

**ANALISIS *MINE DEWATERING* PADA TAMBANG
BATUBARA *PIT LISAT* DI PT. TEGUH SINAR ABADI
DESA MUARA BUNYUT KECAMATAN MELAK
KABUPATEN KUTAI BARAT
PROVINSI KALIMANTAN TIMUR**

SKRIPSI

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



OLEH

**L. MARO DAMANIK
DBD 114 113**

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

SURAT PERNYATAAN BEBAS PLAGIARISME

Saya yang bertanda tangan dibawah ini :

NAMA : L. MARO DAMANIK
NIM : DBD 114 113
JURUSAN : TEKNIK PERTAMBANGAN

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

Palangka Raya, 10 Maret 2020

Penulis



L. MARO DAMANIK
DBD 114 113

HALAMAN PENGESAHAN

SKRIPSI

**ANALISIS MINE DEWATERING PADA TAMBANG BATUBARA
PIT LISAT DI PT. TEGUH SINAR ABADI DESA MUARA BUNYUT
KECAMATAN MELAK KABUPATEN KUTAI BARAT PROVINSI
KALIMANTAN TIMUR**

Oleh :

L. MARO DAMANIK

DBD 114 113

Telah dipertahankan di depan Tim Dosen Penguji pada tanggal 10 Maret 2020
dan dinyatakan telah memenuhi syarat untuk diterima

Susunan Tim Penguji,

- | | |
|--|------------|
| 1. <u>FAHRUL INDRAJAYA, S.T., M.T.</u>
NIP. 19791215 200812 1 001 | Ketua |
| 2. <u>NENY SUKMAWATIE, S.Hut., M.P.</u>
NIP. 19760614 200801 2 020 | Sekretaris |
| 3. <u>YOSSA YONATHAN HUTAJULU, S.T., M.T.</u>
NIP. 19841022 201504 1 001 | Anggota |
| 4. <u>Ir. YULIAN TARUNA, M.Si.</u>
NIP. 19580705 198903 1 019 | Anggota |
| 5. <u>NOVERIADY, S.T., M.T.</u>
NIP. 19861125 201903 1 007 | Anggota |



Mengetahui
Dekan Fakultas Teknik,

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

Menyetujui Ketua Jurusan/Prodi
Teknik Pertambangan,

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

HALAMAN PERSEMBAHAN

**“DIBERKATILAH ORANG YANG
MENGANDALKAN TUHAN, YANG
MENARUH HARAPANNYA PADA
TUHAN”**

YEREMIA 17:7

Skripsi Ini Saya Persembahkan

- ❖ Untuk kedua Orang Tua saya yang sangat saya sayangi, trimakasih atas doa, kasih sayang, semangat yang tiada henti untuk mendidik anak-anakmu. Trimakasih untuk setiap pengorbanan, kerja keras dan kebaikan yang kalian berikan yang tidak dapat kubalas dengan apapun.
- ❖ Untuk saudara dan saudari yang sangat kusayangi abang saya Trisno Damanik dan adik saya Fero Damanik trimakasih telah menjadi keluarga yang baik atas pengorbanan, doa, dan dukungan kalian.
- ❖ Untuk keluarga besar Brother House dan Sister House Palangka Raya trimakasih untuk moment yang tidak terlupakan serta doanya dalam setiap proses perkuliahan hingga skripsi dan telah menjadi keluarga dalam susah maupun senang selama di Palangka Raya.
- ❖ Serta untuk Teman seperjuangan, sependaftaran dan seangkatan di jurusan Teknik Pertambangan 2014. Terimakasih atas kebersamaan dan supportnya.

“Apapun Juga Yang Kamu Perbuat, Perbuatlah Dengan Segenap

Hatimu Seperti Untuk Tuhan dan Bukan Untuk Manusia”

Kolose 3;23

KATA PENGANTAR

Puji syukur kehadiran Tuhan Yang Maha Esa atas berkat dan karunia-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan Skripsi dengan judul “Analisis Mine Dewatering Pada Tambang Batubara *Pit* Lisat di PT. Teguh Sinar Abadi Desa Muara Bunyut Kecamatan Melak Kabupaten Kutai Barat Provinsi Kalimantan Timur, dengan waktu penelitian selama 1 bulan yaitu mulai tanggal 23 September sampai dengan 21 Oktober 2018.

Pada kesempatan ini, penulis mengucapkan terima kasih kepada :

1. Bapak Ir. Waluyo Nuswantoro, MT, Dekan Fakultas Teknik Universitas Palangka Raya.
2. Bapak Fahrul Indrajaya, ST.,MT, Ketua Jurusan/Prodi Teknik Pertambangan Universitas Palangka Raya dan Dosen Pembimbing I.
3. Bapak Yossa Yonathan Hutajulu, ST.,MT, Sekretaris Jurusan/Prodi Teknik Pertambangan Universitas Palangka Raya, Koordinator Skripsi dan Dosen Penguji I.
4. Ibu Neny Sukmawatie S.HUT., MP, Dosen Pembimbing Akademik Dan Dosen Pembimbing II.
5. Bapak Ir. Yulian Taruna, M.Si, Dosen Pembahas II.
6. Bapak Noveriady, ST.,MT, Dosen Pembahas III.
7. Bapak Firdaus, ST., selaku KTT (Kepala Teknik Tambang) PT. Teguh Sinar Abadi Desa Muara Bunyut Kecamatan Melak Kabupaten Kutai Barat Provinsi Kalimantan Timur.

8. Bapak Hary Wahyu Nugroho ST., selaku Deputy Manager pada PT. Teguh Sinar Abadi Desa Muara Bunyut Kecamatan Melak Kabupaten Kutai Barat Provinsi Kalimantan Timur.
9. Bapak Herru Prasetyo ST., selaku Pembimbing Lapangan pada PT. Teguh Sinar Abadi Desa Muara Bunyut Kecamatan Melak Kabupaten Kutai Barat Provinsi Kalimantan Timur.

Penulis menyadari sepenuhnya bahwa dalam penyusunan Laporan Skripsi ini masih jauh dari kesempurnaan, oleh karena itu penulis sangat mengharapkan kritik dan saran yang bersifat membangun dari pembaca demi kesempurnaan laporan skripsi ini dan penulis mengharapkan semoga laporan ini bisa bermanfaat bagi kita semua dan dapat dipergunakan sebagaimana mestinya. Akhir kata penulis mengucapkan banyak terimakasih.

Palangka Raya, 10 Maret 2020

Hormat Penulis

L. Maro Damanik
DBD 114 113

SARI

Faktor masalah dalam kegiatan penambangan dengan metode tambang terbuka adalah curah hujan yang menimbulkan terakumulasinya air dalam pit penambangan. Debit air yang masuk pada pit penambangan akan ditampung pada *main sump*. *Main sump* dirancang untuk menampung debit air dan terletak pada elevasi terendah pit dan tidak mengganggu aktivitas penambangan. Sebagian Luasan *floor* tambang akan digunakan dan disesuaikan dalam rancangan dimensi *main sump* untuk menampung debit air yang masuk pada pit penambangan. Dan untuk mengeluarkan debit air pada *main sump*, pompa menjadi salah satu upaya yang digunakan untuk mengeluarkan debit air dari *main sump* menuju *settling pond*.

Dalam penelitian ini *cathment area* pada strip 1 dan strip 3 Pit Lisat seluas 202.78 Ha. *Cathment area* strip 1 seluas 116 Ha dan *cathment area* strip 3 seluas 86,78 Ha. Sisa umur tambang pada Pit Lisat dengan asumsi 5 tahun kedepan. Dalam pengolahan data curah hujan 10 tahun dari tahun 2008 sampai tahun 2017 diperoleh curah hujan rencana untuk 5 tahun sebesar 30,88 mm/hari dan nilai intensitas dengan maximum jam hujan sebesar 5,72 adalah 3,34 mm/jam. Debit air limpasan adalah sebesar 0,86 m³/detik atau 17.833 m³/hari pada strip 1 dan 0,65 m³/detik atau 13.478 m³/hari pada strip 3. Aliran air tanah strip 1 sebesar 0,0000398 m³/detik atau 3,43 m³/hari. Luasan *floor* yang digunakan untuk rancangan *main sump* pada strip 1 seluas 3.634 m² dari 23.103 m² yang tersedia dan 2.811 m² strip 3 dari 39.694 m² yang tersedia. Daya tampung rancangan *main sump* strip 1 sebesar 17.867 m³ dan daya tampung rancangan *main sump* strip 3 sebesar 13.542 m³.

Untuk mengeluarkan debit air pada *main sump* strip 1 menggunakan pompa *Sykes HH220ISS* mampu mengeluarkan debit air sebesar 0,186 m³/detik atau 12.053 m³/hari. Pada *main sump* strip 3 menggunakan pompa *FBP300* mampu mengeluarkan debit air sebesar 0,194 m³/detik atau 12.571 m³/hari. Kebutuhan pompa untuk penanggulangan total debit air sebesar 17.836 m³ pada Pit Lisat strip 1 direkomendasikan menggunakan 2 unit pompa *Sykes HH220I*. Debit 2 pemompaan sebesar 0,372 m³/detik atau 24.106 m³/hari dengan jam kerja pompa 18 jam diperoleh *pump ratio* 74% sangat efektif menanggulangi total debit air yang masuk. Penanggulangan total debit air sebesar 13.478 m³ pada Pit Lisat strip 3 direkomendasikan penambahan *life time* pada pompa *FBP300* dari 18 jam menjadi 20 jam. Debit pemompaan menjadi 0,194 m³/detik atau 13.968 m³/hari dengan *life time* pompa 20 jam diperoleh *pump ratio* 96% sangat efektif menanggulangi total debit air yang masuk pada strip 3 Pit Lisat.

Kata Kunci : Rain Fall, Cathment Area, Mine Dewatering

ABSTRACT

The problem factor in mining activities with open-pit methods is the rainfall that raises the accumulated water in the mine. The discharge of water in the pit mining will be accommodated in the main sump. Design main sump to accommodate water discharge and located at the lowest elevation of the pit and does not interfere with mining activities. A portion of the mine floor area will be used and adjusted in the main sump dimension design to accommodate the flow of water entering the mining pit. And to issue water discharge at the main sump, the pump is one of the efforts used to remove water from the main sump to settling pond.

In the research entire catchment area on strip 1 and strip 3 of the Pit Lisat is 202,78 Ha. Catchment area of strip 1 is 116 Ha and catchment area of strip 3 is 86,78 Ha. the age of mining in the Pit Lisat assuming the next 5 years. In processing the rainfall data for 10 years from 2008 to 2017, a rainfall plan for 5 years was obtained 30,88 mm/day and the intensity value with a maximum rainfall hours of 5,72 was 3,34 mm/hour. Run off water in the Pit Lisat is 0,86 m³/second or 17.833 m³/day on strip 1 and 0,65 m³/second or 13.478 m³/day on strip 3. Groundwater flow on strip 1 is 0,0000398 m³/second or 3,43 m³/day. The floor area used for the main sump design on strip 1 is 3.634 m² of 23.103 m² available and 2.811 m² strip 3 of 39.694 m² available. The design capacity of the main sump strip 1 is 17,867 m³ and the design capacity of the main sump strip 3 is 13.542 m³.

To issue water discharge on main sump strip 1 using Sykes pump HH220ISS, it is able to issue water discharge of 0,186 m³/sec or 12.053 m³/day. On main sump strip 3 using FBP300 pump it is able to issue a water discharge of 0,194 m³/sec or 12.571 m³/day. The need pumps for controlling total water discharge of 17.836 m³ on Pit Lisat strip 1 is recommended to use 2 Sykes HH220I pumps. Two pumping discharge is 0,372 m³/second or 24.106 m³/day with 18 hours pump working time, it is obtained that the pump ratio of 74% is very effective in overcoming the total incoming water debit. to overcome the total debit water of 13.478 m³ in the Pit Lisat strip 3 is recommended to increase the working life time at the FBP300 pump from 18 hours to 20 hours. Pumping discharge to 0,194 m³/sec or 13.968 m³/day with a 20 hour pump life time obtained by a 96% pump ratio is very effective in overcoming the total debit of water entering on Pit Lisat strip 3 .

Keywords : Rain Fall, Cathment Area, Mine Dewatering

DAFTAR ISI

	<u>Halaman</u>
HALAMAN JUDUL	i
HALAMAN PENGESAHAN	iii
HALAMAN PERSEMBAHAN	iv
KATA PENGANTAR	v
SARI	vii
ABSTRACT	viii
DAFTAR ISI	ix
DAFTAR TABEL	xi
DAFTAR GAMBAR	xii
DAFTAR LAMPIRAN	xiii
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang Masalah	1
1.2 Rumusan Masalah	2
1.3 Tujuan Penelitian	2
1.4 Manfaat Penelitian	3
1.5 Batasan Masalah	4
BAB II STUDI PUSTAKA	5
2.1 Penelitian Terdahulu	5
2.2 Sistem dan Metode Penambangan	7
2.3 Siklus Hidrologi	8
2.4 Air Permukaan (<i>Surface Water</i>)	11
2.4.1 Penyelidikan Hidrologi	11
2.4.2 Daerah Tangkap Hujan	12
2.4.3 Analisis Data Curah Hujan	12
2.4.4 Air Limpasan	22
2.5 <i>Mine Dewatering System</i>	25
2.5.1 Sumuran Tambang (<i>Sump</i>)	26
2.5.2 Pipa dan Pompa	29
2.5.2.1 Pipa	29
2.5.2.2 Pompa	29
BAB III METODE PENELITIAN	35
3.1 Gambaran Umum Wilayah Penelitian	35
3.1.1 Profil dan Sejarah Perusahaan	35
3.1.2 Lokasi dan Kesampaian daerah	37
3.1.3 Iklim dan Curah Hujan	40
3.2 Kondisi Geologi	41
3.2.1 Kondisi Geologi Regional	41

3.2.2	Fisiografi	41
3.2.3	Statigrafi.....	41
3.2.4	Struktur Geologi.....	44
3.2.5	Genesa Batubara	46
3.2.6	Karakteristik Batubara Daerah Penelitian.....	47
3.2.7	Kondisi Hidrogeologi.....	48
3.3	Metode Penelitian	49
3.4	Metode Pengambilan <i>Sample</i> dan Data	51
3.5	Jenis dan Sumber Data.....	51
3.6	Alat dan Bahan	52
3.7	Bagan Alir.....	53
3.8	Waktu Penelitian.....	54
BAB IV	HASIL DAN PEMBAHASAN	55
4.1	Hasil.....	55
4.1.1	Dimensi <i>Main Sump</i> dilokasi penambangan Strip 1 dan Strip 3 <i>pit</i> Lisat.....	55
4.1.2	Analisis <i>Mine Dewatering</i> Pada Tambang Batubara <i>Pit</i> Lisat.....	75
4.2	Pembahasan	95
4.2.1	Dimensi <i>Main Sump</i> dilokasi Penambangan Strip 1 dan Strip 3 <i>Pit</i> Lisat	95
4.2.2	Analisis <i>Mine Dewatering</i> Pada Tambang Batubara <i>Pit</i> Lisat.....	100
BAB V	PENUTUP	108
5.1	Kesimpulan	108
5.2	Saran	109

DAFTAR PUSTAKA
LAMPIRAN

DAFTAR TABEL

<u>Tabel</u>		<u>Halaman</u>
2.1	Klasifikasi Curah Hujan	13
2.2	Penentuan Periode Ulang Hujan.....	16
2.3	Persyaratan Parameter Statistik Suatu Distribusi	23
2.4	Hubungan Antara Derajat Hujan dan Intensitas Curah Hujan	21
2.5	Harga Koefisien Limpasan	26
3.1	Waktu Penelitian	54
4.1	Curah Hujan Maksimum	56
4.2	dispersi statistik untuk menentukan distribusi curah hujan tahun 2008-2017	58
4.3	rekapitulasi daftar distribusi	60
4.4	Perhitungan Distribusi Gumbel	61
4.5	Distribusi Curah Hujan Metode Gumbel	62
4.6	Periode Ulang Hujan	64
4.7	Metode Mononobe Curah Hujan 24 Jam.....	65
4.8	Debit Total Air Yang Masuk Pada Pit Lisat.....	74
4.9	Dimensi <i>Main Sump</i> Pit Lisat.....	75
4.10	Rancangan Dimensi <i>Main Sump</i>	86
4.11	Hasil Pengukuran Debit <i>Outlet</i> Pompa.....	87

DAFTAR GAMBAR

<u>Gambar</u>		<u>Halaman</u>
2.1	Siklus Hidrologi.....	8
2.2	Kurva Intensitas Durasi Frekuensi Mononobe	22
2.3	Penampang Sump	28
2.4	Pengukuran debit pompa dengan metode <i>Discharge</i>	30
2.5	Nilai pengukuran debit pompa	31
3.1	Peta Lokasi daerah penelitian.....	39
3.2	Formasi cekungan kutai.....	42
3.3	Bagan Alir Penelitian	53
4.1	Grafik Maximum Curah Hujan	56
4.2	Kurva Intensitas Durasi dan Frekuensi.....	66
4.3	Luasan Cathment Area	67
4.4	Lokasi Penelitian Pit Lisat Strip 1	68
4.5	Lokasi Penelitian Pit Lisat Strip 3	68
4.6	Lokasi Pengukuran Debit Air Tanah	71
4.7	Pengukuran Debit Air Tanah.....	71
4.8	Letak Bentuk Rancangan <i>Main Sump</i>	78
4.9	Kondisi Pit Lisat Strip 1 Setelah Hujan.....	79
4.10	Kondisi Pit Lisat Strip 3 Setelah Hujan.....	82
4.11	Rekomendasi Desain Sump.....	85
4.12	Pengukuran Debit <i>Outlet</i> Pompa.....	87
4.13	Grafik Kemampuan Pompa <i>Sykes HH200ISS</i>	89
4.14	Grafik Kemampuan Pompa <i>Sykes FBP300</i>	90
4.15	Pompa <i>Sykes HH200ISS</i>	92
4.16	Pompa <i>Sykes FBP300</i>	93

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran

A	Peta Kesampaian Daerah
B	Peta Geologi Regional
C	Peta Geologi Daerah Penelitian
D	Data Curah Hujan PT. Teguh Sinar Abadi Tahun 2008-2017
E	Perhitungan Curah Hujan Rencana
F	Perhitungan Intensitas Curah Hujan
G	Jam Hujan Maximum
H	Peta Cathment Area
I	Perhitungan Volume Air Yang Masuk Pada Strip 1 dan Strip 3
J	Rancangan <i>Main Sump</i>
K	Perhitungan Debit <i>Outlet</i> Pompa <i>Sykes HH200ISS</i> dan <i>FBP 300</i>
L	Perhitungan Kemampuan Pompa Terhadap Debit Limpasan
M	Perhitungan <i>Head</i> Pompa
N	Spesifikasi Alat
O	Peta <i>Design Pit</i>

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

PT. Teguh Sinar Abadi adalah perusahaan yang bergerak di bidang pertambangan batubara. Saat ini PT. Teguh Sinar Abadi adalah perusahaan pemegang kontrak PKP2B. Secara administratif wilayah PKP2B PT. Teguh Sinar Abadi terletak pada Desa Muara Bunyut, Kecamatan Melak, Kabupaten Kutai Barat, Provinsi Kalimantan Timur. Kegiatan penambangan batubara menggunakan sistem tambang terbuka dengan metode *Strip Mine*. Sistem tambang terbuka ini akan menyebabkan terbentuknya cekungan yang luas sehingga sangat potensial untuk menjadi daerah tampungan air yang berasal dari curah hujan.

Curah hujan merupakan salah satu faktor yang berpengaruh besar terhadap kawasan pertambangan. Curah hujan yang dipengaruhi oleh karakteristiknya baik itu durasi dan frekuensi akan berdampak pada lingkungan yang berada di kawasan pertambangan. Curah hujan dengan frekuensi yang besar dan durasi yang lama tentunya akan berpengaruh besar terhadap aktivitas pertambangan. Namun, terjadinya curah hujan yang tinggi bukan meningkatkan produktivitas penambangan batubara melainkan curah hujan yang tinggi menimbulkan kerugian produktivitas pertambangan.

Pada saat ini arah kemajuan tambang Pit lisat menuju blok 30. Sump utama strip 1 terletak di blok 28 dan sump utama strip 3 terletak pada blok

29. Kegiatan pemompaan pada sump utama strip 1 yang terletak pada blok 28 dan sump strip 3 yang terletak pada blok 29.

Untuk dapat mengekspos batubara pada blok 30 hingga blok berikutnya maka diperlukan perencanaan dewatering yang baik, yaitu kapasitas sump dapat menampung debit air yang masuk ke sump utama dan rencana pemompaan serta target rencana elevasi air dapat dicapai, agar batubara tersebut dapat diambil sesuai dengan rencana kemajuan tambang. Dengan *mine dewatering* dapat dilakukan upaya untuk mengeluarkan air yang telah masuk kedalam tambang/penggalian (terutama untuk penanganan air hujan) yaitu dengan pemompaan.

1.2 Rumusan Masalah

Adapun rumusan masalah yang akan dibahas dalam penelitian ini yaitu sebagai berikut :

1. Bagaimana dimensi *main sump* strip 1 dan strip 3 dilokasi penambangan *Pit Lisat*?
2. Bagaimana menentukan jumlah pompa dan juga debit yang harus dipompa keluar dari sump strip 1 dan strip 3 *Pit Lisat*?

1.3 Tujuan Penelitian

Adapun Tujuan dari penelitian Skripsi ini adalah :

1. Mengetahui dimensi *main sump* strip 1 dan strip 3 *pit lisat* serta mengetahui total volume air yang masuk pada pit lisat strip 1 dan strip 3 yang dapat digunakan sebagai dasar rancangan *main sump*.

2. Menganalisis *mine dewatering* pada tambang batubara *pit lisat strip 1* dan *strip 3*.

1.4 Manfaat

Dengan adanya kegiatan penelitian Skripsi ini ada beberapa manfaat yang dapat diperoleh, diantaranya adalah

1. Bagi Peneliti

- ❖ Mengetahui volume air yang masuk serta proses dan kegiatan *mine dewatering* pada Pit Lisat sehingga menambah pengalaman dalam dunia penambangan.
- ❖ Dapat menerapkan ilmu pengetahuan yang didapat selama perkuliahan.

2. Bagi Perusahaan

- ❖ Mengetahui hal-hal yang sekiranya bisa bermanfaat bagi perusahaan dalam proses *mine dewatering*.
- ❖ Sebagai bahan masukan untuk perusahaan mengenai proses *main dewatering*.

3. Bagi jurusan

- ❖ Sebagai referensi mengenai kegiatan penelitian tentang *mine dewatering*.
- ❖ Sebagai bahan uji literatur bagi mahasiswa jurusan Teknik Pertambangan Universitas Palangka Raya.

1.5 Batasan Masalah

Pada tugas akhir ini batasan masalah yang dilakukan adalah:

1. Peneliti membahas mengenai letak, luas berdasarkan luasan *floor* tambang serta kapasitas rancangan *main sump* pada pit lisat strip 1 dan strip 3.
2. Peneliti membahas mengenai proses dan kegiatan *Mine Dewatering* dari *Main Sump* Strip 1 dan Strip 3 *Pit Lisat*.



