

**ANALISIS SISTEM PEMOMPAAN DALAM KEGIATAN
PENYALIRAN (*DEWATERING*) TAMBANG DI PIT GSB 02
PT. RIUNG MITRA LESTARI *JOBSITE* EMBALUT
KECAMATAN TENGGARONG SEBERANG KABUPATEN
KUTAI KARTANEGARA PROVINSI KALIMANTAN TIMUR**

SKRIPSI

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



**OLEH
EFERIDODO
DBD 113 167**

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

HALAMAN PENGESAHAN

SKRIPSI

ANALISIS SISTEM PEMOMPAAN DALAM KEGIATAN
PENYALIRAN (*DEWATERING*) TAMBANG DI PIT GSB 02 PT.
RIUNG MITRA LESTARI *JOBSITE* EMBALUT KECAMATAN
TENGGARONG SEBERANG KABUPATEN KUTAI
KARTANEGARA PROVINSI KALIMANTAN TIMUR

Oleh :

EFERIDODO
DBD 113 167

Telah dipertahankan di depan Tim Dosen Penguji pada
Hari/tanggal : Senin, 13 Juli 2020
Dan dinyatakan telah memenuhi syarat untuk diterima

Susunan Tim Penguji,

1. FAHRUL INDRAJAYA, ST., MT
NIP. 19791215 200812 1 001
2. LISA VIRGIYANTI, ST., MT
NIP. 19770904 200801 2 011
3. Ir. YULIAN TARUNA, M.Si
NIP. 19580705 198903 1 019
4. NENY SUKMAWATIE, S.HUT., MP
NIP. 19760614 200801 2 020
5. YOSSA YONATHAN HUTAJULU, ST., MT
NIP. 19841022 201504 1 001

KETUA

SEKRETARIS

ANGGOTA

ANGGOTA

ANGGOTA



Menyetujui,
Ketua Jurusan
Teknik Pertambangan

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

SURAT PERNYATAAN BEBAS PLAGIARISME

Saya yang bertanda tangan dibawah ini :

NAMA : EFERIDODO
NIM : DBD 113 167
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, Juli 2020

Penulis,



EFERIDODO

NIM : DBD 113 167

HALAMAN PERSEMBAHAN

Penulis mempersembahkan skripsi ini terkhusus kepada Tuhan Yesus Kristus yang selalu memberikan kasihNya dan juga kedua orangtua tercinta yang telah berjuang keras mendukung dan membimbing penulis sampai ke tahap ini. Tanpa mereka, penulis tidak dapat berbuat apa-apa dan tidak akan sampai ke tingkat yang sekarang ini, karena mereka adalah dukungan dan inspirasi penulis.

Kepada Dosen pembimbing I, Bapak Fahrul Indrajaya, ST., MT dan Dosen pembimbing II, Ibu Lisa Virgiyanti, ST., MT yang bersedia membimbing dan mengajar penulis dari awal hingga berakhirnya penyusunan laporan dan penyelesaian tugas akhir ini.

Kepada segenap Staf/Karyawan dan teman - teman di PT. Rjung Mitra Lestari terkhusus untuk Bapak Wuryanto yang telah membimbing penulis membantu, menyelesaikan, dan menyediakan tempat penelitian hingga sampai pada tahap ini.

Kepada sahabat-sahabat saya yang telah mendukung penulis baik itu dukungan moril ataupun materil yaitu, Wahyu Dian Saputra, Sanjai Sembiring, Wino, Yosia, Reiven Chandra, Kak Rudy, Feri, Sepri, Ressa, Keluarga Jenjang dan semua teman-teman angkatan 2013 saya ucapkan banyak terima kasih.

Motto :

Mengucap syukurlah dalam segala hal, sebab itulah yang dikehendaki Allah di dalam Kristus Yesus bagi kamu. (1 Tesalonika 5 ; 18)

Sari

PT. Riung Mitra Lestari adalah sebuah perusahaan yang bergerak di bidang kontraktor pertambangan yang berlokasi di Desa Embalut Kecamatan Tenggara Seberang, Kabupaten Kutai Kertanegara, Kalimantan Timur. PT. Riung Mitra Lestari berdiri pada tahun 2006 yang menangani penggalian, pengangkutan *overburden* dan batubara dengan metode penambangan *open pit*.

Masalah dan tujuan dalam penelitian ini adalah menghitung luas *catchment area*, mengetahui jumlah debit air yang masuk, menghitung kapasitas tampungan *sump*, dan menganalisis sistem pemompaan di *pit* GSB 02 PT. Riung Mitra Lestari.

Sistem penyaliran yang digunakan di *sump* GSB 02 PT. Riung Mitra Lestari menggunakan metode sistem kolam terbuka. Sistem pemompaan yang digunakan adalah *direct single stage*. Luas *catchment area* di *Pit* GSB 02 seluas 28.728 Ha / 0.28728 km². Curah hujan yang di dapatkan berdasarkan data adalah 102,25 mm/hari, serta debit air hujan tertinggi sebesar 6.566 m³/hari. Kapasitas tampungan *sump* sebesar 8237,4 m³. Debit air hujan tidak sesuai dengan kapasitas *sump*, kondisi pipa HDPE yang terdapat pada WP 013 kurang baik karena terdapat bocoran pada sambungan pipa, serta ukuran diameter pipa yang berbeda - beda serta jam kerja pompa yang tidak beraturan. Jam kerja pompa yang direncanakan adalah 10 jam/hari yang menghasilkan debit pemompaan rata – rata 540 m³/jam.

Kata Kunci : *Pompa, Sistem Pemompaan, Catchment Area, Sump.*

Abstract

PT. Riung Mitra Lestari is a company engaged in the mining contractor located in Embalut Village, Tenggara Seberang District, Kutai Kertanegara Regency, East Kalimantan. PT. Riung Mitra Lestari was established in 2006 to handle excavation, overburden and coal transportation with open pit mining methods.

The problem and purpose of this research is to calculate the area of the catchment area, knowing the amount of discharge of the incoming water, calculate the storage capacity of the sump, and analyze pumping system in pit GSB 02 PT. Riung Mitra Lestari.

The drainage system used in GSB sump 02 PT. Riung Mitra Lestari uses the open pond system method. The pumping system used is *direct single stage*. The catchment area in the 02 GSB Pit is 28,728 Ha / 0.28728 km². The rainfall obtained based on the data is 102.25 mm/day, and the highest rainfall is 6566 m³/day. Sump storage capacity is 8237.4 m³. Rainwater discharge is not in accordance with the sump capacity, the condition of the HDPE pipe found in WP 013 is not good because there are leaks in the pipe joints, different pipe diameter sizes and irregular pump working hours. The planned pump's working hours are 10 hours/days and it results an average pumping discharge of 540 m³/hour.

Keywords: Pumps, Pumping Systems, Catchment Area, Sump.

KATA PENGANTAR

Puji dan syukur penulis panjatkan kehadiran Tuhan Yang Maha Esa, karena atas berkat dan karunia-Nya maka penulis dapat menyelesaikan skripsi yang berjudul “ANALISIS SISTEM PEMOMPAAN DALAM KEGIATAN PENYALIRAN (*DEWATERING*) TAMBANG DI PIT GSB 02 PT. RIUNG MITRA LESTARI *JOBSITE* EMBALUT KECAMATAN TENGGARONG SEBERANG KABUPATEN KUTAI KARTANEGARA PROVINSI KALIMANTAN TIMUR”.

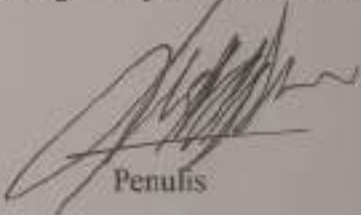
Pada kesempatan ini perkenankanlah penulis mengucapkan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada :

1. Dekan Fakultas Teknik Universitas Palangka Raya, Bapak Ir. Waluyo Nuswantoro, MT.
2. Ketua Jurusan Teknik Pertambangan Universitas Palangka Raya dan Dosen Pembimbing I Bapak Fahrul Indrajaya, ST., MT.
3. Dosen Pembahas I dan Dosen Pembimbing Akademik, Bapak Ir. Yulian Taruna, M. Si.
4. Dosen Pembimbing II, Ibu Lisa Virgiyanti, ST., MT.
5. Dosen Pembahas II, Ibu Neny Sukmawatie, S.Hut., MP.
6. Dosen Pembahas III, Bapak Yossa Yonathan Hutajulu, ST., MT.
7. Pembimbing Lapangan PT. Riung Mitra Lestari, Bapak Wuryanto.

8. Orang tua, dan seluruh keluarga serta sahabat-sahabat yang selalu mendukung penulis baik berupa moril dan moral, dan memberikan motivasi dalam penulisan proposal skripsi ini.
9. Rekan-rekan mahasiswa Jurusan Teknik Pertambangan Universitas Palangka Raya, serta semua pihak yang telah memberikan bantuan sehingga tersusunnya proposal skripsi ini.

Dan akhirnya penulis berharap agar proposal yang dibuat ini bisa dipergunakan dengan sebaik-baiknya. Semoga proposal yang dibuat ini dapat bermanfaat.

Palangka Raya, Juli 2020



Penulis

DAFTAR ISI

	Halaman
HALAMAN JUDUL	i
HALAMAN PENGESAHAN	ii
SURAT PERNYATAAN BEBAS PLAGIARISME	iii
HALAMAN PERSEMBAHAN	iv
SARI	v
ABSTRACT	vi
KATA PENGANTAR	vii
DAFTAR ISI	ix
DAFTAR TABEL	xi
DAFTAR GAMBAR	xii
DAFTAR LAMPIRAN	xiii
BAB I PENDAHULUAN.....	1
1.1 Latar Belakang.....	1
1.2 Rumusan Masalah.....	2
1.3 Maksud dan Tujuan Penelitian	3
1.3.1 Maksud	3
1.3.2 Tujuan	3
1.4 Manfaat Penelitian	4
1.5 Batasan Masalah	5
BAB II KAJIAN PUSTAKA	6
2.1 Penelitian Terdahulu	6
2.2 Sistem Penyaliran Tambang	9
2.3 Faktor – factor Yang Mempengaruhi <i>Mine dewatering</i>	12
2.3.1 Sistem Penambangan.....	12
2.3.2 Curah Hujan.....	12
2.3.3 Daerah Tangkapan Hujan (<i>Catchment Area</i>)	13
2.3.4 Air Limpasan	13
2.3.5 Air Tanah	17
2.4 Analisis Data Curah Hujan	18
2.4.1 Periode Ulang Hujan	19
2.4.2 Curah Hujan Rencana	20
2.4.3 Resiko Hidrologi.....	28
2.5 <i>Mine Dewatering System</i> (Sistem Penirisan Tambang)	28
2.5.1 Saluran Terbuka	28
2.5.2 Sumuran	28
2.5.3 Sistem Pemompaan	30
2.5.4 <i>Head</i> Pompa	32
2.5.5 Debit Pemompaan	35
2.5.6 Daya Poros dan Efisiensi Pompa.....	36

BAB III METODE PENELITIAN	38
3.1 Gambaran Umum Wilayah Penelitian	38
3.1.1 Profil dan Sejarah Perusahaan	38
3.1.2 Lokasi dan Kesampaian Daerah	40
3.1.3 Keadaan Iklim	42
3.2 Kondisi Geologi	44
3.2.1 Kondisi Geologi Regional	44
3.2.1.1 Fisiografi	44
3.2.1.2 Stratigrafi	45
3.2.1.3 Struktur Geologi.....	48
3.2.2 Kondisi Geologi Daerah Penelitian	48
3.2.2.1 Morfologi	48
3.2.2.2 Litologi.....	49
3.2.2.3 Struktur Geologi.....	49
3.3 Alat dan Bahan	50
3.4 Tata Laksana.....	51
3.4.1 Langkah Kerja.....	51
3.4.2 Metode Penelitian	52
3.4.3 Metode Pengumpulan Data	52
3.4.4 Bagan Alir Penelitian	54
3.4.5 Waktu Penelitian	55
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN	56
4.1 Hasil Penelitian.....	56
4.1.1 Penentuan Luas <i>Catchment Area Pit GSB 02</i>	56
4.1.1.1 Analisis Data Curah Hujan	58
4.1.2 Penentuan Debit Rencana Maksimum Area Sump Di Pit GSB 02.....	69
4.1.3 Analisis Sistem Pemompaan di <i>Pit GSB 02</i>	75
4.2 Pembahasan	90
4.2.1 Analisis Jumlah Air Yang Masuk Ke <i>Sump GSB 02</i>	90
4.2.2 Analisis Debit Rencana Maksimum dan Kapasitas Rancangan <i>Sump GSB 02</i>	91
4.2.3 Analisis Sistem Pemompaan dan Kebutuhan Pompa Pada <i>Sump GSB 02</i>	93
BAB V PENUTUP	95
5.1 Kesimpulan	95
5.2 Saran	97

DAFTAR PUSTAKA
LAMPIRAN

DAFTAR TABEL

Tabel	Halaman
Tabel 2.1 Harga Koefisien Limpasan	16
Tabel 2.2 Periode Ulang Hujan Untuk Sarana Penyaliran Pada Daerah Tambang	19
Tabel 2.3 Parameter statistik untuk menentukan jenis distribusi	21
Tabel 2.4 Hubungan Antara Derajat Curah Hujan dan Intensitas Curah Hujan	26
Tabel 2.5 Koefisien kerugian pada belokan pipa	34
Tabel 3.1 Sejarah Perizinan PT. Kitadin	39
Tabel 3.2 Koordinat IUP PT. Kitadin	41
Tabel 3.3 Jadwal dan Waktu Pelaksanaan Penelitian Skripsi	55
Tabel 4.1 Dispersi Statistik untuk menentukan distribusi curah hujan tahun 2007-2016.	60
Tabel 4.2 Rekapitulasi Distribusi	62
Tabel 4.3 Perhitungan Distribusi Gumbel	64
Tabel 4.4 Distribusi Curah Hujan Metode Gumbel	65
Tabel 4.5 Resiko Hidrologi dengan Periode Ulang Hujan.....	67
Tabel 4.6 Intensitas Hujan Rencana Periode Ulang 2, 5 dan 10 tahun	68
Tabel 4.7 Kapasitas Maksimal <i>Sump</i> GSB 02 Aktual.....	71
Tabel 4.8 Total Volume Air yang Masuk Berdasarkan Curah Hujan Rencana	72
Tabel 4.9 Rancangan Dimensi <i>Sump</i> GSB 02	74
Tabel 4.10 Pompa yang digunakan pada <i>sump</i> GSB 02 dan GN.....	76
Tabel 4.11 Jam Hujan, Curah Hujan, dan Jam Kerja Pompa pada bulan Januari dan Februari	78
Tabel 4.12 Simulasi SRC (<i>System Resistance Curve</i>) Sesuai Spesifikasi ...	82
Tabel 4.13 Simulasi SRC (<i>System Resistance Curve</i>) Aktual	86
Tabel 4.14 Rencana Pemompaan <i>Sump</i> GSB 02 (<i>Primer</i>) dengan SRC	89
Tabel 4.15 Rekomendasi Dimensi <i>Sump</i> GSB 02.....	92

DAFTAR GAMBAR

Gambar		Halaman
Gambar 2.1	Kolam Terbuka	11
Gambar 2.2	Pengukuran Debit Pompa dengan Metode <i>Discharge</i>	35
Gambar 3.1	Lokasi Penelitian	41
Gambar 3.2	Bagan Alir Penelitian	54
Gambar 4.1	Luas <i>Catchment Area Pit</i> GSB 02 (Bulan Januari – Februari 2018).....	57
Gambar 4.2	<i>View Point Pit</i> GSB 02.....	58
Gambar 4.3	Kurva Intensitas Hujan Rencana Mononobe	69
Gambar 4.4	Rekomendasi Desain <i>Sump</i> Profil Trapesium <i>Sump</i> GSB 02	74
Gambar 4.5	Pompa Volvo KSB-200	76
Gambar 4.6	Pengukuran Debit Pompa menggunakan <i>Flowbar</i> dan metode <i>Discharge</i> 7.....	76
Gambar 4.7	Pipa HDPE yang digunakan pada <i>Sump</i> GSB 02	77
Gambar 4.8	Spesifikasi pompa Volvo KSB-200.....	83
Gambar 4.9	Grafik <i>System Performance Curve</i> Volvo KSB-200 Sesuai Spesifikasi	84
Gambar 4.10	Grafik <i>System Performance Curve</i> Volvo KSB-200 Aktual	87
Gambar 4.11	Kondisi pompa Volvo KSB 200.....	94

DAFTAR LAMPIRAN

- Lampiran A . Curah, Jumlah Hari, Dan Jumlah Jam Hujan PT. Riung Mitra Lestari
- Lampiran B Parameter Statistik Untuk Menentukan Distribusi Curah Hujan Rencana
- Lampiran C Perhitungan Curah Hujan Rencana Menggunakan Metode Distribusi Probabilitas
- Lampiran D Uji Keselarasan *Smirnov-Kolmogorov*
- Lampiran E Resiko Hidrologi Dengan Periode Ulang Hujan
- Lampiran F Perhitungan Debit Rencana
- Lampiran G Debit Aktual Dan Daya Pompa
- Lampiran H Rencana Pemompaan
- Lampiran I Performa Aktual Pompa
- Lampiran J Bagian – bagian Pompa
- Lampiran K Spesifikasi Pompa Volvo Ksb Dnd Lcc – H 200-610
- Lampiran L Peta Geologi Lembar Samarinda
- Lampiran M Peta Geologi Regional
- Lampiran N Peta Kesampaian Daerah
- Lampiran O Peta Situasi Pit GSB 02

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Pertambangan adalah seluruh rangkaian aktivitas yang mencakup mengenai kegiatan prospeksi, eksplorasi, studi kelayakan, perencanaan, penambangan, pengangkutan, pengolahan dan pemurnian suatu bahan galian yang bersifat ekonomis hingga pemasaran dan reklamasi. Dalam pertambangan terdapat kegiatan penambangan (eksploitasi tambang) yang meliputi aktivitas pembeaian, penggalian bahan galian, pemuatan, dan pengangkutan.

