

**ANALISIS MINE DEWATERING PADA TAMBANG
BATUBARA DI PIT TERATAI CV. BUNDA KANDUNG
KECAMATAN MONTALLAT KABUPATEN BARITO UTARA
KALIMANTAN TENGAH**

HASIL SKRIPSI



OLEH :

**HOTSON TOGATOROP
DBD 113 107**

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

**ANALISIS MINE DEWATERING PADA TAMBANG
BATUBARA DI PIT TERATAI CV. BUNDA KANDUNG
KECAMATAN MONTALLAT KABUPATEN BARITO UTARA
KALIMANTAN TENGAH**

HASIL SKRIPSI

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



OLEH :

**HOTSON TOGATOROP
DBD 113 107**

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

SURAT PERNYATAAN BEBAS PLAGIARISME

Saya yang bertanda tangan dibawah ini :

NAMA : HOTSON TOGATOROP
NIM : DBD 113 107
JURUSAN : TEKNIK PERTAMBANGAN

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

Demikian pernyataan ini saya buat dalam keadaan sehat, sadar tanpa ada tekanan dan paksaan dari siapapun.

Palangka Raya, 14 Desember 2020

Penulis,



HOTSON TOGATOROP
DBD 113 107

HALAMAN PENGESAHAN
SKRIPSI

"ANALISIS MINE DEWATERING PADA TAMBANG BATUBARA DI
PIT TERATAI CV. BUNDA KANDUNG KECAMATAN MONTALLAT
KABUPATEN BARITO UTARA KALIMANTAN TENGAH"

Oleh

HOTSON TOGATOROP
DBD 113 107

Telah dipertahankan di depan Tim Penguji pada
Hari/Tanggal : Senin, 14 Desember 2020
Dan dinyatakan telah memenuhi syarat untuk diterima

Tim Dosen Penguji,

1. Ir. YULIAN TARUNA, M.Si
NIP. 19580705 198903 1 019
2. DODY A.K WJAYA,S.Hut.,M.Si
NIP. 19831207 201212 1 001
3. NOVALISAE, S.T., MT
NIP. 19881110 201903 2 015
4. I PUTU PUTRAWIYANTA,S.T.,MT
NIP. 19910708 201903 1 014

Ketua

Sekretaris

Anggota

Anggota



Menyetujui,
Ketua Jurusan
Teknik Pertambangan



Fahri Indrajaya, ST.,MT
NIP. 19791215 200812 1 001

HALAMAN PERSEMBAHAN

SEBAGAI PENYEMANGAT DAN PENEDUH DIKALA SENDU, PENGHIBUR HATI DIKALA JATUH

LAYAKNYA SECANGKIR KOPI YANG MENGAWALI HARI

Kupersembahkan untuk :

- **Tuhan Yesus Kristus yang selalu menyertaiku dan satu-satunya sandaran hidup.**
- **Bapak, mama, kakak-kakak, dan abang-abangku yang selalu menjadi penyematku, kalian adalah harta yang paling berharga yang pernah kumiliki.**
- **Pembimbing Skripsi Bapak Ir. YULIAN TARUNA, M.Si dan Ibu DODY ARIYANTHO KUSMA WIJAYA, S.Hut., M.Si serta Bapak/Ibu Dosen dan Staf Jurusan Teknik Pertambangan yang sudah banyak membantu.**
- **Teman-teman yang ada di kampus UPR khususnya teman-teman seperjuangan TP 13 yang menjadi teman bertukar pikiran dan bercerita selama study.**
- **Diri sendiri sebagai penyemangat, teman berbagi cerita, serta pengingat dalam masa study.**

TETAPLAH HIDUP WALAU TIDAK BERGUNA

SARI

Pengeringan *sump* di Pit Teratai CV. Bunda Kandung harus dilakukan agar front penambangan tidak mengalami banjir. Kinerja pompa akan sangat berperan dalam proses pengeringan ini seperti mengetahui jumlah debit air yang masuk, sistem pemompaan dan waktu pemompaan. Metode yang digunakan yaitu kuantitatif – deskriptif dengan menggunakan rumus untuk mengetahui debit air limpasan dan menggunakan metode gumbel dalam menganalisis data curah hujan. Lalu metode Statistik – deskriptif dimana penulis menyajikan informasi dalam bentuk tabel curah hujan dan pengeringan *sump*. Hasil penelitian yang didapat adalah curah hujan maksimum sebesar 471,216 mm/hari, curah hujan rencana dengan menggunakan metode gumbel didapatkan sebesar 455,57 mm/hari, rata-rata hujan 2,3256 jam, intensitas curah hujan 89,976 mm/jam, luas catchment area 40,15 Ha, total debit air yang masuk ke pit teratai sebesar 7.595,74 m³/hari, debit air limpasan sebesar 7.516,74 m³/hari, debit air tanah sebesar 86,4 m³/hari, debit air hujan 26,11 m³/hari, debit evapotranspirasi 33,57 m³/hari dan total volume *sump* adalah sebesar 12.500 m³. Sistem pemompaan pada Pit Teratai adalah *singel stage*. Head total pompa 112,454 kW sebesar 79,47716 m, efisiensi pompa 60%. Sehingga kesimpulannya pengeringan menggunakan 1 buah pompa Sykes HH150 membutuhkan waktu 2,26 hari. Apabila diasumsikan pompa tidak bekerja 1 hari maka front penambangan akan banjir maka dibutuhkan solusi yaitu dengan memperluas ukuran dimensi *sump* dan menaikkan rpm pompa ke 1900 rpm.

Kata kunci: Pengeringan, Sump, Pompa, Curah Hujan, Debit Air.

ABSTRACT

Drying sump at Pit Teratai CV. Mother Kandung must be done so that the mining front does not experience flooding. Pump performance will play a very important role in this drying process such as knowing the amount of incoming water discharge, pumping system and pumping time. The method used is quantitative - descriptive using a formula to determine the discharge of runoff water and using the gumbel method in analyzing rainfall data. Then the statistical - descriptive method where the author presents information in the form of tables of rainfall and sump drying. The results obtained are the maximum rainfall of 471,216 mm/day, the planned rainfall using the gumbel method is obtained 455.57 mm/day, average rainfall 2.3256 hours, rainfall intensity 89.976 mm/hour, area of the catchment area 40.15 Ha, the total flow of water entering the pit lotus is 7,595.74 m³/day, water discharge runoff is 7,516.74 m³/day, groundwater discharge is 86.4 m³/day, rainwater discharge is 26.11 m³/day, evapotranspiration discharge 3 3.57 m³/day and the total volume of the sump is 12,500 m³. The pumping system at Pit Teratai is a single stage. The total pump head is 112,454 kW of 79,47716 m, pump efficiency is 60%. So the conclusion is that drying using 1 Sykes HH150 pump takes 2.26 days. If it is assumed that the pump does not work for 1 day then the mining front will be flooded, a solution is needed, namely by expanding the size of the sump dimensions and increasing the rpm of the pump to 1900 rpm.