BAB II

KAJIAN PUSTAKA

2.1 Penelitian Terdahulu

Penelitian ini dilaksanakan pada PT. Muara Alam Sejahtera yang berlokasi di Kabupaten Provinsi Kalimantan Timur. Sistem pemompaan yang dianalisis adalah pada pemompaan *sump* Timur Dua (Sari Uli Sibarani, 2016). Data-data yang digunakan adalah data-data curah hujan selama 10 tahun, debit aktual pompa, dan luas tangkapan air hujan (catchment area).

Dalam penelitian tersebut, pompa yang digunakan adalah pompa multiflow *DnD 200 -5Hx* dengan sistem *single stage pump*. Tujuannya agar air yang dipompakan keluar tambang dapat mengeringkan permukaan kerja tambang dan menghambat terjadinya banjir serta penurunan produksi. Pompa tersebut memiliki debit aktual sebesar $750 \text{ m}^3/\text{jam}$ (1214 Rpm), dengan total head 132,2 m dan efisiensi sebesar 70%. Dalam penelitian tersebut di temukan bahwa total debit air maksimum yang masuk ke tambang hingga periode umur tambang berlangsung adalah 320.912,1 m^3/bulan .

Dengan rencana volume *sump* hingga tahun 2016 adalah 21.070 m^3 maka durasi *sump* dapat penuh terisi air hujan maksimum adalah 3,38 jam. Rencana penggunaan pompa *DnD 200 - 5Hx* dengan debit aktual $750 \text{ m}^3/\text{jam}$, head total 102,78 m, dan daya pompa 357,56 kW. Agar air yang

keluar maksimum dapat mengeringkan *sump* maka dibutuhkan pemompaan selama 427,88 jam dan apabila pompa dapat bekerja maksimal 18 jam/hari maka lama pemompaan 24 hari. Rencana penambangan PT. Muara Alam Sejahtera hingga tahun 2016 tidak akan terhambat oleh air tambang jika pompa *DND 200-5Hx* dapat berkerja secara optimal.

Agung Prasetyo, (2016) dalam penelitiannya yang berjudul “Rancangan Teknis Sistem Penyaliran Tambang Pit Bambang PT. Marunda Grahamineral di Kabupaten Murung Raya, Provinsi Kalimantan Tengah”. Memaparkan bahwa metode sistem penyaliran tambang yang digunakan adalah *Mine Dewatering* yaitu upaya untuk mengeluarkan air yang masuk kedalam daerah penambangan. Saluran terbuka yang digunakan dan sumuran (*sump*) yang akan dibuat pada daerah penelitian berbentuk trapesium sudut 60°.

Dari beberapa penelitian diatas dapat disimpulkan semakin luas muka kerja suatu area penambangan, maka semakin luas pula area yang terganggu, dan luasan Daerah Tangkapan Hujan (DTH) menjadi semakin besar. Hal ini akan menyebabkan jumlah air yang perlu ditanggulangi cenderung semakin besar.

Upaya yang dapat dilakukan untuk mengatasi debit air yang masuk pada pit penambangann adalah *mine dewatering*. Dengan adanya suatu *mine dewatering* yang baik untuk kegiatan penambangan batubara, diharapkan nantinya kegiatan penambangan tidak terganggu.

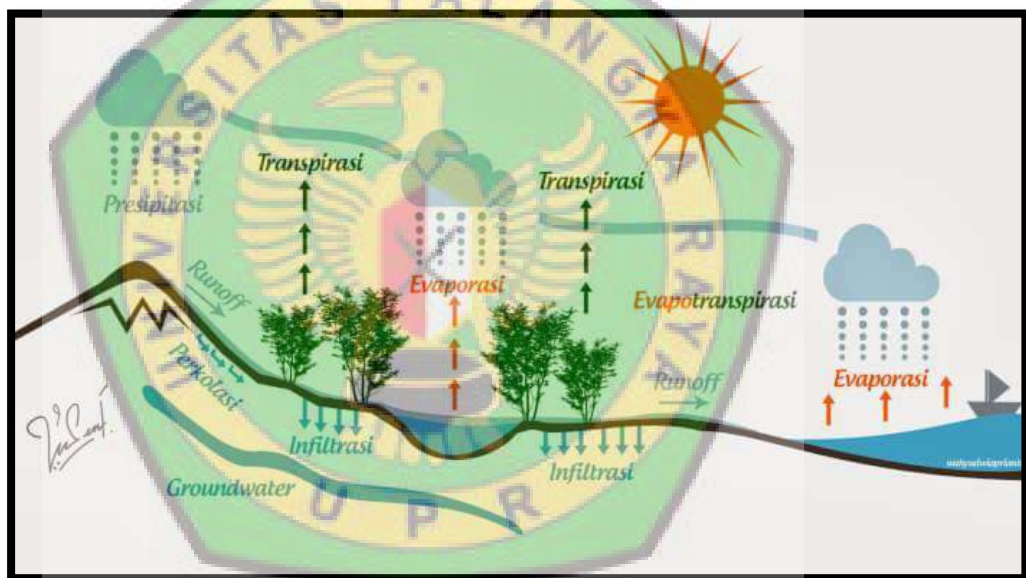
2.2 Sistem dan Metode Penambangan

Sistem penambangan merupakan kegiatan yang dilakukan baik secara sederhana (manual) maupun mekanis yang meliputi penggalian, pemberaian, pemuatan dan pengangkutan bahan galian. Sistem penambangan yang diterapkan adalah tambang terbuka. Tambang terbuka adalah segala kegiatan atau aktivitas penambangannya dilakukan di atas atau relatif dekat dengan permukaan bumi, dan tempat kerjanya berhubungan langsung dengan udara luar. Pada umumnya tambang batubara menggunakan metode penambangan *strip mining*. *Strip mining* merupakan pertambangan kupas atau pertambangan baris yang secara khusus merupakan tambang permukaan untuk batubara. Sistem penambangan ini pada dasarnya terbagi dua, yaitu tambang area dan tambang kontur. Pertambangan kupas merupakan operasi pengupasan tanah atau batuan penutup lapisan batubara.

Pit Lisat pada PT. Teguh Sinar Abadi memiliki lebih dari 50 blok penambangan. Sistem penambangan yang diterapkan pada Pit Lisat di PT. Teguh Sinar Abadi adalah tambang terbuka dimana aktivitas penambangannya berhubungan langsung dengan udara luar. Metode penambangan yang dilakukan oleh PT. Teguh Sinar Abadi di Pit Lisat adalah *strip mining* dimana pengupasan tanah atau batuan penutup yang cukup tebal dilakukan untuk mendapatkan batubara. Menerapkan metode penambangan *strip mining* didapat perbandingan yang ekonomis antara jumlah tanah penutup dengan jumlah batubara yang dapat digali.

2.3 Siklus Hidrologi

Air memiliki susunan molekul yang sangat sederhana. Dua atom hidrogen dan satu atom oksigen, H-O-H atau yang ditulis dengan rumus H_2O . Air juga mempunyai sifat unik yang memungkinkan berperan sebagai material yang universal. Salah satu sifat khusus air adalah bisa berubah wujud. Air dapat kita jumpai di bumi ini dalam tiga wujud yaitu : cair, padat dan gas. Ketiga wujud air ini berperan sangat penting bagi siklus hidrologi (gambar 2.1).



(Sumber : Erwin Seyhan, 1995)

Gambar 2.1 Siklus Hidrologi

Berdasarkan Gambar 2.1 terlihat bahwa laut tempat penampungan air terbesar di bumi ini. Sinar matahari yang dipancarkan ke bumi memanaskan suhu air di permukaan laut, danau, atau yang terikat pada permukaan tanah. Kenaikan suhu memacu perubahan wujud air dari cair menuju gas. Molekul air dilepaskan menuju gas. Ini dikenal dengan

sebutan evaporasi (penguapan). Air yang terperangkap di permukaan tanaman juga berubah menjadi gas karena pemanasan dari sinar matahari. Proses ini dikenal sebagai transpirasi. Air yang menguap melalui proses evaporasi dan transpirasi selanjutnya naik ke atmosfer membentuk uap air.

Uap air di atmosfer selanjutnya menjadi dingin dan terkondensasi (mengembun) membentuk awan. Kondensasi terjadi ketika suhu udara berubah. Air akan berubah bentuk ketika suhu berfluktuatif. Sehingga jika udara cukup dingin, uap air akan terkondensasi menjadi partikel-partikel di udara membentuk awan. Awan yang terbentuk selanjutnya dibawa oleh angin mengelilingi bumi, sehingga awan terdistribusikan ke seluruh penjuru dunia. Ketika awan sudah tidak mampu lagi menampung air, awan melepas uap air yang ada di dalamnya kedalam bentuk presipitasi yang dapat berupa salju, hujan, dan hujan es.

Selanjutnya, sebagian air hujan yang jatuh ke permukaan bumi diserap (*intercepted*) oleh permukaan tanaman, sisanya akan mengalir di permukaan tanah sebagai aliran permukaan (*surface run-off*). Aliran permukaan kemudian mengalir melalui sungai menjadi debit sungai (*streamflow*) atau tersimpan di permukaan tanah dalam bentuk danau (*freshwater storage*). Sebagian lagi masuk ke dalam tanah melalui proses infiltrasi (penyerapan) dan sebagian lagi mengalir di dalam lapisan tanah melalui aliran-air-tanah (*sub surface flow*).

Pada lokasi tertentu air yang mengalir dalam tanah akan keluar sebagai mata air (*spring*) dan bergabung dengan aliran permukaan. Lebih

jauh lagi air yang terinfiltrasi mungkin dapat mengalami proses perkolasi ke dalam tanah menjadi aliran dalam tanah.

Siklus hidrologi ini akan berlangsung secara *continuous* (menerus) bagi penyediaan air untuk makhluk hidup di bumi, tanpa proses ini tidak mungkin ada kehidupan di bumi. Air akan terdistribusi dalam berbagai bentuk dan dimanapun juga. Untuk memahami karakteristik air, kita perlu melihat bagaimana dan dimana air terdistribusi, dan bagaimana air berubah pada berbagai bentuk penyimpanan berbeda. Oleh karena itu dalam proses penambangan air salah satu aspek yang harus kita dapat tangani, karena air sendiri dapat bermanfaat apabila bisa dikendalikan dan sebaliknya bisa menjadi ancaman yang cukup tinggi apabila kita tidak bisa menanganinya.

Dalam proses penambangan (tambang terbuka), air akan datang dalam bentuk sebagai berikut :

1. Hujan (presipitasi).
2. Aliran permukaan (*surface run-off*).
3. Aliran-air-tanah (*sub surface flow*).

Dalam hal penanganan air sendiri, pada dasarnya kita dapat memperkirakan debit air dari tiga proses tadi yang akan masuk ke dalam tambang terbuka tersebut. Debit air yang masuk pada tambang terbuka berasal dari hujan. Oleh karena itu kita bisa memperkirakan hidrologinya dengan memperhitungkan debit air limpasan di permukaan dan debit

limpasan aliran-air-tanah yang akan masuk. Siklus hidrologi secara lebih sederhana yaitu peredaran air dari laut ke atmosfer melalui penguapan.

2.4 Air Permukaan (*Surface Water*)

Air permukaan adalah bagian dari siklus air yang mengalir di atas permukaan bumi. Air permukaan juga merupakan bagian dari curah hujan yang mengalir di atas permukaan tanah menuju sungai, danau atau laut. Air limpasan secara garis besar dipengaruhi oleh elemen- elemen meteorologi yang diwakili oleh curah hujan dan elemen-elemen daerah pengaliran yang menyatakan sifat- sifat dari daerah pengaliran

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

(Sumber : Rudy Sayoga Gautama :2019)

Keterangan :

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

C = Koefisien limpasan

I = Intensitas curah hujan (mm/jam)

A = Luas daerah tangkapan hujan (ha)

2.4.1 Penyelidikan Hidrologi

Hidrologi adalah ilmu yang mempelajari keterdapatan dan sifat fisik air permukaan. Penyelidikan hidrologi dilakukan dengan cara pengumpulan dan analisis terhadap data sekunder meteorologi (curah hujan, hari hujan, tata guna lahan dan lain-lain) dari daerah

penyelidikan dan daerah di sekitarnya, serta penentuan luas daerah tangkapan hujan atau *cathment area* yang digunakan sebagai perkiraan potensi masuknya air permukaan.

2.4.2 Daerah Tangkapan Hujan (*Cathment Area*)

Catchment area atau daerah tangkapan hujan ditentukan berdasarkan kondisi topografi daerah yang akan diteliti. Daerah tangkapan hujan ini biasanya dibatasi oleh punggung pegunungan dan bukit-bukit yang berfungsi sebagai garis pemisah air hujan.

Luas daerah tangkapan hujan diukur pada peta kontur, yaitu dengan menarik hubungan dari titik-titik yang tertinggi di sekeliling tambang dan membentuk poligon tertutup, dengan melihat kemungkinan arah mengalirnya air. Luas daerah pengaliran dihitung berdasarkan batas poligon tersebut. Semua air yang mengalir di permukaan belum tentu menjadi sumber air dari suatu sistem penyaliran.

Kondisi ini tergantung dari cakupan daerah tangkapan hujan yang juga dipengaruhi oleh beberapa faktor, antara lain kondisi topografi, rapat tidaknya vegetasi serta keadaan geologi.

2.4.3 Analisis Data Curah Hujan

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

dalam lokasi tambang sebagian besar adalah air hujan.

Curah hujan adalah jumlah atau volume air hujan yang jatuh pada suatu satuan luas, dinyatakan dalam satuan mm. Curah hujan sebesar 1 mm berarti pada luasan 1 m² jumlah air hujan yang jatuh sebanyak 1 liter. Sehingga curah hujan 1 mm identik dengan 1 liter/m². Klasifikasi hujan yang digunakan adalah klasifikasi berdasarkan Badan Meteorologi dan Geofisika, yaitu seperti pada (Tabel 2.1)

Tabel 2.1 Klasifikasi Curah Hujan Menurut BMG

Hujan	Intensitas Hujan (mm/jam)	Intensitas Hujan (mm/hari)
Ringan	1-5	5 – 20
Sedang	5 – 10	20 – 50
Lebat	10 – 20	50 – 100
Sangat Lebat	> 20	> 100

Sumber : Badan Meteorologi Geofisika (BMG)

Dalam pembuatan suatu rancangan penyaliran tambang data distribusi curah hujan yang diperlukan adalah distribusi curah hujan jangka waktu pendek yaitu jangka waktu harian. Penggunaan dari masing-masing data distribusi curah hujan tersebut disesuaikan dengan tujuan dari perencanaan yang dilakukan.

Curah hujan merupakan salah satu faktor penting dalam suatu sistem penyaliran, karena besar kecilnya curah hujan akan

mempengaruhi besar kecilnya air tambang yang harus diatasi. Besar curah hujan dapat dinyatakan sebagai volume air hujan yang jatuh pada suatu *area* tertentu. Oleh karena itu besarnya curah hujan dapat dinyatakan dalam meter kubik per satuan luas, secara umum dinyatakan dalam tinggi air (mm).

Data curah hujan yang diperoleh dari stasiun pengamatan hujan merupakan besarnya curah hujan harian maksimum yang terjadi selama satu tahun dan dinyatakan dalam satuan mm/24 jam. Data curah hujan tersebut merupakan data kasar yang tidak dapat digunakan secara langsung untuk perhitungan dalam analisis curah hujan (*Gumbel, E. J, 1954*).

Analisis curah hujan dapat dilakukan dengan beberapa metoda, diantaranya metoda analisis frekuensi langsung (*direct frequency analysis*). Analisis ini dilakukan untuk menentukan curah hujan rencana berdasarkan data curah hujan yang tersedia.

1. Analisis Frekuensi dan Distribusi Probabilitas

Analisis frekuensi langsung (*direct frequency analysis*).

Analisis ini dilakukan untuk menentukan curah hujan rencana berdasarkan data curah hujan yang terdapat pada daerah penelitian yang telah ditentukan.

Analisis frekuensi langsung dapat dilakukan dengan dua sajian data curah hujan, yaitu :

a. Seri Tahunan (*Annual Series*)

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

b. Seri Sebagian (*Partial Duration Series*)

Cara ini dapat menutupi kekurangan cara seri tahunan, karena pengolahan data dilakukan dengan mengambil data curah hujan yang melebihi suatu nilai tertentu dengan mengabaikan waktu kejadian hujan yang bersangkutan. Sebelum dilakukan analisis, harus ditentukan jumlah data yang akan diolahnya lebih dulu. Pada *partial duration series*, data diambil dari nilai maksimum yang mewakili tiap bulannya.

2. Periode Ulang Hujan

Periode ulang hujan (PUH) adalah periode (tahun) dimana suatu hujan dengan tinggi intensitas yang sama kemungkinan bisa terjadi lagi. Pada pertambahan periode ulang hujan digunakan untuk intensitas tinggi yang kemungkinan terjadi lagi. Ditentukan intensitas curah hujan dengan kala ulang tertentu berdasarkan waktu konsentrasi.

Kemungkinan terjadinya adalah satu kali dalam batas periode (tahun) ulang yang ditetapkan (*Yunus Ashari, 2011*) Penentuan periode ulang hujan dilakukan dengan menyesuaikan data dan keperluan pemakaian *sump* tambang yang berkaitan

dengan umur tambang serta tetap memperhitungkan resiko hidrologi. Distribusi curah hujan adalah berbeda – beda sesuai dengan jangka waktu yang ditinjau yakni curah hujan tahunan (jumlah curah hujan dalam setahun), curah hujan bulanan (jumlah curah hujan sebulan), curah hujan harian (jumlah curah hujan 24 jam), curah hujan perjam. Harga – harga yang diperoleh ini dapat digunakan untuk penentuan prospek dikemudian hari dan akhirnya untuk perancangan sesuai dengan tujuan yang dimaksud.

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. (Tabel 2.2).

Tabel 2.2 Penentuan Periode Ulang Hujan

Lokasi	Periode Ulang Hujan
	(Tahun)
Sarana Tambang	2- 5
Lereng Tambang dan Penimbunan	5 – 10
Sumuran Utama	10 - 25
Penyaliran Keliling Tambang	25
Pemindahan Aliran Sungai	100

(Sumber :Kite, G.W, 1997)

Resiko hidrologi (Pt).

$$P_t = 1 - \left(1 - \frac{1}{T_r}\right)^{T_L} \quad (2.2)$$

(Sumber : Suripin,2003:68)

Keterangan :

Pt = Resiko Hidrologi, %

Tr = Periode Ulang, Tahun

TL = Umur tambang, Tahun

3. Curah Hujan Rencana (CHR)

Hujan rencana adalah hujan maksimum yang mungkin terjadi selama umur dari tambang tersebut. Periode ulang hujan adalah hujan maksimum yang diharapkan terjadi pada setiap n tahun. Dan didapat berdasarkan hasil pengolahan data curah hujan. Pengolahan data curah hujan diambil berdasarkan alat pengukur curah hujan setiap harinya. Berdasarkan data yang didapat akan dianalisis untuk menentukan hujan rencana.

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

Penentuan jenis distribusi probabilitas yang sesuai dengan data dilakukan dengan mencocokkan parameter data tersebut dengan syarat masing-masing jenis distribusi seperti pada tabel dibawah ini. Persyaratan parameter statistik suatu distribusi

beserta masing-masing jenis distribusi probabilitas yang sesuai dengan data yang telah diperoleh dan dilakukan dengan mencocokkan data dapat dilihat pada (tabel 2.3).

Tabel 2.3

Persyaratan parameter statistik suatu distribusi

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

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

27)

Dari data di atas didapat perhitungan parameter statistik sebagai berikut:

1. Mean / nilai tengah / rerata

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

2. Simpangan Baku / Standard Deviasi

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

3. Koefisien Variansi /Variation Coefficient)

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

4. Asimetri / Kemencengan / Skewness

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

5. Kurtosis

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

- **Distribusi Probabilitas Gumbel**

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

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

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

Dimana :

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)
Yt	= Reduce variate
Yn	= Reduce mean
Sn	= Reduce standar Deviasi

4. Intensitas Curah Hujan Monobe

Intensitas curah hujan adalah jumlah hujan yang jatuh dalam areal tertentu dalam jangka waktu yang relatif singkat, dinyatakan dalam mm/det, mm/menit, atau mm/jam. Untuk mengetahui nilai intensitas curah hujan digunakan alat pencatat curah hujan. Intensitas curah hujan biasanya dinotasikan dengan huruf I dengan satuan mm/jam, yang artinya tinggi/kedalaman yang terjadi adalah sekian mm dalam periode waktu 1 jam.

Besarnya intensitas curah hujan berbeda-beda tergantung dari lamanya curah hujan dan frekuensi kejadiannya. Intensitas curah hujan yang tinggi pada umumnya berlangsung dengan durasi pendek dan meliputi daerah yang tidak luas. Hujan yang meliputi daerah luas dapat berlangsung dengan durasi cukup panjang.

Intensitas curah hujan dapat digunakan untuk menghitung debit air limpasan. Perhitungan intensitas curah hujan dimaksudkan untuk mendapatkan kurva durasi yang nantinya dapat dipakai sebagai dasar perencanaan debit limpasan hujan

pada daerah penelitian. Analisis statistik dengan formula *Extreme Value E.J Gumbel*. Sehingga dapat dihitung hujan rencana dengan rumus mononobe dimana harus tersedia data hujan harian. Bentuk umum dari rumus mononobe adalah:

$$I = \frac{R_{24}}{24} \left(\frac{24}{t} \right)^{2/3} \quad (2.9)$$

(Sumber : Suripin,2003 : 68)

Keterangan :

I = Intensitas curah hujan (mm/jam)

t = Lama waktu hujan (jam)

R₂₄ = Curah hujan harian maksimum (mm)

Pengelompokkan keadaan dan intensitas curah hujan berdasarkan pada lamanya hujan (2.5).

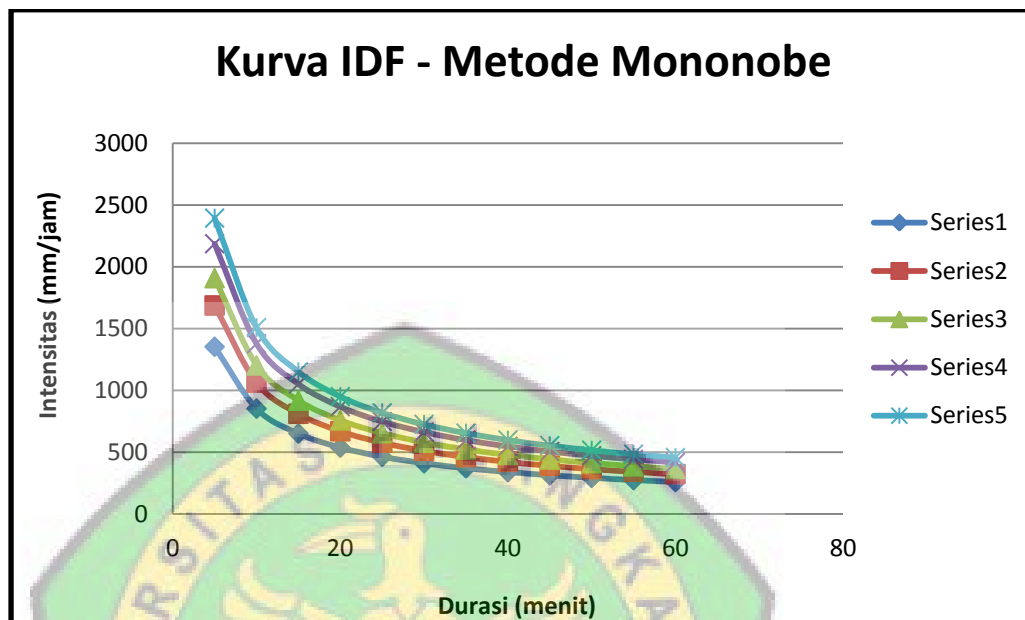
Tabel 2.4 Hubungan Antara Derajat Curah Hujan dan Intensitas

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)

Kurva intensitas durasi frekuensi dengan metode mononobe dapat dilihat pada gambar (2.2).