Pada tambang terbuka, penambangan batubara merupakan suatu kegiatan untuk mengambil endapan batubara yang ada di dalam bumi dengan cara mengupas tanah (*top soil*) hingga pengupasan *overburden*. Salah satu masalah yang sering dihadapi dalam kegiatan penambangan terutama pada tambang terbuka ini adalah hujan, sehingga air hujan yang masuk dapat menggenangi *front* penambangan yang sangat mengganggu proses penambangan batubara sehingga dapat menghambat kegiatan produksi dan hal ini juga pastinya akan mempengaruhi produktivitas alat gali muat dan angkut. Oleh karena itu, dibutuhkan penanganan untuk mengurangi dan mencegah air yang masuk ke dalam *front* penambangan. Sehingga dibutuhkan suatu alat yang mampu memindahkan air yang masuk ke dalam *front* penambangan yaitu pompa air (*water pump*) serta perlu adanya desain *sump* yang mampu menampung air yang masuk ke dalam lokasi penambangan

untuk sementara waktu apabila pompa tidak dalam keadaan *running* (bekerja). Akan tetapi, jumlah air yang masuk ke dalam lokasi penambangan terkadang tidak sesuai dengan kapasitas tampungan *sump* serta kemampuan alat untuk memompa air.

Berdasarkan latar belakang tersebut di atas, maka penulis memilih judul "Analisis Sistem Pemompaan dalam Kegiatan Penyaliran (*Dewatering*) Tambang Di *Pit* GSB 02 PT. Riung Mitra Lestari *Jobsite* Embalut Kecamatan Tenggarong Seberang, Kabupaten Kutai Kartanegara Provinsi Kalimantan Timur.

1.2 Rumusan Masalah

Adapun Rumusan Masalah dari penelitian ini adalah :

1. Berapa luas *catchment area* di *pit* GSB 02 PT. Riung Mitra Lestari *Jobsite* Embalut?
2. Bagaimana cara menghitung debit rencana maksimum dan kapasitas tampungan *sump* di *Pit* GSB 02 pada bulan Januari dan Februari?
3. Bagaimana sistem pemompaan yang digunakan di *pit* GSB 02 PT. Riung Mitra Lestari?

1.3 Maksud dan Tujuan Penelitian

1.3.1 Maksud

1. Sebagai pemenuhan studi akhir pada kurikulum pembelajaran program S-1 Jurusan Teknik Pertambangan, Fakultas Teknik, Universitas Palangka Raya.
2. Untuk menganalisis sistem pemompaan pada sistem penyaliran tambang (*mine dewatering*) pada PT. Riung Mitra Lestari.

1.3.2 Tujuan

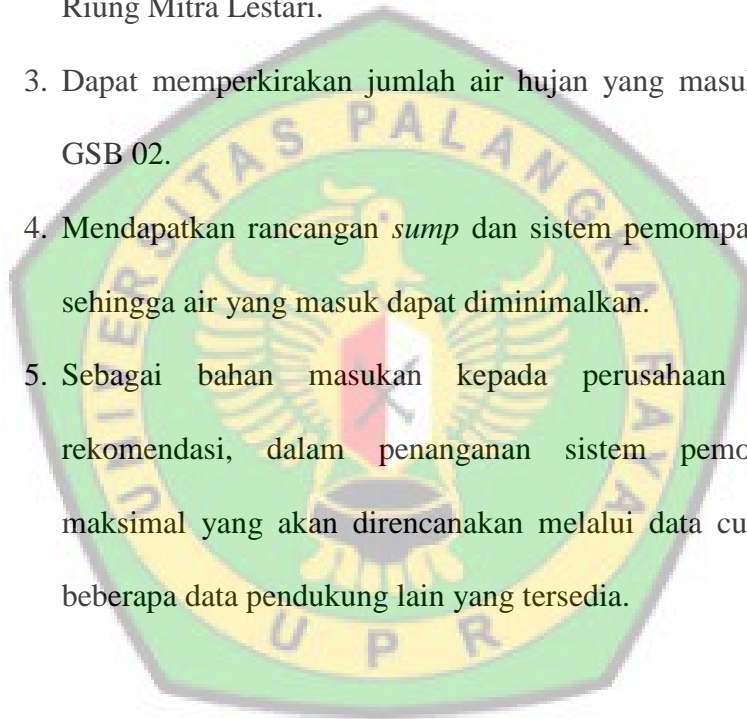
Tujuan penelitian Skripsi ini sesuai judul yang disetujui dengan wilayah penelitian pada *Sump* Pit GSB 02 PT. Riung Mitra Lestari adalah sebagai berikut:

1. Menghitung luas catchment area di *pit* GSB 02 PT. Riung Mitra Lestari *Jobsite* Embalut.
2. Menghitung debit rencana maksimum dan kapasitas tampungan *sump* di *pit* GSB 02 PT. Riung Mitra Lestari.
3. Menganalisis sistem pemompaan di *pit* GSB 02 PT. Riung Mitra Lestari.

1.4 Manfaat Penelitian

Manfaat yang diharapkan dari penelitian ini adalah sebagai berikut:

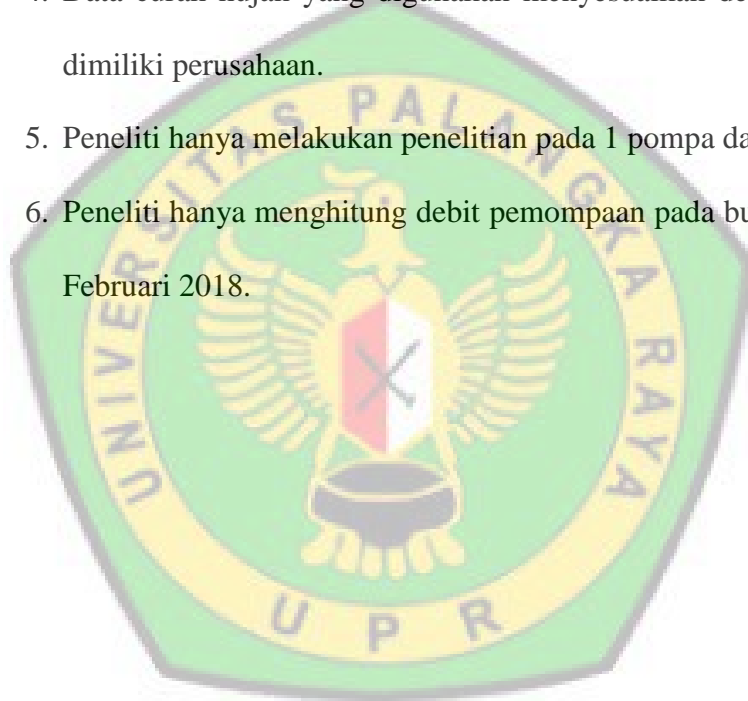
1. Diharapkan dapat menjadi bahan pertimbangan bagi perusahaan dalam perencanaan pemompaan sebagai penunjang aktifitas penambangan.
2. Menambah wawasan dan mengetahui proses *mine dewatering* di PT. Riung Mitra Lestari.
3. Dapat memperkirakan jumlah air hujan yang masuk ke dalam *Pit* GSB 02.
4. Mendapatkan rancangan *sump* dan sistem pemompaan yang efektif sehingga air yang masuk dapat diminimalkan.
5. Sebagai bahan masukan kepada perusahaan berupa saran rekomendasi, dalam penanganan sistem pemompaan secara maksimal yang akan direncanakan melalui data curah hujan serta beberapa data pendukung lain yang tersedia.



1.5 Batasan Masalah

Dalam penelitian ini, penulis membatasi permasalahan pada:

1. Kegiatan penyaliran tambang yang diteliti mulai dari *sump* ke *outlet* pompa di Pit GSB 02 PT. Riung Mitra Lestari *Jobsite* Embalut.
2. Peneliti tidak membuat desain saluran terbuka.
3. Peneliti tidak membahas air tanah dan evaporasi.
4. Data curah hujan yang digunakan menyesuaikan dengan data yang dimiliki perusahaan.
5. Peneliti hanya melakukan penelitian pada 1 pompa dan 1 *pit*.
6. Peneliti hanya menghitung debit pemompaan pada bulan Januari dan Februari 2018.



BAB II

KAJIAN PUSTAKA

2.1 Penelitian Terdahulu

Stefanus, Tulus (2016) melakukan penelitian dengan judul “Analisis Rancangan Sump Dan Sistem Pemompaan Pada PT. Pamapersada Nusantara Jobsite Kideco Jaya Agung”. Sump terbagi menjadi tiga jenjang, yaitu jenjang I, II dan III. Pada jenjang I memiliki panjang atas 510 meter; panjang bawah 500 meter; lebar atas 143; lebar dasar 133; kedalaman 9 meter; kemiringan 60⁰; lebar bench 5 meter; Panjang dinding kemiringan 10 meter; Luas Sump 72.965 m²; secara keseluruhan volume Sump jenjang I adalah 650.000 m³. Jenjang II memiliki panjang atas 629 meter; panjang bawah 620 meter; lebar atas 175; lebar dasar 166; kedalaman 8 meter; kemiringan 60⁰; lebar bench 5 meter; Panjang dinding kemiringan 9 meter; Luas Sump 110.105 m²; secara keseluruhan volume Sump D2 jenjang I adalah 874.160 m³. Jenjang III memiliki panjang atas 659 meter; panjang bawah 650 meter; lebar atas 191; lebar dasar 182; kedalaman 8 meter; kemiringan 60^o; lebar bench 5 meter; Panjang dinding kemiringan 9 meter; Luas Sump 125.882 m²; secara keseluruhan volume Sump D2 jenjang I adalah 1.000.000 m³. Jadi secara keseluruhan total kapasitas tampungan sump D2 jenjang I, II dan II adalah sebesar 2.524.160 m³. Jumlah ideal pompa yang digunakan adalah sebanyak 7 *line* pompa. Setiap pompa akan

beroperasi pada debit 200 l/s dan efisiensi 73% berdasarkan pada *performance curve* pompa.

Girsang, Tompul Richardo (2015) melakukan penelitian mengenai Perencanaan Teknis Sistem Penyaliran Tambang Terbuka PT, Bara Anugrah Sejahtra. Menurut penelitian Tompul Richardo Girsang, kegiatan penyaliran di PT. Bara Anugra Sejahtra. Perencanaan sistem penyaliran yang baik meliputi; perencanaan sump yang mampu menampung debit air limpasan dan air tanah, perencanaan sistem kerja pompa dan pemipaan, saluran terbuka yang mampu mengalirkan air hasil pemompaan, serta kolam pengendapan lumpur yang mampu menampung endapan lumpur hasil pemompaan. Luas catchment area lokasi tambang pada bulan Januari 2015 adalah sebesar 117.560 m². Sedangkan luas catchment area sesuai dengan kemajuan tambang bulan Desember 2015 adalah sebesar 391.000 m². Diperkirakan pertambahan catchment area setiap bulannya sebesar 24.859 m².

Volume air yang masuk ke lokasi tambang merupakan jumlah dari volume air limpasan dengan volume air tanah dikurangi dengan volume evapotranspirasi. Dari perhitungan dihasilkan bahwa volume air terkecil yang masuk ke lokasi tambang pada tahun 2015 terjadi pada bulan Juni yaitu sebesar 10.488,98 m³, sedangkan volume air terbesar yang masuk ke lokasi tambang terjadi pada bulan Desember yaitu sebesar 140.121,45 m³. Perencanaan sistem penyaliran menggunakan 1 unit pompa Deeflo DP2500-2. Debit pompa diketahui sebesar 300 m³/jam, dengan jam kerja pompa

sebesar 20 jam/hari, maka selama 39 hari diperkirakan total volume air yang menggenangi front penambangan akan habis dipompakan keluar tambang.

Setelah itu jam kerja pompa akan dikurangi sesuai dengan volume air yang masuk ke lokasi tambang setiap bulannya. Head total pompa yang diperlukan untuk mengalirkan air dari sump (+45 mdpl) ke saluran terbuka (+58 mdpl) adalah sebesar 20,5315 m. Sedangkan daya pompa diperlukan sebesar 25,1410 kW. Sistem pemipaan akan menggunakan 6 batang pipa HDPE, dengan panjang masing-masing pipa sebesar 6 m, sehingga panjang pipa keluar sebesar 36 m.

Endriantho, Mohammad. (2013) dalam penelitian ini metode yang digunakan adalah mengkaji sistem penyaliran tambang terbuka yang sekarang digunakan di *Pit Seam 11 Selatan* sesuai dengan rencana kemajuan tambang. Analisis data curah hujan harian di lokasi penelitian pada tahun 2004-2009 dengan menggunakan distribusi Gumbel, diperoleh curah hujan rencana sebesar 75,12 mm/hari untuk periode ulang 2 tahun, sehingga menyebabkan terakumulasinya air pada lantai *pit* dengan volume total 8.034,18 m³/hari dengan asumsi durasi hujan berlangsung selama 8,14 menit. Arah penambangan batubara direncanakan ke arah Barat. Air yang terakumulasi pada sump dipompakan keluar menuju saluran terbuka. Letak sump berada pada sebelah barat *pit* dengan jumlah pompa yang digunakan yaitu 1 unit pompa (MultiFlo 390).

2.2 Sistem Penyaliran Tambang

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

Air yang menggenangi suatu daerah penambangan harus segera dialirkan keluar dari daerah tersebut melalui saluran penyaliran menuju keluar daerah penambangan. Ada beberapa bentuk saluran penyaliran yaitu bentuk trapesium, persegi panjang, segitiga dan setengah lingkaran. (Suyono, 2012 : V-4)

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

jenuh oleh jaringan kapiler. Air yang berada pada daerah jenuh disebut air tanah.

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

1. *Mine Drainage*

a. *Siemen Method*

b. *Deep Well Pump Method Drainage*

c. *Electro Osmosis System Drainage*

2. *Mine Dewatering*

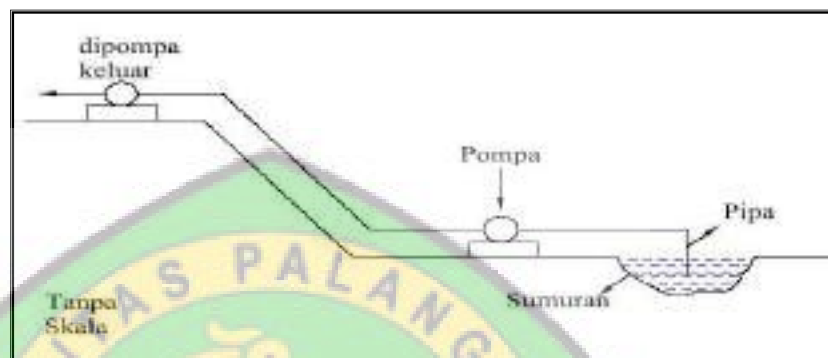
Merupakan upaya untuk mengeluarkan air yang telah masuk ke daerah penambangan. Upaya ini terutama untuk menangani air yang berasal dari air hujan. Beberapa metode penyaliran *mine dewatering* adalah sebagai berikut :

a. Cara Paritan

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

b. Sistem Kolam Terbuka

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



(Sumber : Arafah HK, 2006 : 26)

Gambar 2.1. Kolam Terbuka

c. Sistem Adit

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

2.3 Faktor-faktor Yang Mempengaruhi *Mine Dewatering*

Ada beberapa faktor yang mempengaruhi sistem penyaliran adalah sebagai berikut :

2.3.1 Sistem Penambangan

Sistem penambangan yang digunakan pada daerah lokasi penelitian adalah sistem penambangan terbuka dengan metode *open pit*. Kondisi dan keadaan lapangan pada areal penambangan tentunya telah mengalami perubahan terutama keadaan topografinya akibat penambangan. Keadaan ini sangat mempengaruhi dalam melakukan studi sistem penirisan air di tambang (*mine dewatering*).

2.3.2 Curah Hujan

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

2.3.3 Daerah Tangkapan Hujan (*Catchment Area*)

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

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

2.3.4 Air Limpasan

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

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

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

(Sumber : Asdak, 1995 dalam Waterman S. B, 2018 : 110)

Keterangan :

Q = Debit aliran limpasan ($m^3/detik$)

C = Koefisien limpasan (Lihat Tabel 2.1)

I = Intensitas curah hujan (mm/jam)

A = Luas daerah tangkapan Hujan (Km^2)

Tabel 2.1 Harga Koefisien Limpasan

No	Kemiringan	Tata Guna Lahan	Nilai C
1.	Datar, < 3%	a. Sawah dan Rawa	0,2
		b. Hutan dan kebun	0,3
		c. Pemukiman dan taman	0,4
2.	Menengah, 3% - 5%	a. Hutan dan kebun	0,4
		b. Pemukiman dan taman	0,5
		c. Alang – alang, sedikit tanaman	0,6
		d. Tanah gundul, jalan aspal	0,7
3.	Curam, > 15%	a. Hutan dan kebun	0,6
		b. Pemukiman dan taman	0,7
		c. Alang – alang, sedikit tanaman	0,8
		d. Tanah gundul, jalan aspal, areal penggalian & penimbunan tambang	0,9-1

(Sumber : Soemarto, 1995 dalam Waterman S. B, 2018 : 213)

Waktu konsentrasi (T_c) adalah waktu yang dibutuhkan untuk terakumulasinya semua air limpasan pada pintu keluaran (*outlet*) dari suatu daerah tangkapan hujan. Untuk menentukan nilai T_c dihitung dengan rumus *Kirpich* (Dalam I Made K, 2010) :

$$t_c = 0,0195xH^{0,77} xS^{-0,385} \quad (2.2)$$

$$S = \frac{H}{L} \quad (2.3)$$

Keterangan :

t_c = waktu konsentrasi (jam)

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

S = kemiringan rata-rata daerah lintasan air

H = tinggi (m)

2.3.5 Air Tanah

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

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

Untuk menghitung debit dari air tanah dapat menggunakan cara perhitungan fluida ($Q = V : t$), perhitungan menggunakan wadah dengan volume terukur dan *stopwatch*. Wadah ditempatkan di aliran air tanah lalu hitung waktu tempuh air tanah dalam memenuhi volume

wadah, misalkan wadah berukuran 500 ml maka butuh berapa detik air tanah dapat memenuhi volume wadah tersebut. Setelah itu debit air tanah ($Q_{\text{air tanah}}$) dapat diketahui dengan perhitungan volume wadah (V) dibagi waktu alir air tanah tersebut (t).

$$Q = V : t \quad (2.4)$$

Keterangan :

Q = Debit air tanah (m^3/detik)

V = Volume wadah air (m^3)

t = Waktu tempuh/alir (detik)

2.4 Analisis Data Curah Hujan

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

Untuk menentukan prakiraan curah hujan rencana, perlu dilakukan analisis frekuensi dari data curah hujan yang tersedia. Makin lama selang waktu pengukuran akan semakin akurat pula hasil analisis frekuensi. Data curah hujan yang akan dianalisis adalah besarnya curah hujan harian maksimum.