Keywords: Drying, Sump, Pump, Rainfall, Water Discharge.

KATA PENGANTAR

Puji syukur saya panjatkan kehadirat Tuhan yang Maha Esa atas rahmat dan karunia-Nya penulis masih diberikan kesehatan jasmani dan rohani, sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi ini sebagai persyaratan perolehan gelar sarjana Strata-1 Jurusan Teknik Pertambangan Universitas Palangka Raya. Skripsi adalah salah satu dari mata kuliah wajib dengan bobot 6 sks yang wajib ditempuh oleh setiap mahasiswa Teknik Pertambangan Fakultas Teknik Universitas Palangka Raya sebagai bentuk penelitian mahasiswa terhadap perusahaan terkait guna memenuhi persyaratan untuk menyelesaikan program Strata-1. Melalui Skripsi ini diharapkan penulis dapat memperluas pengetahuan dan pemahaman mengenai disiplin ilmu disertai penerapannya secara nyata.

Pada kesempatan ini, Penulis mengucapkan banyak terimakasih yang sebesar-besarnya kepada:

1. Bapak Fahrul Indrajaya, ST., MT. selaku Ketua Jurusan Teknik Pertambangan Universitas Palangka Raya.
2. Bapak Yossa Yonathan H, ST., MT. selaku Sekretaris Jurusan/Prodi Teknik Pertambangan Universitas Palangka Raya.
3. Bapak Ir. Yulian Taruna, M.Si. selaku dosen pembimbing I
4. Bapak Dody A.K. Wijaya, S.Hut., M.Si. selaku dosen pembimbing II
5. Ibu Novalisae, S.T., M.T selaku dosen penguji I
6. Bapak I Putu Putrawiyanta, S.T., M.T selaku dosen penguji II
7. Orang Tua dan Keluarga yang telah memberikan dukungan mental maupun spiritual.

8. Seluruh rekan-rekan mahasiswa yang telah banyak membantu dalam penyusunan Skripsi ini.

Dalam penulisan skripsi ini penyusun menyadari bahwa dalam penyusunan usulan penelitian ini masih banyak kekurangan pada teknis penulisan skripsi, mengingat akan keterbatasan yang dimiliki oleh penyusun. Untuk itu penyusun mengharapkan kritik dan saran yang membangun dari semua pihak untuk penulisan berikutnya.

Palangka Raya, Desember 2020

Hotson Togatorop

DAFTAR ISI

	Halaman
HALAMAN JUDUL	i
SURAT PERNYATAAN BEBAS PLAGIARISME	ii
HALAMAN PENGESAHAN	iii
HALAMAN PERSEMBAHAN	iv
SARI	v
ABSTRACT	vi
KATA PENGANTAR	vii
DAFTAR ISI	ix
DAFTAR TABEL	xi
DAFTAR GAMBAR	xii
DAFTAR LAMPIRAN	xiii
BAB I PENDAHULUAN	
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	2
1.3 Maksud dan Tujuan	2
1.3.1 Maksud	2
1.3.2 Tujuan	3
1.4 Manfaat	3
1.5 Batasan Masalah	4
BAB II KAJIAN PUSTAKA	
2.1 Penelitian Terdahulu	5
2.2 Siklus Hidrologi	7
2.2.1 Evapotranspirasi	8
2.2.2 Infiltrasi	9
2.3 Sistem Penyaliran	10
2.4 Faktor-Faktor Yang Mempengaruhi Sistem Dewatering	13
2.4.1 Perhitungan Curah Hujan Rencana	13
2.4.2 Periode Ulang Hujan	22
2.4.3 Perhitungan Intesitas Curah Hujan	23
2.4.4 Penentuan <i>Catchment Area</i>	25
2.4.5 Debit Air yang Masuk ke Lokasi Tambang	25
2.4.6 <i>Sump</i>	28
2.4.7 Pipa dan Pompa	30
BAB III METODE PENELITIAN	
3.1 Gambaran Umum Wilayah Penelitian	39
3.1.1 Lokasi Dan Kesampaian Daerah	39
3.1.2 Keadaan Iklim Dan Curah Hujan	40
3.1.3 Keadaan Vegetasi	40
3.1.4 Sosial dan Kependudukan	41

3.1.5	Lokasi Kesampaian Daerah	41
3.2	Kondisi Geologi Regional	42
3.2.1	Fisiografi	42
3.2.2	Statigrafi.....	42
3.2.3	Struktur Geologi Regional	45
3.3	Kondisi Geologi Daerah Penelitian	46
3.3.1	Morfologi	46
3.3.2	Litologi	46
3.3.3	Struktur Geologi	47
3.4	Alat dan Bahan.....	47
3.5	Tata Laksana Penelitian	47
3.5.1	Langkah Kerja.....	47
3.5.2	Metode Penelitian	51
3.5.3	Metode Pengolahan Data	51
3.6	Bagan Alir Metode Penelitian.....	52
3.7	Waktu Penelitian	53

BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1	Hasil	54
4.1.1	Analisis Intensitas dan Curah Hujan Rencana	54
4.1.2	<i>Catchment Area</i>	58
4.1.3	Analisis Debit Limpasan	59
4.1.4	Analisis Kapasitas <i>Sump</i>	63
4.1.5	Analisis Pompa	65
4.2	Pembahasan.....	73
4.2.1	Intensitas Curah Hujan di Pit Teratai	73
4.2.2	Jumlah Debit Air yang Masuk ke <i>Sump</i>	76
4.2.3	Kinerja Pompa Pada Sistem Penirisan	78