Gambar 2.2 Kurva Intensitas Durasi Frekuensi Mononobe

2.4.4 Air Limpasan

Bila curah hujan melampaui kapasitas penyerapan (*Infiltrasi*), maka besarnya limpasan permukaan akan segera meningkat sesuai dengan peningkatan intensitas curah hujan, akan tetapi besarnya air limpasan ini tidak sebanding dengan peningkatan curah hujan karena disebabkan oleh efek penggenangan di permukaan tanah.

Air limpasan disebut juga dengan air permukaan tanah. Besarnya air limpasan adalah besarnya curah hujan dikurangi besarnya penyerapan dan penguapan. Besarnya air limpasan tergantung pada banyak faktor, sehingga tidak semuanya air yang berasal dari curah hujan akan menjadi sumber bagi suatu sistem penyaliran (*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 yang dimana pola tersebut kemungkinan besar mengarah pada pit penambangan.

c. Debit Limpasan

Air limpasan adalah bagian dari curah hujan yang mengalir diatas permukaan tanah menuju sungai, danau atau laut. Air hujan yang jatuh kepermukaan tanah dan 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 :

$$Q = 0,278 \cdot C \cdot I \cdot A \quad (2.10)$$

(Sumber : *Rudy Sayoga Gautama* :2019)

Dimana :

Q = Debit aliran limpasan (m³/detik)

C = Koefisien limpasan (Lihat Tabel 3.2)

I = Intensitas curah hujan (mm/jam)

A = Luas daerah tangkapan Hujan (Km²)

Untuk menentukan harga koefisien limpasan dapat dilihat pada tabel (2.6).

Tabel 2.6 Harga Koefisien Limpasan

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

(Sumber : Anonim, 2002 : 22)

2.5 Mine Dewatering System

Merupakan upaya untuk mengeluarkan air yang telah masuk ke dalam pit penambangan. Cara penanganannya dengan pembuatan *sump* (sumuran tunda), system paritan, dan system pemompaan. Mekanisme sistem ini adalah dimana air yang masuk ke *front* penambangan yang berasal dari permukaan yang memiliki elevasi tertinggi kemudian di alirkan

melalui saluran ke suatu *sump* lalu dipompa keluar daerah tambang dan dialirkan menuju *settling pond*.

2.5.1 Sumuran Tambang (*Sump*)

Berdasarkan fungsi dan penempatannya, *sump* tambang dibedakan menjadi dua macam, yaitu *sump* tambang permanen (*main sump*), dan sementara (*temporary sump*). *Main sump* adalah *sump* yang berfungsi selama penambangan berlangsung, dan umumnya tidak berpindah tempat. *Transit sump* adalah *sump* yang dibuat secara terencana dalam pemilihan lokasi maupun volumenya, penempatannya pada jenjang tambang dan biasanya di bagian lereng tepi tambang dan berfungsi sebagai untuk limpahan air akibat keterbatasan pompa. *Temporary sump* adalah *sump* sementara berfungsi dalam rentang waktu tertentu dan sering berpindah tempat, *sump* ini biasanya untuk menampung rembesan-rembesan air tanah dari lapisan tanah yang sedang digali dan letaknya terlalu jauh dari *sump* permanen yang sudah ada. Tahapan selanjutnya setelah penentuan ukuran *sump* adalah menentukan lokasi *sump* di lubang bukaan tambang. Pada prinsipnya *sump* diletakkan pada lantai tambang (*floor*) yang paling rendah, jauh dari aktivitas penggalian endapan, area di sekitarnya tidak mudah longsor, dekat dengan kolam pengendapan dan mudah untuk dibersihkan.

Dimensi *sump* 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. Pada prinsipnya *sump* 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* sebagaiberikut:

$$\text{Volume Sump} = \left(\frac{1}{2} \times (t+b) \times d \right) \times L \quad (2.12)$$

Dimana :

t = panjang permukaan *sump* (m)

b = panjangdasar *sump* (m)

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

L = lebar permukaan *sump* (m)

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

Dalam menentukan dimensi *sump* bentuk trapesium dengan luas maksimum hidrolis, luas penampang basah saluran (A), jari-jari hidrolis (R), kedalaman penampang *sump* (d), lebar dasar *sump* (b), penampang sisi *sump* dari dasar kepermukaan (a), lebar

permukaan *sump* (B), dan kemiringan dinding *sump* (m), mempunyai hubungan yang dapat dinyatakan sebagai berikut :

$$A = b \cdot d + m \cdot d^2$$

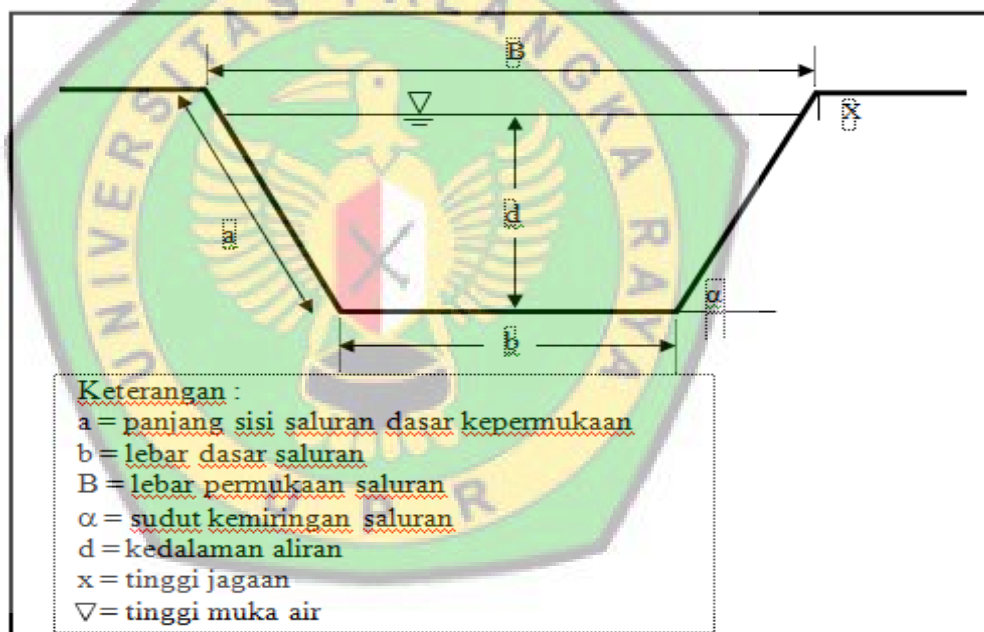
$$R = 0,5 \cdot d$$

$$B = b + 2m \cdot d$$

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

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

Penambahan tinggi jagaan adalah 15 % dari d.



Gambar 2.3 penampang *sump*

Bentuk penampang *sump* yang paling sering digunakan adalah bentuk trapesium, sebab mudah dalam pembuatannya, murah, efisien dan mudah dalam perawatannya. Rancangan *sump* dengan bentuk trapesium akan dirancang berdasarkan total debit air yang nantinya masuk ke dalam pit penambangan. Penampang saluran bentuk trapesium dapat dilihat pada gambar 2.3. Untuk

dimensi *sump* dengan bentuk trapesium dengan luas penampang dan mempunyai sudut kemiringan 60^0 , maka :

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

2.5.2 Pipa dan Pompa

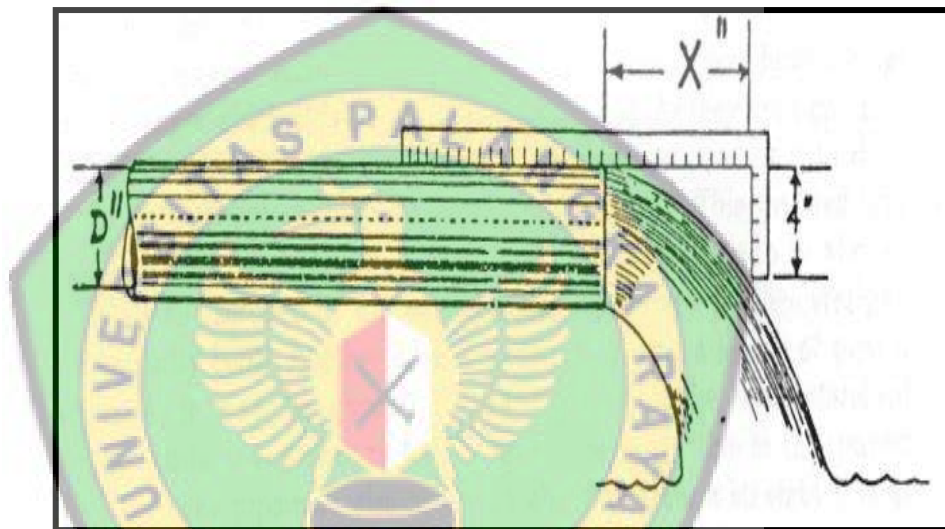
2.5.2.1 Pipa

Pipa merupakan rangkaian instalasi pompa yang berfungsi untuk mengalirkan air atau lumpur hasil pemompaan untuk dialirkan kekolam pengendap atau keluar tambang. Pipa untuk keperluan pemompaan di tambang biasanya terbuat dari baja, dapat juga menggunakan bahan PVC untuk tambang yang tidak dalam. Pada dasarnya bahan apapun yang digunakan harus memperhatikan kemampuan pipa untuk menahan tekanan cairan di dalamnya.

2.5.2.2 Pompa

Debit pompa dapat ditentukan berdasarkan spesifikasi maupun dengan pengukuran aktual debit pompa yang ada. Debit berdasarkan spesifikasi pompa dapat diketahui berdasarkan pompa yang telah ada, berdasarkan kecepatan pompa, efisiensi dan *head* pompa yang dikehendaki, lalu kemudian factor-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 (2.4). Sisi yang pendek berukuran 4 *inchi* dan sisi yang lebih panjang merupakan panjang kekuatan air (X) dinyatakan dalam satuan mm.

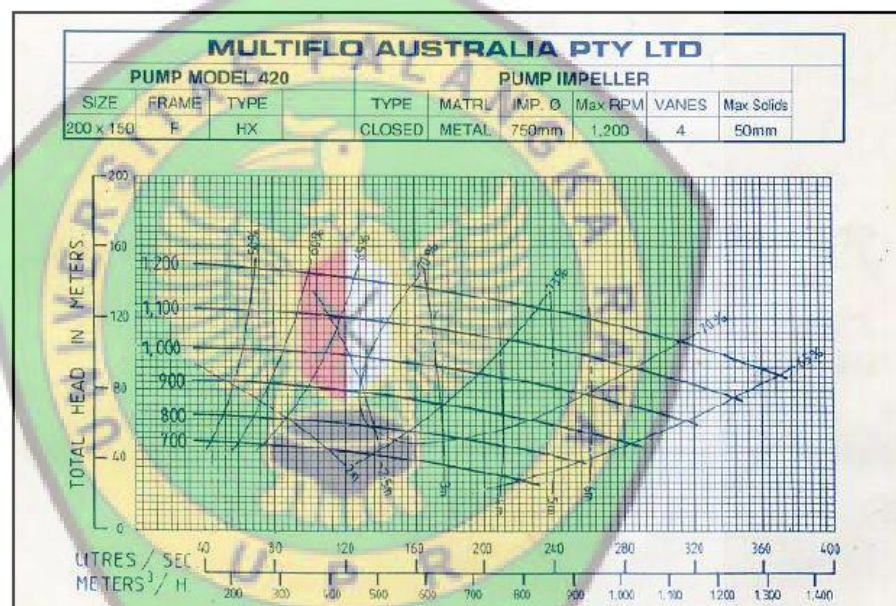


(Sumber : Cassidy dalam Margareth, 2010 : 3-15)

Gambar 2.4 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 . Hubungan antara panjang X dan diameter pipa (D) yang menentukan besar debit pompa. Kemampuan pompa secara aktual dapat menggunakan metode discharge. Metode yang paling sering digunakan adalah metode *discharge*.

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*. Grafik nilai pengukuran debit pompa menggunakan alat ukur dengan panjang sisi yang pendek 300 mm dapat dilihat pada gambar (2.5).



(Sumber :Anonim, PT Pamapersada Nusantara, 2006 :29)

Gambar 2.5 Grafik Debit Pompa

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

larutan menuju ke *outlet*. Semakin besar *head* dalam system yang sama berarti pompa mengalirkan larutan lebih sedikit.

Head pompa dituliskan dengan persamaan :

$$\mathbf{H = h_s + h_p + h_f + \left(\frac{v^2}{2g}\right)} \quad (2.13)$$

Keterangan :

H = *Head* total pompa (m)

hs = *Head* statis pompa (m)

hp = Beda *head* tekanan pada kedua permukaan air (m)

hf = *Head* untuk mengatasi berbagai hambatan pada pompa dan pipa (m), meliputi *head* gesekan pipa, serta *head* belokan dll.

$\frac{v^2}{2g}$ = *Head* kecepatan (m)

g = Kecepatan gravitasi bumi (m/detik)

Perhitungan berbagai julang pada pemompaan :

1. *Head Statis* (hs)

$$\mathbf{H = h_2 - h_1} \quad (2.14)$$

h_1 = elevasi sisi isap (m)

h_2 = elevasi sisi keluar (m)

2. *Head Tekanan* (hp)

$$\mathbf{h_s = hp_2 - hp_1} \quad (2.15)$$

hp_1 = Julang tekanan pada sisi isap

hp_2 = Julang tekanan pada sisi keluaran

3. *Head* Gesekan (h_{f1})

$$h_{f1} = \lambda \left(\frac{Lv^2}{2Dg} \right) \quad (2.16)$$

Keterangan :

h_{f1} = Kerugian julang gesek

$$\lambda = 0,020 + 0,0005/D$$

v = Kecepatan aliran dalam pipa (m/detik)

L = Panjang pipa (m)

D = Diameter pipa (m)

g = Kecepatan gravitasi bumi (m/detik)

4. *Head* Gesekan (h_{f2})

$$h_{f2} = k \left(\frac{Lv^2}{2Dg} \right) \quad (2.17)$$

Keterangan :

k = koefisien kerugian pada belokan

v = Kecepatan aliran dalam pipa (m/detik)

g = Kecepatan gravitasi bumi (m/detik)

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

Keterangan :

v = Kecepatan aliran dalam pipa (m/detik)

g = Kecepatan gravitasi bumi (m/detik)

R = Jari-jari lengkung belokan (m)

θ = Sudut belokan pipa

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

Keterangan :

D = Diameter pipa (m)

θ = Sudut belokan pipa

5. *Head* Gesekan (h_f)

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

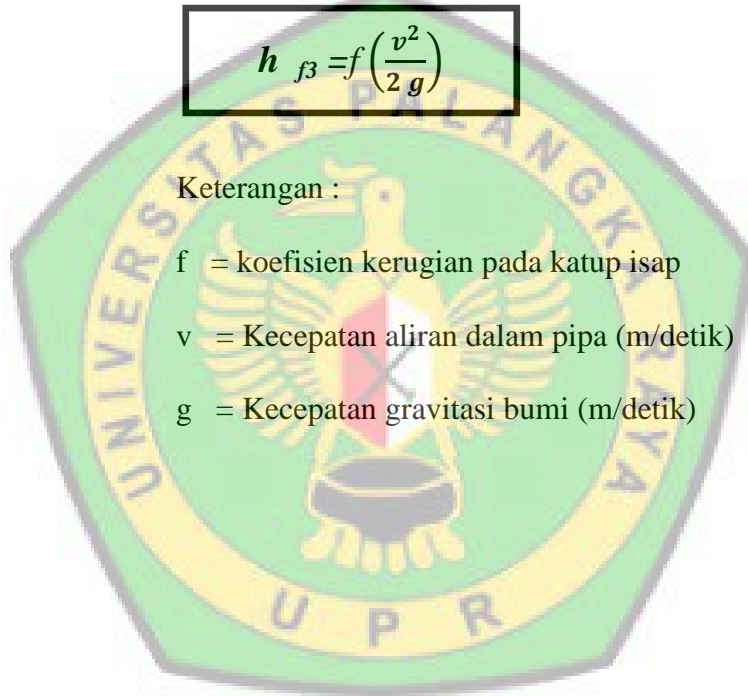
(2.18)

Keterangan :

f = koefisien kerugian pada katup isap

v = Kecepatan aliran dalam pipa (m/detik)

g = Kecepatan gravitasi bumi (m/detik)



BAB III

METODE PENELITIAN

3.1 Gambaran Umum Wilayah Penelitian

3.1.1 Profil dan Sejarah Perusahaan

PT. Teguh Sinar Abadi adalah anak usaha dari Bayan Group. PT. Teguh Sinar Abadi (PT.TSA) sebagai pemegang PKP2B (KW.03PB0059) generasi ke III, yang wilayahnya terletak di Desa Muara Bunyut, Kecamatan Melak, Kabupaten Kutai Barat, Provinsi Kalimantan Timur, telah mendapatkan persetujuan laporan studi kelayakan pada tahun 2006 berdasarkan surat Direktur Teknik Pertambangan Nomor 210/8/DPP/2006 tertanggal 16 Februari 2006 dan persetujuan laporan studi Amdal pada tahun 2006, berdasarkan surat dari Komisi Amdal Daerah Nomor: 540/07/AMDAL/VII/2006 tertanggal 31 juli 2006.

Penambangan diawali dari bagian Timur laut pit dan bergerak maju searah jurus (*strike*) lapisan batubara ke arah Barat Daya. Pemilihan awal blok penambangan, arah dan urutan kemajuan tambang yang akan digunakan, yaitu antara lapisan posisi rencana dermaga PT. TSA (di sungai Mahakam) terletak di sebelah Timur Laut pit.

Pit lisat memiliki lebih dari 50 blok penambangan dengan lebar setiap blok sebesar 150 m. Pada tahun 2015 penambangan akan

dilakukan dari blok B10-19 dengan sistem penambangan terbuka (*open pit mining*). Pada *Pit Lisat*, sumber air yang masuk ke dalam tambang berasal dari air hujan yang langsung masuk ke bukaan tambang, dan air limpasan dari daerah tangkapan hujan di sekitar bukaan tambang. Apabila dari sumber air tambang tersebut tidak ditangani dengan baik maka akan berpengaruh dalam kegiatan penambangan batubara di *Pit lisat*. Salah satu ciri utama metode tambang terbuka adalah adanya pengaruh iklim pada kegiatan penambangan. Elemen-elemen iklim tersebut antara lain : hujan, panas (temperature), tekanan udara dan sebagainya, yang dapat mempengaruhi kondisi tempat kerja, unjuk kerja alat dan kondisi pekerja, yang selanjutnya dapat mempengaruhi produktifitas tambang. Air tambang memiliki pengaruh besar terhadap produktifitas tambang. Oleh karena itu diperlukan berbagai metode/cara untuk mengatur aliran air yang masuk ke dalam *front* kerja.

Meminimalkan air yang masuk ke dalam *front* penambangan serta mengeluarkan air dari area *front* penambangan (proses pemompaan). Untuk dapat melakukan pengendalian air tambang dengan baik perlu diketahui sumber air. Adapun aspek-aspek yang mendasari perencanaan penyaliran tambang adalah aspek hidrologi dan hidrogeologi, meliputi pengetahuan daur hidrologi, curah hujan, air limpasan dan air tanah.

Oleh karena itu tidak dapat dipungkiri bahwa setiap aktivitas penambangan yang berhubungan dengan udara luar sangat dipengaruhi oleh air yang masuk kedalam penambangan. Upaya yang harus dilakukan untuk mengeluarkan air dari tambang yaitu *mine dewatering* supaya produksi batubara berjalan dengan lancar.

3.1.2 Lokasi dan Kesampaian Daerah

Lokasi tambang PT. Teguh Sinarabadi (PT. TSA) secara administratif terletak di 3 (tiga) kecamatan, yaitu Kecamatan Muara Lawa, Muara Pahu dan Melak, Kabupaten Kutai Barat, Provinsi Kalimantan Timur. Secara geografis, lokasi tambang PT. TSA di wilayah PKP2B KW. 03PB0059 terletak pada koordinat : $115^{\circ} 45' 0''$ - $115^{\circ} 50' 30''$ Bujur Timur, dan $0^{\circ} 21' 0''$ - $0^{\circ} 25' 0''$ Lintang Selatan, dengan luas wilayah 2.404 Ha.

Dalam rangka mendukung kegiatan operasi produksi penambangan ke depan, PT. TSA berencana untuk menggabungkan sebagian wilayah PKP2B KW. 05PB0127 dengan wilayah PKP2B yang saat ini telah dilakukan penambangan. Titik koordinat dan peta sebagian wilayah PKP2B KW 05PB0127 yang diusulkan untuk digabungkan dengan wilayah PKP2B KW 03PB0059.

Dengan rencana penggabungan wilayah PKP2B KW. 03PB0059 dengan sebagian wilayah PKP2B KW. 05PB0127 maka luas wilayah PKP2B PT. TSA ke depan menjadi 3.484 Ha, terletak dalam 4 (empat) wilayah kecamatan yaitu Kecamatan Muara Lawa,

Muara Pahu, Damai dan Melak, Kabupaten Kutai Barat, Provinsi Kalimantan Timur.

Daftar koordinat usulan penggabungan wilayah dan peta usulan penggabungan wilayah PKP2B PT. TSA KW. 03PB0059 dengan sebagian wilayah PKP2B KW 05PB0127. Secara administrasi lokasi penelitian termasuk dalam wilayah kecamatan melak, kabupaten kutai barat, provinsi kalimantan timur. Luas daerah izin usaha petambangan saat ini adalah 2.404 Ha. Secara astronomis lokasi penelitian terdapat pada koordinat $115^{\circ}50'30''$ BT dan $0^{\circ}21'00''$ LS $0^{\circ}25'00$ LS.

Kecamatan melak memiliki luas $287,87 \text{ km}^2$ dengan batas utara adalah Kecamatan manor bulan, batas Timur Kecamatan Muara Pahu, batas selatan Muara Lawa, dan Batas Barat Kecamatan Damai.

Wilayah PKP2B PT. TSA terletak di kecamatan Muaralawa, Muarapahu, Damai dan Melak, Kabupaten Kutai Barat, Provinsi Kalimantan Timur.