2.4.1 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*).

Penetapan periode ulang hujan sebenarnya lebih ditekankan pada masalah kebijakan dan resiko yang perlu diambil sesuai dengan perencanaan. Menurut Kite G.W. (1977), acuan untuk menentukan periode ulang hujan dapat dilihat pada tabel 2.2 berikut ini.

Tabel 2.2 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 : Kite G.W.,1977 dalam Kamiana I Made, 2014)

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

2.4.2 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 (Suyono, 2012 : V-3).

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

Penentuan jenis distribusi probabilitas yang sesuai dengan data dilakukan dengan mencocokkan parameter data tersebut dengan syarat masing-masing jenis distribusi seperti pada tabel 2.3.

Tabel 2.3 Parameter statistik untuk menentukan jenis distribusi

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

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

Dari data di atas didapat perhitungan parameter statistik sebagai berikut :

1. Mean / nilai tengah / rerata

$$\bar{x} = \frac{\sum_{i=1}^n x_i}{n} \quad (2.5)$$

2. Simpangan Baku / Standard Deviasi

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

3. Koefisien Variansi /Variation Coefficient)

$$Cv = \frac{S}{\bar{x}} \quad (2.7)$$

4. Asimetri / Kemencengan / Skewness

$$Cs = \frac{n \sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^3}{(n-1).(n-2).S^3} \quad (2.8)$$

5. Kurtosis

$$Ck = \frac{n^2 \cdot \sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^4}{(n-1).(n-2).(n-3).S^4} \quad (2.9)$$

A. Distribusi Probabilitas Normal

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

Keterangan :

X_T = Perkiraan harga untuk periode ulang T

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

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

S = Standar deviasi dari X

$$S = \sqrt{\frac{\sum (X_i - \bar{x})^2}{n-1}} \quad (2.11)$$

n = Jumlah data pengamatan

B. Distribusi Probabilitas Log Normal

$$\text{Log } X_T = \text{Log } x + K_T \cdot S \text{Log} x \quad (2.12)$$

Keterangan :

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

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

n = Jumlah data

K_T = Variabel standard, besarnya dari T

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

$$= \sqrt{\frac{\sum_{n-1}^n (\log X - \log x)^2}{n - 1}} \quad (2.13)$$

C. Distribusi Probabilitas Gumbel

$$X_T = \bar{x} + S x K \quad (2.14)$$

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

$$X_T = \bar{x} + \frac{Sd}{S_n} (Y_t - Y_n)$$

$$Y_t = - \left[0,834 - 2,303 \text{ Log Log } \left(\frac{T}{T-1} \right) \right] \quad (2.15)$$

Keterangan :

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

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

K = Faktor frekuensi Gumbel

S = Standar deviasi dari data hujan (X)

Y_t = *Reduce variate*

Y_n = *Reduce mean*

S_n = *Reduce standard Deviasi*

D. Distribusi Probabilitas Log Pearson III

$$\text{Log } X_T = \text{Log } \bar{x} + K_T \cdot S \cdot \text{Log } x \quad (2.16)$$

$$C = \frac{n \sum (\log X - \log \bar{x})^2}{n - 1} \quad (2.17)$$

Keterangan :

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

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

n = Jumlah data

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

SLogx = Standar deviasi dari log x

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

Cs = Koefisien Skewness

$$= \sqrt{\frac{\sum_{n-1}^n (\log X - \log x)^2}{n - 1}} \quad (2.18)$$

E. Intensitas Curah Hujan

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

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

Seandainya curah hujan harian 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 yaitu :

$$I_t = \frac{60.R_t}{t} \quad (2.19)$$

(Sumber : Soemarto, 1995 dalam Waterman S. B, 2018 : 213)

Keterangan :

I = Intensitas curah hujan (mm/jam)

t = Lama hujan (menit)

R_t = Curah hujan dalam t menit (mm)

Pengelompokkan keadaan dan intensitas curah hujan berdasarkan pada lamanya hujan yang turun pada satuan waktu tertentu dan banyaknya curah hujan yang turun.

Tabel 2.4 Hubungan Antara Derajat Curah Hujan dan Intensitas Curah Hujan

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

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

F. Uji Distribusi Probabilitas

Uji distribusi probabilitas dimaksudkan untuk mengetahui apakah persamaan distribusi probabilitas yang dipilih dapat mewakili distribusi sampel data yang dianalisa. Terdapat 2 metode pengujian distribusi probabilitas yaitu metode Chi-Kuadrat dan metode Smirnov-Kolmogorof. Dalam penelitian hanya pengujian menggunakan metode Smirnov-Kolmogorof yang akan dibahas.

Metode Smirnov Kolmogorof dikenal dengan uji kecocokan *non parametric* karena pengujiannya tidak menggunakan fungsi distribusi tertentu. Prosedurnya sebagai berikut :

- Urutkan data dari besar ke kecil atau sebaliknya dan tentukan peluangnya dari masing-masing data tersebut.
- Tentukan nilai variabel reduksi $\{f(t)\}$.

$$f(t) = \frac{X-X}{s}$$

- Tentukan peluang teoritis $\{P'(Xi)\}$ dari nilai $f(t)$ dengan tabel.
- Dari kedua nilai peluang tersebut tentukan selisih antara pengamatan dan peluang teoritis. $D \text{ maks} = \text{Maks} \{P(Xi) - P'(Xi)\}$ (2.20)

2.4.3 Resiko Hidrologi

Resiko hidrologi adalah kemungkinan suatu kejadian akan terjadi minimal satu kali pada periode ulang tertentu. (Suyono, 2012 : Waterman S. B, 2018 : 106)

$$Pr = 1 - \left(1 - \frac{1}{Tr}\right)^{Tl} \quad (2.21)$$

Keterangan :

Pr = Resiko Hidrologi

Tr = Periode Ulang

Tl = Umur tambang

2.5 *Mine Dewatering System* (Sistem Penirisan Tambang)

2.5.1 Saluran Terbuka

Saluran terbuka berfungsi untuk menampung dan mengalirkan air ke tempat pengumpulan (kolam penampungan atau saluran) atau tempat lain. Bentuk penampungan saluran, umumnya dipilih berdasarkan debit air, tipe material serta kemudahan dalam pembuatannya.

2.5.2 Sumuran

Sumuran tambang berfungsi sebagai tempat penampungan sementara air dan lumpur sebelum dipompa ke luar tambang. Sumuran tambang dibedakan menjadi dua macam, yaitu sumuran tambang permanen dan sementara. Sumuran tambang permanen adalah sumuran

yang berfungsi selama penambangan berlangsung, dan umumnya tidak berpindah tempat. Sedang sumuran sementara berfungsi dalam rentang waktu tertentu dan sering berpindah tempat.

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

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

$$\text{Volume Sump} = \left(\frac{1}{2} \times (t+b) \times d\right) \times L \quad (2.22)$$

Keterangan :

t = panjang permukaan *sump* (m)

b = panjangdasar *sump* (m)

d = tinggi sump/kedalaman sump (m)

L = lebar permukaan *sump* (m)

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

2.5.3 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.

Hal yang perlu diperhatikan dalam penggunaan pompa yaitu :

1. Klasifikasi Pompa

a. Pompa Sentrifugal

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

1) Pompa Tekanan Rendah

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

2) Pompa Tekanan Menengah

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

3) Pompa Tekanan Tinggi

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

b. Pompa Aliran Campur

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

c. Pompa Aksial

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

2. Spesifikasi pompa

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

- a. Kapasitas
- b. Kondisi Isap
- c. Kondisi keluar

- d. Julang total pompa
- e. Jenis cairan yang dipompa
- f. Kondisi kerja
- g. Penggerak
- h. Poros tegak dan mendatar
- i. Tempat instalasi
- j. Jumlah pompa

2.5.4 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:

$$\text{Total Head} = H_s + H_d + H_l \quad (2.23)$$

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.

2. Head Statis (H_s)

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.

$$H_s = H_2 - H_1 \quad (2.24)$$

H_1 = Head pada *outlet pompa*

H_2 = Head pada permukaan air

3. *Head Dinamik*

Untuk menghitung *head* dinamik, harus terlebih dahulu diketahui nilai kecepatan aliran dan *head loss* dari database pipa HDPE dimana harus diketahui *nominal pressure* (PN) pompa yang dapat dihitung dengan cara :

Nominal *pressure* Volvo KSB-200

$$PN = 16 \text{ bar}$$

Setelah PN diketahui, maka *head dynamic* dapat dihitung dengan cara :

$$Head \text{ Dynamic} = \frac{\text{Panjang Pipa}}{100} \times Head \text{ loss} \quad (2.25)$$

4. *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.

Untuk menghitung *head* kerugian gesek didalam pipa dapat digunakan persamaan sebagai berikut:

$$H_1 = \frac{10,666Q^{1,85}}{C^{1,85} D^{4,85}} \times L \quad (2.26)$$

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

Keterangan :

H_f = kehilangan tekanan gesek dalam pipa, (m)

C = koefisien gesekan pipa Hazen William

L = panjang pipa (m)

Q = laju aliran air (m^3/det)

D = Diameter dalam pipa (m)

Untuk mendapatkan nilai *Head Loss* dapat juga menggunakan tabel Simulasi SRC (*System Resistance Curve*) seperti di bawah ini :

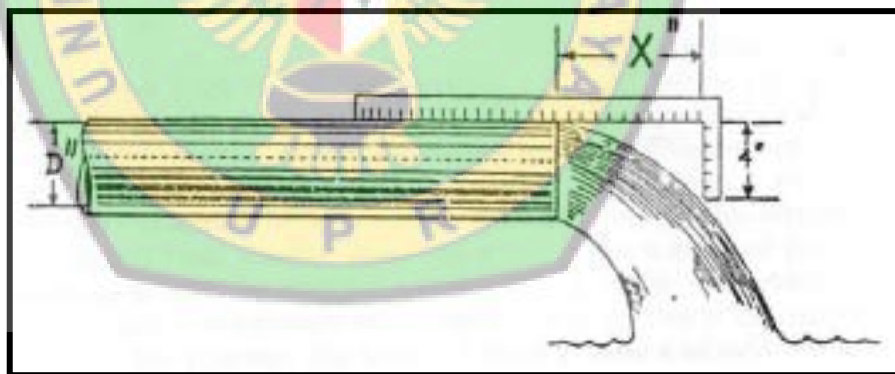
Tabel 2.5 Simulasi SRC (*System Resistance Curve*)

Q (l/s)	V (m/s)	Head Loss (m/100m)	Hd (m)	Hs (m)	Ht (m)
0	0	0	0	58	58
100	3.19	3.42	4.959	58	66.379
130	4.14	5.178	7,5081	58	70.6861
150	4.78	7.25	10.5125	58	75.7625
200	6.38	12.36	17.922	58	88.282
250	7.97	18.68	27.086	58	103.766
300	9.57	26.18	37.961	58	122.141
350	11.16	34.83	50.5035	58	143.3335
400	12.76	44.6	64.67	58	167.27

2.5.5 Debit Pemompaan

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

Perkiraan debit pemompaan aktual dapat dilakukan percobaan dengan Metode *Discharge*. Langkah kerja metode ini yaitu dengan membuat alat ukur berbentuk “L” seperti terlihat pada Gambar 2.2. Sisi yang pendek berukuran 4 inchi dan sisi yang lebih panjang merupakan panjang kekuatan air (X) dinyatakan dalam satuan mm.



(Sumber : Sularso dan Haruo T., 1987)

Gambar 2.2 Pengukuran Debit Pompa dengan Metode *Discharge*

Debit pompa diukur dengan meletakkan sisi L yang panjang pada bagian atas pipa ketika air mengalir keluar dari pipa. Lalu pastikan sisi yang pendek menyentuh aliran air. Kemudian catat panjang X . Dalam perkembangan metode *discharge*, dilakukan

modifikasi pada alat ukur yang digunakan yaitu dengan mengubah panjang sisi yang pendek menjadi 300 mm. Cara pengukuran debit sama dengan apabila menggunakan alat ukur dengan sisi pendek 4 inchi.

Metode Discharge :

$$v = \frac{x}{\sqrt{\frac{2y}{g}}} \quad (2.27)$$

$$Q = \pi \times r^2 \times v \quad (2.28)$$

(Sumber : Sularso dan Haruo T., 1987)

2.5.6 Daya Poros dan Efisiensi Pompa

a. Daya air

Daya air adalah energi yang secara efektif diterima oleh air dari pompa persatuan waktu. Daya air (P_w) dapat dihitung dengan menggunakan rumus:

$$P_w = \gamma QH \quad (2.29)$$

(Sumber : Suripin, 2003)

Keterangan:

γ = bobot isi air (kN/m^3)

Q = kapasitas (m^3/detik)

H = Julang total (m),

P_w = Daya air (kW)

b. Daya poros

Daya poros yang diperlukan untuk menggerakkan pompa adalah sama dengan daya air ditambah kerugian daya di dalam pompa. Daya poros (P) dapat dihitung dengan menggunakan rumus:

$$P = P_w / \eta_p \quad (2.30)$$

(Sumber : Suripin, 2003)

Keterangan:

η_p = efisiensi pompa

P = Daya poros

Efisiensi pompa untuk pompa-pompa jenis khusus harus diperoleh dari pabrik pembuatnya.

Universitas Palangka Raya Universitas Palangka Raya Universitas Palangka Raya

Universitas Palangka Raya Universitas Palangka Raya Universitas Palangka Raya

Universitas Palangka Raya Universitas Palangka Raya Universitas Palangka Raya

Universitas Palangka Raya Universitas Palangka Raya Universitas Palangka Raya

Universitas Palangka Raya Universitas Palangka Raya Universitas Palangka Raya

Universitas Palangka Raya Universitas Palangka Raya Universitas Palangka Raya

Universitas Palangka Raya Universitas Palangka Raya Universitas Palangka Raya

Universitas Palangka Raya Universitas Palangka Raya Universitas Palangka Raya

Universitas Palangka Raya Universitas Palangka Raya Universitas Palangka Raya

Universitas Palangka Raya Universitas Palangka Raya Universitas Palangka Raya

Universitas Palangka Raya Universitas Palangka Raya Universitas Palangka Raya

Universitas Palangka Raya Universitas Palangka Raya Universitas Palangka Raya

Universitas Palangka Raya Universitas Palangka Raya Universitas Palangka Raya

Universitas Palangka Raya Universitas Palangka Raya Universitas Palangka Raya

Universitas Palangka Raya Universitas Palangka Raya Universitas Palangka Raya

Universitas Palangka Raya Universitas Palangka Raya Universitas Palangka Raya

Universitas Palangka Raya Universitas Palangka Raya Universitas Palangka Raya

Universitas Palangka Raya Universitas Palangka Raya Universitas Palangka Raya

Universitas Palangka Raya Universitas Palangka Raya Universitas Palangka Raya

Universitas Palangka Raya Universitas Palangka Raya Universitas Palangka Raya



BAB III

METODE PENELITIAN

BAB III

METODE PENELITIAN

3.1 Gambaran Umum Wilayah Penelitian

3.1.1 Profil dan Sejarah Perusahaan

PT. Riung Mitra Lestari adalah sebuah perusahaan yang bergerak dalam bidang pertambangan Batubara sebagai kontraktor di area pertambangan salah satunya di PT. ITM-Kitadin yang berlokasi di Desa Embalut Kecamatan Tenggarong Seberang, Kabupaten Kutai Kertanegara, Kalimantan Timur.

PT. Riung Mitra Lestari dibentuk pada tahun 2006 yang menangani penggalian, pengangkutan, *overburden* dan batubara. Atas landasan kepercayaan kepada Tuhan Yang Maha Kuasa untuk turut berperan serta dalam meningkatkan kualitas hidup bangsa melalui peningkatan kualitas sumber daya alam yang optimal.

PT.Kitadin telah memiliki dokumen AMDAL yang telah disetujui oleh Komisi Penilai AMDAL Kabupaten Kutai Kartanegara dengan nomor persetujuan No. 180.188/HK-365/2003 tanggal 16 Juni 2003.