BAB V KESIMPULAN DAN SARAN

5.1	Kesimpulan	81
5.2	Saran.....	81

DAFTAR PUSTAKA

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 Keadaan dan Curah Hujan	13
Tabel 2.2 Persyaratan Penggunaan Jenis Sebaran.....	19
Tabel 2.3 Periode Ulang Hujan.....	23
Tabel 2.4 Keadaan Curah Hujan dan Intensitas Hujan	24
Tabel 2.5 Nilai Koefisien Limpasan	27
Tabel 2.6 Konstanta <i>Hazen-Williams</i> berbagai jenis pipa	31
Tabel 2.6 Panjang Pipa ekuivalen	32
Tabel 2.6 Koefisien Kekasaran Pipa	35
Tabel 2.6 Koefisien Kerugian dari Berbagai Katup.....	37
Tabel 3.1 Koordinat Geografis Batas IUP CV. BK Seluas 3.930 Ha	40
Tabel 3.3 Waktu Penelitian	53
Tabel 4.1 Data Curah Hujan Maksimum 10 Tahun	54
Tabel 4.2 Persyaratan Parameter statistik suatu distribusi	55
Tabel 4.3 Perhitungan Parameter Statistik untuk menentukan distribusi curah hujan	56
Tabel 4.4 Rekapitulasi distribusi.....	56
Tabel 4.5 Perbandingan Nilai CHR Distribusi Gumbel Normal Log Normal dan Log Person III	57
Tabel 4.6 Nilai Koefisien Limpasan	59
Tabel 4.7 Dimensi Sump Rancangan Perusahaan.....	63
Tabel 4.8 Elevasi Sump Rancangan Perusahaan.....	61
Tabel 4.9 Data Jumlah dan Jenis Pompa serta Pipa	64
Tabel 4.10 Perhitungan Debit Pompa	65

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Siklus Hidrologi.....	8
Gambar 2.2 Penyaliran dengan sump	11
Gambar 2.3 Cara paritan.....	13
Gamabr 2.4 Sistem Adit	13
Gambar 2.5 Kedalaman Hujan Rencana <i>curva IDF</i>	23
Gambar 3.1 Statigrafi Daerah Muara Teweh.....	45
Gambar 3.2 Bagan Alir Metode Penelitian	52
Gambar 4.1 Pengukuran Debit Aktual Pompa	66
Gambar 4.1 Kurva Peforma Pompa.....	69

DAFTAR LAMPIRAN

LAMPIRAN

DATA CURAH HUJAN	A
PERHITUNGAN DATA CURAH HUJAN	B
DIMENSI <i>SUMP</i>	C
SPEK POMPA	D
PETA KESAMPAIAN DAERAH	E
PETA GEOLOGI REGIONAL	F
PETA IUP	G
PETA CATCHMENT AREA	H

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Pada industri pertambangan khususnya tambang terbuka, tingginya curah hujan dapat mempengaruhi bahkan menghambat kegiatan operasional penambangan. Pada penambangan yang menggunakan metode tambang terbuka (*open pit*) akan menyebabkan terbentuknya cekungan yang luas sehingga sangat potensial untuk menjadi daerah tampungan air, baik yang berasal dari air limpasan permukaan maupun air tanah .

Pada saat kondisi ekstrim berupa adanya curah hujan yang tinggi maka air yang berasal dari limpasan permukaan dapat menggenangi lantai dasar dan menyebabkan banjirnya *front* penambangan sehingga mengganggu aktivitas penambangan. Perencanaan sistem penyaliran dan penirisan tambang yang dapat menanggulangi air limpasan dan air tanah yang mengalir di pit penambangan batubara dengan pembuatan saluran penyaliran, *sump* dan pemompaan.

Selain itu pemompaan juga akan bertujuan untuk mengurangi air yang akan masuk ke lokasi tambang, baik dari air limpasan maupun air tanah. Oleh karena itu perlu dilakukan perencanaan penyaliran yang baik, agar air yang telah menggenangi maupun air yang akan masuk ke lokasi tambang dapat dikendalikan tanpa harus mengganggu aktifitas penambangan.

Maka dari itu diperlukan perencanaan mengenai dewatering untuk mengatasi masalah air yang ada di area penambangan. Kegiatan analisis ini di harapkan

menyelesaikan permasalahan banjir atau berlumpurnya *front* kerja di CV.Bunda Kandung sehingga memperoleh penanganan yang tepat dengan penerapan metode *mine dewatering* yang optimal dan rencana kemajuan tambang dapat segera dilakukan. Hal ini yang melatar belakangi penulis untuk melakukan penelitian tugas akhir dengan judul yaitu **“Analisis *Mine Dewatering* Pada Tambang Batubara di Pit Teratai CV. Bunda Kandung, Kecamatan Montallat, Kabupaten Barito Utara Kalimantan Tengah”**.

1.2 Rumusan Masalah

Rumusan masalah yang dibahas pada penelitian tugas akhir ini adalah sebagai berikut :

1. Berapa debit air limpasan di Pit Teratai CV. Bunda Kandung ?
2. Berapa kapasitas volume sump menampung air ?
3. Bagaimana kinerja pompa pada sistem penirisan *sump* Pit Teratai ?

1.3 Maksud dan Tujuan

1.3.1 Maksud

Menganalisis *mine dewatering* tambang pada *mine sump* untuk mengeluarkan dan mengurangi debit air yang masuk kedalam lokasi tambang di Pit Teratai CV.Bunda Kandung.

1.3.2 Tujuan

Tujuan dari pada penelitian skripsi ini adalah sebagai berikut :

1. Menghitung debit air limpasan yang ada di Pit Teratai CV. Bunda kandung.
2. Menghitung kapasitas volume yang masuk ke sump serta luas *catchment area*.
3. Menganalisis kinerja pompa pada sistem penirisan *sump* Pit Teratai.

1.4 Manfaat

A. Bagi Mahasiswa

1. Menambah wawasan peneliti yang lebih luas mengenai ilmu pengetahuan yang telah dipelajari di perkuliahan dengan kondisi praktek sebenarnya di lapangan.
2. Melatih kemampuan analisis terhadap permasalahan yang ada di lapangan berdasarkan teori yang telah diperoleh di dalam dunia pendidikan.
3. Dapat mendorong pengembangan ilmu pengetahuan yang akan memperluas pengembangan bagi pengembangan inovasi baru.