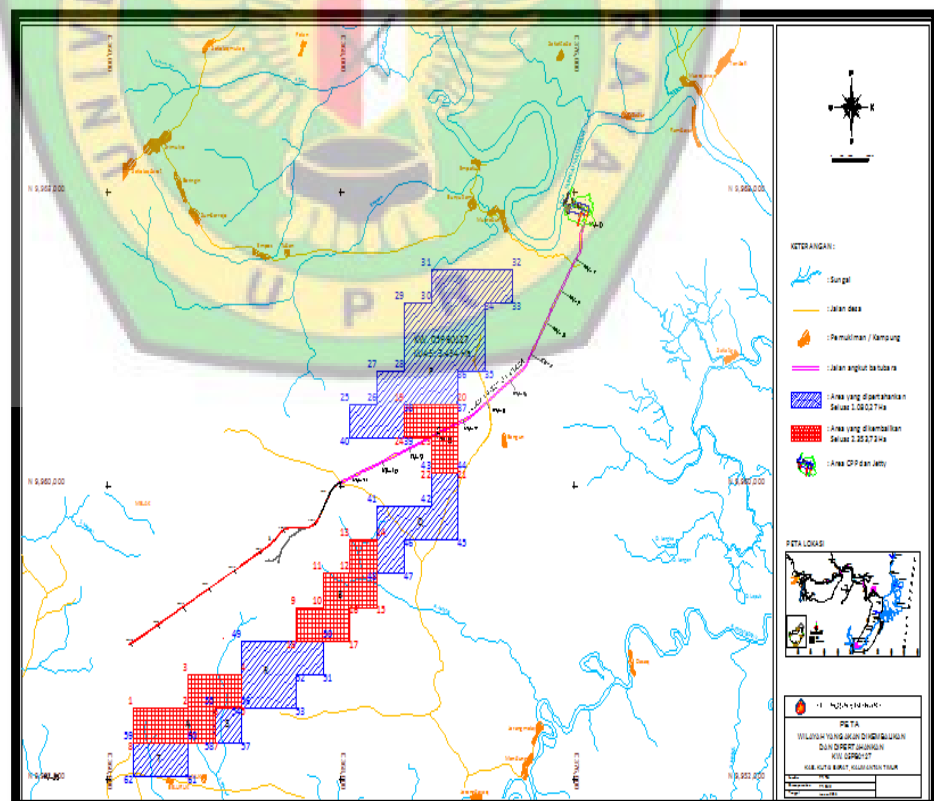
Untuk mencapai lokasi wilayah PKP2B PT. TSA, apabila perjalanan dilakukan dari Jakarta, rute perjalanan yang ditempuh adalah sebagai berikut:

- Dari Palangka Raya menuju kota Balikpapan menggunakan transportasi udara sekitar kurang lebih 1 jam 10 menit.
- Kemudian dari kota Balikpapan menuju Loa Janan kurang lebih 90 Km dapat ditempuh dengan kendaraan roda empat dengan waktu

tempuh lebih kurang 2 jam perjalanan melalui jalan aspal (jalan provinsi).

- Dari Loa Janan dilanjutkan melalui jalan kabupaten sampai Kota Bangun kurang lebih 120 Km dengan waktu tempuh lebih kurang 5 jam perjalanan. Dari Kota Bangun menuju Melak ditempuh selama lebih kurang 3,5 jam.

Alternatif lain untuk mencapai lokasi PKP2B PT. TSA adalah perjalanan dari Balikpapan menggunakan pesawat terbang perintis kurang lebih 1,5 jam penerbangan menuju Melak. Dilanjutkan dengan jalan darat menuju lokasi tambang lebih kurang 1 jam. Dapat dilihat pada (gambar 3.1) .



(Sumber : Departemen *mining engineering* PT.TSA)

Gambar 3.1 Peta Lokasi Daerah Penelitian

3.1.3 Iklim dan Curah hujan

Pola curah hujan di Indonesia berbeda-beda, antara lain karena faktor-faktor ketinggian tempat, pola pergerakan angin, bentuk wilayah, suhu, dan kelembapan. Pola lokasi sangat dipengaruhi oleh kondisi geografis setempat, terutama naiknya udara dari dataran rendah ke daerah yang lebih tinggi dan terjadinya pemanasan lokal yang tidak seimbang.

Karakteristik iklim Kabupaten Kutai Barat termasuk dalam kategori iklim tropika humida, dengan rata-rata curah hujan tertinggi terdapat pada bulan April dan terendah di bulan Agustus serta tidak menunjukkan adanya bulan kering atau sepanjang bulan dalam satu tahun selalu terdapat sekurang-kurangnya tujuh hari hujan. Namun demikian dalam tahun-tahun terakhir ini, keadaan iklim di Kabupaten Kutai Barat terkadang tidak menentu.

Pada bulan-bulan yang seharusnya turun hujan dalam kenyataannya tidak hujan, atau sebaliknya pada bulan-bulan yang seharusnya kemarau bahkan terjadi hujan dengan dengan musim yang lebih panjang. Temperatur minimum umumnya terjadi pada bulan Oktober sampai dengan Januari sedangkan temperatur maksimum terjadi antara bulan Juli sampai dengan bulan Agustus.

Daerah beriklim seperti ini tidak mempunyai perbedaan yang jelas antara musim hujan dan musim kemarau. Pada musim angin barat hujan turun sekitar sekitar bulan Agustus sampai bulan Maret.

3.2 Kondisi Geologi

3.2.1 Geologi Regional

A. Fisiografi

Keadaan fisiografi yang dominan pada daerah penelitian adalah dataran dan perbukitan bergelombang lemah hingga kuat. Cekungan yang merupakan bagian tengah dari pengendapan tersier di Kalimantan Bagian Timur yang secara fisiografi mempunyai iklim tropis basah dengan perbedaan suhu antara siang dan malam cukup besar. Dibeberapa tempat dijumpai singkapan batuan yang masih segar. Daerah penyelidikan terdiri dari daerah dataran, perbukitan bergelombang lemah sampai sedang, dengan perbedaan elevasi dari 20 meter sampai dengan 225 meter. Aliran Sungai di daerah penyelidikan umumnya memperlihatkan pola aliran dendritik dan terdapat beberapa meander dimana air sungai berasal dari pegunungan dan bermuara di sungai benangin.

B. Stratigrafi

Secara regional, kondisi geologi dan stratigrafi wilayah kerja PT. Teguh Sinar Abadi dijabarkan berdasarkan peta geologi yang dikeluarkan oleh departemen geologi PT. Teguh Sinar Abadi. Formasi balikpapan merupakan formasi yang sangat dominan melampar di daerah konsesi . Daerah rencana peningkatan produksi termasuk dalam Cekungan Kutai yang terdiri dari 4 (empat) formasi yaitu Formasi Pulaubalang, Formasi Meragoh, Formasi

Balikpapan, Formasi Kampung baru yang berumur oligosen, pliosen dan pada beberapa tempat terdapat lapisan penutup resin yang terdiri dari batuan tidak terkonsolidasikan. Stratigrafi cekungan kutai dapat di lihat gambar 3.2 .

AGE	COLUMN	UNIT	LITHOLOGY	FAUNAL ZONES	THICKNESS (MT)	
TERTIARY	MIOCENE-PLIOCENE	KAMPUNG BARU	SANDSTONE LIGNITE SILTSTONE MUDSTONE		0 TO 666	
		BALIKPAPAN BEDS	LIGNITE WHITE SANDSTONE LIMESTONE		233 TO 3500	
	EARLY MIOCENE	PULAU BALANG BEDS	UPPER	MUDSTONE THIN SANDSTONE COAL	Globigenmodes scarus Globigenmodes dimidiatus	1265 TO
			LOWER	GRAY SANDSTONE MUDSTONE LIMESTONE		3000
		PAMALUAN BEDS		LIMESTONE MUDSTONE SANDSTONE	Globigenmodes stansforthe stansforthe	600 TO
				MUDSTONE COAL SANDSTONE LENSES	Globigenmodes disparilis disparilis Globigenmodes brasilensis	2733 TO 466
	OLIGOCENE	TUJU BEDS	MUDSTONE	Globorotalia lugleri	0 TO 1233	
		TELAKAI BEDS	CALCIRUDITE MUDSTONE	Globorotalia (?) centralis Globigenmodes gottardi gottardi Cribrochamberia infata	1233 TO 2600	
	LATE EOCENE	KUMAR BEDS		Globorotalia (?) centroretensis	600 TO	
				CALCIRUDITE BROWNSHALE SANDSTONE CONGLOMERATE	Globigenmodes mexicana	1750
PRE-TERTIARY		BASEMENT	METASEDIMENTARY SERPENTINE-EXTRUSIVE	NONE (IGNEOUS, METAMORPHIC)		

(Sumber : *Departemen mining engineering PT.TSA*)

Gambar 3.2 Formasi Cekungan Kutai

Variasi litologi dari masing-masing formasi sebagai berikut :

1) Formasi Aluvium

Material lepas berupa lempung dan lanau, pasir, lempung dan kerikil, merupakan endapan pantai, rawa, dan sungai.

2) Formasi Kampungbaru

Terdiri dari batupasir kuarsa bersisipan batulempung, batulanau, gambut, konglomerat, aneka bahan, lignit dan oksida besi, ketebalan 250 – 800 m serta lingkungan pengendapannya sungai sampai darat. Formasi ini diduga berumur pliosen.

3) Formasi Balikpapan

Terdiri dari batupasir kuarsa dan batulempung dengan sisipan batulanau, serpih dan batugamping. Berumur miosen tengah-akhir dengan ketebalan kurang lebih 1800 m dengan lingkungan pengendapan litoral sampai laut dangkal.

4) Formasi Pulau Balang

Terdiri dari batupasir kuarsa, batulempung dengan sisipan batugamping, tuff dan batubara dengan ketebalan formasi kurang lebih 2.500 m, formasi diperkirakan berumur miosen tengah dan lingkungan pengendapannya darat-laut dangkal.

5) Formasi Pamalum (Tmp)

Batu lempung dengan sisipan tipis napal, batupasir dan batubara. Baian atas terdiri dari batulempung pasiran yang mengandung sisa tumbuhan dan beberapa lapisan tipis batubara berumur

miosen awal.

6) Formasi Meragoh

Disusun oleh lava, diabas, tufa, breksi gunung api dan aglomerat. Lava merupakan basal piroksin, Kristal sangat halus – halus, berongga, kekar tiang. Diabas, kristal halus – menengah. Tufa padat, halus – sedang, bersusunan basal, berlapis teal dengan tebal lapisan sekitar 10 cm, kemiringan 35 – 45⁰, arah jurus baratdaya – timurlaut. Umur diperkirakan Miosen Awal – Miosen Tengah.

3.2.2 Struktur Geologi

Kalimantan timur, kalimantan selatan dan Kalimantan Tengah merupakan margin dari epikontinental Asia atau lebih dikenal dengan sebutan dangkalan Sunda Paparan Sunda atau “*Sunda Platform*”. Wilayah ini stabil sejak Pra-Tersier. Cekungan-cekungan yang berada di wilayah ini merupakan lahan berbagai endapan dari bahan bersifat anorganik dan organik yang diendapkan secara normal tanpa banyak mengalami gangguan tektonik.

Bahan-bahan organik yang diendapkan setelah mengalami berbagai proses kimia dan fisika menghasilkan batubara, minyak dan gas bumi. Cekungan-cekungan yang mengandung bahan energi ini yaitu cekungan tarakan, cekungan kutai dan cekungan barito.

Batu bara ini terbentuk dari endapan gambut pada iklim purba sekitar khatulistiwa yang mirip dengan kondisi kini. Beberapa

diantaranya tergolong kubah gambut yang terbentuk di atas muka air tanah rata-rata pada iklim basah sepanjang tahun.

Endapan batu bara Eosen umumnya lebih tipis, berkadar abu dan sulfur tinggi. Kedua umur endapan batu bara ini terbentuk pada lingkungan lakustrin, dataran pantai atau delta, mirip dengan daerah pembentukan gambut yang terjadi saat ini di daerah Kalimantan. Cekungan kutai terbentuk dari endapan sedimen tersier yang diendapkan dari arah Barat ke Timur berupa endapan-endapan klasik. Kelompok batuan pembawa batubara diendapkan pada empat periode yaitu pada eosen akhir, miosen awal, miosen tengah dan miosen akhir.

Geologi wilayah daerah penelitian terletak pada pinggiran barat dari cekungan kutai dan secara struktur geologi, berada dibagian barat laut dari sinklin, yang mempunyai sumbu ke arah *NE/SW* dan menunjam *NE*. Formasi pembawa batubara daerah ini adalah formasi pulaubalang yang berumur miosen awal. Pengaruh struktur regional, formasi pembawa batubara daerah ini adalah formasi pulau balang yang berumur miosen awal. Pengaruh struktur regional, formasi pembawa batubara di daerah ini miring ke arah tenggara untuk seluruh deposit.

Kemiringan lapisan bervariasi mulai dari 20° - 25° di bagian barat daya (blok Kinong) sampai sekitar 45° di bagian Timur Laut (blok lisat dan melamuk). Geologi blok melamuk sama dengan geologi

blok lain, karena merupakan kelanjutannya. Jalur subcrob seam utama batubara menerus mulai dari barat daya ke blok melamuk di timur laut. Formasi batuan di blok melamuk adalah kemenerusan ke arah strike dari formasi palau balang yang ditemukan di blok lisat.

3.2.3 Genesa Batubara

Secara sederhana batubara terbentuk dari tumbuhan rawa yang mengalami proses penghancuran akibat adanya aktifitas bakteri, hasil dari proses ini berbentuk agar-agar. Agar-agar yang terbentuk dari aktifitas bakteri tersebut mengalami pengendapan, penumpukan, serta pemadatan, dan dengan adanya proses geologi sehingga temperature dan tekanan pada daerah pemadatan agar-agar tersebut naik maka terbentuklah batubara.

Batu bara terbentuk dari endapan gambut pada iklim purba sekitar khatulistiwa yang mirip dengan kondisi kini. Beberapa diantaranya tergolong kubah gambut yang terbentuk di atas muka air tanah rata-rata pada iklim basah sepanjang tahun.

Dengan kata lain, kubah gambut ini terbentuk pada kondisi dimana mineral-mineral anorganik yang terbawa air dapat masuk ke dalam sistem dan membentuk lapisan batu bara yang berkadar abu dan sulfur rendah dan menebal secara lokal. Hal ini sangat umum dijumpai pada batu bara Miosen.

Sebaliknya, endapan batu bara Eosen umumnya lebih tipis, berkadar abu dan sulfur tinggi. Kedua umur endapan batu bara ini

terbentuk pada lingkungan lakustrin, dataran pantai atau delta, mirip dengan daerah pembentukan gambut yang terjadi saat ini di daerah Kalimantan.

Berdasarkan tempat terbentuknya, pembentukan batubara terbentuk dalam dua teori, yaitu teori *insitu* dan teori *drift*. Teori *insitu* menjelaskan bahwa batubara yang terbentuk pada suatu tempat dihasilkan dari tanaman yang berada di tempat itu juga, memiliki ciri penyebaran yang luas dan merata, dan kualitas yang baik. Teori *drift* menjelaskan bahwa tumbuhan sebagai bahan pembentuk batubara.

3.2.4 Karakteristik Batubara Daerah Penelitian

Pola singkapan batubara di daerah tambang PT. Teguh Sinar Abadi secara umum mempunyai jurus lapisan (*strike*) antara N15°E-N115°E dan N193°E-N257°E dengan kemiringan lapisan (*dip*) berkisar antara 12°-87°.

Endapan batubara umumnya terdapat pada formasi Pulaubalang, ditemukan 20 lapisan batubara dengan ketebalan yang bervariasi yaitu dari 0.03 m- 6,08 m sedangkan formasi kampung baru sebaran endapan batubara umumnya bersifat lensa-lensa dan kualitasnya kurang baik. Sesuai dengan penanaman block waktu eksplorasi, sebaran batubara juga dikelompokkan menjadi beberapa blok, yaitu blok lisat dan blok melamuk.

Analisis kualitas batubara telah dilakukan terhadap contoh batubara yang diambil dari singkapan batubara yang dijumpai saat

pemetaan geologi dan contoh inti bor. Parameter yang diukur antara lain adalah kalori *proximate analisis*, *total sulfur*, *hardgrove grindability index*, *ultimate analisis*, *ash fusion temperature*.

3.2.5 Kondisi Hidrogeologi

Berdasarkan stratigrafinya, wilayah PT. Teguh Sinar Abadi berada di formasi pulau balang dengan variasi litologi berupa perulangan batupasir, batulanau, batulempung dengan sisipan batubara. Inventarisasi endapan batubara di dalam Cekungan Kutai dimaksudkan dalam keadaan geologi secara umum, khususnya terhadap formasi pembawa endapan batubara.

Daerah inventarisasi termasuk dalam wilayah Kecamatan Longiram dan Barongtongkok, Kabupaten Kutai Barat secara geografis terletak antara koordinat $00^{\circ} 00'00''$ – $00^{\circ} 07'00''$ LS dan $115^{\circ} 29'00''$ – $115^{\circ} 40'00''$ BT. Batuan di daerah inventarisasi terdiri Batuan Gunungapi Nyaan, Formasi Haloq, Formasi Tuyu, Formasi Ujohbilang, Intrusi Sintang, Formasi Warukin, Formasi Kampungbaru, Formasi Meragoh dan Aluvium.

Berdasarkan data yang diperoleh dari PT. Teguh Sinar Abadi, terdapat akuitard pada beberapa bagian dengan nilai konduktivitas yang berkisar dari $2,20758 \times 10^{-10}$ - $1,202 \times 10^{-8}$ m/detik. Melihat nilai konduktivitas yang sangat kecil, secara umum diperkirakan akuitard ini tidak berpengaruh pada kegiatan penambangan . Sumber air yang dominan diperoleh dari air impasan dan air hujan.

3.3 Metode Penelitian

Metode penelitiann 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. 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 non-eksperimen, karena pada penelitian ini penelitian tidak melakukan kontrol dan manipulasi variable penelitian. Penelitian deskriptif pada umumnya dilakukan dengan tujuan utama, yaitu menggambarkan secara sistematis fakta dan karakteristik objek dan subjek yang diteliti secara tepat.

Penelitian dilaksanakan melalui prosedur sebagai berikut :

1. Studi Literatur

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

2. Melakukan Studi lapangan

Studi lapangan yang dilakukan yaitu observasi. Observasi adalah

pengamatan lapangan dilapangan terhadap *Sump* di PT. Teguh Sinar Abadi. Pengambilan data langsung dilapangan meliputi data pengukuran curah hujan, debit pompa.

3. Pengelompokan Data

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

4. Pengolahan Data

Pengolahan data dilakukan dengan melakukan beberapa perhitungan dan penggambaran yang selanjutnya disajikan dalam bentuk grafik-grafik atau rangkaian perhitungan yang telah dianalisis berdasarkan data yang diperoleh.

5. Pembahasan

Melakukan analisis terhadap data-data hasil penelitian berdasarkan hasil penelitian sehingga dapat menemukan masalah yang sedang terjadi di lapangan untuk memberikan solusi guna penyelesaian masalah yang ada .

6. Kesimpulan dan Saran

Sebagai saran dan masukan serta memberikan rekomendasi kepada perusahaan untuk menyelesaikan permasalahan di lapangan yang terkait dengan hasil penelitian ini.

3.4 Metode Pengambilan *Sample* dan Data

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 pada lapangan, metode ini diterapkan untuk mengumpulkan data-data primer. Kegiatan-kegiatan yang dilakukan pada metode ini adalah kegiatan pengenalan lapangan, pengambilan dokumentasi, pengukuran debit air tanah, penentuan luas *catchment area* berdasarkan peta topografi perusahaan, dan pengukuran lebar dan kedalaman parit penyaliran di pit.

2. Metode Tidak Langsung (*Indirect*)

Metode ini dilakukan untuk mngumpulkan data-data sekunder, seperti peta *catchment area*, data curah hujan dan pengambilan literatur dari beberapa sumber pustaka yang berkaitan dengan kegiatan penelitian.

3.5 Jenis dan Sumber Data

Data yang diperlukan dalam penelitian ini mencakup data primer dan data sekunder. Pengumpulan data primer dilakukan dengan cara penelitian langsung dilapangan dan wawancara dengan pembimbing dan karyawan perusahaan. Sedangkan data sekunder diperoleh dari perusahaan, meliputi pengumpulan keadaan geologi daerah penelitian, peta geologi lokal, dan lain-lain. Sumber data sekunder yaitu studi pustaka dan perusahaan.

Adapun data sekunder dalam penelitian ini adalah :

1. Peta *Cathment Area* Pit Lisat Strip 1 dan Strip 3
2. Peta *Design* Pit Lisat Strip 1 dan Strip 3
3. Data 10 tahun curah hujan Pit Lisat
4. Spek pompa *Sykes HH220ISS* dan *Sykes Fbp300* yang digunakan pada Pit Lisat Strip 1 dan Strip 3.