Tabel 3.1 Sejarah Perizinan PT. Kitadin

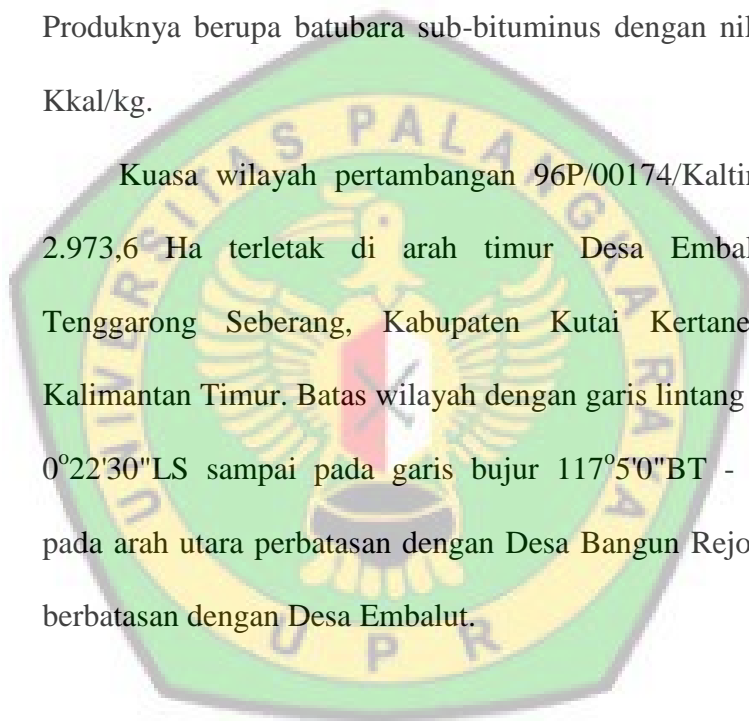
No.	No. Surat Keputusan	Tanggal Penerbitan	Yang Mengeluarkan Ijin	Masa Berlaku	Keterangan
1	1562/SK-DJ/213/DUP Tahun 1980	28 Mei 1980	Dir Jend Pertambangan Umum-Jakarta		Ijin Eksplorasi
2	25K/231/030000/1984	28 Juni 1984	Dir Jend Pertambangan Umum-Jakarta	10 Tahun	KP Eksploitasi (DU 385)
3	122.K/2014/DDJP/1995	25 April 1995	Dir Jend Pertambangan Umum-Jakarta	10 Tahun	KP Eksploitasi (DU 385)
4	110K/24.01.DJP/2000	17 Maret 2000	Dir Jend Pertambangan Umum-Jakarta		Kp Eksploitasi (KW 96 P00 174) Perluasan wilayah dari 973,6 Ha menjadi 2973,6 Ha
5	540/06/KP.EP/DPE-IV/XI/2003	03 Nopember 2003	Bupati Kutai Kartanegara - Tenggarong	5 Tahun	KP Eksploitasi (No.KW.KTN.2009 2008 Ep.)
6	540/008/KP-EP/DPE-IV/II/2009	25 Februari 2009	Bupati Kutai Kartanegara - Tenggarong	4 Tahun	KP Eksploitasi (KW.KTN 2011 017 OP)
7	540/017/IUP-OP/MB-PBAT/II/2011	24 Januari 2011	Bupati Kutai Kartanegara - Tenggarong		Penyesuaian dari KP Eksploitasi ke IUP-OP
8	540/006/IUP-OP/MB-PBAT/III/2013	18 Maret 2013	Bupati Kutai Kartanegara - Tenggarong	9 Tahun	Penyesuaian IUP-OP No. 540/017/IUP-OP/MB-PBAT/II/2011

(Sumber : Dokumen Arsip PT. Kitadin)

3.1.2 Lokasi dan Kesampaian Daerah

PT. Riung Mitra Lestari Site Embalut terletak di Desa Embalut, Kecamatan Tenggarong Seberang, Kabupaten Kutai Kertanegara, Kalimantan Timur yang merupakan konsesi PT. Kitadin (ITM). Lokasi ini bisa ditempuh menggunakan jalan darat dari Balikpapan ± 2,5 jam perjalanan. Konsesi PT. Kitadin - Embalut seluas 2.973 Ha. Produknya berupa batubara sub-bituminus dengan nilai kalori 5.850 Kkal/kg.

Kuasa wilayah pertambangan 96P/00174/Kaltim dengan luas 2.973,6 Ha terletak di arah timur Desa Embalut Kecamatan Tenggarong Seberang, Kabupaten Kutai Kertanegara, Provinsi Kalimantan Timur. Batas wilayah dengan garis lintang $0^{\circ}18'25,8''$ LS - $0^{\circ}22'30''$ LS sampai pada garis bujur $117^{\circ}5'0''$ BT - $117^{\circ}7'49,9''$ BT. pada arah utara perbatasan dengan Desa Bangun Rejo dan arah barat berbatasan dengan Desa Embalut.



Tabel 3.2 Koordinat IUP PT. Kitadin

No. Titik	Garis Bujur (BT)			Garis Lintang			LU/LS
	°	'	"	°	'	"	
1	117	7	26	0	20	55,7	LS
2	117	7	26	0	20	42	LS
3	117	7	38,5	0	20	42	LS
4	117	7	38,5	0	20	3,2	LS
5	117	7	45	0	20	3,2	LS
6	117	7	45	0	19	45,3	LS
7	117	7	33,7	0	19	45,3	LS
8	117	7	33,7	0	19	12,8	LS
9	117	7	43,4	0	19	12,8	LS
10	117	7	43,4	0	18	50	LS
11	117	7	49,9	0	18	50	LS
12	117	7	49,9	0	18	25,8	LS
13	117	7	40,5	0	18	25,8	LS
14	117	7	40,5	0	18	0	LS
15	117	7	0	0	18	0	LS
16	117	7	0	0	18	30	LS
17	117	5	0	0	18	30	LS
18	117	5	0	0	22	30	LS
19	117	6	0	0	22	30	LS
20	117	6	0	0	21	30	LS
21	117	6	30	0	21	30	LS
22	117	6	30	0	20	55,7	LS

(Sumber : Laporan Studi Kelayakan Tahun 2013)



(Sumber : Laporan Studi Kelayakan Tahun 2013)

Gambar 3.1 Lokasi Penelitian

Lokasi pertambangan PT. Riung Mitra Lestari - Embalut terletak ± 6 Km arah Desa Embalut atau Sungai Mahakam. Rute yang dilalui untuk sampai ke lokasi penelitian adalah sebagai berikut:

1. Untuk mencapai lokasi dari Palangka Raya ada jalur darat dan ada jalur udara. Jalur darat yaitu dengan menggunakan bus dari Palangkaraya ke Banjarmasin selama ± 4 jam, dari Banjarmasin menuju Balikpapan ditempuh dengan waktu ± 12 jam kemudian dari Balikpapan menuju site Embalut selama ± 3 jam.
2. Untuk jalur udara yaitu dengan menggunakan pesawat dari Bandara Tjilik Riwut menuju Bandara International Sepinggan Balikpapan dengan waktu tempuh ± 1 jam dan kemudian dilanjutkan dengan jalur darat melalui jalur Balikpapan-Samarinda menggunakan roda empat dengan waktu tempuh sekitar 3 jam 30 menit.

3.1.3 Keadaan Iklim

Komponen iklim (suhu udara dan kelembaban) yang dikaji merupakan data sekunder yang diperoleh dari Stasiun Meteorologi Temindung Samarinda dan Stasiun Hujan Tenggarong yang merupakan stasiun pengukur cuaca yang paling dekat dan paling representatif dalam menggambarkan kondisi iklim.

Suhu udara rata-rata bulanan selama tahun 2003 – 2014 menunjukkan kisaran suhu 25,7 – 30,3 °C, sedangkan kelembaban udara rata-rata bulanan berkisar 67,0 – 88,5 %. Suhu udara dan

kelembaban yang tinggi, karena wilayah ini berada di khatulistiwa. Kelembaban yang relatif tinggi juga berkaitan dengan posisi geografis yang berada pada iklim tropika basah.

Tipe iklim termasuk Af (Koppen), sedangkan tipe hujan menurut klasifikasi Schmit dan Ferguson (1951) termasuk A dimana perbandingan antara bulan kering dengan curah hujan di bawah 60 mm per bulan dengan bulan basah dengan curah hujan di atas 100 mm per bulan bernilai nol ($Q=0$).

Kecepatan angin umumnya ke arah Timur Laut pada bulan Januari, Februari, Maret, April. Angin bertiup ke arah Barat Daya pada bulan Juni, Juli, Agustus dan Oktober. Angin bertiup ke arah Selatan pada bulan September, ke arah Barat pada bulan November, dan ke arah Barat Daya pada bulan Desember.

Tingkat penyinaran matahari rata-rata bulanan di atas 50 % terjadi pada bulan Januari, Februari, Maret, April, Mei, Juli, Agustus dan September; sedangkan tingkat penyinaran matahari rata-rata di bawah 50 % terjadi pada bulan Juni, Oktober, November, dan Desember.

3.2 Kondisi Geologi

3.2.1 Kondisi Geologi Regional

3.2.1.1 Fisiografi

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

Peneliti terdahulu membagi Pulau Kalimantan menjadi beberapa zona berdasarkan beberapa karakteristik, di antaranya dari perbedaan litostratigrafi, kronostratigrafi, biostratigrafi, struktur geologi dan tektoniknya yang berkembang, serta dari perbedaan fisiografi, karakteristik geomorfologi, potensi sumberdaya mineral dan potensi hidrokarbonnya. Daerah Perjanjian, terletak di dalam Zona Cekungan Mahakam dan Kutai yang sekarang terdapat dekat aliran Sungai Mahakam.

Pada pertengahan Zaman Tersier, dalam Cekungan Mahakam dan Kutai, banyak terbentuk batuan sedimen, baik yang terbentuk dalam lingkungan laut dalam, laut dangkal,

lagun, delta ataupun yang terbentuk lingkungan transisi dan paparan.

Pada beberapa lingkungan pengendapan tertentu (transisi dan delta) banyak terbentuk lapisan-lapisan batubara dalam berbagai ketebalan, karakteristik, kualitas dan pola struktur yang mempengaruhinya, bersama-sama dengan batuan sedimen pembawa batubara (*coal bearing formation*). Di daerah ini, lapisan batuan pembawa batubara berupa lapisan batulempung karbonan dan batulanau karbonan.

Pola arah sebaran batuan pembawa batubara berdasarkan fisiografi perkembangannya, sangat dipengaruhi oleh struktur geologi regional dan tektonika.

3.2.1.2 Stratigrafi

Merujuk hasil pemetaan geologi yang dilakukan oleh S. Supriatna dkk. (*Puslitbang Geologi, 1995*), formasi yang terdapat di cekungan kutai ini dapat dikelompokkan menjadi beberapa formasi. Secara lithostratigafis berbagai formasi yang menyusun daerah ini dan kawasan sekitarnya dari tua ke muda dapat diuraikan sebagai berikut:

- Formasi Pamaluan (Tomp)

Litologinya terdiri dari batupasir kuarsa dengan sisipan batulempung, serpih, batugamping, dan batulanau yang diendapkan pada waktu Oligosen Akhir hingga

Miosen Awal dengan lingkungan pengendapan neritik. Penyebaran formasi dapat ditemukan melampaui di sebelah Barat laut di luar dari wilayah yang dikaji.

- Formasi Bebuluh (Tmb)

Diendapkan pada kala Miosen Awal dengan susunan litologi terdiri dari batugamping dengan sisipan batugamping pasir, dan serpih. Formasi ini diendapkan dalam lingkungan neritik dan diduga saling berhubungan jari menjari (*inter fingering*) dengan Formasi Pamaluan.

- Formasi Pulau Balang (Tmpb)

Formasi ini diendapkan secara selaras di atas Fm. Bebuluh kala Miosen Tengah yang di bagian atasnya saling menjari (*inter fingering*) dengan Formasi Balikpapan. Secara umum litologinya terdiri dari *greywacke*, batupasir kuarsa, batugamping, tufa dasit, dan batubara yang diendapkan dalam lingkungan laut dangkal.

- Formasi Balikpapan (Tmbp)

Merupakan perselingan batupasir dan lempung dengan sisipan batulanau, serpih, batugamping, dan batubara yang diendapkan pada waktu Miosen Tengah dalam lingkungan parasedelta (*delta front*) hingga dataran delta (*delta plain*). Formasi ini memiliki hubungan jari menjari dengan Fm. Pulau Balang.

- Formasi Kampung Baru (Tpkb)

Diendapkan secara tidak selaras di atas Fm. Balikpapan dengan susunan litologi berupa batupasir kuarsa dengan sisipan batulanau, serpih, dan lignit yang lunak dan mudah hancur. Diduga formasi ini diendapkan pada waktu Miosen Akhir Plio-Plistosen dengan lingkungan pengendapan delta hingga laut dangkal.

- Endapan Alluvial (Qa)

Merupakan sedimen termuda berupa endapan lepas berumur kuartar yang diendapkan tidak selaras di atas Fm. Kampung Baru. Endapannya berupa material lepas beragam ukuran seperti kerikil, pasir, dan lumpur hasil proses desintegrasi batuan yang diendapkan dalam lingkungan sungai, delta, dan pantai. Endapan alluvium ditemukan berupa undak-undak sungai (*river terrace*) dengan ketebal yang bervariasi dari 0,5 meter hingga 15 meter. Penyebarannya cukup luas di sekitar pelataran atau di daerah aliran sungai Mahakam dan anak-anak sungainya.

Sebagai ilustrasi, selanjutnya disajikan kolom stratigrafi regional wilayah Kuasa Pertambangan PT. Kitadin yang merujuk kepada Peta Geologi Lembar Samarinda yang

sebelumnya telah dipetakan oleh S. Supriatna dkk. (Puslibang Geologi, 1995)

3.2.1.3 Struktur Geologi

Struktur yang dapat diamati dilembar Samarinda berupa lipatan antiklinorium dan sesar, lipatan umumnya berarah timurlaut-baratdaya, dengan sayap lebih curam dibagian tenggara. Formasi Pamaluan, Bebuluh dan Balikpapan sebagian terlipat kuat dengan kemiringan antara $40^{\circ} - 75^{\circ}$.

Batuan yang lebih muda seperti Formasi Kampungbaru pada umumnya terlipat lemah. Di daerah ini terdapat tiga jenis sesar, yaitu sesar naik, sesar turun dan sesar mendatar. Sesar naik diduga terjadi pada Miosen Akhir yang kemudian terpotong oleh sesar mendatar yang terjadi kemudian. Sesar turun terjadi pada kala Pliosen. (Lampiran N)

3.2.2 Kondisi Geologi Daerah Penelitian

3.2.2.1 Morfologi

Morfologi dari daerah penelitian dapat dibagi menjadi morfologi perbukitan, dataran rendah, dan endapan alluvial. Keadaan morfologi cenderung bergelombang dan, morfologi dataran rendah rata-rata pada ketinggian 20-50 meter diatas permukaan laut.

3.2.2.2 Litologi

Daerah penelitian secara litologi terdiri dari 2 formasi batuan penyusun yaitu:

- Formasi Pulau Balang (Tmpb)

Formasi ini diendapkan secara selaras di atas Formasi Bebuluh kala Miosen Tengah yang di bagian atasnya saling menjari (*inter fingering*) dengan Formasi Balikpapan. Secara umum litologinya terdiri dari *greywacke*, batupasir kuarsa, batugamping, tufa dasit, dan batubara yang diendapkan dalam lingkungan laut dangkal.

- Formasi Balikpapan (Tmbp)

Merupakan perselingan batupasir dan lempung dengan sisipan batulanau, serpih, batugamping, dan batubara yang diendapkan pada waktu Miosen Tengah dalam lingkungan parasedelta (*delta front*) hingga dataran delta (*delta plain*). Formasi ini memiliki hubungan jari menjari dengan Fm. Pulau Balang.

3.2.2.3 Struktur Geologi

Struktur Geologi yang dapat diamati pada Peta Geologi Regional PT. Riung Mitra Lestari berupa lipatan antiklin dan sinklin, lipatan umumnya berarah timurlaut-baratdaya, dengan

sayap lebih curam dibagian tenggara. Formasi Balikpapan sebagian terlipat kuat dengan kemiringan antara $40^{\circ} - 75^{\circ}$.

Jika diamati dari daerah IUP menuju ke arah utara dan Barat Laut, terdapat Formasi Pamaluan yang bersebelahan dengan Formasi Pulau Balang, arah timur terdapat Formasi Bebuluh yang bersebelahan dengan Formasi Balikpapan, serta menuju arah Barat terdapat sebuah Sungai (Sungai Mahakam) yang berada pada Formasi Pulau Balang dan Formasi Balikpapan. Pit GSB 02 berada pada Formasi Balikpapan. (Lampiran M)

3.3 Alat dan Bahan

Dalam penelitian ini diperlukan beberapa alat dan bahan yang dapat menunjang pengambilan data. Adapun alat dan bahan yang digunakan selama penelitian ini adalah :

1. Meteran
2. Alat tulis Kantor
3. Flowbar (Pipa Paralon uk.3/4)
4. Alat hitung/Kalkulator
5. Laptop
6. Alat Pelindung Diri (Rompi (*Safety Vest*), *Safety Boots*, Helm, Masker, Sarung Tangan)
7. Kamera

3.4 Tata Laksana

3.4.1 Langkah Kerja

Dalam penyusunan laporan Skripsi ini, langkah-langkah yang dilakukan yaitu:

1. Studi literatur

Studi literatur atau metode pustaka dilakukan sebelum dan terus dilakukan selama penyusunan Skripsi. Pada tahap ini dilakukan pengumpulan sumber-sumber informasi yang berkaitan dengan kegiatan pengumpulan data.

2. Pengumpulan data-data sekunder

Setelah semua data terkumpul, langkah selanjutnya yaitu Pengumpulan data-data sekunder, berupa data koordinat, data stratigrafi, data curah hujan, struktur organisasi perusahaan, profil perusahaan, *Standard Operational Procedures* (SOP) perusahaan dan peta-peta yang diperlukan.

3. Pengolahan data dan penyusunan laporan.

Setelah data-data didapatkan, kemudian data diolah dan disusun menjadi suatu laporan.

3.4.2 Metode Penelitian

Penulisan laporan Skripsi didasarkan pada dua (2) metode, yaitu :

1. Metode Observasi (pengamatan)

Metode ini dilakukan dengan cara pengamatan terhadap kemampuan alat pompa air yang digunakan di lapangan serta pengamatan curah hujan, daerah tangkapan hujan, dan *sump*.

2. Metode Pustaka

Metode ini dilakukan dengan cara studi literatur baik yang menyangkut tentang perusahaan maupun yang berkenaan dengan topik yang dibahas.