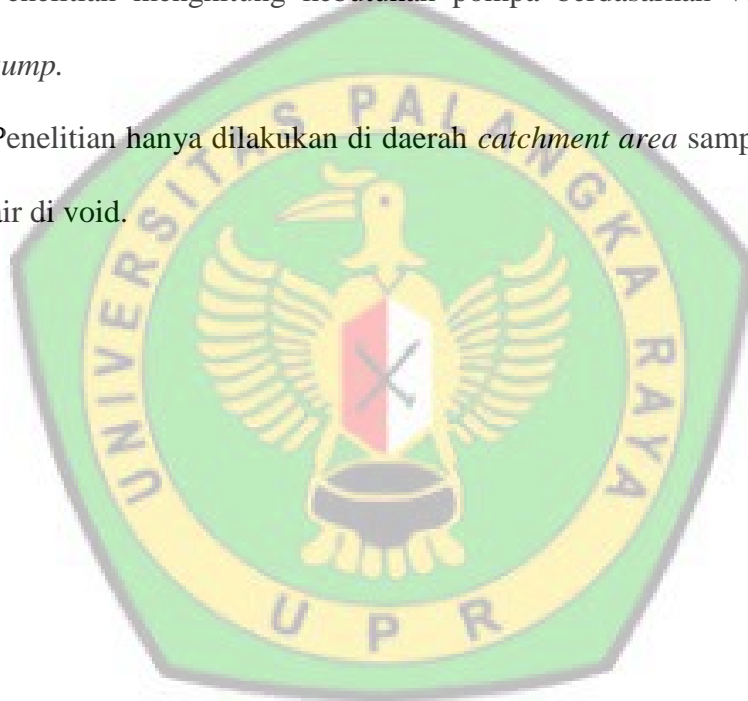
B. Bagi Perusahaan

1. Membantu perusahaan dalam menangani permasalahan mengenai *mine dewatering* tambang.
2. Membantu meningkatkan kelancaran produksi pada kegiatan penambangan.

1.5 Batasan Masalah

Batasan masalah pada penelitian tugas akhir ini adalah sebagai berikut:

1. Penelitian analisis *mine dewatering* dilakukan pada Pit Teratai CV. Bunda Kandung.
2. Analisis data curah hujan yang diperoleh dari data curah hujan 10 tahun terakhir untuk memperkirakan curah hujan rencana pada tahun 2020.
3. Penelitian menghitung kebutuhan pompa berdasarkan volume air pada *sump*.
4. Penelitian hanya dilakukan di daerah *catchment area* sampai pembuangan air di void.



BAB II

KAJIAN PUSTAKA

2.1 Penelitian Terdahulu

Pada penelitian terdahulu yang dilakukan oleh peneliti Haeruddin dkk, (2019) yang dilaksanakan pada PT. Darma Henwa yang berlokasi di Bengalon, Kabupaten Kutai Timur, Provinsi Kalimantan Timur. Berdasarkan jurnal dikatakan dilapangan terlihat adanya daerah tangkapan hujan yang luas namun kondisi sump dan pompa yang tidak sesuai dengan kondisi seharusnya. Permasalahan tersebut akan mengganggu aktivitas penambangan yang mengakibatkan tidak tercapainya target produksi. Diperlukan suatu upaya optimal untuk penanganan air yang masuk ke pit melalui suatu bentuk kajian sistem penyaliran tambang batubara dengan menganalisis semua aspek yang berpengaruh terhadap penanganan air yang masuk ke pit.

Data-data yang digunakan adalah data curah hujan selama 10 tahun, debit aktual pompa, diameter pipa, panjang pipa, dan dimensi aktual *sump*, dan luas tangkapan air hujan (*catchment area*). Dari hasil perhitungan curah hujan maksimum harian yang diperoleh pada daerah penelitian sebesar 10,02 mm/hari, waktu konsentrasi hujan pada daerah penelitian diperoleh sebesar 1,52 jam dan nilai intensitas curah hujan yang diperoleh pada daerah penelitian sebesar 2,52 mm/jam atau 0,0025m/jam. Debit air limpasan yang masuk ke dalam lokasi tambang dihitung dengan menggunakan Persamaan Rasional.

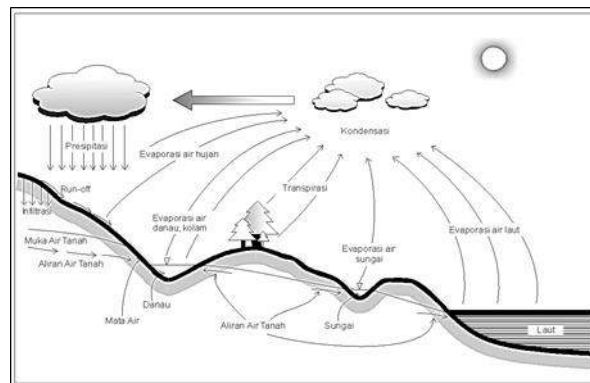
Intensitas hujan pada daerah penelitian 0,00252 m/jam, luas daerah tangkapan hujan daerah dasar pit dan jenjang sebesar 595,88 Ha atau 5.958.800 m² dan debit limpasannya yang diperoleh sebesar 3.130,87 m³/jam, jadi debit limpasan total 3.469,28 m³/jam. Volume sump dapat diketahui dengan elevasi air sump -104,86 m kemudian dari elevasi sump diolah ketahap selanjutnya untuk mengetahui volume sump, sehingga diperoleh volume sump di pit A sebesar 4.269.344 m³. Dalam penelitian tersebut, pompa yang digunakan adalah pompa multiflo 420 EX, pompa tersebut memiliki debit aktual sebesar 227 liter/detik atau 0,227 m³/detik atau 817,2 m³/jam.

Kebutuhan pompa pada pit A, dari perhitungan didapat debit air limpasan yang masuk ke sump pit A 3.469,28 m³/jam, pada daerah penelitian rata-rata hujan perhari 2 jam, jadi jumlah debit air limpasan pada pit A 6.938,56 m³/hari, dengan debit pompa 817,2 m³/jam maka waktu untuk memompa air limpasan perhari adalah 8,49 jam, dari jumlah jam kerja pompa perhari 22 jam, jadi yang tersisa 13,11 jam yang digunakan untuk memompa air yang ada di sump, jumlah air yang ada di sump pada pit A 4.269.344 m³, dengan menggunakan 1 pompa dengan debit outlet pompa sebesar 10.713,492 m³/hari maka waktu yang dibutuhkan untuk mengeluarkan air yang ada di sump pit A adalah 398 hari, jika penambahan 3 pompa pada pit A dengan dengan debit 2451,6 m³/jam atau 53.935,2 m³/hari dan ditambah dengan debit pompa yang sudah ada sebesar 10.713,492 m³/hari jadi total debit keseluruhan sebesar 64.648,692 m³/hari maka air yang ada sump pit A akan habis dalam waktu 66 hari.