Adapun data primer dalam penelitian ini adalah :

1. Volume air yang masuk ke *sump* Pit Lisat Strip 1 dan Strip 3
2. Dimensi main sump Pit Lisat Strip 1 dan Strip 3
3. Debit aktual *outlet* pompa *Sykes HH220ISS* dan *Sykes Fbp300* yang digunakan pada Pit Lisat Strip 1 dan Strip 3.
4. Air Tanah

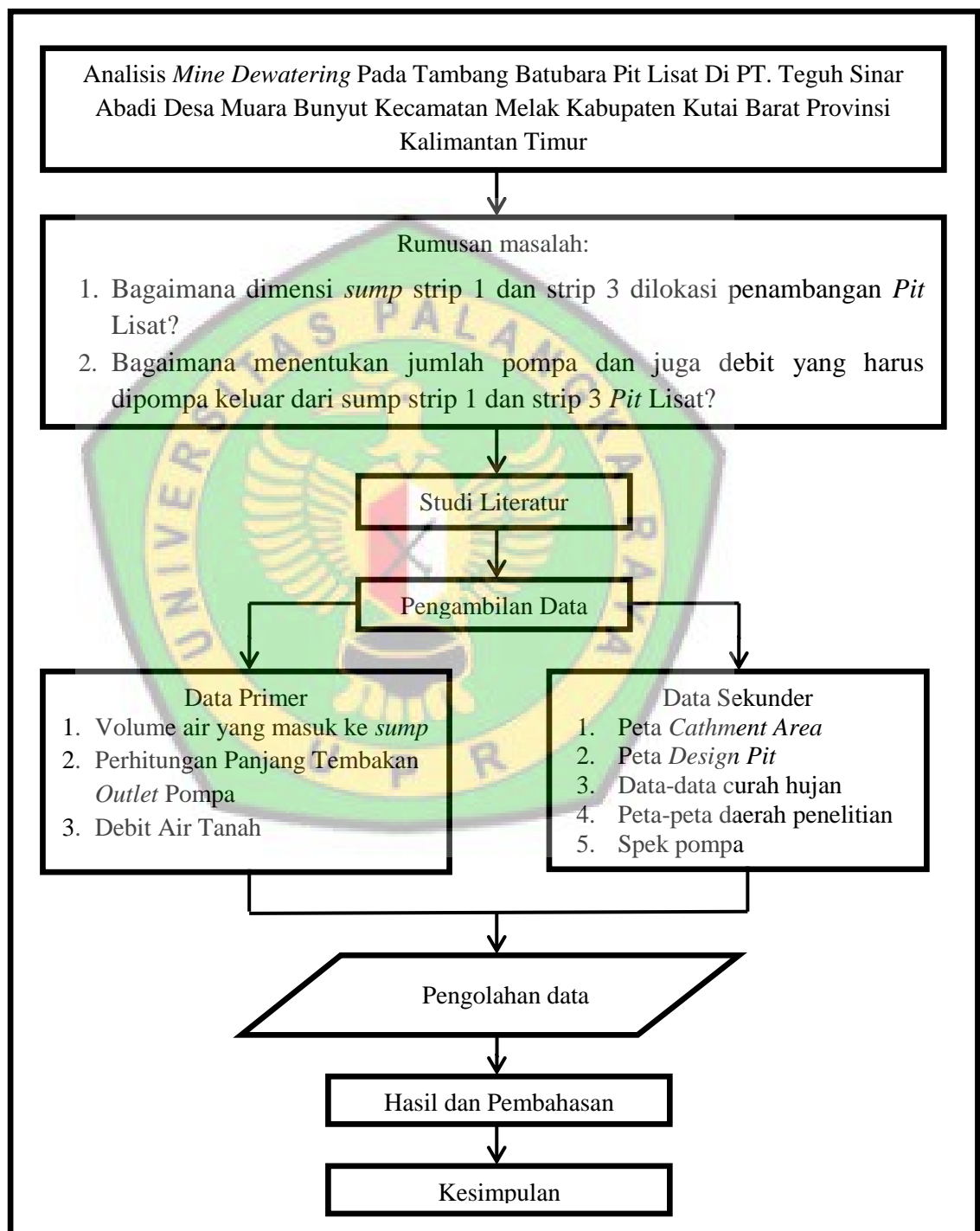
3.6 Alat dan Bahan

Alat dan bahan yang digunakan dalam penelitian ini adalah :

1. Alat Tulis (pensil, pulpen, buku tulis, penggaris, dan *clipboard*)
2. Peta Topografi perusahaan
3. *Stick bra*
4. GPS
5. Kamera
6. Kalkulator
7. Laptop
8. Alat Pelindung Diri

3.7 Bagan Alir

Proses dalam melaksanakan skripsi serta data-data yang diperlukan baik data primer maupun data sekunder Bagan alir kegiatan skripsi adalah sebagai berikut:



Gambar 3.3 Bagan Alir Pelaksanaan Skripsi

3.8 Waktu Penelitian

Pada kegiatan Skripsi ini waktu pelaksanaan penelitian dengan rincian sebagai berikut :

Tabel 3.8 Waktu Pelaksanaan Skripsi

No	Kegiatan	AGUSTUS - SEPTEMBER 2018				OKTOBER 2018- APRIL 2019				MEI 2019				JUNI- SEPTEMBER 2019				OKTOBER 2019				NOVEMBER 2019- FEBRUARI 2020				MARET 2020			
		1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4
1	Penentuan Judul Proposal Skripsi	■																											
2	Pengajuan Proposal Skripsi		■																										
3	Konsultasi Proposal Skripsi			■																									
4	Seminar Proposal Skripsi																												
5	Perbaikan Proposal Skripsi																												
6	Observasi Lapangan PT. TSA																												
7	Pengambilan Data																												
8	Pembuatan Laporan Skripsi																												
10	Konsultasi Laporan Skripsi																												
11	Seminar Skripsi																												
12	Konsultasi Laporan Skripsi																												
13	Sidang Skripsi																												

BAB IV

HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 Hasil Penelitian

4.1.1 Dimensi *Main Sump* di Lokasi Penambangan Strip 1 dan Strip 3

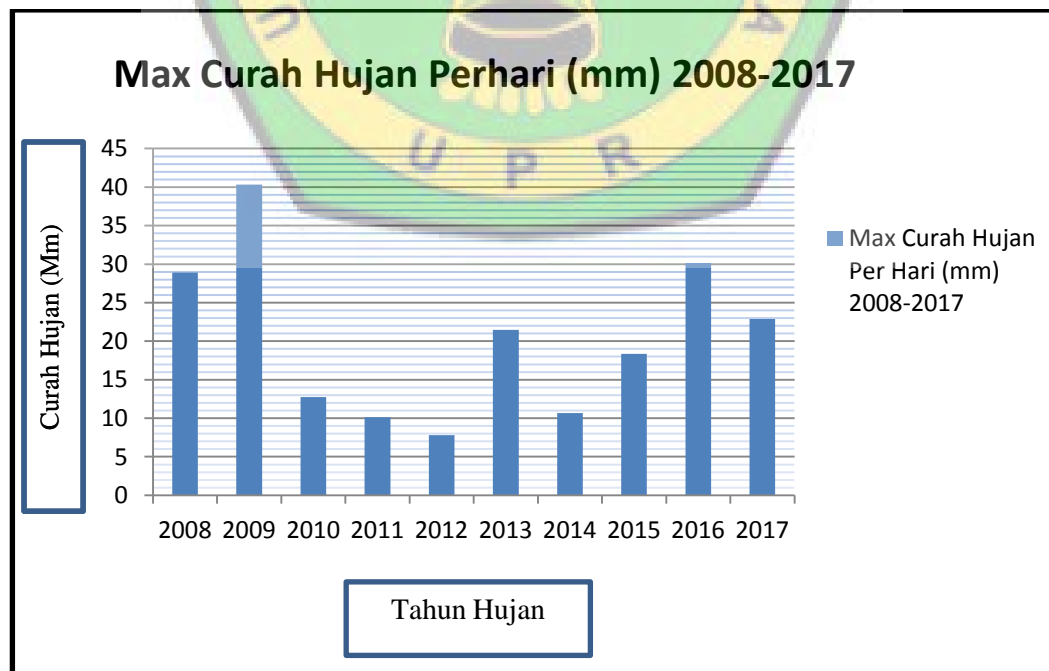
Pit Lisat

Untuk mengetahui besarnya curah hujan rencana yang terjadi di wilayah *sump* strip 1 dan strip 3, maka diperlukan data curah hujan harian selama beberapa tahun terakhir yang diperoleh dari *engineering departement* PT. Teguh Sinar Abadi. Data curah hujan harian yang digunakan diperoleh merupakan data curah hujan harian selama 10 tahun terakhir (2008-2017). 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* yang merupakan metode terbaik dibandingkan metode *annual maximum series*. Air yang menjadi permasalahan pada tambang batubara Pit Lisat adalah air hujan yang langsung jatuh pada bukaan tambang dan air hujan yang menjadi air limpasan dari sekitaran tambang. Rendahnya elevasi pada Pit Lisat menjadi titik terkumpulnya air yang berasal dari permukaan. Debit air yang di perhitungkan adalah air limpasan dan air hujan yang langsung jatuh pada bukaan tambang batubara Pit Lisat.

Diperoleh data curah hujan harian maksimum selama 10 tahun terakhir dapat dilihat pada (tabel 4.1) dan grafik pada (gambar 4.1).

Tabel 4.1 Curah Hujan Maximum

No	Tahun	Curah Hujan Harian Maksimum (mm)
1	2008	28,91
2	2009	40,32
3	2010	12,73
4	2011	10,11
5	2012	7,82
6	2013	21,45
7	2014	10,66
8	2015	18,35
9	2016	30,14
10	2017	22,88



Gambar 4.1 Grafik Maximum Curah Hujan

1. Curah Hujan

a. Curah Hujan Rencana

Analisis curah hujan rencana berguna untuk mengetahui periode ulang hujan yang terjadi pada daerah penelitian. Data curah hujan yang digunakan dalam analisis data pada penelitian mulai dari 2008 sampai tahun 2017. Berdasarkan data curah hujan dari *dept mining engineering* PT. Teguh Sinar Abadi dilakukan perhitungan data curah hujan maksimum untuk menentukan perhitungan curah hujan rencana dalam berbagai periode ulang tertentu. Perhitungan curah hujan rencana untuk mendapatkan intensitas berdasarkan jam hujan maksimum yang nantinya dipakai dalam perhitungan debit limpasan. Berdasarkan perhitungan tersebut dapat melengkapi perhitungan debit air yang akan masuk pada pit penambangan.

Dalam analisis data curah hujan rencana pada penelitian ini, penulis menggunakan distribusi metode gumbel karena telah memenuhi syarat dalam pemilihan metode distribusi. Dalam hal ini distribusi gumbel merupakan distribusi yang menggunakan harga-harga ekstrim 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 4.2 dibawah ini.

b. Parameter Statistik (Pengukuran Dispersi)

Dalam analisis frekuensi data curah hujan guna memperoleh nilai hujan rencana dikenal dengan beberapa distribusi probabilitas yang sering digunakan yaitu gumbel. Penentuan jenis distribusi probabilitas yang sesuai dengan data dilakukan dengan mencocokkan parameter data tersebut dengan syarat masing-masing jenis distribusi. 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) 20,337

Tabel 4.2 Dispersi Statistik Untuk Menentukan Distribusi Curah Hujan Tahun 2008-2017

No	Tahun	Rh rencana (mm)(x_i)	Rh Rata-rata (X)	$(X_i - X)$	$(X_i - X)^2$	$(X_i - X)^3$	$(X_i - X)^4$
1	2008	28,91	20,337	8,573	73,50	630,084029	5401,710376
2	2009	40,32	20,337	19,983	399,32	7979,61734	159456,6932
3	2010	12,73	20,337	-7,607	57,866449	-440,190078	3348,52592
4	2011	10,11	20,337	-10,227	104,591529	-1069,65757	10939,38794
5	2012	7,82	20,337	-12,517	156,675289	-1961,10459	24547,14618
6	2013	21,45	20,337	1,113	1,238769	1,3787499	1,534548635
7	2014	10,66	20,337	-9,677	93,644329	-906,196172	8769,260354
8	2015	18,35	20,337	-1,987	3,948169	-7,8450118	15,58803845
9	2016	30,14	20,337	9,803	96,098809	942,056625	9234,981091
10	2017	22,88	20,337	2,543	6,466849	16,445197	41,82013599
Jumlah		203,37	20,337	0	993,34681	5184,58851	221756,6478

Dari data di atas didapat perhitungan parameter statistik sebagai berikut:

a. Mean/rerata

$$(\bar{x}) = \frac{\sum_{i=1}^n x_i}{n} = \frac{203,37}{10} = 20,337 \text{ mm/hari}$$

b. Simpangan Baku/ Standard Deviasi

$$(S) = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2}{n-1}} = \sqrt{\frac{993,35}{10-1}} = 10,50 \text{ mm}$$

c. Koefisien Variansi/Variation coefficient

$$Cv = \frac{S}{\bar{x}} = \frac{10,50}{20,37} = 0,515$$

d. Asimetri/Kemencengan/skewness

$$Cs = \frac{\frac{n}{n-1} \sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^3}{(n-1).(n-2).S^3} = \frac{(10)x(5184,59)}{(10-1)(10-2)(10,50)^3} = 0,62$$

e. Kurtosis

$$Ck = \frac{\frac{1}{n} \sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^4}{S^4} = \frac{\frac{1}{10}(221756,65)}{(10,50)^4} = 1,82$$

Setelah di lakukan perhitungan parameter statistik data curah hujan pada tahun 2008 sampai dengan tahun 2017 dan dengan melihat kecocokan pada persyaratan distribusi, maka dapat disimpulkan bahwa pada daerah penelitian yang terletak di PT.

Teguh Sinar Abadi mempunyai kecenderungan pada Distribusi Gumbel Tabel 4.3 :

Tabel 4.3 Rekapitulasi Distribusi

Cs	Ck	Normal Cs ≈ 0,00 Ck ≈ 3,00	Log Normal Cs = 0,97 Ck = 70,71	Gumbel Cs ≤ 1,4 Ck ≤ 5,4	Log Pearson tipe III Cs = Bebas Ck = Bebas
0,62	1,82	X	X	✓	X

c. Distribusi Probabilitas Gumbel

Langkah perhitungan distribusi probabilitas gumbel adalah sebagai berikut :

❖ Menentukan harga rata-rata dan *standard deviasi* dengan menghitung parameter statistik seperti pada tabel perhitungan dispersi statistik diatas :

- **Mean/rerata**

$$\bar{(x)} = \frac{\sum_{i=1}^n x_i}{n} = \frac{203,37}{10} = 20,337 \text{ mm/hari}$$

- **Simpangan Baku/ Standard Deviasi**

$$(S) = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2}{n-1}} = \sqrt{\frac{993,35}{10-1}} = 10,50 \text{ mm}$$

Dengan jumlah data (n) adalah sebanyak 10 data curah hujan yang terdiri dari data curah hujan sebanyak 10 tahun (2008 sampai dengan tahun 2017) dapat dilihat pada (tabel 4.4).

Tabel 4.4 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	0,091	-0,875	0,495	1,876	1,001
2	10	0,082	-0,533		1,058	
3	10	0,273	-0,262		0,573	
4	10	0,364	-0,012		0,257	
5	10	0,455	0,238		0,066	
6	10	0,545	0,501		0,000	
7	10	0,636	0,794		0,089	
8	10	0,727	1,144		0,421	
9	10	0,818	1,606		1,234	
10	10	0,909	2,351		3,443	
	TOTAL		4,952		9,018	

Menentukan parameter-parameter yang digunakan pada perhitungan distribusi probabilitas gumbel (lihat Tabel 4.5) adalah sebagai berikut :

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

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

$$P = 0,091$$

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

$$y_n = -\ln(\ln(\frac{1}{0,091}))$$

$$y_n = -0,875$$

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

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

$$y_n = 0,495$$

- $(y - y_n)^2$

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

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

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

$$S_n = 1,001$$

Tabel 4.5 Distribusi Curah Hujan Metode Gumbel

No	Periode	X	Sd	S _n	Y _n	(T-1)/T	Y _t	Y _t -Y _n	X _t
1	1	20,337	10,50	1,001	0,495	-	-	-0,495	15,145
2	2	20,337	10,50	1,001	0,495	0,500	0,367	-0,128	18,994
3	5	20,337	10,50	1,001	0,495	0,800	1,500	1,005	30,88
4	10	20,337	10,50	1,001	0,495	0,900	2,250	1,755	38,955
5	25	20,337	10,50	1,001	0,495	0,960	3,199	2,704	48,701

Sumber : Pengolahan Data Skripsi

Berikut perhitungan Curah Hujan periode 2 tahun :

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

$$X_t = 20,337 + \frac{10,50}{1,001} (0,367 - 0,495)$$

$$X_t = 20,337 + \frac{10,50}{1,001} (-0,128)$$

$$X_t = 18,994 \text{ mm}$$

Perhitungan Curah Hujan periode 5 tahun :

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

$$X_t = 20,337 + \frac{10,50}{1,001} (1,500 - 0,495)$$

$$X_t = 20,337 + \frac{10,50}{1,001} (1,005)$$

$$X_t = 30,88 \text{ mm}$$

Perhitungan Curah Hujan periode 10 tahun :

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

$$X_t = 20,337 + \frac{10,50}{1,001} (2,250 - 0,495)$$

$$X_t = 20,337 + \frac{10,50}{1,001} (1,755)$$

$$X_t = 38,955 \text{ mm}$$

Perhitungan Curah Hujan periode 25 tahun :

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

$$X_t = 20,337 + \frac{10,50}{1,001} (3,199 - 0,495)$$

$$X_t = 20,337 + \frac{10,50}{1,001} (2,704)$$

$$X_t = 48,701 \text{ mm}$$

d. Periode Ulang Hujan

Penentuan periode ulang hujan dilakukan dengan menyesuaikan data dan keperluan pemakaian *sump* yang berkaitan dengan umur tambang serta tetap memperhitungkan resiko hidrologi (*Hidrologi Risk*) dimana rerata selang waktu terjadinya suatu kejadian dengan suatu besaran tertentu atau lebih besar. Curah hujan rancangan adalah curah harian maksimum yang mungkin terjadi dalam periode waktu tertentu misal 2 tahunan, 5 tahunan, 10 tahunan dan seterusnya. Periode ulang digunakan dalam penelitian ini adalah periode ulang selama 2 tahun karena kemungkinan buruknya terjadi pada nilai yang mendekati X (pada tabel 4.6).

Tabel 4.6 Periode Ulang Hujan

Periode Ulang Hujan	
2 tahun	18,99 mm
5 tahun	30,88 mm
10 tahun	38,95 mm
25 tahun	48,70 mm

e. Intensitas Hujan Rencana

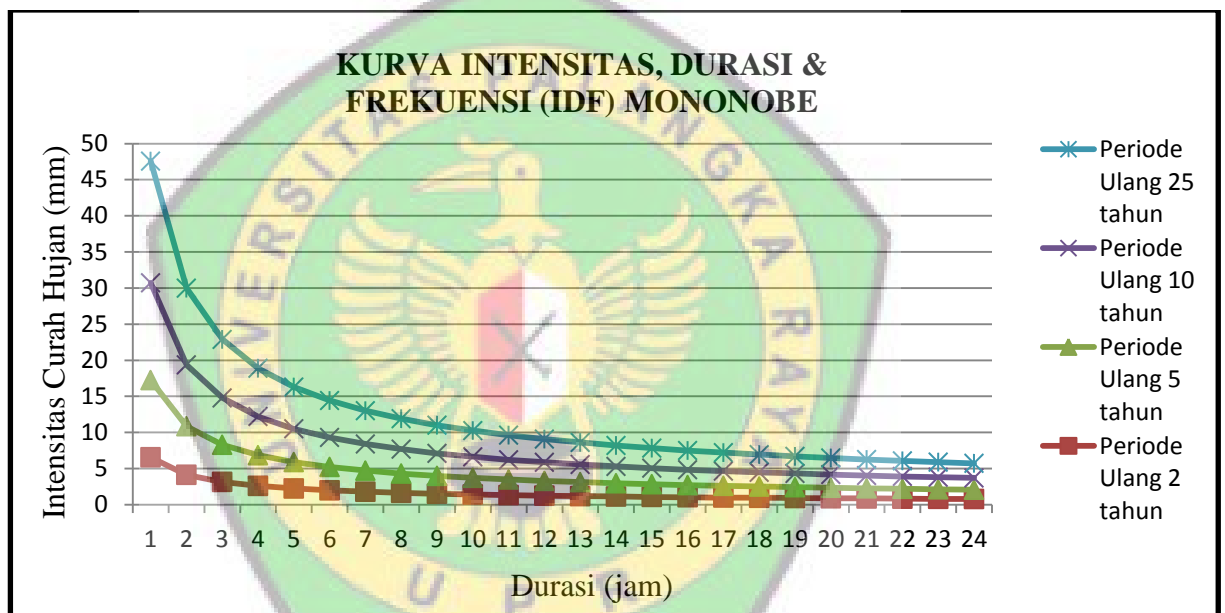
Dari tabel 4.1 disajikan data hujan maksimum harian tahun 2008-2017. Didapat maksimum curah hujan harian paling tinggi pada tahun 2008 yaitu 40,32 mm dan paling rendah pada tahun 2017 yaitu 7,82 mm. Dengan diketahui hujan maksimum harian

dapat di cari intensitas curah hujan setiap tahunnya dengan metode mononobe hasil intensitas dapat dilihat dalam (tabel 4.7).

Tabel 4.7 Metode Mononobe Curah Hujan 24 Jam

<i>Durasi (jam)</i>	Periode Ulang			
	2 tahun	5 tahun	10 tahun	25 tahun
	18,99	30,88	38,95	48,70
1	6,569532	10,68284	13,47463	16,84761
2	4,140458	6,732878	8,49241	10,61824
3	3,160615	5,139537	6,482674	8,105422
4	2,609531	4,243408	5,352356	6,692162
5	2,24916	3,657402	4,613206	5,767988
5,76	2,046506	3,33957	4,212314	5,249247
6	1,991983	3,239202	4,085716	5,108456
7	1,797625	2,923152	3,687072	4,610023
8	1,644661	2,674415	3,373331	4,217747
9	1,520579	2,472642	3,118828	3,899536
10	1,417537	2,305084	2,907481	3,635285
11	1,330353	2,163312	2,72866	3,4117
12	1,255451	2,041512	2,575029	3,219613
13	1,190277	1,935532	2,441353	3,052475
14	1,132956	1,842322	2,323783	2,905475
15	1,082076	1,759584	2,219423	2,774991
16	1,036551	1,685555	2,126048	2,658242
17	0,995532	1,618854	2,041916	2,553051
18	0,958347	1,558387	1,965647	2,457689
19	0,924452	1,503269	1,896125	2,370765
20	0,893405	1,452783	1,832445	2,291144
21	0,864841	1,406335	1,773858	2,217892
22	0,838457	1,363431	1,719742	2,15023
23	0,813999	1,323659	1,669576	2,087506
24	0,79125	1,286667	1,622917	2,029167

Pada tabel diatas bahwa hasil intensitas curah hujan untuk setiap tahunnya didapat hasil yang berbeda. Intensitas tertinggi pada R (25 Tahun) yaitu 16,84 mm/jam. Hasil yang berbeda untuk setiap tahunnya di karenakan curah hujan pada setiap harinya berbeda. Ini mengakibatkan hasil curah hujan harian maksimum dan intensitas curah hujan setiap tahunnya berbeda.

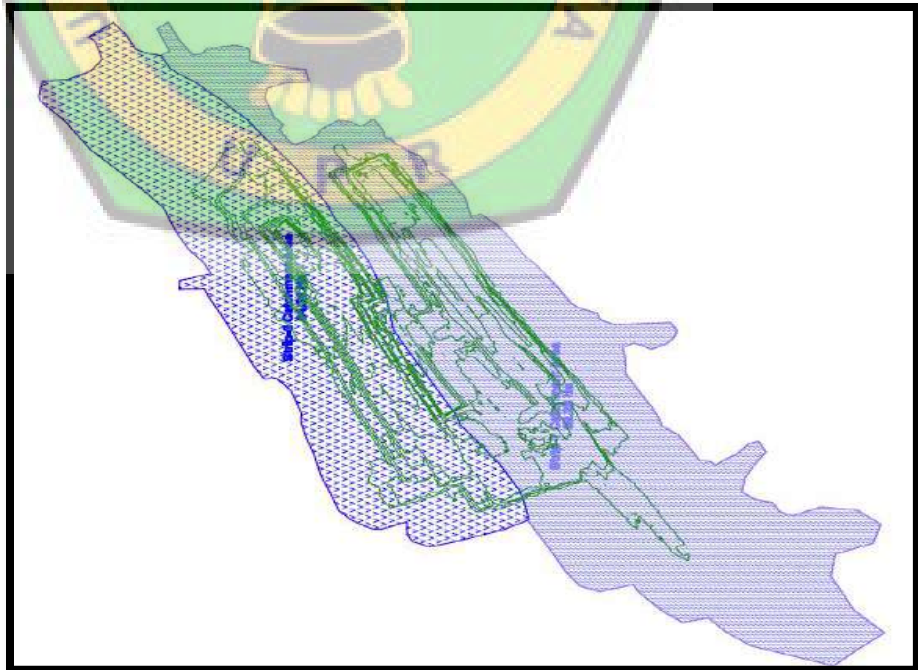


Gambar 4.2 Kurva Intensitas Durasi dan Frekuensi Mononobe

Untuk kurva intensitas durasi frekuensi di perlukan intensitas curah hujan periode ulang. Dari hasil intensitas curah hujan dihitung intensitas curah hujan periode ulang, yaitu 2 tahun, 5 tahun, 10 tahun dan 25 tahun. Perhitungan intensitas hujan dengan beberapa kala ulang dan durasi hujan dapat dilihat pada (tabel 4.7) kemudian di buat grafik lengkung hujan seperti pada (gambar 4.2).

2. Luas *Cathment Area*

Air hujan atau air permukaan yang masuk ke area penambangan tergantung pada kondisi daerah tangkapan hujan yang dipengaruhi oleh daerah disekitarnya. Luas daerah tangkapan hujan dapat ditentukan berdasarkan analisa peta topografi. Berdasarkan kondisi daerahnya seperti adanya daerah hutan, lokasi penimbunan, serta kondisi kemiringan (*gride*). Pada penambangan Pit Lisat saat ini terdiri dari strip 1 dan strip 3. Luasan *cathment area* Berdasarkan hasil penentuan luas *cathment area* menggunakan *autocad* maka didapat total luasan *cathment area* pada Pit Lisatstrip 1 dan strip 3 seluas 202,78 Ha. Berdasarkan total luasan *cathment area* dimana air limpasan dan air hujan yang berpotensi masuk dapat dilihat pada (gambar 4.3).