3.4.3 Metode Pengumpulan Data

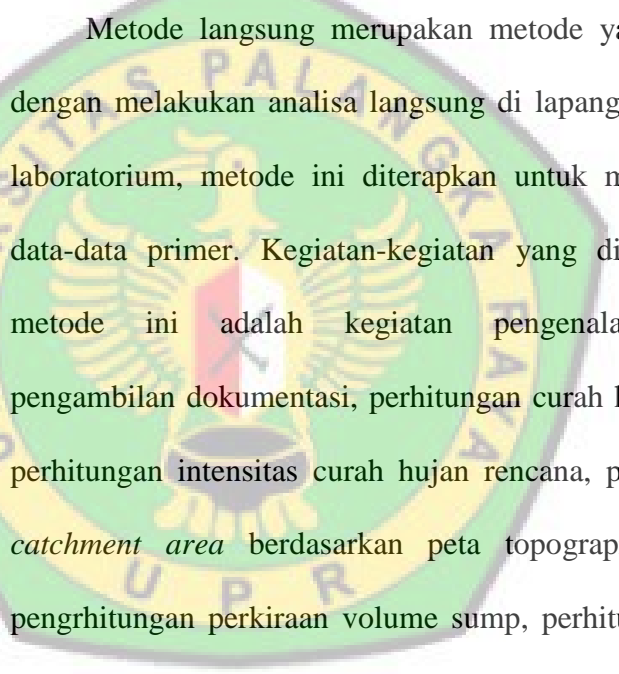
Metode penelitian yang digunakan dalam penelitian ini adalah metode penelitian kuantitatif dan deskriptif. Metode Penelitian kuantitatif adalah penelitian ilmiah yang sistematis terhadap bagian-bagian dan fenomena serta hubungan-hubungannya serta bersifat induktif, objektif dan diperoleh berupa angka-angka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

Sedangkan Penelitian deskriptif merupakan metode penelitian yang berusaha menggambarkan dan menginterpretasi objek sesuai dengan apa adanya. Penelitian ini juga sering disebut noneksperimen, karena

pada penelitian ini penelitian tidak melakukan kontrol dan manipulasi variabel penelitian. Penelitian deskriptif pada umumnya dilakukan dengan tujuan utama, yaitu menggambarkan secara sistematis fakta dan karakteristik objek dan subjek yang diteliti secara tepat.

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

1. Metode Langsung (*Direct*)



Metode langsung merupakan metode yang dilakukan dengan melakukan analisa langsung di lapangan maupun di laboratorium, metode ini diterapkan untuk mengumpulkan data-data primer. Kegiatan-kegiatan yang dilakukan pada metode ini adalah kegiatan pengenalan lapangan, pengambilan dokumentasi, perhitungan curah hujan rencana, perhitungan intensitas curah hujan rencana, penentuan luas *catchment area* berdasarkan peta topografi perusahaan, penghitungan perkiraan volume sump, perhitungan volume sump aktual, pengukuran debit pemompaan, serta analisis sistem pemompaan.

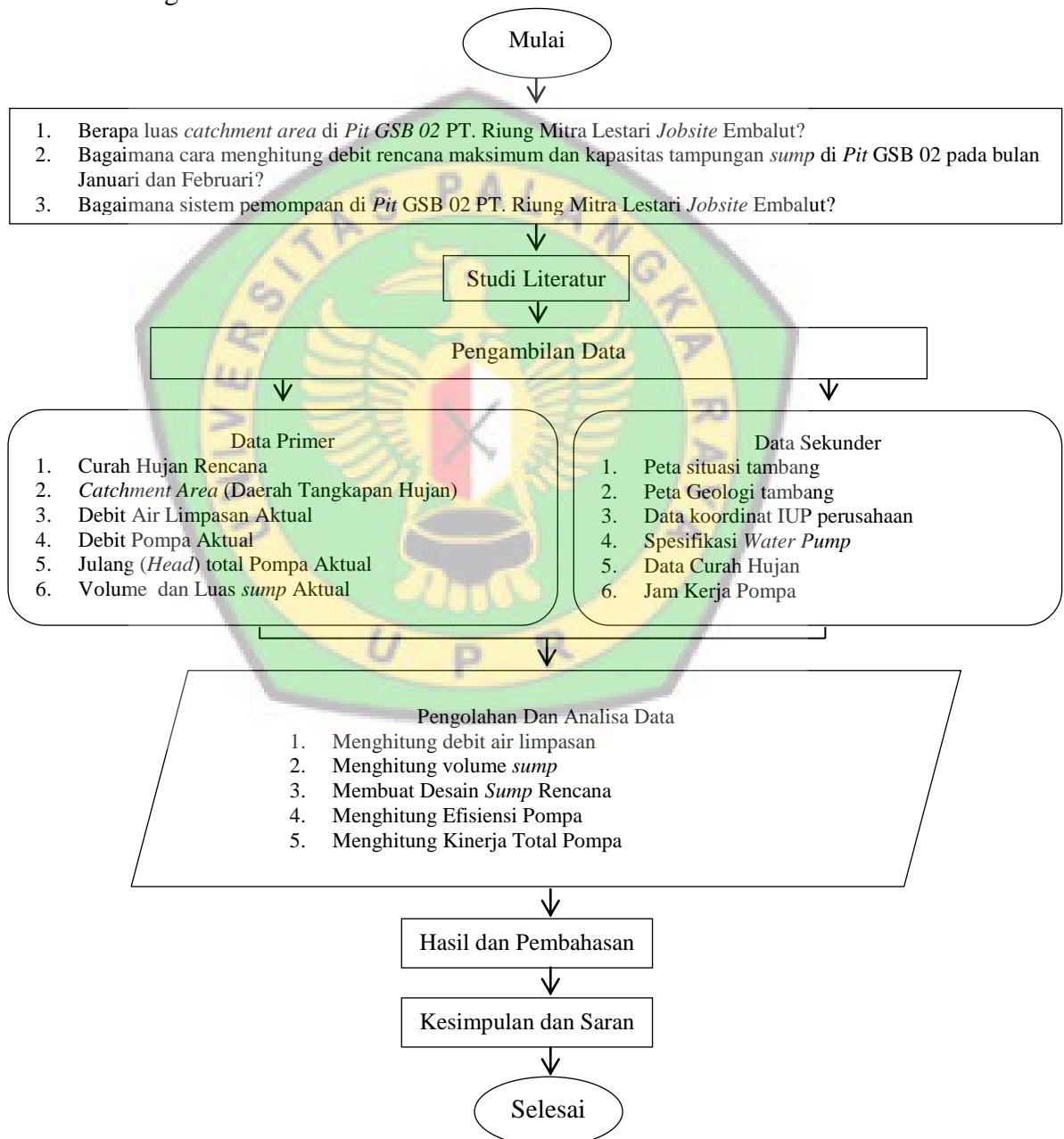
2. Metode Tidak Langsung (*Indirect*)

Metode ini dilakukan untuk mengumpulkan data-data sekunder, seperti profil perusahaan, peta-peta perusahaan, data kondisi geologi, data curah hujan dari Stasiun Badan Meteorologi Klimatologi Samarinda dan pengambilan

literatur dari beberapa sumber pustaka yang berkaitan dengan kegiatan penelitian.

3.4.4 Bagan Alir Penelitian

Adapun bagan alir dalam penelitian ini dapat dilihat seperti pada gambar 3.2 berikut ini:



Gambar 3.2 Bagan Alir Penelitian

3.4.5 Waktu Penelitian

Waktu pelaksanaan kegiatan kerja praktik ini adalah selama 1,5 bulan dari bulan Januari sampai dengan Maret 2018. Dengan rincian kegiatan sebagai berikut:

Tabel 3.3. Jadwal dan Waktu Pelaksanaan Penelitian Skripsi

No.	KEGIATAN	Waktu Pelaksanaan						
		Januari Minggu Ke-)	Februari (Minggu Ke-)				Maret (Minggu Ke-)	
		4	1	2	3	4	1	2
1	Orientasi Lapangan							
2	Pengumpulan Data							
3	Pengolahan Data							
4	Penyusunan Laporan							
5	Presentasi							

BAB IV

HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 Hasil Penelitian

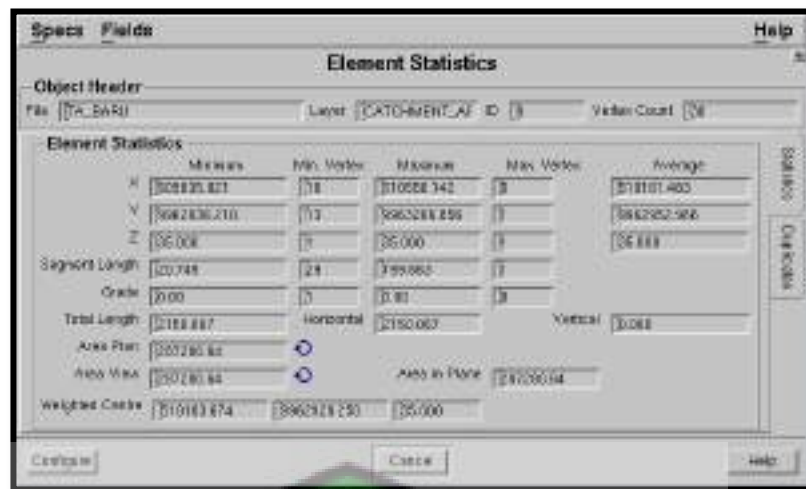
4.1.1 Penentuan Luas *Catchment Area Pit* GSB 02

Catchment area (daerah tangkapan hujan) pada *sump* ditentukan berdasarkan peta topografi *pit* GSB 02. *Catchment Area* adalah luas permukaan yang apabila terjadi hujan, maka air hujan tersebut akan mengalir ke daerah yang lebih rendah menuju titik pengaliran.

Luas *catchment area pit* GSB 02 saat penelitian dapat dilihat seperti pada Gambar 4.1.

Penentuan luas daerah tangkapan hujan berdasarkan peta topografi kemajuan tambang yang *update* pada awal Februari 2018 daerah penelitian dengan menggunakan *software Minescape 4.118*.

Berdasarkan hasil penentuan luas *catchment area* menggunakan *software Minescape 4.118*, maka didapatkan luas *catchment area pit* GSB 02 seluas 28,728 Ha / 0,28728 km².



Gambar 4.1 Luas *Catchment Area* Pit GSB 02 (Bulan Januari – Februari 2018)

Untuk mengetahui besarnya curah hujan rencana yang terjadi di wilayah *sump* GSB 02, maka diperlukan data curah hujan harian selama beberapa tahun terakhir yang diperoleh dari *Departement Engineering* PT. Riung Mitra Lestari. Data curah hujan harian yang digunakan diperoleh merupakan data curah hujan harian selama 10 tahun terakhir (2007 – 2016). Data curah hujan harian yang diperoleh terlebih dahulu dianalisis untuk mendapatkan data curah hujan harian maksimum. Penentuan data curah hujan maksimum ini menggunakan metode *partial series*. Setelah dilakukan pengumpulan data, maka diperoleh data curah hujan harian maksimum selama 10 tahun terakhir (Lampiran A).



Gambar 4.2 *View Point Pit GSB 02*

4.1.1.1 Analisis Data Curah Hujan

a. Curah Hujan Rencana

Analisis curah hujan rencana berguna untuk mengetahui periode ulang hujan yang terjadi pada daerah pengaliran. Data curah hujan yang digunakan dalam analisis data pada penelitian mulai dari tahun 2007 sampai tahun 2016 (lampiran A). 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 C. Setelah dilakukan perhitungan curah hujan rencana dengan menggunakan 4 metode distribusi probabilitas, maka

yang paling memenuhi syarat berdasarkan syarat penggunaan sebaran, Distribusi Gumbel merupakan metode yang cocok untuk menghitung curah hujan rencana pada daerah penelitian. Dalam hal ini, Distribusi Gumbel merupakan distribusi yang menggunakan harga-harga esktrim dan digunakan untuk analisis data maksimum. Pada tabel dibawah ini hasil perhitungan menggunakan rekapitulasi statistik distribusi dan uji keselarasan *Smirnov-Kolmogorov*. Perhitungan distribusi curah hujan maksimum ditunjukkan pada Tabel 4.1

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 2007-2016

No	Tahun	Rh rencana (mm) (Xi)	Rh Rata-rata (X)	(Xi-X)	(Xi-X) ²	(Xi-X) ³	(Xi-X) ⁴
1	2007	94.40	105.748	-11.34	128.77	-1461.36	16583.54
2	2008	132.00	105.748	26.25	689.16	18092.02	474951.84
3	2009	74.20	105.748	-31.54	995.27	-31398.97	990574.92
4	2010	86.50	105.748	-19.24	370.48	-7131.10	137259.50
5	2011	105.50	105.748	-0.24	0.061	-0.015	0.0037
6	2012	98.90	105.748	-6.84	46.89	-321.13	2199.150
7	2013	164.58	105.748	58.83	3461.20	203629.56	11979934.68
8	2014	102.50	105.748	-3.24	10.54	-34.26	111.29
9	2015	78.80	105.748	-26.94	726.19	-19569.49	527358.74
10	2016	120.10	105.748	14.35	205.97	2956.22	42427.72
Jumlah		1057.48	105.748	0.05	6634.53	164761.47	14171401.38

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

- **Mean /rerata**

Mean adalah nilai rata-rata dari beberapa buah data.

Nilai mean dapat ditentukan dengan membagi jumlah data dengan banyaknya data.

Perhitungan *mean* menggunakan Persamaan 2.5

$$\bar{x} = \frac{\sum_{i=1}^n x_i}{n} = \frac{1057,48}{10} = 105,748 \text{ mm/hari}$$

- **Simpangan Baku / Standar Deviasi**

Simpangan baku (*standard deviation*) adalah ukuran persebaran data. Simpangan ini bisa diartikan jarak rata-rata

penyimpangan antara nilai hasil pengukuran dengan nilai rata-rata .

Perhitungan deviasi standar menggunakan Persamaan

2.6

$$S = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2}{n-1}} = \sqrt{\frac{6632,63}{10-1}} = 27,15 \text{ mm}$$

- **Koefisien Variansi /Variation Coefficient)**

Koefisien variasi adalah perbandingan antara simpangan standar dengan nilai rata-rata.

Perhitungan koefisien variasi menggunakan Persamaan

2.7

$$Cv = \frac{S}{x} = \frac{27,15}{105,748} = 0,25$$

- **Asimetri / Kemencengan / Skewness**

Merupakan derajat atau ukuran dari ketidaksimetrisan (Asimetri) suatu distribusi data.

Perhitungan koefisien *skewness* digunakan Persamaan

2.8

$$Cs = \frac{n \sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^3}{(n-1).(n-2).S^3} = \frac{10 * 164761.47}{(10-1).(10-2).(27,15)^3} = 1.14$$

- **Ukuran Keruncingan (Kurtosis)**

Merupakan derajat atau ukuran tinggi rendahnya puncak suatu distribusi data terhadap distribusi normalnya data.

Perhitungan kurtosis menggunakan Persamaan 2.9

$$Ck = \frac{n^2 \cdot \sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^4}{(n-1) \cdot (n-2) \cdot (n-3) \cdot S^4} = \frac{10^2 * 14171401.38}{(9)(8)(7)(27.15)^4} = 5.18$$

Dari perhitungan dispersi statistik data curah hujan pada tahun 2007 sampai dengan tahun 2016 dan dengan melihat kecocokan pada persyaratan distribusi, maka dapat disimpulkan bahwa pada daerah penelitian yang terletak di PT. Riung Mitra Lestari, *Cathment Area Pit* GSB 02 mempunyai kecenderungan pada Distribusi Gumbel (Tabel 4.2)

Tabel 4.2 Rekapitulasi Distribusi

Cs	Ck	Normal Cs ≈ 0,00 Ck ≈ 3,00	Log Normal Cs = Cv ³ + 3Cv = 0,25 ³ + 3(0,25) = 0.015 + 0.75 = 0.765 Ck = Cv ⁸ + 6Cv ⁶ + 15Cv ⁴ + 1 6Cv ² + 3 = 4.05	Gumbel Cs ≤ 1,14 Ck ≤ 5,4	Log Pearson tipe III Cs = Bebas Ck = Bebas
1,14	5,18	X	X	✓	X

c. Distribusi Probabilitas Gumbel

Langkah perhitungan distribusi probabilitas gumbel adalah sebagai berikut :

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

$$(\bar{x}) = \frac{\sum_{i=1}^n x_i}{n} = \frac{1057,48}{10} = 105.748 \text{ mm/hari}$$

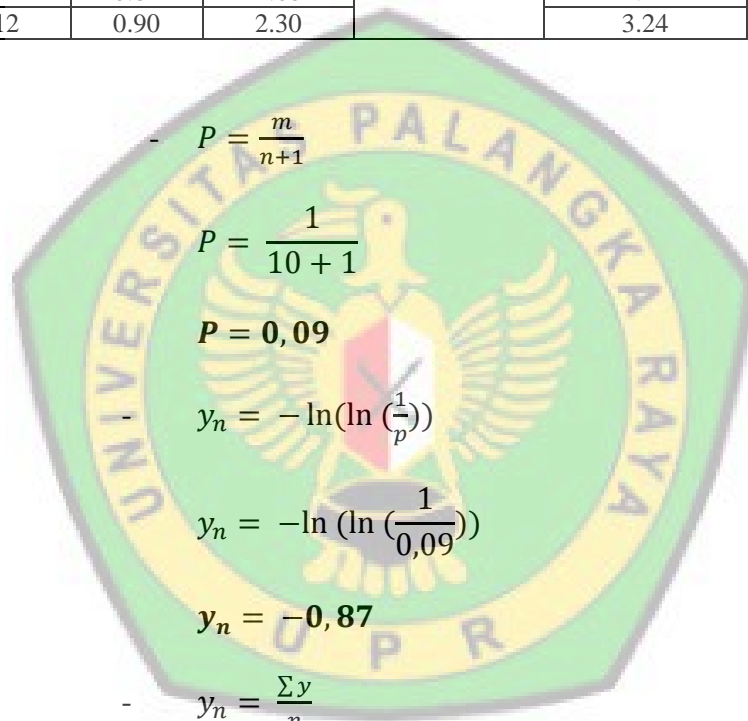
- Hitung Standard Deviasi

$$(S) = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2}{n-1}} = \sqrt{\frac{6632,63}{10-1}} = 27,15 \text{ mm}$$

Dengan jumlah data (n) adalah sebanyak 10 data curah hujan yang terdiri dari data curah hujan sebanyak 10 tahun (2007 sampai dengan tahun 2016).