2.2 Siklus Hidrologi

Air di bumi mengalami suatu perputaran melalui serangkaian peristiwa yang berlangsung secara terus-menerus dan membentuk suatu siklus yang dikenal dengan siklus hidrologi (*Hydrological cycle*). Tahapan daur hidrologi dimulai dari penguapan air dari samudera. Perubahan bentuk air menjadi uap ini disebabkan oleh energi panas dari matahari. Uap air ini dibawa ke daratan oleh massa udara yang bergerak. Uap air ini akan terkondensasi pada lapisan atmosfer bumi dan akan terjadi presipitasi. Presipitasi ini dapat berbentuk hujan jika suhu kondensasi uap hanya mencapai wujud cair maupun salju jika perubahan suhu mencapai di bawah titik beku.

Air hujan akan akan memulai siklus baru dalam bentuk aliran di permukaan bumi (*run-off*) maupun melalui media seperti vegetasi yang menahan butiran air (*interseption*). Beberapa bagian air akan mengalir ke daerah yang lebih rendah dan akhirnya menuju ke laut, sebagian lagi akan mengalami penguapan baik langsung (*evaporation*) dan melalui tumbuhan (*transpiration*) serta masuk ke dalam tanah melalui rongga antar butiran tanah (*infiltration*). Adanya pengaruh gaya gravitasi akan menarik air akibat kelebihan kelengasan tanah. Pada kedalaman dan zona tertentu, pori-pori tanah dan batuan akan mengalami kejenuhan. Batas atas zona jenuh air ini disebut muka air tanah.



Gambar 2.1 Skema Siklus Hidrologi
(Sumber : Chay Asdak, 1995)

2.2.1 Evapotranspirasi

Evapotranspirasi adalah kombinasi proses kehilangan air dari suatu lahan bertanaman melalui evaporasi dan transpirasi. Evaporasi adalah proses dimana air diubah menjadi uap air dan selanjutnya uap air tersebut dipindahkan dari permukaan bidang penguapan ke atmosfer. Evaporasi terjadi pada berbagai jenis permukaan seperti danau, sungai, lahan pertanian, tanah, maupun dari vegetasi yang basah. Transpirasi adalah proses penguapan melalui tumbuh-tumbuhan. Mengingat faktor-faktor yang mempengaruhi evapotranspirasi lebih banyak dan lebih sulit dari faktor yang mempengaruhi evaporasi, maka banyaknya evapotranspirasi tidak dapat diperkirakan dengan teliti. Salah satu rumus yang digunakan untuk menentukan evapotranspirasi adalah dengan menggunakan rumus *Turc Langbein Wundt* sebagai berikut:

$$ET = \frac{P}{\left[0,9 + \left(\frac{P}{L(T)}\right)^2\right]^{0,5}}$$

Keterangan:

ET = Evapotranspirasi

P = Curah hujan tahunan rata-rata (mm/tahun)

T = Temperatur rata-rata

L(T) = Fungsi suhu = $300 + 25T + 0,05T^3$

2.2.2 Infiltrasi

Air bergerak ke dalam tanah melalui celah-celah dan pori-pori tanah dan batuan menuju muka air tanah. Air dapat bergerak akibat aksi kapiler atau air dapat bergerak secara vertikal atau horizontal di bawah permukaan tanah hingga air tersebut memasuki kembali sistem air permukaan. Infiltrasi mempunyai arti penting terhadap :

a. Proses Limpasan (*run off*)

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

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

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

2.3 Sistem Penyaliran

Tujuan sistem penyaliran tambang adalah membuat lokasi kerja di areal penambangan agar selalu terjaga dari genangan air yang mengganggu karena bila tidak terkontrol akan menimbulkan masalah, salah satunya adalah menurunnya efisiensi kerja karena kondisi kerja yang becek dan licin dan masalah-masalah lain seperti terganggunya kestabilan lereng, peledakan dan kelembaban tinggi.

Bentuk-bentuk sistem penyaliran tambang antara lain saluran, paritan, *sump*, terowongan air (*tunnel*), sumur dalam dan sumur pompa. Sistem penyaliran tambang sangat di perlukan di area penambangan agar air yang masuk dapat di kelola dengan baik sehingga dapat terencana seluruh aktifitas penambangan tanpa harus terganggu oleh genangan air.

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

1. *Mine Drainage*

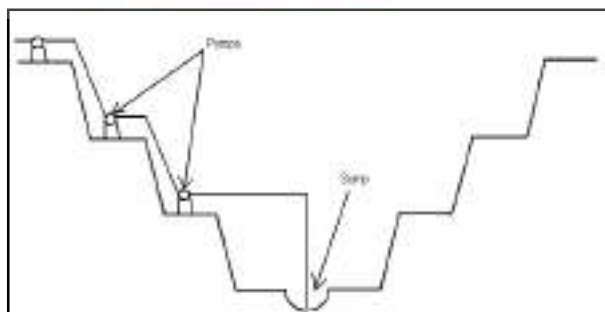
Mine drainage adalah suatu upaya yang dilakukan untuk mencegah air masuk ke daerah penambangan (Haeruddin dkk, 2019). Pada dasarnya *Mine drainage* dilakukan untuk menangani air tanah maupun air yang permukaan. Adapun beberapa metode *mine drainage* antara lain metode *siemens*, metode pemompaan dalam (*deep well pump*, metode elektro osmosis, *Small pipe with vacuum pump*).

2. *Mine dewatering*

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

a. Sistem kolam terbuka (*sump*)

Sistem ini diterapkan untuk membuang air yang telah masuk ke daerah penambangan. Air dikumpulkan pada sumur (*sump*), kemudian dipompa keluar dan pemasangan jumlah pompa tergantung kedalaman penggalian.



Gambar 2.2 Penyaliran dengan Sump
(Sumber : Nurhakim, 2005)

b. Cara paritan

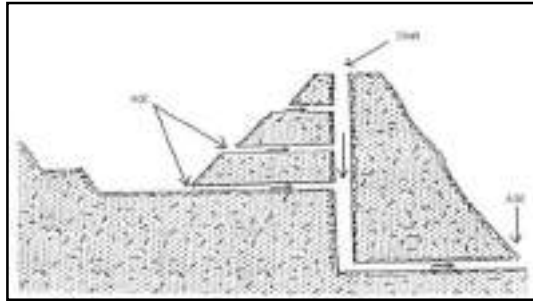
Penyaliran dengan cara paritan ini merupakan cara yang paling mudah, yaitu dengan pembuatan paritan (saluran) pada lokasi penambangan. Pembuatan parit ini bertujuan untuk menampung air limpasan yang menuju lokasi penambangan. Air limpasan akan masuk ke saluran-saluran yang kemudian di alirkan ke suatu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



Gambar 2.3 Cara paritan
(Sumber : Budiarto, 1997)

c. Sistem *adit*

Penyaliran dengan sistem *adit* cocok diterapkan pada tambang yang cukup dalam, tetapi terdapat suatu lembah yang memungkinkan dibuatnya sumuran (*Shaff*). Sumuran ini berfungsi sebagai jalan keluarnya aliran-aliran air melalui beberapa adit dari dalam tambang. Aliran air akhirnya keluar melalui lembah.



