yang mengalir ke *sump Pit Central Mantubuh* adalah $3,358 \text{ m}^3/\text{detik}$, sedangkan kapasitas *Sump* yang dapat diisi air hanya sebesar $82.683,18 \text{ m}^3$, maka berdasarkan curah hujan rencana volume air yang harus dikeluarkan adalah $86.041,18 \text{ m}^3$. Dengan demikian apabila terjadi hujan deras akan terjadi banjir pada daerah penambangan (*Pit Central Mantubuh*). Maka perlu pompa yang sesuai agar air tidak meluap dan dapat terkontrol dengan baik.

4.2.3 Analisis Debit Pompa dan Kebutuhan Pompa pada *Sump Pit Central Mantubuh*

4.2.3.1 Debit Pompa

Perhitungan debit *outlet* pompa dapat dihitung dengan pengukuran jauh tembakan *outlet* pompa, jika tidak penuh maka akan dihitung berapa ruang kosong pada pipa *outlet* tersebut. Dengan demikian berdasarkan data

yang telah diperoleh dan dihitung, sehingga hasil analisis debit pompa Selwood HH200 (103) adalah 0,19055 m³/detik, dan kemampuan pompa mengeluarkan air perjamnya adalah 685,97 m³/jam dengan jam kerja pompa 11 jam/hari.

4.2.3.2 Analisis Kebutuhan Pompa

Perhitungan kebutuhan pompa didasarkan pada luas *catchment are*, intensitas curah hujan, debit pompa, debit limpasan dan volume *Sump*. Berdasarkan hasil perhitungan, luas *catchment area Sump Pit Central Mantubuh* adalah 102,68 ha, dengan intensitas curah hujan tertinggi adalah 13,0833 mm/jam, debit limpasan yang mengalir ke *Sump* adalah 3,358 m³, dan volume *Sump* adalah 82.683,18 m³, maka volume air yang harus dikeluarkan adalah 86.041,18 m³, dengan total debit pompa yang diperlukan adalah 310,39 liter/detik (0,310 m³/detik).

Maka menurut hasil analisis, meskipun hanya menggunakan 1 unit pompa Selwood HH200 (103), pompa mampu mengeluarkan air dari *sump Pit Central Mantubuh* sebesar 689,58 m³/jam walaupun ada penambahan curah hujan, dengan jam kerja pompa 11 jam/hari. Jadi berdasarkan hasil analisis kebutuhan pompa pada *Sump Pit Central Mantubuh* adalah pompa yang dibutuhkan yaitu 1 unit pompa Selwood HH200 (103).

BAB V

PENUTUP

Berdasarkan hasil penelitian dilapangan, pengolahan data, dan analisis hasil pengolahan data, dalam rangka memberi bahan pertimbangan terhadap rancangan sistem penyaliran, maka dapat diambil kesimpulan dan saran sebagai berikut:

5.1 Kesimpulan

1. Sumber air yang akan masuk ke *sump Pit* Central Mantubuh yaitu berasal dari air hujan. Didalam penelitian ini data curah hujan yang dihitung adalah dari tahun 2008 sampai dengan 2017 di PT. Marunda Grahamineral. Maka diperoleh curah hujan rencana adalah 37,7389 mm, dengan periode ulang hujan 10 tahun, intensitas curah hujan rencana adalah 13,0833 mm/jam, luas *catchmen area* adalah 102,68 ha, dan debit air limpasan adalah 290.196,15 m³/hari.
2. Kapasitas daya tampung *sump Pit* Central Mantubuh sebesar 82.683,18 m³. dengan dimensi *sump*:

Panjang permukaan *sump* = 130 m

Lebar permukaan *sump* = 75 m

Panjang dasar *sump* = 124,8 m

Lebar dasar *sump* = 69,8 m

Kedalaman air = 4,7 m

Kemiringan = 60⁰

3. Debit air yang harus dikeluarkan sebesar 86.041 m^3 atau $86.041,18$ liter, debit aktual pompa Selwood HH200 (103) sebesar $191,55$ liter/detik, sedangkan debit pompa yang diperlukan untuk mengeluarkan air tersebut adalah $310,39$ liter/detik. Jadi pompa yang dibutuhkan, yaitu 1 unit pompa sejenis Selwood HH200. Dengan durasi pengeringan *sump* selama 11,34 hari, dengan asumsi jam kerja pompa 11 jam/hari.

5.2 Saran

1. Saluran drainase dalam tambang sangat berperan penting untuk menentukan berapa dimensi *sump* nantinya, untuk itu sebelum perencanaan *sump* dibuat hendaknya dilakukan terlebih dahulu perencanaan untuk saluran drainase.
2. Untuk kebutuhan unit pompa, direkomendasikan hanya menggunakan 1 unit pompa Selwood HH200, dikarenakan dengan waktu pemompaan ± 11 hari, pompa bekerja secara efektif sebesar 72% sehingga pompa bekerja dalam kondisi optimal.
3. Sebaiknya perlu dilakukan pengukuran debit *outlet* pompa secara rutin 1 minggu 2 kali pengukuran debit *outlet* agar mengetahui pompa berkerja dengan baik atau tidak, sesuai dengan standar operasi prosedur (SOP) di PT. Marunda Grahamineral

DAFTAR PUSTAKA

- Anonim, 2017. *SHE Departemen*, PT. Marunda Grahamineral, PT. Harmoni Panca Utama
- Anonim. 2006. *Pompa dan Sistem Pemompaan*. Jakarta: United Nations Environment Programme (UNEP)
- Arafah, HK. 2006. *Rancangan Sistem Penyaliran Tambang pada Tambang Batubara untuk Periode 2005-2006 di pit West Site Lati PT. Berau Coal Kalimantan Timur*. Pogram Studi Teknik Pertambangan. Fakultas Teknik Mineral, UPN Veteran Yogyakarta.
- Abro, M Akib. 2013. *Analisis Teknis Mine Dewatering Terhadap Rencana Tiga Tahun Penambangan Hingga Tahun 2016 Di Pit Blok Barat PT. Muara Alam Sejahtera Kabupaten Lahat*.
- Chow, Ven Te., Et Al, 1988. *Applied Hydrology, Mcgraw-Hill Series In Water Reseouces And Enviromental Engineering*, Singapore.
- Kamiana, I Made. 2012. *Teknik Perhitungan Debit Rencana Bangunan Air*. Yogyakarta: Graha Ilmu.
- Margareth, 2010. *Kajian Sistem Penyaliran Tambang Terbuka Di PT. Telen Orbit Prima*. Jurusan Teknik Pertambangan, Fakultas Teknik, Universitas Lambung Mangkurat.
- Putra, Dewagga Jabal. 2012. *Perencanaan Sistem Penyaliran Tambang Pada Pit Bravo PT. Pro Sarana Cipta*.
- Soemarto, CD. 1995. *Hidrologi Teknik*. Surabaya: Usaha Nasional.
- Sosrodarsono, Suyono dan Kensaku Takeda. 2003. *Hidrologi untuk Pengairan Pradnya Paramita*. Jakarta.
- S. Supkiatna, A Sudrajat and H.Z Abidin. 2009. *Peta Geologi Lembar Muaratewe. Kalimantan*.
- Suryono, I.T., dan Mustaqfirin, A. 2015. *Rancangan teknik sistem penyaliran tambang PT. Trubaindo coal mining kabupaten kutai barat provinsi kalimantan timur*. Jurnal teknologi pertambangan. 1 (01). 29.
- Sularso Dan Haruo Tahara, 1987. *Pompa Dan Kompresor*. Pradnya Paramita, Jakarta.