Gambar 4.3 Luasan *Cathment Area* Pit Lisat Strip 1 dan Strip 3

Berdasarkan hasil penentuan luas *cathment area* menggunakan *autocad* maka didapat luas *cathment area* pada Pit Lisat strip 1 seluas 116 Ha dapat dilihat pada (gambar 4.4).



(Sumber : Dokumentasi Lapangan)

Gambar 4.4 Lokasi Penelitian Pit Lisat Strip 1

Sedangkan untuk luas *cathment area* pada Pit Lisat strip 3 seluas 86,78 Ha dapat dilihat pada (gambar 4.5).



(Sumber : Dokumentasi Lapangan)

Gambar 4.5 Lokasi Penelitian Pit Lisat Strip 3

3. Debit Air

Sumber debit air yang berpotensi masuk kedalam Pit Lisat yaitu debit air limpasan dan debit air tanah. Berdasarkan perhitungan distribusi curah hujan metode gumbel (tabel 4.4) maka diketahui curah hujan maximum dalam periode 2,5,10 dan 25 yang dimana intensitas curah hujan akan menentukan jumlah debit air limpasan, sedangkan air tanah merupakan air hasil dari infiltrasi air permukaan yang kemudian masuk ke dalam pit penambangan. Adapun perhitungan debit air limpasan dan air tanah yaitu sebagai berikut :

a. Debit Limpasan

Perhitungan debit limpasan menggunakan rumus rasional dengan periode ulang 2 tahun dalam perhitungan debit air limpasan perhari, menggunakan jam hujan *maximum* 5,76 jam/hari (intensitas) untuk mengetahui debit air limpasan *maximum* pada Pit Lisat strip 1 dan 3.

$$(Q = 0,278 \times C \times I \times A)$$

❖ Debit limpasan untuk Pit Lisat strip 1

- Koefisien Limpasan (C) = 0,8
- Intensitas Curah Hujan (I) = 3,34 mm/jam
- Luas *Cathment Area* (A) = 1,16 km²

Perhitungan Debit Limpasan :

$$\begin{aligned}
 Q_{\text{limpasan}} &= 0,278 \times C \times I \times A \\
 &= 0,278 \times 0,8 \times 3,34 \times 1,16 \\
 &= 0,86 \text{ m}^3/\text{detik}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 Q_{\text{limpasan}} &= 0,86 \text{ m}^3/\text{detik} \times 3600 \text{ detik} \times 5,76 \text{ jam} \\
 &= 17.833 \text{ m}^3/\text{Hari}
 \end{aligned}$$

5,76 (jam hujan maximum) (Lampiran H)

❖ Debit limpasan untuk Pit Lisat strip 3

- Koefisien Limpasan (C) = 0,8
- Intensitas Curah Hujan (I) = 3,34 mm/jam
- Luas *Cathment Area* (A) = 0,867 km²

Perhitungan Debit Limpasan :

$$\begin{aligned}
 Q_{\text{limpasan}} &= 0,278 \times C \times I \times A \\
 &= 0,278 \times 0,8 \times 3,34 \times 0,867 \\
 &= 0,65 \text{ m}^3/\text{detik}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 Q_{\text{limpasan}} &= 0,65 \text{ m}^3/\text{detik} \times 3.600 \text{ detik} \times 5,76 \text{ jam} \\
 &= 13.478 \text{ m}^3/\text{Hari}
 \end{aligned}$$

5,76 (jam hujan maximum) (Lampiran H)

b. Debit Air Tanah

Perhitungan debit air tanah menggunakan rumus fluida ($Q = V/t$), wadah volume air yang digunakan adalah botol dengan volume 600 ml, untuk perhitungan waktu alir ke dalam botol

menggunakan perhitungan waktu *stopwacth*. Dalam perhitungan terhadap debit air tanah peneliti mengambil di lokasi yang mengeluarkan debit air tanah paling besar pada Pit Lisat (**lampiran D**).



(Sumber : Dokumentasi Lapangan)

Gambar 4.6 Lokasi Pengukuran Debit Air Tanah



(Sumber : Dokumentasi Lapangan)

Gambar 4.7 Pengukuran Debit Air Tanah

Gambar lokasi pengukuran (gambar 4.6) dan pengambilan sampel debit air tanah dapat dilihat pada (gambar 4.7).

$$Q = V/t$$

Q = Debit Air (m^3 /detik)

V = Volume Air (m^3)

T = Waktu Tempuh/alir (detik)

Diketahui :

$$V = 600 \text{ ml} = 0,6 \text{ liter} = 0,6 \text{ dm}^3 = 0,0006 \text{ m}^3$$

$t = 1)$ 34 detik

2) 27 detik

Maka :

$$\text{Debit air tanah } (Q_1) = 0,0006 \text{ m}^3 : 34 \text{ detik}$$

$$= 0,0000176 \text{ m}^3/\text{detik}$$

$$\text{Debit Air Tanah Perjam} = 0,0000176 \text{ m}^3/\text{detik} \times 3600$$

$$= 0,0633 \text{ m}^3/\text{jam}$$

$$\text{Debit Air Tanah Perhari} = 0,0633 \text{ m}^3/\text{jam} \times 24 \text{ jam}$$

$$= 1,5192 \text{ m}^3/\text{hari}$$

$$\text{Debit air tanah } (Q_2) = 0,0006 \text{ m}^3 : 27 \text{ detik}$$

$$= 0,0000222 \text{ m}^3/\text{detik}$$

$$\text{Debit Air Tanah Perjam} = 0,0000222 \text{ m}^3/\text{detik} \times 3600$$

$$= 0,0799 \text{ m}^3/\text{jam}$$

$$\text{Debit Air Tanah Perhari} = 0,0799 \text{ m}^3/\text{jam} \times 24 \text{ jam}$$

$$= 1,9176 \text{ m}^3/\text{hari}$$

$$\text{Debit air tanah total} = Q_1 + Q_2$$

$$= 1,5192 \text{ m}^3/\text{hari} + 1,9176 \text{ m}^3/\text{hari}$$

$$= 3,4368 \text{ m}^3/\text{hari} .$$

4. Total Volume Debit Air Yang Masuk Pada Strip 1 dan Strip 3 Pit

Lisat

Sump pada Pit Lisat berada di strip 1 dan strip 3. Berdasarkan luasan strip 1 seluas 116 Ha sedangkan strip 3 seluas 86,78 Ha. Untuk lokasi *sump* strip 1 sendiri saat ini berada di blok 28. Sedangkan untuk lokasi *sump* strip 3 berada di blok 29. Pada blok 30-32 dalam tahapan exposed OB. Untuk blok 33-34 sedang fokus pada penambangan batubara seam 11. Dengan proses penambangan tersebut tidak dapat dipungkiri bahwa debit limpasan sangat mengganggu aktivitas penambangan tersebut.

Cathment Area pada Pit Lisat Strip 1 lebih luas dibandingkan dengan strip 3. Dimana luas strip 1 yaitu 116 Ha sedangkan strip 3 memiliki luas 86,78 Ha. Dengan demikian total volume air yang masuk jauh lebih besar pada strip 1 dibandingkan dengan strip 3. Pada strip 1 total volume air semakin besar karena adanya pengaruh air tanah sebesar $3,44 \text{ m}^3/\text{hari}$ yang masuk ke strip 1 Pit Lisat. Perhitungan total volume yang masuk ke strip 1 dan strip 3 Pit Lisat sangat penting dilakukan. Untuk debit total yang masuk dapat dilihat pada (Tabel 4.8)

Tabel 4.8 Debit Total Air Pada Pit Lisat Strip 1 Dan Strip 3

Strip	Cathment Area	Debit Air Limpasan	Debit Air Tanah		Debit Total Air
			Q ₁	Q ₂	Q _{limpasan} + Q _{air tanah}
1	116 Ha	17.833 m ³ /Hari	1,5192 m ³ /hari	1,9176 m ³ /hari	17.836 m ³ /hari
3	86,78 Ha	13.478 m ³ /Hari	-	-	13.478 m ³ /hari

Berdasarkan *cathment area* strip 1 yaitu seluas 116 Ha sedangkan strip 3 seluas 86,78 Ha. Perkiraan total volume debit air yang akan masuk ke strip 1 Pit Lisat yaitu sebesar 17.833 m³/hari. Sedangkan total volume debit air yang akan masuk ke strip 3 Pit Lisat yaitu sebesar 13.478 m³/hari.

Volume air yang masuk pada strip 1 jauh lebih besar dibandingkan dengan volume air strip 3. Hal ini dipengaruhi luas *cathment area* strip 1 lebih luas dibandingkan dengan *cathment area* strip 3. Serta volume air strip 1 juga dipengaruhi oleh air tanah.

5. Dimensi dan Daya Tampung *Main Sump* Strip 1 dan Strip 3 Pit Lisat

Bentuk dimensi *sump* pada Pit Lisat strip 1 dan strip 3 saat ini dari PT. Teguh Sinar Abadi yang dianalisis merupakan *sump* utama berbentuk profil trapesium dengan sudut kemiringan 60°. *Sump* strip 1

terletak di blok 28 dan *sump* strip 3 terletak pada blok 29. Dimensi *main sump* pada Pit Lisat dapat dilihat pada (Tabel 4.9).

Tabel 4.9 Dimensi *Main Sump*

KOMPONEN	DIMENSI SUMP	
	Strip 1	Strip 3
Panjang Atas (B)	46 m	38 m
Panjang Dasar (b)	36 m	26 m
Lebar Atas (L)	8 m	10 m
Lebar Dasar (l)	5 m	8 m
Kedalaman (d)	2 m	2 m
Panjang Dinding <i>Sump</i> (a)	11,54 m	11,54
Sudut Kemiringan (α)	60°	60°
Lebar Dasar Bench (e)	5,8 m	5,8 m
Luas <i>sump</i> (A)	1.656 m ²	988 m ²
Volume <i>Sump</i> (V)	2310 m ³	1408 m ³

4.1.2 Analisis *Mine Dewatering* Pada Tambang Batubara Pit Lisat

1. *Main Sump* Strip 1 dan Strip 3 Pit Lisat

Dalam pembuatan *sump* berdasarkan pengolahan data curah hujan. Data curah hujan tahun 2008-2017 digunakan untuk mendapatkan curah hujan rencana maksimum dengan periode ulang 2,5,10,dan 25 tahun. Curah hujan rencana diperlukan untuk menghitung intensitas hujan sehingga didapatkan debit air limpasan yang masuk ke tambang. Debit limpasan tersebut digunakan untuk

menghitung total volume air masuk tambang untuk menentukan volume *sump*.

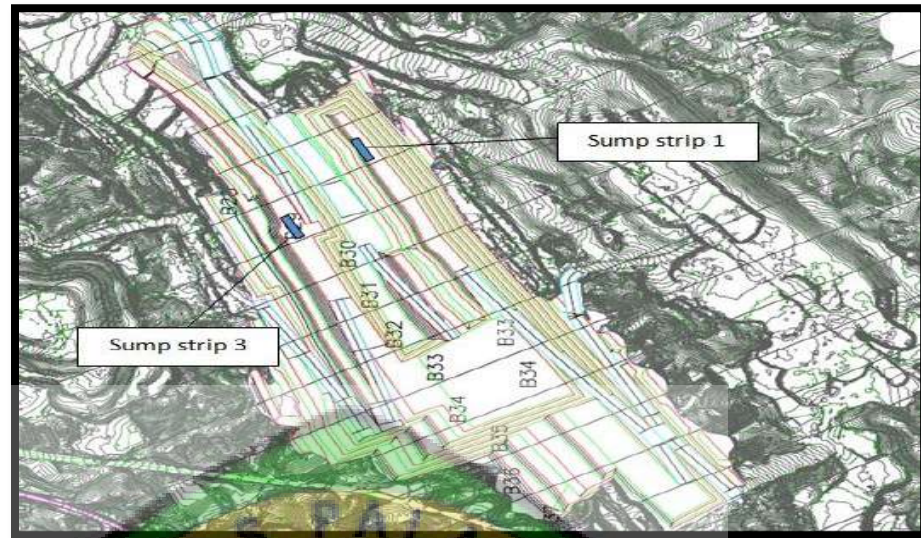
Low wall tambang Pit Lisat terletak pada barat laut pit dan *high wall* tambang Pit Lisat terletak di tenggara pit. Penambangan yang dilakukan pada Pit Lisat saat ini terletak di strip 1 dan strip 3. Dalam penambangan Pit Lisat strip 1 dan strip 3 *main sump* Pit Lisat terletak pada blok 28 dan blok 29. Pada blok 28 dan blok 29 dijadikan *main sump* yang merupakan elevasi terendah yaitu -47 mdpl serta debit air dari tenggara Pit Lisat dialihkan pada elevasi terendah yaitu blok 28 dan blok 29.

Umur tambang pada Pit Lisat diperkirakan 5 tahun kedepan, namun rancangan *main sump* disesuaikan dengan kebutuhan untuk menambang blok 30 sampai blok 37 yang merupakan kemajuan tambang tenggara Pit Lisat. Rancangan *main sump* untuk umur 5 tahun dilakukan karena rancangan *main sump* harus disesuaikan dengan umur eksploitasi blok 30 sampai blok 37. Untuk eksploitasi blok 30 sampai 37 diperkirakan memerlukan waktu ± 2 tahun. Perhitungan kebutuhan *sump* pada penelitian ini dengan menggunakan hujan maksimal selama 5,76 jam pada hari hujan dengan curah hujan rencana 18,99 mm/hari.

Rancangan *main sump* strip 1 dan strip 3 terletak di blok 28 dan blok 29 yang merupakan elevasi terendah yaitu -47 mdpl. Debit air

dari blok 30 sampai blok 37 yang merupakan kemajuan tambang akan di alihkan pada blok 28 dan blok 29. Rancangan *main sump* strip 1 terletak pada blok 28 sedangkan rancangan *main sump* strip 3 terletak pada blok 29. Rancangan *main sump* untuk 5 tahun disesuaikan dengan kebutuhan untuk menambang Pit Lisat dengan perkiraan sisa umur tambang adalah 5 tahun. Kemajuan tambang pada Pit Lisat saat ini dari barat laut menuju tenggara dimana penambangan Pit Lisat berada di blok 30 sampai 37 yang diperkirakan memerlukan waktu ± 2 tahun. Rancangan *main sump* terletak pada *front* strip 1 di blok 28 dan strip 3 di blok 29 dimana pada posisi elevasi terendah yaitu -47 mdpl. Luas rancangan *main sump* yang digunakan pada *floor* strip 1 dan strip 3 lebih kecil dari *floor* yang tersedia. Hal itu dikarenakan *floor* tambang sebagian digunakan untuk lebar jalan dan aktivitas penambangan. Luas *floor* yang tersedia pada strip 1 sebesar 2,3 *hectar* (23.103 m²) sedangkan pada strip 3 sebesar 3,9 *hectar* 39.694 m².

Perlakuan penambangan Pit Lisat strip 1 dan strip 3 berbeda dimana perancangan geometri jenjang ditentukan dengan mengacu pada beberapa parameter yang memenuhi kestabilan lereng. Pada perancangan pengupasan diperlukan urutan penambangan yang dibuat dengan memperhatikan beberapa acuan antara lain target *stripping ratio* dan target pengupasan, serta rute jalan yang digunakan untuk perhitungan jarak angkut. Lokasi *main sump* lihat pada (gambar 4.8).



Gambar 4.8 Rancangan *Main Sump*

2. Luas dan Bentuk *Main Sump* Terhadap Debit Air Strip 1 dan Strip 3 Pit Lisat

Dengan *cathment area* seluas 116 Ha pada strip 1 sedangkan luasan *cathment area* strip 3 seluas 86,78 Ha sehingga total luasan *cathment area* Pit Lisat seluas 202,78 Ha. Dengan luasan *floor* pada Pit Lisat adalah 2,3 *hectar* (23.103 m²) di strip 1 dan 3,9 *hectar* (39.694 m²) di strip 3. *Sump* berbentuk trapesium yang terletak pada strip 1 blok 28 dan strip 3 blok 29. Debit air yang terlalu besar serta kemampuan *sump* untuk menampung debit air mengakibatkan Pit Lisat strip 1 dan strip 3 banjir dan mengganggu aktivitas penambangan. Berdasarkan luasan *floor* yang tersedia main sump dirancang dengan luas lebih kecil dari pada luasan *floor* yang tersedia yang terletak pada Pit Lisat.

3. Kebutuhan dan Kapasitas Rencana Volume *Main Sump* Strip 1 dan Strip 3 Pit Lisat

Rancangan *main sump* dibuat berdasarkan umur tambang 5 tahun kedepan dengan maksimum hujan 5,76 jam dan mampu menampung debit air sebesar 17.833 m³ pada strip 1 dan 13.478 m³ pada strip 3. Luas yang tersedia dalam rancangan *sump* blok 28 strip 1 sebesar 38 m sedangkan pada strip 3 blok 29 sebesar 53 meter. Rancangan *main sump* dilakukan karena kondisi Pit Lisat strip 1 (gambar 4.9) dan strip 3 (gambar 4.10) tidak memungkinkan untuk menampung volume air. Rancangan *main sump* terletak pada blok 28 strip 1 dan blok 29 strip 3. Rancangan *main sump* 5 tahun berdasarkan umur tambang dengan maksimum jam hujan 5,76 jam yang nantinya mampu menampung debit air 17.833 m³ di strip 1 dan 13.478 m³ strip 3.



Gambar 4.9 Kondisi Pit Lisat Strip 1 Setelah Hujan

1. Rancangan *main sump* strip 1 dengan debit air 17.833 m³.

$$\text{Volume} = 17.833 \text{ m}^3$$

$$\text{Lebar floor tersedia untuk rancangan sump} = 38 \text{ m}$$

Kedalaman *sump*(d) berdasarkan kemampuan alat Excavator PC750

$$\text{dengan maximum digging depth} = 8,4 \text{ m}$$

$$\text{Lebar HD465} = 5,4 \text{ m}$$

$$\text{Jalur Kendaraan} = 2 \text{ jalur}$$

$$\begin{aligned} L_{\min} &= n \cdot Wt + (n+1)(1/2 \cdot Wt) \\ &= (2 \times 5,4) + (2+1)(1/2 \times 5,4) \\ &= 10,8 + 5,7 \\ &= 16,5 \text{ m} \end{aligned}$$

$$\text{Sudut kemiringan dinding sump trapesium } (\alpha) = 60^\circ$$

$$\begin{aligned} \text{Panjang sisi sump dari dasar ke permukaan (a)} &= d/\sin\alpha \\ &= 5/\sin 60^\circ \\ &= 5/0,866 \\ &= 5,77 \text{ m} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Lebar bench dasar sump(e)} &= d/\text{tg } \alpha \\ &= 5/\text{tg } 60^\circ \\ &= 5/1,732 \\ &= 2.8 \text{ m} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} L &= \text{Lebar floor tersedia} - \text{lebar jalan angkut} \\ &= 38 - 16,5 \end{aligned}$$

$$= 21,5 \text{ m}$$

$$\begin{aligned} \text{Lebar dasar sump}(l) &= L - (2 \times e) \\ &= 21,5 - (2 \times 5) \\ &= 21,5 - 10 \\ &= 11,5 \text{ m} \end{aligned}$$

$$\text{Panjang permukaan sump (B)} = \frac{(P_1 + P_2) \times L \times t}{2}$$

$$V = (B + (B \times 2e)) \times L \times t$$

$$17.833 = \frac{(B + (B \times 2,8)) \times L \times t}{2}$$

$$35.666 = (2B - 5,6) \times 21,5 \times 5$$

$$35.666 = (2B - 5,6) \times 107,5$$

$$35.666 = 215 B - 602$$

$$36.268 = 215 B$$

$$\frac{36.268}{215} = B$$

$$168,68 = B$$

$$B = 169 \text{ (pembulatan)}$$

$$\begin{aligned} \text{Maka panjang dasar sump (b)} &= B - (2 \times e) \\ &= 169 - (2 \times 2,8) \\ &= 169 - 5,6 \\ &= 163,4 \end{aligned}$$

$$\text{Luas Sump} = 169 \times 21,5$$

$$= 3634 \text{ m}^2$$

$$\begin{aligned} \text{Total Volume Sump Rencana} &= \left(\frac{1}{2} \times (B + b) \times d\right) \times L \\ &= \left(\frac{1}{2} \times (169 + 163,4) \times 5\right) \times 21,5 \\ &= 831 \times 21,5 \\ &= 17.867 \text{ m}^3 \end{aligned}$$