Gambar 2.4 Sistem Adit
(Sumber : Budiarto, 1997)

2.4 Faktor-Faktor Yang Memengaruhi Sistem Dewatering

2.4.1 Perhitungan Curah Hujan Rencana

Curah hujan adalah banyaknya hujan yang terjadi pada suatu daerah. Curah hujan merupakan faktor yang sangat penting dalam perencanaan sistem penyaliran, karena besar kecilnya curah hujan pada suatu daerah tambang akan mempengaruhi besar kecilnya air tambang yang harus ditanggulangi.

Tabel 2.1 Keadaan dan curah hujan (Sudjarwadi, 1996)

Keadaan Curah Hujan	Curah Hujan	
	1 Jam	24 Jam
Hujan sangat ringan	< 1 mm	< 5 mm
Hujan ringan	1 - 5 mm	5 - 20 mm
Hujan normal	5 - 10 mm	20 - 50 mm
Hujan lebat	10 - 15 mm	50 - 100 mm
Hujan sangat lebat	> 20 mm	> 100 mm

Curah hujan merupakan data utama dalam perencanaan kegiatan penyaliran tambang terbuka. Angka-angka curah hujan yang diperoleh merupakan data yang tidak dapat digunakan secara langsung untuk perencanaan pembuatan sarana pengendalian air tambang, tetapi harus diolah terlebih dahulu untuk mendapatkan nilai curah hujan yang lebih akurat.

Pengamatan curah hujan dilakukan dengan alat pengukur curah hujan. Ada dua jenis alat pengukur curah hujan, yaitu alat ukur manual dan otomatis. Alat ini biasanya diletakkan ditempat terbuka agar air hujan yang jatuh tidak terhalang oleh bangunan atau pepohonan. Perhitungan curah hujan rencana digunakan untuk meramal besarnya hujan dengan periode ulang tertentu. Berdasarkan curah hujan rencana tersebut kemudian dicari intensitas hujan yang digunakan untuk mencari debit banjir rencana.

1. Analisis Frekuensi

Analisis frekuensi bertujuan untuk mencari hubungan antara besarnya suatu kejadian ekstrem (maksimum atau minimum) dan frekuensinya berdasarkan distribusi probabilitas. Hubungan antara besarnya kejadian ekstrem dan frekuensinya atau peluang kejadiannya adalah berbanding terbalik. Dengan kata lain dapat dirumuskan :

$$X = \frac{1}{P}$$

Keterangan : X = Besarnya suatu kejadian Hujan

P = Peluang atau Frekuensi suatu kejadian

Besarnya persamaan di atas, dapat dilihat bahwa nilai x akan semakin besar jika nilai P semakin kecil. Atau frekuensi hujan yang sangat lebat akan lebih kecil dibandingkan dengan frekuensi hujan yang bukan lebat.

Dalam analisis frekuensi suatu kejadian (hujan atau debit) di perlukan seri data (hujan atau debit) selama beberapa tahun. Pengambilan seri data untuk tujuan analisis frekuensi dapat dilakukan dengan 2 metode yaitu :

a. Seri Parsial (*partial duration series*)

Metode ini digunakan apabila data yang tersedia kurang dari 10 tahun runtut waktu. Dalam metode ini, ditetapkan dulu batas bawah suatu seri data. Kemudian semua besaran data yang lebih besar dari batas bawah tersebut diambil menjadi bagian seri data. Pengambilan batas bawah dapat dilakukan dengan sistem peringkat. Caranya adalah dengan mengambil semua besaran data yang cukup besar kemudian diurut dari besar ke kecil. Data yang diambil untuk kepentingan analisis adalah sesuai dengan panjang data dan diambil dari besaran yang paling besar.

Akibat dari metode pengambilan seri data seri parsial adalah dimungkinkannya dalam satu tahun diambil data lebih dari satu, sementara pada tahun yang lain tidak ada data yang diambil karena data yang tersedia di bawah batas bawah.

b. Data Maksimum Tahunan (*annual maximum series*)

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

Akibat dari metode pengambilan seri data maksimum tahunan adalah data terbesar kedua dalam suatu tahun yang lebih besar nilainya dari data terbesar pada tahun yang lain menjadi tidak diperhitungkan dalam analisis.

2. Pengukuran Dispersi

Suatu kenyataan bahwa tidak semua variat dari suatu variabel hidrologi terletak atau sama dengan nilai rata-ratanya, kemungkinan ada nilai variat yang lebih besar atau lebih kecil dari pada nilai rata-ratanya. Besarnya derajat dari sebaran variat di sekitar nilai rata-ratanya disebut dengan variasi (*variation*) atau dispersi (*dispersion*) dari pada suatu data sembarang variabel hidrologi. Cara mengukur besarnya variasi atau dispersi disebut pengukuran dispersi, pengukuran dispersi meliputi standar deviasi, koefisien kemencengan, koefisien variasi, dan pengukuran kurtosis (*Sumber : Soewarno, 1995*).

1. Mean / nilai tengah / rerata

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

Diketahui :

X_i = Titik tengah tiap interval kelas (mm)

\bar{X} = Rata-rata hitungan (mm)

n = Jumlah kelas

2. Simpangan Baku / Standard Deviasi

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

Diketahui :

S = Standar deviasi

X_i = Titik tengah tiap interval kelas (mm)

\bar{X} = Rata-rata hitungan (mm)

n = Jumlah kelas

3. Koefisien Variansi / *Variation Coefficient*

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

Diketahui :

Cv = koefisien variasi

S = standar deviasi

\bar{X} = Rata-rata hitungan (mm)

4. Asimetri / Kemencengan / *Skewness*

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

Diketahui :

Cs = koefisien kemencengan

S = standar deviasi

X_i = Titik tengah tiap interval kelas (mm)

\bar{X} = Rata-rata hitungan (mm)

n = Jumlah kelas

5. Kurtosis

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

Diketahui :

Ck = koefisien kurtosis

S = standar deviasi

X_i = Titik tengah tiap interval kelas (mm)

\bar{X} = Rata-rata hitungan (mm)

n = Jumlah kelas

3. Distribusi Probabilitas

Dalam ilmu statistik dikenal beberapa macam distribusi frekuensi dan empat jenis distribusi yang banyak digunakan dalam bidang hidrologi, yaitu distribusi normal, distribusi Log-Normal, distribusi Log-Person III, dan distribusi Gumbel. Sebelum menghitung curah hujan wilayah dengan distribusi yang ada dilakukan terlebih dahulu pengukuran dispersi untuk mendapatkan parameter-parameter yang digunakan dalam perhitungan curah hujan rencana (Sumber : Suripin, 2004).