Tabel 4.3 Perhitungan Distribusi Gumbel

No	n	$P = \frac{m}{n+1}$	$y = -\ln(\ln(\frac{1}{P}))$	$y_n = \frac{\sum y}{n}$	$(y - y_n)^2$	$S_n = \sqrt{\frac{\sum (y - y_n)^2}{n-1}}$
1	10	0.09	-0.87	0.5	1.88	0,98
2	10	0.18	-0.53		1.06	
3	10	0.27	-0.26		0.58	
4	10	0.36	-0.019		0.27	
5	10	0.45	0.23		0.07	
6	10	0.54	0.49		0	
7	10	0.63	0.79		0.08	
8	10	0.72	1.13		0.40	
9	12	0.81	1.60		1.21	
10	12	0.90	2.30		3.24	



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

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

$$P = 0,09$$

$$y_n = -\ln(\ln(\frac{1}{P}))$$

$$y_n = -\ln(\ln(\frac{1}{0,09}))$$

$$y_n = -0,87$$

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

$$y_n = \frac{3,3}{10}$$

$$y_n = 0,5$$

$$(y - y_n)^2$$

$$(-0,87 - 0,33)^2 = 1.51$$

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

$$S_n = \sqrt{\frac{8,79}{10-1}}$$

$$S_n = 0.98$$

Tabel 4.4 Distribusi Curah Hujan Metode Gumbel

No	Periode	X	Sd	Sn	Yn	(T-1)/T	Yt	Yt-Yn	Xt
1	1	105,748	27,15	0,98	0,5	-	0.000	-0.5	92,66
2	2	105,748	27,15	0,98	0,5	0.5	0.3665	-0.13	102,25
3	5	105,748	27,15	0,98	0,5	0.80	1.4999	0.1	131,91
4	10	105,748	27,15	0,98	0,5	0.90	2.2504	1.75	151,55
5	25	105,748	27,15	0,98	0,5	0.96	3.1985	2.69	176,36

Berikut perhitungan Curah Hujan periode 2 tahun :

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

$$X_t = 105,748 + \frac{27,15}{0,98} (0,3665 - (-0,5))$$

$$X_t = 102,25 \text{ mm}$$

Perhitungan Curah Hujan periode 5 tahun :

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

$$X_t = 105,748 + \frac{27,15}{0,98} (1,4999 - 0,5)$$

$$X_t = 131,91 \text{ mm}$$

Perhitungan Curah Hujan periode 10 tahun :

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

$$X_t = 105,748 + \frac{27,15}{0,98} (2,2504 - 0,5)$$

$$X_t = 151,55 \text{ mm}$$

Perhitungan Curah Hujan periode 25 tahun :

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

$$X_t = 105,748 + \frac{27,15}{0,98} (3,1985 - 0,5)$$

$$X_t = 176,36 \text{ mm}$$

d. Periode Ulang

Penentuan periode ulang hujan dilakukan dengan menyesuaikan data dan keperluan yang berkaitan dengan umur tambang serta tetap memperhitungkan resiko hidrologi (*Hidrology Risk*). Periode ulang yang digunakan dalam penelitian ini adalah periode ulang 2 tahun. Dan umur tambang pada penelitian diperkirakan 2 tahun kedepan.

e. Resiko Hidrologi

Berdasarkan pengolahan data pada lampiran E menggunakan persamaan 2.21, ditampilkan hasil resiko hidrologi dari periode ulang hujan pada tabel 4.5 berikut ini.

Tabel 4.5 Resiko Hidrologi dengan Periode Ulang Hujan

PUH (Tr)	P		TI (tahun)
1.00	1.00000	100.00%	2
2.00	0.75	75%	
3.00	0.55	55%	
4.00	0.43	43%	
5.00	0.36	36%	
6.00	0.30	30%	
7.00	0.26	26%	
8.00	0.23	23%	
9.00	0.20	20%	
10.00	0.19	19%	
11.00	0.17	17%	
12.00	0.15	15%	
13.00	0.14	14%	

f. **Intensitas Hujan Rencana**

Untuk mendapatkan intensitas hujan dalam periode 1 jam dari data curah hujan harian maksimum digunakan rumus mononobe. Hal ini disebabkan karena data curah hujan jangka pendek tidak tersedia, yang ada hanya data curah hujan harian, maka intensitas hujan dapat dihitung dengan rumus mononobe pada persamaan 2.19. Hasil analisis ditunjukkan dengan Tabel 4.6.

Hasil analisis berupa intensitas hujan dengan durasi dan periode ulang tertentu dihubungkan ke dalam sebuah kurva *Intensity Duration Frequency* (IDF). Kurva IDF menggambarkan hubungan antara dua parameter penting hujan yaitu durasi dan intensitas hujan yang selanjutnya dapat dimanfaatkan untuk menghitung debit puncak dengan metode rasional. Hal ini sesuai dengan pernyataan Sosrodarsono dan Takeda (2003), yang mengatakan bahwa Lengkung *Intensity*

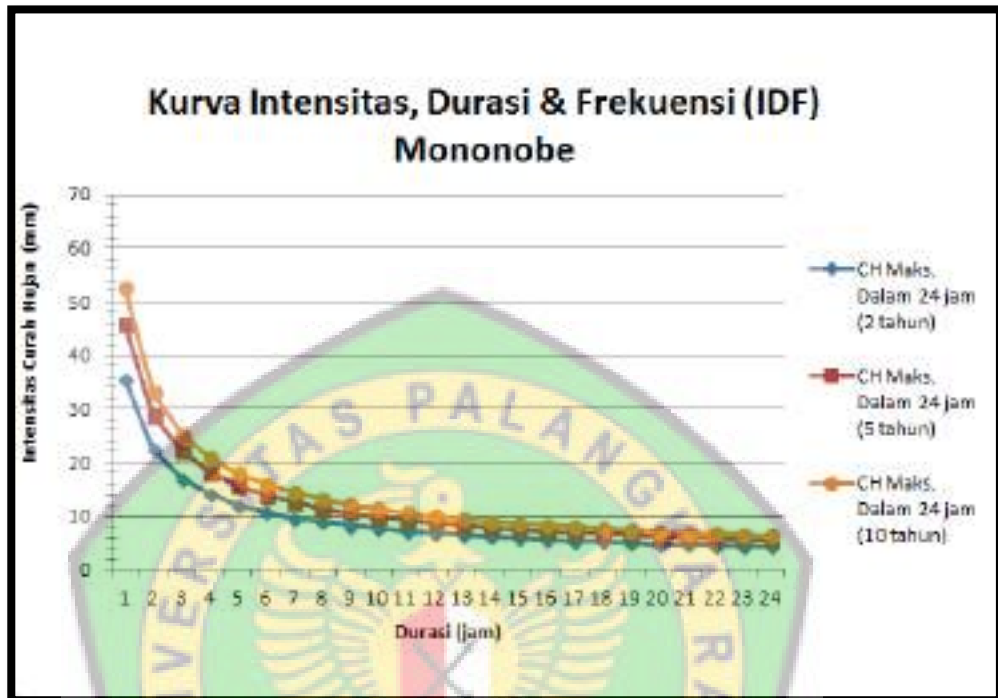
Duration Frequency (IDF) ini digunakan dalam menghitung debit puncak dengan metode rasional untuk menentukan intensitas curah hujan rata-rata dari waktu konsentrasi yang dipilih.

Untuk perhitungan intensitas hujan rencana dapat dilihat pada Lampiran C dan pada tabel 4.6 dibawah ini.

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

t (Jam)	R24 (CH Maks. Dalam 24 jam)		
	R (2 tahun)	R (5 tahun)	R (10 tahun)
	102,25	131,91	151,55
1	35.44	45.72	52.53
2	22.33	28.80	33.09
3	17.04	21.98	25.25
4	14.07	18.15	20.85
5	12.12	15.64	17.97
6	10.73	13.85	15.91
7	9.69	12.50	14.36
8	8.86	11.43	13.13
9	8.19	10.57	12.14
10	7.64	9.85	11.32
11	7.17	9.25	10.62
12	6.76	8.72	10.02
13	6.41	8.27	9.50
14	6.10	7.87	9.04
15	5.83	7.52	8.64
16	5.58	7.20	8.27
17	5.36	6.92	7.95
18	5.16	6.66	7.65
19	4.98	6.42	7.38
20	4.81	6.21	7.13
21	4.66	6.01	6.90
22	4.51	5.82	6.69
23	4.38	5.65	6.50
24	4.26	5.50	6.31

Dari Tabel 4.6 dapat dibuat kurva *Intensity, Duration, Frequency* (IDF) seperti Gambar 4.3 di bawah ini.



Gambar 4.3 Kurva Intensitas Hujan Rencana Mononobe

4.1.2 Penentuan Debit Rencana Maksimum dan Kapasitas Tampungan Sump Di Pit GSB 02

Berdasarkan hasil pengolahan data pada lampiran E di dapat total debit rencana pada Periode ulang hujan 2 tahun adalah $102,25 \text{ m}^3/\text{detik}$.

⇒ Waktu Konsetrasi

Dari hasil analisis panjang (L) dengan menggunakan *software Minescape 4.118* maka di dapatkan jarak terjauh

lintasan air sampai ke titik pengaliran adalah sepanjang 476,5 m.

Sehingga t_c dapat dihitung sebagai berikut :

Waktu Konsentrasi (t_c) *Catchment Area pit GSB 02*

$$H_1 = 35 \text{ m}$$

$$H_2 = -26, \text{m}$$

$$L = 414,3 \text{ m (0,4143 Km)}$$

Kemiringan Lahan :

$$S = \frac{H_1 - H_2}{L} = \frac{35 - (-26)}{414,3} = \frac{61}{414,3} = 0,14$$

$$t_c = 0,0195 \times H^{0,77} \times S^{-3,85}$$

$$t_c = 0,0195 \times 61^{0,77} \times 0,14^{-3,85}$$

$$t_c = 0,0195 \times 23,7 \times 2,13$$

$$t_c = 0,98 \text{ jam} \approx 1 \text{ jam}$$

⇒ Debit Limpasan

Perhitungan debit limpasan menggunakan rumus rasional ($Q = 0,278 \times C \times I \times A$)

Diketahui :

$$\text{Koefisien Limpasan (C)} = 0,8 \text{ (Tabel 2.1)}$$

$$\text{Jam hujan tertinggi 10 tahun} = 6,7 \text{ jam}$$

$$\text{Intensitas curah hujan (I)} = 102,25 \text{ mm/hari /24}$$

$$= 4,26 \text{ mm/jam}$$

$$\text{Luas Daerah Tangkapan Hujan (A)} = 0,28728 \text{ km}^2$$

Perhitungan Debit Limpasan :

$$\begin{aligned}
 Q_{\text{limpasan}} &= 0,278 \times C \times I \times A \\
 &= 0,278 \times 0,8 \times 4,26 \times 0,28728 \text{ km}^2 \\
 &= 0,2721 \text{ m}^3/\text{detik} \times 3600 \text{ detik} \\
 Q_{\text{limpasan}} &= 980 \text{ m}^3/\text{jam}
 \end{aligned}$$

⇒ Debit Limpasan Per Hari

Berdasarkan jam hujan pada Lampiran A, maka didapatkan jam hujan aktual dengan waktu terlama yaitu 6,70 jam. Maka debit limpasan terbesar dalam 1 hari adalah sebagai berikut.

$$\begin{aligned}
 Q_{\text{limpasan}} &= 980 \text{ m}^3/\text{jam} \times 6,7 \text{ jam} \\
 Q_{\text{limpasan}} &= \mathbf{6.566 \text{ m}^3/\text{hari}}
 \end{aligned}$$

1. Kapasitas Sump GSB 02

a. Kapasitas Sump Aktual

Kapasitas *sump* GSB 02 berdasarkan kondisi aktual dapat dilihat pada tabel 4.7 berikut ini.

Tabel 4.7 Kapasitas Maksimal Sump GSB 02 Aktual

Kapasitas Sump Aktual (Januari 2018)		Kapasitas Sump Aktual (Februari 2018)	
El.Air	V (m ³)	El.Air	V (m ³)
-26,3 m	8.237,4	-26,65	11.425,23

b. Kapasitas Rencana

Kapasitas *sump* GSB 02 berdasarkan Total Debit Rencana pada penelitian ini digunakan periode ulang hujan 2 tahunan, seperti pada tabel 4.8 berikut ini.

Tabel 4.8 Total Volume Air yang Masuk Berdasarkan Curah Hujan Rencana

Kapasitas Sump GSB 02	L (m ²)	V (m ³ /hari)	V (m ³ /2 hari)
PUH 2 Tahun	5.912	6.566	13.132

2. Dimensi *Sump* GSB 02

Dimensi *Sump* GSB 02 didapatkan berdasarkan pada debit limpasan, debit air tanah yang sesuai dengan *catchment area* PT. Riung Mitra Lestari pada *Pit* GSB 02 merupakan *sump* utama berbentuk profil trapesium dengan sudut kemiringan 60°. Untuk memperhitungkan volume *sump*, maka diperkirakan *sump* dapat menampung 2 hari volume air tanpa adanya pemompaan.

Rancangan Kapasitas *sump* dapat dilihat pada perhitungan di bawah ini :

⇒ Kedalaman *Sump* (d)

$$d = \frac{V_{sump}}{A_{sump}}$$

$$d = \frac{14.775,4 \text{ m}^3}{5.912 \text{ m}^2} = 2,5 \text{ m}$$

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

⇒ Panjang sisi saluran dari dasar ke permukaan

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

$$(a) = 2,5 / \sin 60^0 = 2,5 / 0,866 = 3 \text{ m}$$

⇒ Panjang *bench* dasar *sump*

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

$$(e) = 2,5 / \operatorname{tg} 60^0 = 2,5 / 1,732 = 1,5 \text{ m}$$

⇒ Panjang dasar *sump* (b) = 100 m

⇒ Maka panjang permukaan *sump* (B)

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

$$(B) = 100 + (2 \times 1,5)$$

$$(B) = 100 + 3 = 103 \text{ m}$$

⇒ Volume *Sump* = 13.132 m³

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

$$= \left(\frac{1}{2} \times (103 + 100) \times 2,5 \right) \times L$$

$$= (0,5 \times 507,5) \times L = 253,75 \times L$$

⇒ $L = \text{Volume Sump} / 253,75$

$$L = 13.132 / 253,75$$

$$L = 52 \text{ m}$$

⇒ Lebar dasar *sump*

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

$$(l) = 52 - (2 \times 1,5)$$

$$(l) = 52 - 3 = 49 \text{ m}$$

⇒ Volume *Sump* Rencana

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

$$V = \left(\frac{1}{2} \times (103 + 100) \times 2,5\right) \times 52$$

$$V = 0,5 \times 507,5 \times 52$$

$$V = 13.195 \text{ m}^3$$

⇒ Luas Sump Rencana

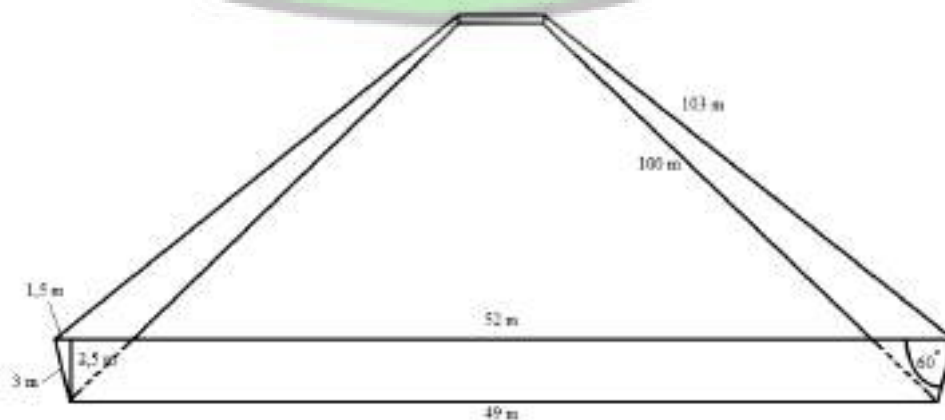
$$L = P \times L$$

$$L = 103 \times 52$$

$$L = 5.356 \text{ m}^2$$

Tabel 4.9 Rancangan Dimensi Sump GSB 02

Komponen	Dimensi
Panjang atas (B)	103 m
Panjang bawah (b)	100 m
Lebar (L)	52 m
Lebar Dasar (l)	49 m
Kedalaman (d)	2,5 m
Kemiringan (α)	60°
Lebar <i>bench</i> (e)	1,5 m
Panjang dinding kemiringan (a)	3 m
Luas Sump	5.356 m ²
Volume Sump	13.195 m ³



Gambar 4.4 Rekomendasi Desain Sump Profil Trapesium Sump GSB 02

4.1.3 Analisis Sistem Pemompaan di *Pit* GSB 02

1. Sistem Pemompaan

Sistem penyaliran yang digunakan di *sump* GSB 02 PT. Riung Mitra Lestari menggunakan metode sistem kolam terbuka dengan menerapkan sistem pembuangan air yang telah masuk ke daerah penambangan, kemudian dikumpulkan melalui sumur (*sump*) lalu dipompa keluar. Sistem pemompaan pada PT. Riung Mitra Lestari menggunakan sistem pemompaan secara *direct single stage* yaitu sistem pemompaan yang dilakukan dari permukaan air *sump* hingga ke *outlet* secara langsung dengan menggunakan satu pompa.

Pada daerah penelitian, pompa yang digunakan jenis pompa sentrifugal dengan merek Volvo KSB-200 (WP 013). Pompa ini bekerja dengan prinsip dasar perpindahan energi kipas-kipas pompa yang berputar dan menghasilkan akselerasi menuju larutan yang melewati pompa. Pergerakan kipas-kipas itu berlangsung terus menerus tanpa adanya pembalikan arah. Secara sederhana pompa sentrifugal terdiri atas *impeller* yang berputar dan berada dalam *casing*. *Impeller* tersebut tergantung pada *shaft* yang terhubung dengan mesin. Larutan memasuki muka *impeller* kemudian memperoleh energi dalam bentuk pertambahan kecepatan pada saat melewati ruang-ruang dalam *impeller*.

Tabel 4.10 Pompa yang digunakan pada *sump* GSB 02

Lokasi (PIT)	Sistem Pemompaan	Pompa		Status
		Nomor Lambung	EGI	
GSB 02	<i>Direct Single stage</i>	WP 011	Volvo KSB- 200	<i>Running</i>
	<i>Direct Single stage</i>	WP 013	Volvo KSB- 200	<i>Standby</i>

Berikut ini kondisi pompa Volvo KSB-200 di *pit* GSB 02



Gambar 4.5 Pompa Volvo KSB-200

Untuk mengukur debit aktual menggunakan alat *flowbar* dengan sisi pendek 300 mm yang disebut dengan metode *discharge* ditampilkan pada gambar 4.6 dibawah ini.