Gambar 4.10 Kondisi Pit Lisat Strip 3 Setelah Hujan

2. Rancangan *main sump* strip 3 dengan debit air 13.478 m^3 .

$$\text{Volume} = 13.478 \text{ m}^3$$

$$\text{Lebar floor tersedia untuk rancangan sump (L)} = 53 \text{ m}$$

Kedalaman *sump*(d) berdasarkan kemampuan alat Excavator PC750

$$\text{dengan maximum digging depth} = 8,4 \text{ m}$$

$$\text{Lebar HD465} = 5,4 \text{ m}$$

$$\text{Jalur Kendaraan} = 2 \text{ jalur}$$

$$\begin{aligned}
 L_{\min} &= n \cdot Wt + (n+1)(1/2 \cdot Wt) \\
 &= (2 \times 5,4) + (2+1)(1/2 \times 5,4) \\
 &= 10,8 + 5,7 \\
 &= 16,5 \text{ m}
 \end{aligned}$$

$$\text{Sudut kemiringan dinding sump trapesium } (\alpha) = 60^\circ$$

$$\begin{aligned}
 \text{Panjang sisi sump dari dasar ke permukaan } (a) &= d/\sin \alpha \\
 &= 5/\sin 60^\circ \\
 &= 5/0,866 \\
 &= 5,77 \text{ m}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \text{Lebar bench dasar sump } (e) &= d/\text{tg } \alpha \\
 &= 5/\text{tg } 60^\circ \\
 &= 5/1,732 \\
 &= 2,8 \text{ m}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 L &= \text{Lebar floor tersedia} - \text{lebar jalan angkut} \\
 &= 53 - 16,5 \\
 &= 36,5 \text{ m}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \text{Lebar dasar sump } (l) &= L - (2 \times e) \\
 &= 36,5 - (2 \times 2,8) \\
 &= 36,5 - 5,6 \\
 &= 30,9 \text{ m}
 \end{aligned}$$

$$\text{Panjang permukaan sump } (B) = \frac{(P_1 + P_2) \times L \times t}{2}$$

$$V = (B + (B \times 2e)) \times L \times t$$

$$13.478 = \frac{(B + (B \times 2,8)) \times L \times t}{2}$$

$$26.956 = (2B - 5,6) 36,5 \times 5$$

$$26.956 = (2B - 5,6) 182,5$$

$$26.956 = 365B - 1022$$

$$27.978 = 365 B$$

$$\frac{27.978}{365} = B$$

$$76,65 = B$$

$$B = 77 \text{ (pembulatan)}$$

$$\text{Maka panjang dasar sump (b)} = B - (2 \times e)$$

$$= 77 - (2 \times 2,8)$$

$$= 77 - 5,6$$

$$= 71,4$$

$$\text{Luas Sump} = 77 \times 36,5$$

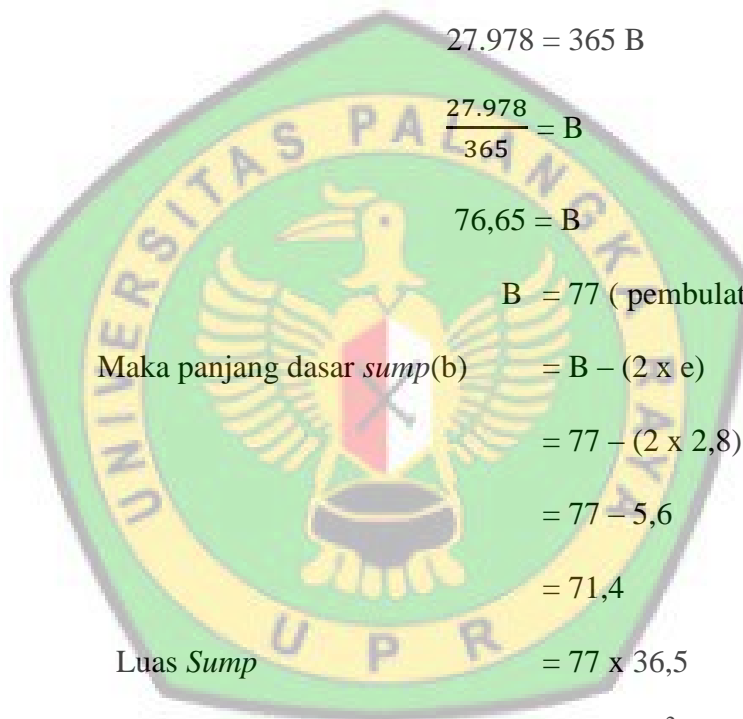
$$= 2811 \text{ m}^2$$

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

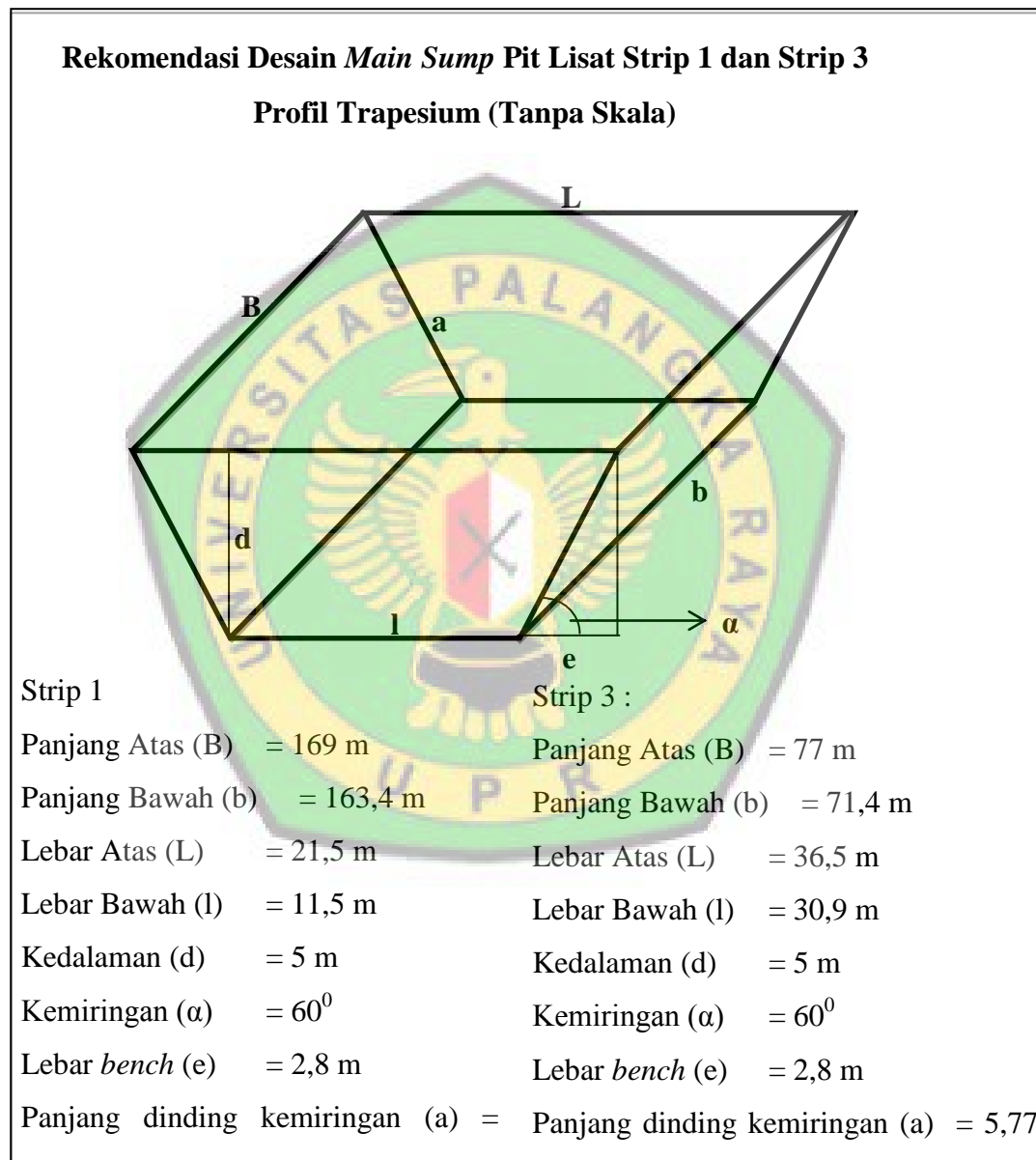
$$= \left(\frac{1}{2} \times (77 + 71,4) \times 5\right) \times 36,5$$

$$= 371 \times 36,5$$

$$= 13.542 \text{ m}^3$$



Volume dari *sump* rencana lebih besar dan untuk mencegah apabila pada suatu kondisi debit air yang masuk lebih besar dari pada daya tampung *main sump*.



Gambar 4.11 Rekomendasi Desain *Main Sump* Profil Trapesium (Tanpa Skala)

Ukuran dimensi *main sump* rencana dapat dilihat pada (Tabel 4.10)

Tabel 4.10 Bentuk Dimensi Ukuran *Main Sump* Rencana

KOMPONEN	BENTUK UKURAN MODEL SUMP	
	Strip 1	Strip 3
Panjang Atas (B)	169 m	77 m
Panjang Dasar (b)	163,4 m	71,4 m
Lebar Atas (L)	21,5 m	36,5 m
Lebar Dasar (l)	11,5 m	30,9 m
Kedalaman (d)	5 m	5 m
Panjang Dinding <i>Sump</i> (a)	5,77 m	5,77 m
Sudut Kemiringan (α)	60°	60°
Lebar Dasar Bench (e)	2,8 m	2,8 m
Luas <i>sump</i> (A)	3.634 m ²	2.811 m ²
Volume <i>Sump</i> (V)	17.867 m ³	13.542 m ³

4. Debit Pompa pada *Main Sump* Strip 1 dan Strip 3 Pit Lisat

Penggunaan pompa pada *sump* bertujuan hanya untuk menjaga *sump* agar tidak banjir. Pompa yang digunakan pada *sump* Strip 1 blok 28 adalah 1 buah pompa SYK HH220ISS sedangkan pada *sump* Strip 3 blok 29 adalah 1 buah pompa SYK FBP300. Kapasitas Pompa Sykes HH220ISS dan Sykes FBP300 diketahui dengan menggunakan metode *discharge*, berdasarkan pada tinjauan pustaka untuk pengukuran debit pompa menggunakan metode *discharge*, panjang alat ukur untuk sisi pendek adalah 30 cm. Foto pengukuran debit pompa berdasarkan kecepatan pompa dengan menggunakan metode *discharge* seperti terlihat pada (Gambar 4.12).



Gambar 4.12 Pengukuran Debit Outlet Pompa Dengan Metode *Discharge*

Tabel 4.11 Hasil Pengukuran *Outlet* Pompa

Pompa	X (m)	Y (m)	V (m/s)	Debit Outlet (Q)
<i>Sykes HH 220ISS</i>	0,61	0,3	2,47	0,174
	0,63	0,3	2,92	0,180
	0,62	0,3	2,52	0,178
	0,65	0,3	2,64	0,186
	0,68	0,3	2,76	0,194
<i>Sykes FBP 300</i>	0,70	0,3	2,84	1,201
	0,90	0,3	3,90	0,193
	0,86	0,3	3,94	0,185
	0,89	0,3	4,14	0,191
	0,92	0,3	4,02	0,198
	0,95	0,3	4,22	0,204

Berdasarkan nilai x dan y yang telah diperoleh dilapangan (tabel 4.11) maka perhitungan debit outlet pada pompa *Sykes HH220ISS* dan pompa *Sykes FBP300* adalah sebagai berikut:

a. Pompa Sykes HH220ISS

- Diameter pipa yang digunakan = 12 inch = 0,3048 m
- Jari-jari pipa yang digunakan = 0,1524 m
- Π = 3,14
- Gravitasi bumi (g) = 9,8 m/s²
- Panjang Sumbu (x) = 0,61 cm
- Panjang Sumbu (y) = 30 cm

Maka kecepatan tembakan pompa adalah:

$$1. V = \frac{x}{\sqrt{2y/g}}$$

$$V = \frac{0,61}{\sqrt{2(0,3)/9,8}}$$

$$V = \frac{0,61}{\sqrt{0,061}}$$

$$V = \frac{0,61}{0,246}$$

$$V = 2,47 \text{ m/s}$$

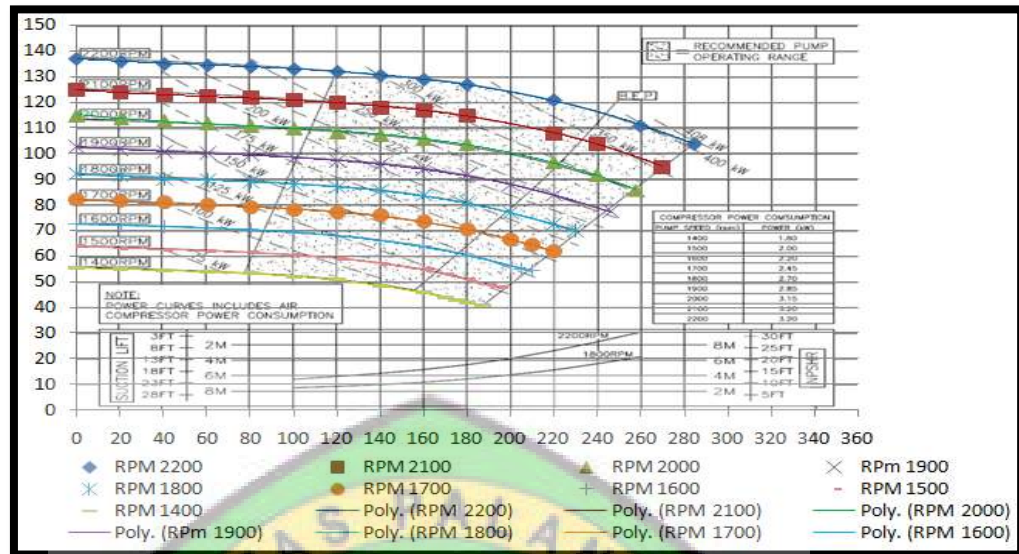
Perhitungan terhadap debit aktual *outlet* pompa sebagai berikut :

- Debit aktual *outlet* pompa (Q_{pompa})

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

$$= 3,14 (0,15)^2 (2,47)$$

$$= 0,174 \text{ m}^3/\text{detik}$$



Gambar 4.13 Grafik Kurva kemampuan Pompa Sykes HH220ISS

b. Pompa Sykes FBP 300

- Diameter pipa yang digunakan = 10 inch = 0,254m
- Jari-jari pipa yang digunakan = 0,13 m
- Π = 3,14
- Gravitasi bumi (g) = 9,8 m/s²
- Panjang Sumbu (x) = 0,90 cm
- Panjang Sumbu (y) = 30 cm

Maka kecepatan tembakan pompa adalah:

$$1. V = \frac{x}{\sqrt{2y/g}}$$

$$V = \frac{0,90}{\sqrt{2(0,3)/9,8}}$$

$$V = \frac{0,90}{\sqrt{0,061}}$$

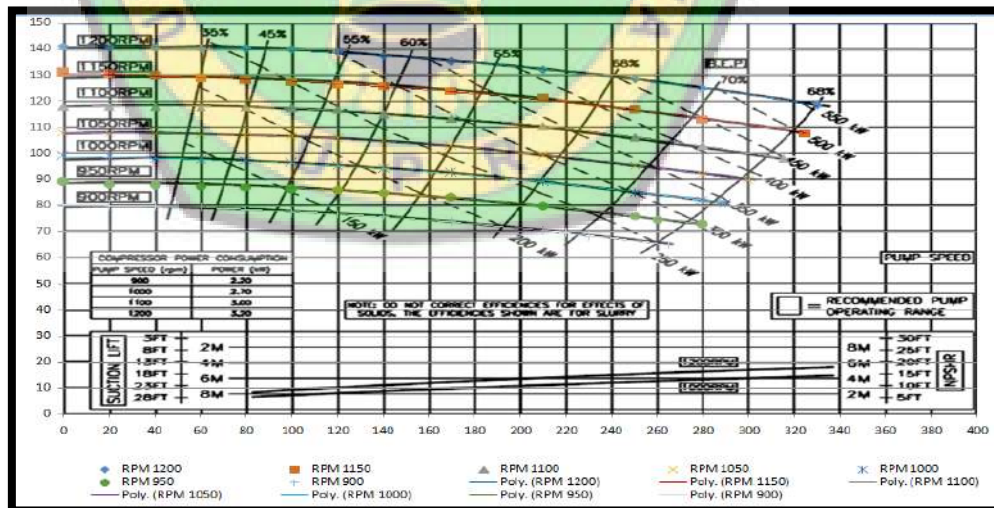
$$V = \frac{0,90}{0,246}$$

$$V = 3,65 \text{ m/s}$$

- Debit aktual *outlet* pompa (Q_{pompa})

$$\begin{aligned} Q_{\text{pompa}} &= \pi \times r^2 \times v \\ &= 3,14 (0,15)^2 (3,65) \\ &= 0,193 \text{ m}^3/\text{detik} \end{aligned}$$

Untuk perhitungan debit *outlet* selanjutnya dapat dilihat pada (lampiran K). Sehingga diperoleh rata-rata debit pompa Sykes HH220I adalah $0,186 \text{ m}^3/\text{detik}$ atau $12.053 \text{ m}^3/\text{hari}$ sedangkan rata-rata debit pompa Sykes FBP300 $0,194 \text{ m}^3/\text{detik}$ atau $12.571 \text{ m}^3/\text{hari}$ dengan penggunaan pompa perharinya selama 18 jam.



Gambar 4.14 Grafik Kurva kemampuan Pompa Sykes FBP300

5. Kemampuan Pompa Pada *Main Sump Strip 1 dan Strip 3 Pit Lisat*

Adapun pompa yang digunakan pada Pit Lisat strip 1 sebelumnya yaitu pompa *Sykes HH220I* sedangkan pada strip 3 yaitu pompa *Sykes FBP300* atau jika kemampuan pompa tidak efektif maka akan direkomendasikan pompa yang baru lebih efektif untuk pemompaan pada *main sump*.

Berdasarkan perhitungan debit outlet pompa strip 1 diketahui kemampuan pompa *Sykes HH220I* yaitu sebesar $0,186 \text{ m}^3/\text{detik}$ atau $12.053 \text{ m}^3/\text{hari}$ sedangkan debit outlet pompa strip 3 diketahui kemampuan pompa *Sykes FBP300* yaitu sebesar $0,194 \text{ m}^3/\text{detik}$ atau $12.571 \text{ m}^3/\text{hari}$ dimana perharinya pompa bekerja selama 18 jam dan dengan kecepatan operasi 1400 rpm.

$$\begin{aligned} \text{Debit outlet Sykes HH220I} &= 0,186 \text{ m}^3/\text{detik} \times 3600 \times 18 \\ &= 12.053 \text{ m}^3/\text{hari} \text{ Debit outlet Sykes} \\ \text{Debit Outlet Sykes FBP300} &= 0,194 \text{ m}^3/\text{detik} \times 3600 \times 18 \\ &= 12.571 \text{ m}^3/\text{hari} \end{aligned}$$

Dengan demikian pompa *Sykes HH220I* (Gambar 4.15) mampu mengeluarkan air sebesar $12.053 \text{ m}^3/\text{hari}$ sedangkan pompa *Sykes FBP300* (Gambar 4.16) mampu mengeluarkan air sebesar $12.571 \text{ m}^3/\text{hari}$. Rekomendasi *sump* yaitu mampu menampung volume air limpasan maka disesuaikan dengan kebutuhan pompa yang dimiliki

perusahaan dengan rekomendasi pompa yang lebih efektif yaitu yang memiliki tingkat pump ratio tidak lebih dari 100%.

- Strip 1 Pompa Sykes *HH200I*



Gambar 4.15 Pompa Sykes *HH200I*

Sykes HH220I

Diketahui volume air limpasan = 17.833 m³/hari

Kemampuan pompa = 12.053 m³/2 hari

Maka, pompa yang ada di perusahaan adalah pompa Sykes

HH200I dengan *Maximum Flow* = 0,186 m³/detik

= 0,186 x 3600 x 18 jam

= 12.053 m³/hari

$$\text{Pump ratio} = \frac{\text{volume (yang harus dipompa)}}{\text{kemampuan pompa}} \times 100\%$$

$$= \frac{17.833 \text{ m}^3}{12.053 \text{ m}^3} \times 100\%$$

= 148 % (artinya pompa tidak bisa menangani volume air limpasan pada Pit Lisat strip 1)

Rekomendasi penambahan pompa dengan spesifikasi yang sama

$$\begin{aligned} \text{Maximum flow} &= 0,186 \text{ m}^3/\text{detik} \\ &= 0,186 \times 3600 \times 18 \text{ jam} \\ &= 12.053 \text{ m}^3/\text{hari} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Total Pump ratio} &= \frac{\text{volume (yang harus dipompa)}}{\text{kemampuan pompa}} \times 100\% \\ &= \frac{17.833 \text{ m}^3}{24.106 \text{ m}^3} \times 100\% \end{aligned}$$

= 74 % (debit air limpasan strip 1 dapat

ditanggulangi dengan penambahan pompa Sykes HH200I)

- Strip 3 Pompa Sykes FBP300



Gambar 4.16 Pompa Sykes FBP300

Diketahui volume air limpasan = 13.478 m³/hari

Kemampuan Pompa = 12.571 m³/hari

Maka, pompa yang ada di perusahaan adalah pompa *Sykes*

FBP300 dengan *Maximum Flow* = 0,194 m³/detik

= 0,194 x 3600 x 18 jam

= 12.571 m³/hari

$$\text{Pump ratio} = \frac{\text{volume (yang harus dipompa)}}{\text{kemampuan pompa}} \times 100\%$$

$$= \frac{13.478 \text{ m}^3}{12.571 \text{ m}^3} \times 100\%$$

= 107 % (artinya pompa tidak bisa menangani volume

air yang masuk ke Pit Lisat strip 3 dengan *life time* pompa 18 jam)

Rekomendasi penambahan kinerja pompa sebesar 2 jam

Sehingga *Maximum flow* = 0,194 m³/detik

= 0,194 x 3600 x 20 jam

= 13.968 m³/hari

$$\text{Total Pump ratio} = \frac{\text{volume (yang harus dipompa)}}{\text{kemampuan pompa}} \times 100\%$$

$$= \frac{13.478 \text{ m}^3}{13.968 \text{ m}^3} \times 100\%$$

= 96 % (Debit air limpasan yang masuk pada

strip 3 dapat ditanggulangi dengan penambahan *life time* pompa

sebesar 2 jam.

4.2 Pembahasan

4.2.1 Dimensi *Main Sump* di Lokasi Penambangan Strip 1 dan Strip 3 *pit*

Lisat

A. Curah Hujan

Tingkat curah hujan pada wilayah penambangan PT. Teguh Sinar Abadi setiap bulannya dari tahun 2008 sampai dengan tahun 2017 dengan satuan mm/hari yang diukur menggunakan alat penakar hujan yang ada di pit. Dalam pengamatan ini data curah hujan yang digunakan adalah data hujan tertinggi harian. Analisis curah hujan rencana berguna untuk mengetahui periode ulang hujan yang terjadi pada daerah yang menimbulkan masalah akibat tingginya curah hujan. Data curah hujan yang di analisis adalah seri data maksimum karena curah hujan yang tersedia pada daerah pengamatan adalah data curah hujan 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 Person III). Setelah dilakukan perhitungan curah hujan rencana dengan 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.

Periode ulang adalah waktu hipotetik dimana suatu kejadian dengan nilai tertentu, hujan rencana misalnya akan disamai atau dilampaui 1 kali dalam jangka waktu hipotetik tersebut. Penentuan periode ulang hujan dilakukan menyesuaikan data dan keperluan pemakaian saluran yang berkaitan dengan umur tambang serta tetap memperhitungkan resiko hidrologi.

Pada penelitian ini periode ulang yang digunakan adalah periode ulang 5 tahun untuk *main sump*. Berdasarkan hasil perhitungan menggunakan distribusi probabilitas gumbel didapatkan nilai curah hujan rencana maksimum untuk periode ulang 5 tahun sebesar 30,88 mm/hari.

B. Luas *Cathment Area*

Cathment area adalah daerah tangkapan air hujan yang dimana luasan tangkapan air hujan ini yang akan mempengaruhi jumlah potensi air yang masuk kedalam pit penambangan. Perhitungan luas *cathment area* aktual dihitung berdasarkan peta topografi Pit Lisat. Dimana luas *cathment area* yang diperoleh berdasarkan potensi jumlah air yang akan masuk ke dalam Pit Lisat jika terjadi hujan.

Berdasarkan analisa peta topografi ditemukan beberapa faktor dalam menentukan luas *catchment area* seperti adanya daerah hutan, lokasi penimbunan serta kondisi kemiringan namun faktor yang paling berpengaruh penting yaitu beda ketinggian (elevasi) karena seperti yang

kita ketahui bahwa pada dasarnya sifat air adalah mengalir dari daerah tinggi ke yang lebih rendah. Pit Lisat saat ini yang melakukan penambangan pada 2 strip yang memiliki luasan yang berbeda-beda sehingga diperoleh luasan *cathment area* pada Pit Lisat strip 1 seluas 116 Ha sedangkan luasan *cathment area* strip 3 seluas 86,78 Ha sehingga total luasan *cathment area* Pit Lisat seluas 202,78 Ha. *Cathment area* strip pada Pit Lisat lebih luas dibandingkan strip 3 Pit Lisat. Dengan demikian total volume air yang masuk jauh lebih besar pada strip 1 dibandingkan dengan strip 3.

C. Debit Air

Debit rencana maksimum yaitu total debit air yang berpotensi masuk kedalam Pit Lisat dimana debit yang dimaksud adalah debit limpasan dan debit air tanah. Debit air limpasan (*runoff*) merupakan debit yang paling besar masuk kedalam pit, debit air limpasan dipengaruhi oleh luas *cathment area*, koefisien limpasan, dan intensitas curah hujan. Koefisien limpasan berdasarkan kondisi wilayah tambang daerah studi adalah 0,8 sebagai dasar dalam perhitungan debit limpasan.