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

Tabel 2.2 Persyaratan Penggunaan Jenis Sebaran

No	Distribusi	Persyaratan
1	Metode Gumbel	$C_k \leq 5,4002$ $C_s \leq 1,139$
2	Normal	$C_s \approx 0$ $C_k \approx 0$
3	Metode Log Pearson III	$C_s \neq 0$ $C_k < 1,5 C_s (\ln X)^2 + 3$
4	Metode Log Normal	$C_s > 3C_v + C_v^3$ $C_k = 0$

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

A. Distribusi Probabilitas Gumbel

$$X_T = \bar{x} + S \times K$$

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

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

Keterangan :

X_T = Curah hujan rencana periode ulang tertentu (mm)

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

K = Faktor frekuensi Gumbel

S = Standar deviasi dari data hujan (X)

Y_t = *Reduce variate*

Y_n = *Reduce mean*

S_n = *Reduce standard Deviasi*

B. Distribusi Probabilitas Normal

$$X_T = \bar{x} + K_T \cdot S$$

Keterangan :

X_T = Perkiraan harga untuk periode ulang T

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

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

S = Standar deviasi dari X

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

n = Jumlah data pengamatan

C. Distribusi Probabilitas Log Normal

$$\text{Log } X_T = \text{Log } \bar{x} + K_T \cdot S \text{Log } x$$

Keterangan :

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

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

N = Jumlah data

K_T = Variabel standard, besarnya dari T

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

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

D. Distribusi Probabilitas Log Pearson III

$$\text{Log } X_T = \text{Log } \bar{x} + K_T \cdot S \text{Log } x$$

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

Keterangan :

$\text{Log } X_T$ = Nilai logaritma hujan rencana dengan periode

Ulang tertentu (mm)

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

n = Jumlah data

K_T = Variabel standart, besarnya bergantung

Koefisien kemencengan (cs atau G)

SLogx = Standar deviasi dari log x

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

Cs = Koefisien Skewness

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

2.4.2 Periode Ulang Hujan

Periode ulang adalah waktu hipotetik di mana suatu kejadian dengan nilai tertentu, debit rencana misalnya akan disamai atau dilampaui 1 kali dalam jangka waktu hipotetik tersebut. Hal ini tidak berarti bahwa kejadian tersebut akan berulang secara teratur setiap periode ulang tersebut.

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

Tabel 2.3 Periode Ulang Hujan Untuk Sarana Penyaliran Pada Daerah

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

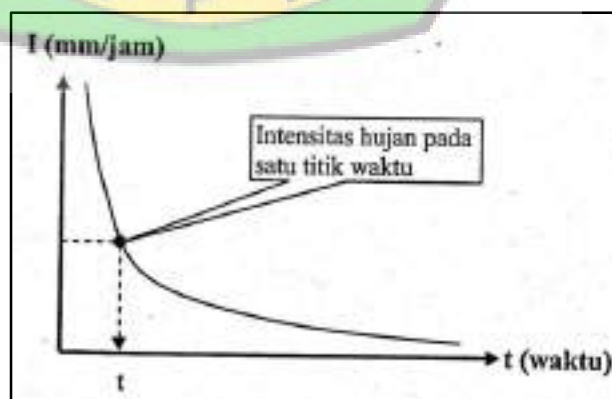
(Sumber : Kite G.W. (1977)

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

2.4.3 Perhitungan Intensitas Curah Hujan

Intensitas hujan atau intensitas hujan rencana dapat dikatakan sebagai ketinggian atau kederasan hujan per satuan waktu, biasanya dalam satuan (mm/jam) atau (cm/jam).

Data hujan rencana yang diperlukan dalam perhitungan debit rencana dapat berupa Intensitas hujan rencana di satu titik waktu.



Gambar 2.5 Kedalaman hujan rencana di satu titik waktu pada Curve IDF

(Sumber : I Made K 2010)

Curve yang di tunjukan dalam gambar 2.5 sering disebut *Curve IDF* (*Intensity-Duration-Frequency Curve*). *Curve* ini menggambarkan hubungan antara intensitas hujan, durasi atau lama hujan, dan frekuensi hujan atau periode ulang.

Jika data hujan jangka pendek tidak tersedia, dan yang tersedia adalah data hujan harian maka persamaan regresi *Curve IDF* dapat diturunkan dengan Metode Mononobe.

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

Keterangan :

I = Intensitas curah hujan (mm/jam)

t = Durasi Hujan (jam)

R₂₄ = Curah hujan harian maksimum (mm)

Tabel 2.4 Keadaan Curah Hujan dan Intensitas Curah Hujan

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

(Sumber : Suwandhi, 2004 : 10)

2.4.4 Penentuan *Catchment Area*

Catchment area merupakan suatu areal atau daerah tangkapan hujan di mana batas wilayah tangkapannya ditentukan dari titik-titik elevasi tertinggi sehingga akhirnya merupakan suatu poligon tertutup yang mana polanya disesuaikan dengan kondisi topografi, dengan mengikuti kecenderungan arah gerak air (Suwandhi, 2004 : 9).

Pembatasan *catchment area* biasa dilakukan pada peta topografi dan untuk perencanaan sistem penyaliran dianjurkan dengan menggunakan peta rencana penambangan dan peta situasi tambang.

2.4.5 Debit Air yang Masuk ke Lokasi Tambang

Unsur pembentuk debit yang masuk ke lokasi tambang terdiri dari curah hujan langsung ke tampungan, limpasan permukaan dan air tanah.

1. Air Hujan Langsung ke Tampungan

Bagian hujan yang langsung jatuh ke tampungan *Sump* merupakan debit masuk yang harus diperhitungkan dalam proses perencanaan kapasitas *sump*. Persamaan yang digunakan adalah :

$$Q = I \cdot A$$

Keterangan :

Q = Debit Air (m³/detik)

I = Intensitas curah hujan (mm/jam)

A = Luas *Sump* (Km²)

2. Air Limpasan Permukaan

Air limpasan adalah bagian dari curah hujan yang mengalir diatas permukaan tanah menuju sungai, danau atau laut (Asdak,1995 dalam Suyono, 2012). Penentuan besar debit air limpasan maksimum ditentukan dengan metode “Rasional”. Menurut Goldman (1986) dalam Suripin (2004), Metode Rasional dapat digunakan untuk daerah pengaliran < 300 ha.