Gambar 4.6 Pengukuran Debit Pompa menggunakan *Flowbar* dan metode *Discharge*

2. Instalasi Pipa pada *Sump* GSB 02

Pipa yang digunakan pada *sump* GSB 02 dapat dilihat pada gambar 4.7 dibawah ini. Spesifikasi Pipa Tyco PE100 dapat dilihat pada lampiran G.



Gambar 4.7 Pipa HDPE yang digunakan pada *Sump* GSB 02

3. Debit Pemompan Aktual

Perbandingan debit limpasan dengan debit pemompaan yang di ambil adalah debit pada bulan Januari dan Februari tahun 2018. Untuk membandingkan besar debit limpasan dengan debit pemompaan, maka terlebih dahulu harus mengetahui jumlah jam hujan dan efisiensi kerja pompa aktual. Jam Hujan, Curah Hujan, dan Jam Kerja Pompa pada bulan Januari dan Februari secara aktual di dapatkan dari *Departemen Engineering* PT. Riung Mitra Lestari.

Dari data aktual yang di dapatkan, maka jumlah jam hujan dan efisiensi kerja pompa ditampilkan pada tabel 4.11 di bawah ini.

Tabel 4.11 Jam Hujan, Curah Hujan, dan Jam Kerja Pompa pada bulan Januari dan Februari

Tanggal /Bulan/ Tahun	Total Jam Hujan (jam)	Jumlah Hari Hujan	Total Curah Hujan (mm/bulan)	Total Jam Kerja WP 011 (jam)	Break Down WP 011 (jam)
Januari 2018	88,93	20	268,19	36,20	28,74
Februari 2018	70,18	17	239,08	122,80	105,97

Data-data yang telah didapatkan berdasarkan pengukuran debit aktual pompa pada *outlet* di Pit GSB 02 dengan metode *discharge* (persamaan 2.27 dan 2.28) adalah sebagai berikut :

$$D = 10 \text{ inchi}$$

$$= 254 \text{ mm} - 60 \text{ mm}$$

$$= 194 \text{ mm}$$

$$R = 97 \text{ mm} = 0,097 \text{ m}$$

$$x = 1. 1,425 \text{ m} \quad 4. 0,9 \text{ m} \quad 7. 1,56 \text{ m}$$

$$2. 1,55 \text{ m} \quad 5. 0,82 \text{ m} \quad 8. 1,67 \text{ m}$$

$$3. 1,54 \text{ m} \quad 6. 0,75 \text{ m} \quad 9. 1,3 \text{ m}$$

$$X_{\text{rata-rata}} = 1,25 \text{ m}$$

$$\text{RPM} = 1). 1.119$$

$$2). 1.125$$

$$3). 1.124$$

$$\text{RPM}_{\text{rata-rata}} = 1.122,67$$

$$y = 0,3 \text{ m}$$

$$g = 9,8 \text{ m/s}^2$$

$$v = \frac{x}{\sqrt{\frac{2y}{g}}} = \frac{1,25}{\sqrt{\frac{2(0,3)}{9,8}}} = \frac{1,25}{\sqrt{\frac{0,6}{9,8}}} = \frac{1,25}{\sqrt{0,0612}} = \frac{1,25}{0,25} = 5 \text{ m/s}$$

$$Q = \pi \times r^2 \times v$$

$$Q = 3,14 \times 0,097^2 \times 5$$

$$Q = 3,14 \times 0,00941 \text{ m} \times 5 \text{ m/s}$$

$$Q = 0,15 \text{ m}^3/\text{detik}$$

$$Q = 0,15 \text{ m}^3/\text{s} \times 60 \text{ detik} \times 60 \text{ menit}$$

$$Q = 540 \text{ m}^3/\text{jam}$$

4. Daya Pompa

a. Daya air

Daya air adalah energi yang secara efektif diterima oleh air dari pompa persatuan waktu (Persamaan 2.29). Daya air (P_w) dapat dihitung dengan menggunakan rumus:

Diketahui :

$$\rho_{\text{air}} = 1.000 \text{ kg/m}^3$$

$$g = 9,8 \text{ m/s}^2$$

$$\gamma = \rho \cdot g = 1.000 \text{ kg/m}^3 \times 9,8 \text{ m/s}^2 = 9.800 \text{ N/m}^3 = 9,8$$

$$\text{kN/m}^3$$

$$Q = 0,13 \text{ m}^3/\text{s}$$

$$H_{\text{total}} = 88,282 \text{ m}$$

$$P_w = \gamma QH$$

$$= 9,8 \text{ kN/m}^3 \times 0,13 \text{ m}^3/\text{s} \times 88,282 \text{ m}$$

$$= 112,471 \text{ kN.m/s}$$

$$= 112,471 \text{ Joule/s}$$

$$= \mathbf{112,471 \text{ kW}}$$

b. Daya poros / Daya Pompa

Daya poros yang diperlukan untuk menggerakkan pompa adalah sama dengan daya air ditambah kerugian daya di dalam pompa. (Persamaan 2.30)

Diketahui :

$$\eta_p = 80\% = 0,8$$

$$P_w = 112,471 \text{ kW}$$

$$P = P_w / \eta_p$$

$$= 112,471 \text{ kW} / 0,8$$

$$= \mathbf{140,58 \text{ kW}}$$

5. Analisis Total *Head* Aktual

Dari hasil pengumpulan data dilapangan diketahui panjang pipa jenis HDPE di *Sump* GSB 02 adalah 145 m. Diameter jenis pipa HDPE yang digunakan adalah 6 (dasar pipa), 8 (tengah) dan 10 (*outlet*) inchi. Elevasi pompa pada *sump* GSB 02 adalah -26 m serta elevasi *outlet* pipa HDPE adalah 32 m, yang didapatkan dari *Department Engineering* PT. Riung Mitra Lestari.

a. Perhitungan Total *Head* Pompa (Spesifikasi)

⇒ *Head* Statis (H_s)

$$H_s = H_2 - H_1$$

$$H_s = (-26) - (32) = 58 \text{ m}$$

⇒ *Head* Dinamik

Untuk menghitung *head* dinamik, harus terlebih dahulu diketahui nilai kecepatan aliran dan *head loss* dari database pipa HDPE pada lampiran G dimana harus diketahui *nominal pressure* (PN) pompa yang dapat dihitung dengan cara :

Nominal *pressure* Volvo KSB-200

$$PN = 16 \text{ bar}$$

Setelah PN diketahui, maka *head dynamic* dapat dihitung dengan cara :

$$\begin{aligned}
 \text{Head Dynamic} &= \frac{145 \text{ m}}{100} \times \text{Head loss} \\
 &= \frac{145 \text{ m}}{100} \times 12,36 = 17,922 \text{ m}
 \end{aligned}$$

➤ **Total Head**

$$\begin{aligned}
 \text{Total Head} &= H_s + H_d + H_l \\
 &= 58 + 17,922 + 12,36 \\
 &= 88,282 \text{ m}
 \end{aligned}$$

Untuk perhitungan selanjutnya dapat dilihat pada tabel berikut ini:

Tabel 4.12 Simulasi SRC (*System Resistance Curve*) Sesuai Spesifikasi


Q (l/s)	V (m/s)	Head Loss (m/100m)	Hd (m)	Hs (m)	Ht (m)
0	0	0	0	58	58
100	3.19	3.42	4.959	58	66.379
150	4.78	7.25	10.5125	58	75.7625
200	6.38	12.36	17.922	58	88.282
250	7.97	18.68	27.086	58	103.766
300	9.57	26.18	37.961	58	122.141
350	11.16	34.83	50.5035	58	143.3335
400	12.76	44.6	64.67	58	167.27

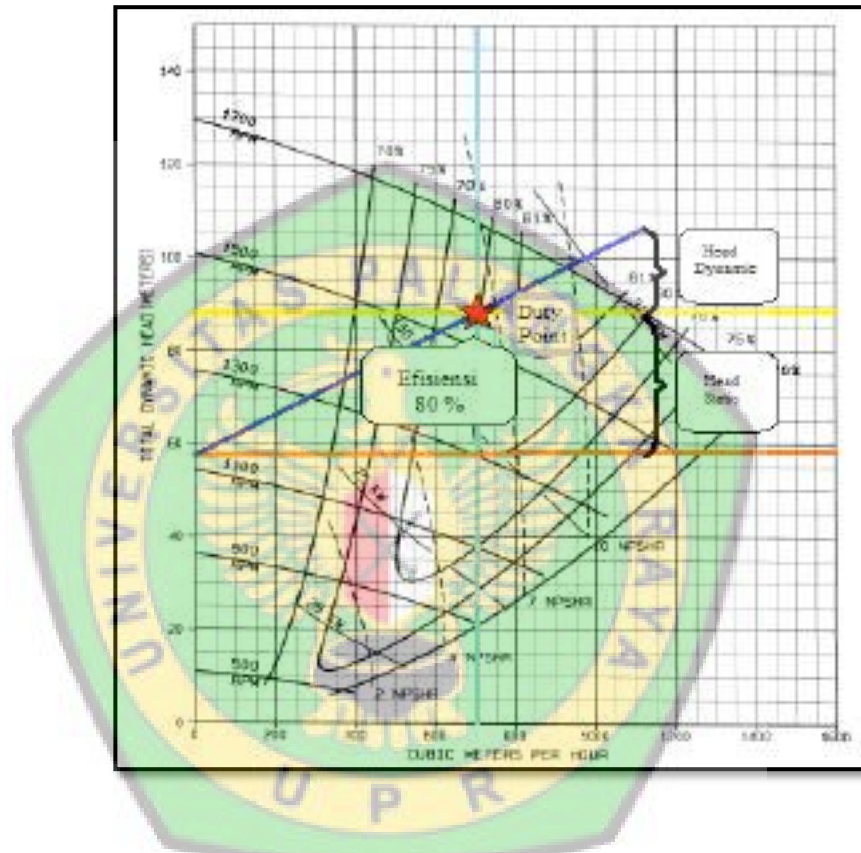
Spesifikasi pompa Volvo KSB-200 beserta dengan kurva performa pompa dapat dilihat pada gambar di bawah ini dan pada lampiran K.

Pump Model	: KSB LCCM-200-610.5XH (High Chrome 28 %)
Pump Working Pressure	: 16 Bar
Engine	: VOLVO PENTA TAD1642VE
Power Rating	: 486 KW @ 1500 RPM (nett power after cooling fan)
Flexible Coupling	: Flender Flexible Coupling .
Priming System	: Automatic Prime with flow and non flow sensor for disengaging the magnetic clutch and shutdown the engine when flow ceases
Vacuum Pump	: INGERSOL RAND 36 CFM
Max Head at min flow	: 127 Meter TDH / 250M ³ per hour @ 1400 RPM
Max Flow	: 1050 M ³ per Hour / 110m TDH @ 1400 RPM
Duty Point	: 120 Meter TDH / 700 M ³ per Hour @ 1400 RPM
Suction DN	: 250 mm (10 Inch)
Discharge DN	: 200 mm (8 Inch)
Non return valve	: DN 200 mm
Skid over all dimension	: length x width x height : 6.0 m x 2.2 m x 2.5 m
Fuel Capacity	: 2500 litres
Dry weight	: 6.5 ton
Wet Weight	: 8.8 ton

Gambar 4.8 Spesifikasi pompa Volvo KSB-200

Nilai efisiensi pompa sesuai spesifikasi didapatkan dari hubungan antara debit pompa, *head total*, RPM pompa pada *Performance Curve*. Nilai Efisiensi yang diinginkan adalah nilai efisiensi paling tinggi sebesar 80 % (*Duty Point*). Cara menentukan efisiensi pompa Volvo KSB-200 pada *sump* GSB 02 ditunjukkan dalam gambar grafik *System Performance Curve* dibawah ini.

Pump Type LCC-H 200-610	Model	Vane Diameter/Free Passage 610 MM 96x102mm	 GIRK Industries Inc. <small>a KSB Company - KSB</small>
Clear Water Performance <small>The effects of specific gravity, viscosity and solids on performance with slurry must be accounted for. Alternative choice for frame size of seal type may also have some effect.</small>	Frame Size 5 Seal Type P, M	Curve Number E 54 -05 TP Ba515 B 27A-9B	



Gambar 4.9 Grafik *System Performance Curve* Volvo KSB-200 sesuai spesifikasi

Berdasarkan Grafik di atas, maka dapat dilihat bahwa efisiensi pompa sebesar 80%. Efisiensi pompa didapatkan dari hasil penarikan garis X (debit pompa), Y_1 (Head Statis), dan Y_2 (head total) pada grafik *System Performance Curve* di atas.

Dari grafik *System Performance Curve* Sesuai spesifikasi didapat dengan efisiensi pompa sebesar 80 % (*Duty Point*) maka debit pompa 200 L/s (700 m³/jam), RPM Pompa 1400 dan Head Total 88,282m.

b. Perhitungan Total *Head* Pompa (Aktual)

➤ *Head* Statis (H_s)

$$H_s = H_2 - H_1$$

$$H_s = (-26) - (-32) = 58 \text{ m}$$

➤ *Head* Dinamik

Untuk menghitung *head* dinamik, harus terlebih dahulu diketahui nilai kecepatan aliran dan *head loss* dari database pipa HDPE pada lampiran G dimana harus diketahui *nominal pressure* (PN) pompa yang dapat dihitung dengan cara :

Nominal *pressure* Volvo KSB-200

$$PN = 16 \text{ bar}$$

Setelah PN diketahui, maka *head dynamic* dapat dihitung dengan cara :

$$\begin{aligned} \text{Head Dynamic} &= \frac{145 \text{ m}}{100} \times \text{Head loss} \\ &= \frac{145 \text{ m}}{100} \times 7,25 = 10,5125 \text{ m} \end{aligned}$$

➤ **Total Head**


$$\begin{aligned} \text{Total Head} &= H_s + H_d + H_l \\ &= 58 + 10,5125 + 7,25 = 75,7625 \text{ m} \end{aligned}$$

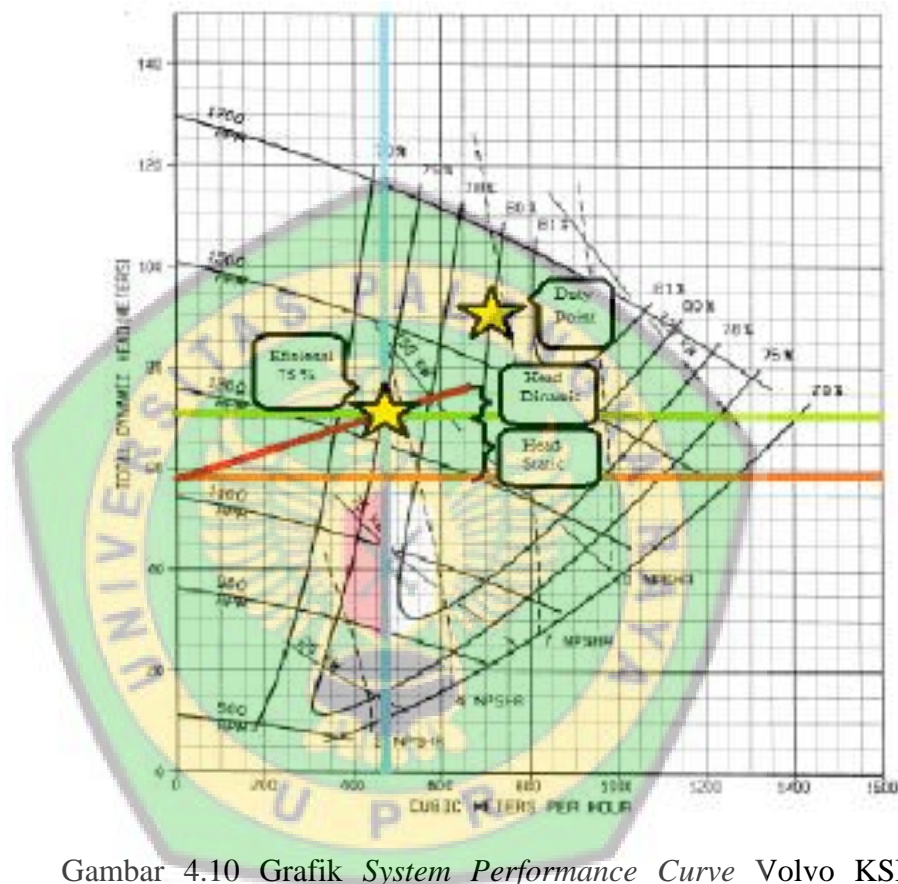
Untuk perhitungan selanjutnya dapat dilihat pada tabel berikut ini :

Tabel 4.13 Simulasi SRC (*System Resistance Curve*) Aktual

Q (l/s)	V (m/s)	Head Loss (m/100m)	Hd (m)	Hs (m)	Ht (m)
0	0	0	0	58	58
100	3.19	3.42	4.959	58	66.379
130	4.14	5.178	7.5081	58	70.6861
150	4.78	7.25	10.5125	58	75.7625
200	6.38	12.36	17.922	58	88.282
250	7.97	18.68	27.086	58	103.766
300	9.57	26.18	37.961	58	122.141
350	11.16	34.83	50.5035	58	143.3335
400	12.76	44.6	64.67	58	167.27

Nilai Efisiensi yang diinginkan adalah nilai efisiensi paling tinggi sebesar 80 % (*Duty Point*). Cara menentukan efisiensi pompa Volvo KSB-200 pada *sump* GSB 02 ditunjukkan dalam gambar grafik *System Performance Curve* dibawah ini.

Pump Type LCC-H 200-610	Model	Vane Diameter/Free Passage 610 MM 94x102mm	 GIW Industries Inc. <small>a KSB Company - KSB</small>
Clear Water Performance The effects of specific gravity, viscosity and solids on performance with slurry must be accounted for. Alternate choice for frame size of seal type may also have some effects.	Frame Size 5	Curve Number E 54 -05 TP 8d515 B 27A-9B	
		Seal Type P, M	



Gambar 4.10 Grafik *System Performance Curve* Volvo KSB-200

Aktual

Berdasarkan Grafik di atas, maka dapat dilihat bahwa efisiensi pompa sebesar 77% (<80%, *Duty Point*). Efisiensi pompa didapatkan dari hasil penarikan garis X (debit pompa), Y_1 (Head Statis), dan Y_2 (head total) pada grafik *System Performance Curve*

di atas. Maka secara aktual, pompa tidak bekerja memenuhi spesifikasi.