Berdasarkan data curah hujan PT. Teguh Sinar Abadi dari tahun 2008 sampai 2017 sehingga diperoleh nilai curah hujan maksimum dalam 24 jam yaitu sebesar 30,88 mm (tabel 4.7). Dalam perhitungan curah hujan maksimum peneliti menggunakan distribusi probabilitas

gumbel, dengan periode ulang 5 tahun sehingga diperoleh intensitas curah hujan maksimum yaitu sebesar 5,76 mm/jam.

Setelah nilai intensitas curah hujan didapatkan kemudian dilakukan perhitungan terhadap nilai debit air limpasan yaitu dengan menggunakan rumus $Q = 0,278 \times C \times I \times A$ dengan luas *catchment area* strip 1 seluas 116 Ha atau 1,16 km² sehingga diperoleh nilai debit air limpasan yaitu sebesar 0,86 m³/detik atau 17.833 m³/hari sedangkan pada strip 3 yang memiliki luasan 86,78 Ha atau 0,867 km² diperoleh nilai debit air limpasan sebesar 0,65 m³/detik atau 13.478 m³/hari.

Selain menghitung debit air limpasan peneliti juga menghitung debit air tanah karena debit air tanah juga berpotensi memasuki lokasi penambangan sehingga perlu dilakukan *management* terhadap air tanah agar nantinya tidak menimbulkan masalah pada proses penambangan.

D. Total Volume Debit Air Yang Masuk Pada Strip 1 dan Strip 3 Pit

Lisat

Sump berfungsi sebagai tempat penampungan air sebelum dipompa keluar tambang. Dimensi *sump* tergantung dari jumlah air yang masuk serta keluar dari *sump*. *Sump* yang dibuat disesuaikan dengan keadaan kemajuan medan kerja (*front*) penambangan. *Sump* ditempatkan pada elevasi terendah atau *floor* dari kegiatan

penambangan, jauh dari aktivitas penggalian batubara sehingga tidak akan mengganggu kegiatan produksi batubara. Debit air yang masuk kedalam *main sump* strip 1 dan strip 3 yaitu debit air limpasan yang berasal dari hujan, kemudian debit air tanah.

Debit air limpasan diperoleh sebesar $17.833 \text{ m}^3/\text{hari}$ pada strip 1 dan $13.478 \text{ m}^3/\text{hari}$ pada strip 3 dimana perhitungan dilakukan dengan rumus rasional $Q = 0,0278 \times C \times I \times A$. Kemudian diperoleh debit air tanah pada strip 1 sebesar $3,44 \text{ m}^3/\text{hari}$ dimana perhitungan debit air tanah dilakukan dengan menggunakan rumus fluida $Q = v/t$, yang dimana menggunakan wadah botol sampel tersebut sampai terisi penuh. Sehingga diperoleh volume total air yang masuk kedalam Pit Lisat sebesar $30.314 \text{ m}^3/\text{Hari}$.

E. Dimensi dan Daya Tampung *Main Sump* Strip 1 dan Strip 3 Pit

Lisat

Bentuk dimensi *sump* pada Pit Lisat strip 1 dan strip 3 saat ini di PT. Teguh Sinar Abadi yang merupakan *sump* utama berbentuk profil trapesium dengan sudut kemiringan 60° . *Sump* utama strip 1 terletak di blok 28 dan *sump*.

utama strip 3 terletak pada blok 29 yang berada di daerah *mineout*. Dengan daya tampung *sump* strip 1 sebesar $656 \text{ m}^3/\text{Hari}$ dan $640 \text{ m}^3/\text{Hari}$ pada strip 3. Dengan luas *sump* strip 1 sebesar 368 m^2 dan pada strip 3 sebesar 380 m^2 .

4.2.2 Analisis Mine Dewatering Pada Tambang Batubara *pit* Lisat

A. *Main Sump* Strip 1 dan Strip 3 Pit Lisat

Main sump strip 1 Pit Lisat terletak pada blok 28 dan *main sump* strip 3 Pit Lisat terletak blok 29. Pada blok 28 dan blok 29 dijadikan *main sump* yang merupakan elevasi terendah yaitu -47 mdpl serta debit air dari tenggara Pit Lisat dialihkan pada elevasi terendah yaitu blok 28 dan blok 29. Kemajuan tambang mengarah pada tenggara Pit Lisat. Yang merupakan blok 30 sampai blok 37. Air yang berasal dari kemajuan tambang Pit Lisat yaitu blok 30 sampai 37 mengalir pada elevasi terendah yaitu blok 28 pada strip 1 Pit Lisat dan blok 29 pada strip 3 pit lisat. Dengan demikian rancangan *main sump* terletak pada elevasi terendah yaitu -47 mdpl yang tepat berada pada blok 28 strip 1 dan blok 29 strip 3 Pit Lisat.

B. Luas dan Bentuk *Main Sump* Terhadap Debit Air Strip 1 dan Strip 3 Pit Lisat.

Luas *main sump* disesuaikan berdasarkan elevasi terendah dan luasan *design floor* tersebut sedangkan bentuk *main sump* disesuaikan berdasarkan total debit air yang masuk pada Pit Lisat. Adapun total luasan *floor* yang tersedia pada strip 1 yaitu 2,3 *hectar* atau 23.000 m² sementara luasan *floor* yang tersedia di strip 3 sebesar 3,9 Ha atau 39.000 m². Maka diperoleh luas rencana untuk letak model *sump* seluas 3.634m² atau 0,3634 Ha pada strip 1 dengan panjang rencana

bentuk *sump* 169 meter dan lebar rencana bentuk *sump* 21,5 meter dan luas rencana untuk letak model *sump* strip 3 seluas 2.811 m² atau 0,2811 Ha dengan panjang rencana bentuk *sump* 77 dan lebar rencana bentuk *sump* 36,5 meter. Selain luasan *design floor*, kemiringan dasar *floor* dan arah kemajuan tambang juga perlu diperhatikan dalam menentukan letak *sump* yang akan dirancang.

Dengan total luas *sump* sebesar 3.634 m² pada strip 1 dan 2.811 m² pada strip 3 akan menampung volume air yang berpotensi masuk kedalam *sump*. Dalam proses pembuatan *sump* dengan menggunakan *excavator* PC-750 dengan kemampuan alat *maximum digging depth* 8445 milimeter atau 8,4 meter maka kedalaman *sump* dapat dirancang dengan kedalaman 5 meter. Berdasarkan kedalaman *main sump* 5 meter diketahui volume daya tampung *sump* strip 1 adalah 17.867 m³ sedangkan pada strip 3 sebesar 13.542 m³ yang nantinya dimensi *sump* dirancang berbentuk trapesium. Dalam proses pembuatan *sump* nantinya akan menggunakan *excavator* PC-750 dengan *maximum digging depth* 8445 milimeter atau 8,4 meter.

C. Kebutuhan dan Kapasitas Rencana Volume *Main Sump* Strip 1 dan Strip 3 Pit Lisat

Dalam rancangan *main sump* nantinya dibuat dengan rancangan berdasarkan total debit air dan luas *floor* yang dapat digunakan untuk rancangan *sump*. Diketahui debit air yang masuk sebesar 17.836

m^3/hari pada strip 1 dan $13.478 \text{ m}^3/\text{hari}$ pada strip 3. Berdasarkan total debit air limpasan maka diketahui rancangan untuk dimensi *sump* strip 1 berbentuk trapesium yaitu dengan panjang permukaan *sump* (B) 169 m, panjang dasar *sump* (b) 163,4 m, lebar permukaan *sump* (L) 21,5 m, lebar dasar *sump* (l) 11,5 m, panjang dinding saluran (a) 5,77 m, lebar dasar *bench* (e) 163,4 m dan sudut kemiringan (α) 60° (gambar 4.11) dengan volume *sump* 17.867 m^3 dan rancangan untuk dimensi *sump* strip 3 berbentuk trapesium yaitu dengan panjang permukaan *sump* (B) 77 m, panjang dasar *sump* (b) 71,4 m, lebar permukaan *sump* (L) 36,5 m, lebar dasar *sump* (l) 30,9 m, panjang dinding saluran (a) 5,77 m, lebar dasar *bench* (e) 2,8 m dan sudut kemiringan (α) 60° (gambar 4.11) dengan volume *sump* 13.542 m^3 .

Total daya tampung *sump* strip 1 adalah $2.310 \text{ m}^3/\text{hari}$ sedangkan pada strip 3 sebesar $1.408 \text{ m}^3/\text{hari}$ (Tabel 4.9). Berdasarkan analisis bahwa total debit air melebihi kapasitas *sump* yang ada sehingga dilakukan rancangan *main sump* yang dapat menampung debit air (tabel 4.10), dengan dilakukan perubahan rancangan *sump* sehingga *sump* mampu menampung total debit air yang masuk kedalam *sump*. Total debit air yang harus di tampung dalam *main sump* strip 1 sebesar $17.833 \text{ m}^3/\text{hari}$ sedangkan pada strip 3 sebesar $13.478 \text{ m}^3/\text{hari}$. Dilihat dari rancangan *sump* dengan kapasitas volume yang dapat di tampung pada strip 1 sebesar $17.867 \text{ m}^3/\text{hari}$ pada strip 3

sebesar 13.542 m³/hari. Dengan demikian perubahan rancangan *sump* dapat menampung total debit air yang masuk kedalam Pit Lisat strip 1 dan strip 3.

D. Debit Pompa Pada *Main Sump Strip 1 dan Strip 3 Pit Lisat*

Pompa *Sykes HH220ISS* merupakan pompa utama yang digunakan pada Pit Lisat strip 1 dan pompa *Sykes FBP300* pada strip 3 yang merupakan pompa yang mempunyai debit pompa paling besar sehingga peneliti melakukan perhitungan terhadap pompa tersebut. Adapun dalam perhitungan debit *outlet* peneliti menggunakan metode *discharge* yaitu dengan menghitung sumbu x dan y pada tembakan *outlet* pompa (tabel 4.11) dimana untuk sumbu y dibuat dengan panjang 30 cm.

Sehingga yang diukur dilapangan adalah panjang dari sumbu x, kemudian diperoleh nilai dari kecepatan tembakan *outlet* pompa. Dengan diameter pipa *outlet* 12 *inchi* pada strip 1 dan 10 *inchi* pada strip 3 perhitungan dilakukan selama 5 hari berturut-turut sehingga diperoleh nilai dari debit *outlet* pompa *Sykes HH220ISS* sebesar 186 liter perdetik dan pompa *Sykes FBP300* sebesar 194 liter perdetik dengan *operation* 1400 rpm. Untuk penggunaan pompa secara efisien dapat disesuaikan dengan kurva pompa *Sykes HH220ISS* (gambar 4.13) dan kurva pompa *Sykes FBP300* (gambar 4.14).

Berdasarkan rancangan dimensi *main sump* Pit Lisat diketahui bahwa total daya tampung volume *sump* strip 1 adalah 17.867 m³ (tabel 4.10) dan strip 3 adalah 13.542 m³ (tabel 4.10) . Sehingga berdasarkan perancangan dimensi *sump* utama yaitu untuk menampung air hujan maka pemompaan akan dilakukan dengan menggunakan pompa yang memiliki tingkat *pump ratio* tidak lebih dari 100%.

Dimana pompa yang terdapat pada Pit Lisat adalah pompa *Sykes HH220ISS* yang teretak di strip 1 berdasarkan perhitungan debit pompa (tabel 4.11) diketahui kemampuan pompa yaitu 0,186 m³/detik atau 12.053 m³/hari dan pada strip 3 kemampuan pompa *Sykes FBP 300* yaitu 0,194 m³/detik atau 12.571 m³/hari dimana pompa bekerja selama 18 jam perhari. *Pump ratio* *Sykes HH220ISS* pada strip 1 adalah sebesar 148% yang berarti pompa tidak mampu menangani volume air yang masuk kedalam *sump* sehingga direkomendasikan penambahan pompa dengan spek yang sama *Sykes HH220ISS* dengan kemampuan 0,186 m³/detik atau 12.053 m³/hari sehingga sangat efektif digunakan pada *sump* strip 1 untuk menangani air sebesar 17.833 m³ dengan demikian penambahan pompa *Sykes HH220ISS* mampu menangani air pada Pit Lisat strip 1 sehingga total rasio pompa 74% sangat efektif. Sedangkan pompa *Sykes FBP300* pada strip 3 memiliki kemampuan mengeluarkan air sebesar 0,194 m³/detik atau

12.571 m³/hari sehingga volume air sebesar 13.478 m³ yang ada pada Pit Lisat strip 3 tidak dapat ditanggulangi. Dengan demikian rasio pompa Sykes FBP300 adalah sebesar 107 %. Artinya dengan *life time* pompa selama 18 jam tidak mampu menangani volume air yang ada pada strip 3 sehingga direkomendasikan penbahan *life time* pompa selama 2 jam. Dengan adanya penambahan *life time* pompa selama 2 jam maka debit *outlet* pompa menjadi 13.968 m³ yang dimana sebelumnya sebesar 13.478 m³. Penambahan *life time* pompa selama 2 jam dengan menghasilkan debit *outlet* pompa sebesar 13.968 m³ dapat menanggulangi air limpasan sebesar 13.478 m³ dengan rasio pompa 96% sangat efektif menanggulangi debit air limpasan.

E. Kemampuan Pompa Pada Main Sump Strip 1 dan Strip 3 Pit Lisat

Pump ratio Sykes HH220ISS pada strip 1 adalah sebesar 148% menjadi tidak efektif yang dimana debit air yang masuk melebihi kemampuan pompa atau rasio pompa melebihi 100% sehingga pompa tidak mampu menangani volume air yang masuk kedalam sump. Direkomendasikan penambahan pompa dengan spek yang sama Sykes HH220ISS dengan kemampuan 0,186 m³/detik atau 12.053 m³/hari. Sehingga rasio pompa menanggulangi debit air menjadi 74% sangat efektif digunakan pada *sump* strip 1 untuk menangani air sebesar 17.833 m³. Penambahan pompa Sykes HH220ISS mampu menangani

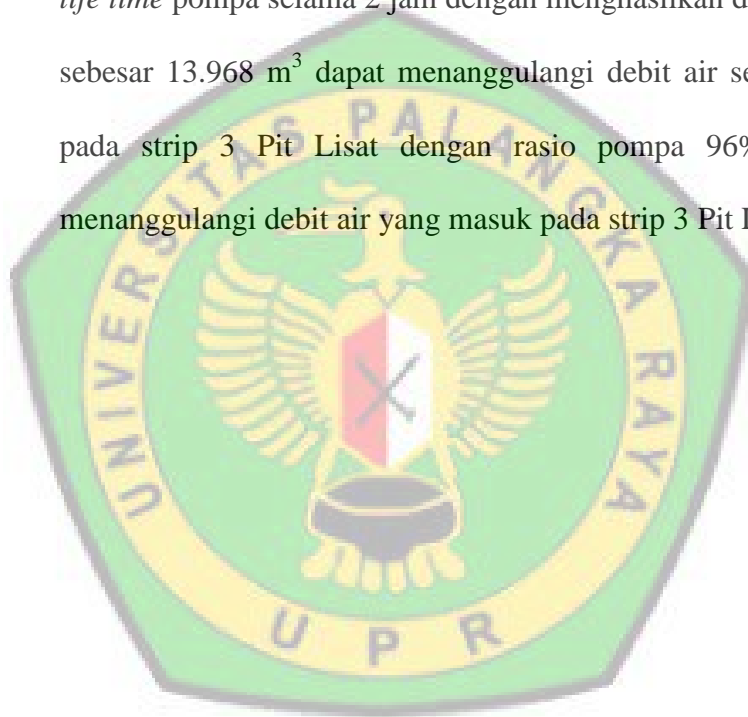
air pada Pit Lisat strip 1 sehingga total rasio pompa 74% sangat efektif.

Kemampuan pompa *Sykes FBP300* pada strip 3 memiliki kemampuan mengeluarkan air sebesar $0,194 \text{ m}^3/\text{detik}$ atau $12.571 \text{ m}^3/\text{hari}$ sehingga volume air sebesar 13.478 m^3 yang ada pada Pit Lisat strip 3 tidak dapat ditanggulangi. Dengan demikian rasio pompa *Sykes FBP300* adalah sebesar 107 %. Artinya dengan *life time* pompa selama 18 jam tidak mampu menangani volume air yang ada pada strip 3 sehingga direkomendasikan penbahan *life time* pompa selama 2 jam. Dengan adanya penambahan *life time* pompa selama 2 jam maka debit *outlet* pompa menjadi 13.968 m^3 yang dimana sebelumnya sebesar 13.478 m^3 . Penambahan *life time* pompa selama 2 jam dengan menghasilkan debit *outlet* pompa sebesar 13.968 m^3 dapat menanggulangi air limpasan sebesar 13.478 m^3 dengan rasio pompa 96% sangat efektif menanggulangi debit air limpasan.

Untuk rekomendasi penambahan pompa pada strip 1 yaitu pompa *Sykes HH220ISS* dengan *maximum flow* sebesar $0,186 \text{ m}^3/\text{detik}$ atau $12.053 \text{ m}^3/\text{hari}$ dengan jam kerja pompa 18 jam perhari. Penambahan *life time* pompa tidak bisa dilakukan karena debit air yang masuk terlalu besar. Rasio pompa yang sebelumnya tidak efektif karena rasio pompa 148% yang artinya debit air yang masuk melebihi kemampuan pompa. Dengan penambahan pompa *Sykes HH220ISS*

rasio pompa menjadi 74% sangat efektif menanggulangi debit air yang masuk pada strip 1. Yang berarti volume air yang masuk pada strip 1 Pit Lisat dapat ditanggulangi.

Sedangkan rekomendasi penambahan *life time* pompa pada strip 3 Pit Lisat dari 18 jam menjadi 20 jam menjadi alternatif. Penambahan *life time* pompa selama 2 jam dengan menghasilkan debit *outlet* pompa sebesar 13.968 m^3 dapat menanggulangi debit air sebesar 13.478 m^3 pada strip 3 Pit Lisat dengan rasio pompa 96% sangat efektif menanggulangi debit air yang masuk pada strip 3 Pit Lisat.



BAB V

PENUTUP

5.1 Kesimpulan

1. Diperoleh jam hujan maximum sebesar 5,76 jam dan intensitas sebesar 3,34 mm dengan luas cathment area strip 1 seluas 116 Ha dan strip 3 seluas 86,7 Ha. Total nilai debit air yang masuk pada strip 1 sebesar $12,38 \text{ m}^3/\text{detik}$ atau $17.836 \text{ m}^3/\text{hari}$ dan total nilai debit air yang masuk pada strip 3 sebesar $9,36 \text{ m}^3/\text{detik}$ atau $13.478 \text{ m}^3/\text{hari}$. Daya tampung aktual *main sump* strip 1 sebesar $2.310 \text{ m}^3/\text{hari}$. Daya tampung aktual *main sump* strip 3 sebesar $2.310 \text{ m}^3/\text{hari}$.
2. *Design floor* strip 1 yang digunakan untuk rancangan *main sump* 3.634 m^2 atau $0,3634 \text{ hectar}$. Kapasitas rancangan *main sump* strip 1 sebesar $17.867 \text{ m}^3/\text{hari}$ dengan kemampuan pompa Sykes HH220I sebesar 12.053 m^3 . *Design floor* strip 3 yang digunakan untuk rancangan *main sump* 2.811 m^2 atau $0,2811 \text{ hectar}$. Kapasitas rancangan *main sump* strip 3 sebesar $13.542 \text{ m}^3/\text{hari}$ dengan kemampuan pompa Sykes FBP300 sebesar 12.571 m^3 . *Design floor* strip 3 memiliki luas $2,3 \text{ hectar}$ atau 23.103 m^2 dan strip 3 memiliki luas $3,9 \text{ hectar}$ atau 39.694 m^2 .

5.2 Saran

1. Rancangan *main sump* yang optimal untuk menampung debit air perlu diterapkan dengan cermat pada *main sump* strip 1 dan strip 3, hal ini dilakukan karena tidak optimalnya fungsi *main sump* karena pada *main*

sump strip 1 dan strip 3 terjadinya air meluap hingga ke lantai tambang.

2. Perhitungan debit pompa secara aktual agar didapat data setiap harinya untuk efektifitas kerja pompa.



DAFTAR PUSTAKA

- _____. 2002. *Penyaliran Tambang*. Pusat Pengembangan Program OMTC Modul Teknologi Tambang Dalam. UPN. Yogyakarta.
- _____. 2006. *Arsip Eksplorasi PT. Pama Persada*. Kabupaten Sangata. Kalimantan Timur.
- Budiarto. 1997. *Diklat Kuliah Penyaliran Tambang*. UPN. Yogyakarta
- Cassidy, S. 1973. *Elements of Practical Coal Mining*. Society of Mining Engineers. New York.
- Chow Ven Te. 1985. *Hidrolika Saluran Terbuka (Bahasa Indonesia)*. Erlangga. Jakarta.
- G. Aradhea. 2011. *Hidrolika Saluran Terbuka*. Erlangga. Jakarta.
- J. Patrick Powers. 1992. *Construction Dewatering*. John Wiley & Sons.
- Kamiana, I Made. 2012. *Teknik Perhitungan Debit Rencana Bangunan Air*. Graha Utama. Yogyakarta.
- Margareth. 2010. *Perkiraan Debit Aktual Dengan Pengukuran Metode Discharge*. Erlangga. Jakarta.
- Negoro. 2011. *Saluran Terbuka Bentuk Trapesium*. Erlangga. Jakarta.
- Novalisae. 2011. *Evaluasi Teknis Sump dan Sistem Pemompaan di Blok S-5 Pit Selatan Pada PT. Pamapersada Nusantara Districk KCMB*. Universitas Palangkaraya
- Prasetyo, Agung. 2016. (Skripsi) *Rancangan Teknis Sistem Penyaliran Tambang Pit Bambang PT. Marunda Grahamineral di Kabupaten Murung Raya, Provinsi Kalimantan Tengah*. Program Studi Teknik Pertambangan. Fakultas Teknologi Mineral, UPN Veteran Yogyakarta.
- Rudy S, Gautama. 1999. *Sistem Penyaliran Tambang*. Institut Teknologi Bandung.
- Sayoga, Rudy. 2004. *Kajian Teknis Sistem Penyaliran Tambang dan Upaya Reduksi Total Suspended Solid (TSS) Pada Pit 3S PT. Indominco*

Mandiri Bontang Kalimantan Timur. Program Studi Teknik Pertambangan. Fakultas Teknologi Mineral, UPN Veteran Yogyakarta.

Seyhan, Erwin. 1995. *Hidrologi dan Pengelolaan Daerah Aliran Sungai*. Gadjah Mada University Press. Yogyakarta.

Sibarani, Sari Uli. 2016. (Skripsi) *Evaluasi Teknis Sump dan Sistem Pemompaan di Blok S-5 Pit Selatan Pada PT. Muara Alam Sejahtera* Universitas Sriwijaya.

Sularso dan Haruo Tahara. 1987. *Pompa dan Kompresor*. Pradnya Paramita. Jakarta.

Suripin. 2003. *Sistem Drainase Perkotaan yang Berkelanjutan*. Andi. Yogyakarta.

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

Suyono. 2012. *Metode Penelitian Kuantitatif Kualitatif dan R&D*. Bandung : Alfabeta.

Triatmodjo, Bambang. 2003. *Hidrologi untuk Pengairan*. Pradnya Paramita. Jakarta.