Dari grafik *System Performance Curve* aktual didapat dengan efisiensi pompa sebesar 77 % maka debit pompa 150 L/s (540 m³/jam), RPM Pompa 1.122,67 dan Head Total 75,7625 m.

Untuk memperkirakan berapa lama pemompaan yang dilakukan maka digunakan perhitungan sebagai berikut :

- Waktu Pemompaan = Debit Limpasan / Debit pemompaan

$$= 6.566 \text{ m}^3/\text{hari} \times 80\% / 540 \text{ m}^3/\text{jam}$$

$$= 9,72 \text{ jam/hari, atau}$$

$$= \mathbf{10 \text{ jam / hari}}$$
- Nilai 80% merupakan persentase maksimum air yang dapat dipompa

Tabel 4.14 Rencana Pemompaan *Sump* GSB 02 dengan SRC

<i>Sump Pit GSB 02</i>		
<i>Cathment Area</i>	<i>ha</i>	28,728
<i>Rain Fall (maximum)/day</i>	<i>mm</i>	102,25
<i>Run Off Coeficient</i>	<i>%</i>	90
<i>Potential Inflow (Rain Water)/day</i>	<i>m³</i>	6.566
<i>Sump Maximum Allowed Capacity (85% from total capacity)</i>	<i>m³</i>	10.505,6
<i>Inlet Elevation</i>	<i>m</i>	-26
<i>Outlet Elevation</i>	<i>m</i>	32
<i>Pump type</i>		Volvo KSB-200
<i>Pipe Outer Diameter</i>	<i>inch</i>	10
<i>Pipe length</i>	<i>m</i>	145
<i>Flowrate (Q)</i>	<i>Liters/sec</i>	200
	<i>m³/hour</i>	720
<i>Head static</i>	<i>m</i>	58
<i>Head Dynamic</i>	<i>m</i>	17,922
<i>Head Loss</i>	<i>m</i>	12,36
<i>Total Head</i>	<i>m</i>	88,282
<i>Pump RPM</i>		1.122,67
<i>Pump Working Hours</i>	<i>hours/day</i>	10
<i>PA (plan)</i>	<i>%</i>	90
<i>UA (plan)</i>	<i>%</i>	80

Pemompaan dapat menyesuaikan elevasi air, apabila air pada *sump* sudah tidak menggenangi *front* penambangan maka pemompaan akan dihentikan sementara, untuk meminimalkan PA dan UA pompa, biaya, serta waktu, dan yang dikeluarkan dalam kegiatan pemompaan.

4.2 Pembahasan

4.2.1 Analisis Jumlah Air Yang Akan Masuk Ke Sump GSB 02

Data curah hujan yang dianalisis adalah seri data maksimum karena curah hujan yang tersedia pada daerah penelitian adalah data curah hujan harian maksimum. Data curah hujan harian yang digunakan diperoleh merupakan data curah hujan harian selama 10 tahun terakhir. Untuk menentukan metode yang cocok dalam menganalisis data curah hujan, maka terlebih dahulu membandingkan nilai curah hujan rencana harian maksimum dari empat jenis distribusi probabilitas Normal, Gumbel, Log Normal dan Log-Pearson III. Berdasarkan perhitungan dispersi statistik dan kecocokan parameter distribusi, maka yang paling memenuhi syarat berdasarkan rekapitulasi statistik dan uji keselarasan *Smirnov-Kolmogorov* didapat bahwa distribusi Gumbel adalah metode distribusi yang sesuai untuk menghitung curah hujan rencana pada daerah penelitian. Distribusi probabilitas Gumbel memiliki nilai $D_{maks} < D_{kritis}$ (Lampiran D), maka dapat disimpulkan bahwa hanya distribusi tersebut yang paling baik untuk menganalisis seri data 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.

Periode ulang ini didapatkan dari pemilihan periode ulang dengan jangka waktu terpendek serta memperhatikan umur tambang yang akan berakhir pada 2

tahun kedepan. Hal ini bermaksud untuk mengetahui curah hujan tertinggi dalam periode ulang 2 tahun kedepan. Berdasarkan hasil perhitungan pada lampiran C menggunakan distribusi probabilitas Gumbel didapatkan nilai curah hujan rencana untuk periode ulang 2 tahun sebesar 102,25 mm/hari dan resiko hidrologi pada tabel 4.5 sebesar 75 %.

Waktu konsentrasi dihitung menggunakan persamaan Kirpich, dari hasil perhitungan pada lampiran F, didapat waktu konsentrasi 1 jam. Sehingga intensitas hujan rencana yang dipakai untuk menghitung debit rencana pada tabel 4.6 menggunakan rumus rasional adalah 1 jam.

4.2.2 Analisis Debit Rencana Maksimum dan Kapasitas Rancangan Sump GSB 02

Perhitungan luas *catchment area* dan luas *sump* aktual dihitung berdasarkan peta topografi *Pit* GSB 02 menggunakan aplikasi *Minescape 4.118*. Luas *catchment area* seluas 28,728 hektar atau 0,28728 km² dan luas *sump* GSB 02 adalah seluas 5.912 m². Koefisien limpasan berdasarkan tabel 2.2 pada daerah tambang adalah 0,8 yaitu daerah curam, terdapat alang alang dan sedikit tanaman. Pada gambar 4.2 dapat dilihat daerah Penelitian melalui *View Point Pit* GSB 02.

Berdasarkan pengolahan data pada lampiran F didapat debit limpasan yang masuk pada *sump* GSB 02 adalah 0,3 m³/detik atau sebesar 1.080 m³/jam.

Pada tabel 4.7 dan 4.8 diketahui bahwa *sump* GSB 02 tidak mampu menampung debit rencana yang masuk. Sesuai dengan kebijakan *Departement Engineering* PT. Riung Mitra Lestari, bahwa *sump* harus mampu menampung curah hujan maksimum selama 2 hari tanpa pemompaan.

Bentuk *sump* GSB 02 yang kurang beraturan dan kadang berubah ubah karena adanya aktivitas penimbunan setiap bulannya menyulitkan untuk mengetahui volume aktual *sump* GSB pada saat *monitoring* pengukuran elevasi air.

Dari pengolahan data pada lampiran F, pada tabel berikut ditampilkan perbaikan dimensi *sump* GSB 02 agar mampu menampung curah hujan rencana PUH 2 tahun.

Tabel 4.15 Rekomendasi Dimensi *Sump* GSB 02

Komponen	Dimensi
Panjang atas (B)	103 m
Panjang bawah (b)	100 m
Lebar (L)	52 m
Lebar Dasar (l)	49 m
Kedalaman (d)	2,5 m
Kemiringan (α)	60°
Lebar <i>bench</i> (e)	1,5 m
Panjang dinding kemiringan (a)	3 m
Luas <i>Sump</i>	5.356 m ²
Volume <i>Sump</i>	13.195 m ³

4.2.3 Analisis Sistem Pemompaan dan Kebutuhan Pompa pada *Sump* GSB 02

1. Sistem Pemompaan

Sistem pemompaan pada PT. Riung Mitra Lestari umumnya menggunakan sistem pemompaan *Direct Single Stage* yaitu sistem pemompaan yang dilakukan dari titik terendah (permukaan air *sump*) hingga ke *outlet* secara langsung dengan menggunakan satu pompa dan satu pipa.

Pada daerah penelitian pompa yang digunakan tipe pompa sentrifugal dengan merek Volvo KSB-200. Pompa ini bekerja dengan prinsip dasar perpindahan energi kipas-kipas pompa yang berputar dan menghasilkan akselerasi menuju larutan yang melewati pompa. Pergerakan kipas-kipas itu berlangsung terus menerus tanpa adanya pembalikan arah. Secara sederhana pompa sentrifugal terdiri atas *impeller* yang berputar dan berada dalam *casing*. *Impeller* tersebut tergantung pada *shaft* yang terhubung dengan mesin. Larutan memasuki muka *impeller* kemudian memperoleh energi dalam bentuk penambahan kecepatan pada saat melewati ruang-ruang dalam *impeller*.

Berdasarkan lampiran G didapat bahwa pompa pada *sump* GSB 02 pada bulan Januari dan Februari secara aktual belum mencapai target yang telah ditetapkan. Oleh sebab itu kemampuan pompa secara aktual diharapkan dapat dioperasikan melebihi *plan*.

Secara aktual RPM dan efisiensi pompa tidak mencapai target. Hal ini dikarenakan terdapat belokan pipa sehingga mesin pompa akan bekerja ekstra untuk memindahkan air yang disebabkan *head* yang cukup tinggi dari *head*

yang dimiliki oleh pompa, kondisi pipa yang bocor juga menghambat kinerja pompa. Kondisi pompa dapat dilihat pada gambar berikut.



Gambar 4.11 Kondisi pompa Volvo KSB 200

2. Analisis Kebutuhan Pompa

Pada *sump* GSB 02 dapat dihitung kebutuhan pompa yang ideal untuk pemompaan air di *sump* GSB 02, dengan kapasitas total *sump* adalah 13.132 m³. Total air yang dapat di pompa pada rancangan *sump* tersebut adalah 80% dari kapasitas total *sump* yaitu 10.505,55 m³. Pada *sump* GSB 02 akan digunakan pompa sebanyak 1 *line* dengan kapasitas pemompaan maksimal sebesar 200 l/s, atau dengan 1 jam durasi pemompaan didapatkan 540 m³/jam.

BAB V

PENUTUP

5.1 Kesimpulan

Dalam penelitian Skripsi ini, maka yang penulis dapat simpulkan adalah sebagai berikut :

1. Berdasarkan hasil penentuan luas *catchment area* menggunakan *software Minescape 4.118*, maka didapatkan luas *catchment area* pit GSB 02 seluas 28,728 Ha / 0,28728 km².
2. Curah hujan yang di dapatkan berdasarkan data dengan rencana periode hujan selama 2 tahun adalah 102,25 mm/hari. Sumber air yang masuk ke *sump* yaitu berasal dari air hujan. Jumlah debit air hujan yang masuk ke *sump* adalah 6.566 m³/hari dan tanpa memperhitungkan air tanah.
3. *Sump* yang digunakan di PT. Riung Mitar Lestari memiliki bentuk yang kurang beraturan dan memiliki kapasitas tampungan sebesar 8.237,4 m³ sedangkan jumlah debit air hujan yang masuk kedalam tambang sebesar 6.566 m³/hari, sehingga dapat ditarik kesimpulan *sump* yang digunakan hanya dapat menampung jumlah debit air yang masuk kedalam *sump* dalam 1 hari hujan dengan intensitas curah hujan 102,25 mm/hari dalam periode ulang hujan selama 2 tahun. Maka hasil dari penelitian ini merekomendasikan desain *sump* dengan kapasitas yang dapat menampung sedikitnya dua kali lipat debit air hujan perharinya, sehingga

kapasitas *sump* yang direkomendasikan sebesar 13.132 m^3 . Rekomendasi dimensi *sump* dari hasil penelitian ini memiliki ukuran panjang atas 103 meter, panjang bawah 100 meter, lebar atas 58,23 meter, lebar bawah 55,23 meter, kedalaman 2,5 meter, lebar *bench* 1,5 meter, panjang dinding kemiringan 3 meter dan sudut kemiringan 60° . Maka dapat disimpulkan rekomendasi desain *sump* tersebut dapat menampung debit air yang masuk ke dalam tambang, dimana volume *sump* aman 80 % dari volume *sump* total yaitu sebesar $10.505,6 \text{ m}^3$.

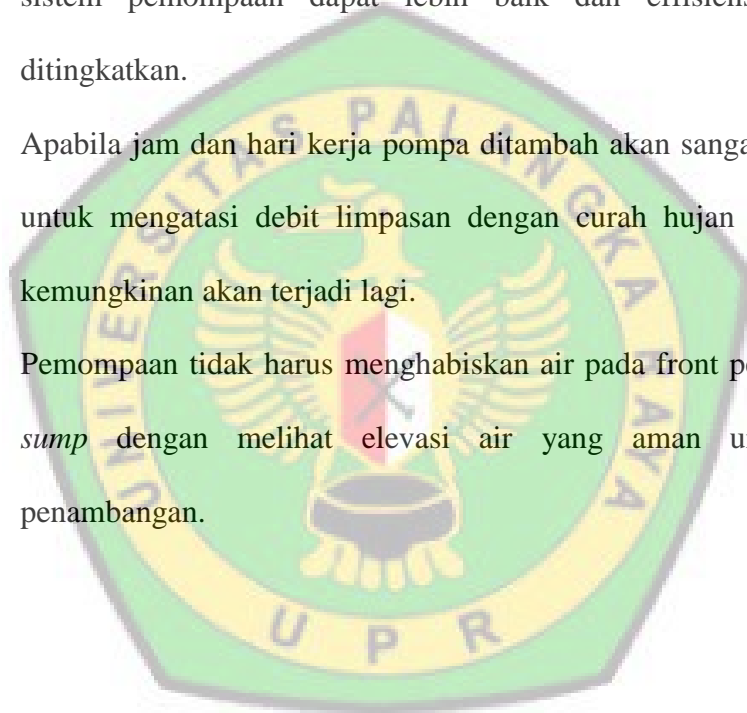
4. Sistem pemompaan pada PT. Riung Mitra Lestari umumnya menggunakan system pemompaan *Direct Single Stage* yaitu sistem pemompaan yang dilakukan dari titik terendah (permukaan air *sump*) hingga ke *outlet* secara langsung dengan menggunakan satu pompa dan satu pipa. Berdasarkan hasil analisa dilapangan pompa yang digunakan adalah pompa Volvo KSB-200. Jika dilihat pada spesifikasi pompa pada RPM 1.400, pompa memiliki kemampuan hingga $720 \text{ m}^3/\text{jam}$. Pompa Volvo KSB-200 bekerja pada rpm rata - rata 1122,67, total head 88,282 m, debit aktual $540 \text{ m}^3/\text{jam}$, kondisi pipa HDPE yang terdapat pada WP 013 kurang baik karena terdapat bocoran pada sambungan pipa, serta ukuran diameter pipa yang berbeda - berda serta jam kerja pompa yang tidak beraturan. Jam kerja pompa yang direncanakan adalah 10 jam/hari.

5.2 Saran

- a. Diperlukan adanya perhatian dalam perencanaan curah hujan dan analisa debit limpasan yang akan terjadi agar air yang masuk kedalam tambang dapat diperhitungkan dengan lebih efektif sehingga nilai yang didapat secara aktual dan teoritis dalam hasil perhitungan memiliki perbandingan yang tidak jauh.
- b. Dimensi *sump* yang berubah – ubah tentunya membutuhkan desain *sump* yang penuh perhitungan. Oleh karena itu dibutuhkan desain dimensi *sump* yang sesuai dengan penempatan tata ruang serta letak *sump* yang aman, sesuai kebutuhan, biaya, serta kemampuan perusahaan dalam menanganinya.
- c. Membuat saluran terbuka yang lebih efisien, hal ini untuk menghindari air limpasan yang terperangkap pada jalan *hauling* maupun jenjang sehingga dikhawatirkan akan mengurangi daya dukung tanah yang dapat mengakibatkan longsor.
- d. Terdapat 2 pompa dengan kondisi *standby* di daerah penelitian, akan tetapi hanya 1 pompa yang Running. Sehingga alangkah baiknya meletakkan 2 pompa sekaligus pada *sump*. Hal ini dimaksudkan apabila salah satu pompa *breakdown*. dapat dialihkan ke pompa yang *stanby* sebagai cadangan. Kemudian petugas mekanik untuk menangani pompa memiliki waktu yang cukup untuk mengistirahatkan pompa yang

breakdown serta dapat memperbaiki kerusakannya tanpa kehilangan banyak waktu.

- e. Diperlukan standar kerja pompa yang baik, meningkatkan kinerja tim yang menangani masalah *mine* dewatering maupun pemompaan, serta perawatan pompa dan pipa HDPE yang dilakukan secara berkala agar sistem pemompaan dapat lebih baik dan efisiensi pompa dapat ditingkatkan.
- f. Apabila jam dan hari kerja pompa ditambah akan sangat memungkinkan untuk mengatasi debit limpasan dengan curah hujan maksimum yang kemungkinan akan terjadi lagi.
- g. Pemompaan tidak harus menghabiskan air pada front penambangan atau *sump* dengan melihat elevasi air yang aman untuk melakukan penambangan.



DAFTAR PUSTAKA

Bargawa, Waterman S. 2018. *Perencanaan Tambang*. Yogyakarta : Kilau Book.

Cassedy, S. Margareth., (1973). *Elements of Practical Coal Mining, Society of Mining Engineers of the American Institute of Mining, Metallurgical and Petroleum Engineers, Inc.*, p.44

Eksplorasi, T. S. (2013). *Laporan Survey Dan Eksplorasi PT.KITADIN*. Samarinda: PT.KITADIN SITE EMBALUT.

Girsang, R. T., (2015). *Perencanaan Teknis Sistem Penyaliran Tambang Terbuka PT, Bara Anugrah Sejahtera*. Fakultas Teknik UNSRI : Palembang.

Kamiana, I Made. 2010. *Teknik Perhitungan Debit Rencana Bangunan Air*. Palangka Raya : Graha Ilmu.

Ramli. M., dan Muhammad. E., (2013). *Perencanaan Sistem Penyaliran Tambang Terbuka Batubara Pada PT. Kitadin Tandug Mayang*. Jurnal Ilmu Teknik.

Soemarto, (1995). *Hidrologi Teknik*. Erlangga: Jakarta.

Stefanus, Tulus. (2016). *Analisis Rancangan Sump Dan Sistem Pemompaan*. Fakultas Teknik Universitas Palangka Raya: Palangka Raya.

Sularso dan Tahara, H., (2004). *Pompa Dan Kompresor*. PT. Pradnya Paramitha: Jakarta.

Suripin. 2003. *Sistem Drainase Perkotaan Yang Berkelanjutan*. Semarang : Andi.

Suwandhi, A., (2004). *Perencanaan Sistem penyaliran Tambang Terbuka*. Diklat Perencanaan Tambang Terbuka.