Rumus umum dari Metode Rasional adalah :

$$Q = 0,278 \cdot C \cdot I \cdot A$$

Keterangan :

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

Bila curah hujan melampaui kapasitas infiltrasi, maka besarnya limpasan permukaan akan segera meningkat sesuai dengan peningkatan intensitas curah hujan. Faktor yang paling mempengaruhi banyaknya air limpasan adalah kondisi penggunaan lahan dan kemiringan, atau perbedaan tinggi daerah. Faktor-faktor ini digabung dan dinyatakan oleh suatu angka yang disebut koefisien limpasan seperti pada Tabel 2.4.

Tabel 2.5 Nilai Koefisien Limpasan

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

(Sumber : Suwandhi, 2004 : 10)

3. Air Tanah

Untuk menghitung debit dari air tanah dapat menggunakan cara perhitungan fluida ($Q = V : t$), perhitungan menggunakan wadah dengan volume terukur dan stopwatch. Wadah ditempatkan di aliran air tanah lalu hitung waktu tempuh air tanah dalam memenuhi volume wadah, misalkan wadah berukuran 300 ml maka butuh berapa detik air tanah dapat memenuhi wadah tersebut. Setelah itu debit air tanah dapat di hitung dengan rumus :

$$Q = V : t$$

Keterangan :

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

V = Volume wadah air (m^3)

t = Waktu tempuh / alir (detik)

2.4.6 Sump

Sump merupakan tempat yang dibuat untuk menampung air sebelum air tersebut dipompakan (Hartono, 2006). Sump ini juga dapat berfungsi sebagai tempat mengendapkan lumpur. Tata letak sump dipengaruhi oleh sistem drainase tambang yang digunakan serta disesuaikan dengan letak geografis daerah tambang dan kestabilan lereng tambang.

Berdasarkan penempatannya, sump dapat dibedakan menjadi beberapa jenis, yaitu

1. Travelling sump

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

2. Sump jenjang

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

3. Main sump

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

Berdasarkan tata letak sump, sistem penyaliran tambang dapat dibedakan menjadi:

1. Sistem penyaliran terpusat

Pada sistem ini sump-sump akan ditempatkan pada setiap jenjang atau bench. Sistem penyaliran dilakukan dari jenjang paling atas menuju jenjang-jenjang yang berada di bawahnya, sehingga akhirnya air akan terpusat pada main sump untuk kemudian dipompakan keluar tambang.

2. Sistem penirisan tidak terpusat

Sistem ini diterapkan untuk daerah tambang yang relatif dangkal dengan keadaan geografis daerah luar tambang yang memungkinkan untuk mengalirkan air secara langsung dari sump ke luar tambang.

Sumuran tambang berfungsi sebagai tempat penampungan sementara air dan lumpur sebelum dipompa ke luar tambang.

Dimensi kolam penampungan sementara yang direncanakan harus mampu menampung air limpasan maksimum yang akan masuk ke pit, pada saat curah hujan maksimum.

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

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

Keterangan :

t = Panjang permukaan *sump* (m)

b = Panjang dasar *sump* (m)

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

L = Lebar permukaan *sump* (m)

2.4.7 Pipa Dan Pompa

a. Pipa

Pipa adalah saluran tertutup yang digunakan untuk mengalirkan fluida. Pipa untuk keperluan pemompaan biasanya terbuat dari baja, tetapi untuk tambang yang tidak terlalu dalam dapat menggunakan pipa HDPE (*High Density Polyethylene*). Pada dasarnya bahan apapun yang digunakan harus memperhatikan kemampuan pipa untuk menahan cairan didalamnya.

Sistem pemipaan akan sangat berhubungan erat dengan daya serta *head* pompa yang dibutuhkan. Hal ini terjadi karena sistem pemipaan tidak akan terlepas dari adanya gaya gesekan pada pipa, belokan, pencabangan, bentuk katup, serta perlengkapan pipa lainnya. Hal ini akan menyebabkan terjadinya kehilangan energi sehingga turunnya tekanan di dalam pipa.

Pada pemasangan instalasi pipa, hal-hal yang perlu diperhitungkan adalah sebagai berikut:

1. Jenis pipa yang digunakan.
2. Sudut belokan (elbow) yang dibentuk.
3. Tipe katup yang digunakan.
4. Sambungan pipa.

Head loss pada pipa dapat dihitung dengan persamaan *Hazen-William*:

$$H_L = \frac{10,666 \times Q^{1,85}}{C^{1,85} \times D^{4,85}} \times (L + L_e)$$

Keterangan:

H_L = *Head loss* pipa (m)

Q = Debit aliran pipa (m³/s)

C = Konstanta *Hazen-Williams*

D = Dimameter pipa (m)

L = Panjang pipa (m)

L_e = Panjang pipa ekuivalen (m)

Tabel 2.6. Konstanta *Hazen-Williams* berbagai jenis pipa (Chow, Maidment, dan Mays, 1988)

Jenis Pipa	Nilai C
Pipa besi cor baru	130
Pipa besi cor lama	100
Pipa besi cor lama / permukaan dalam kasar	70
Pipa baja baru	130
Pipa baja sedang / setengah pakai	100
Pipa baja lama	80
Pipa plastik " <i>polyethylene</i> "	140

Panjang pipa ekuivalen merupakan nilai pipa beserta aksesorisnya dianggap sama dengan pipa lurus, dan dapat dilihat pada tabel berikut:

Tabel 2.7. Panjang pipa ekuivalen (Chow, Maidment, dan Mays, 1988)

Nama Alat	Panjang Pipa Lurus Ekuivalen
Ellbow belokan 10 °	10,67 D
Ellbow belokan 20 °	13,3 D
Ellbow belokan 30 °	16,5 D
Ellbow belokan 45 °	20 D
Ellbow belokan 90 °	32 D
Pipa U	75 D
Pipa T	60 D
Pipa Y	500 D
Flowmeter	10D
Gate valve	7 D
Katup bola (DN 150)	60 D
Katup bola (DN 200)	67 D

b. Pompa

Pompa adalah suatu alat atau mesin yang digunakan untuk memindahkan cairan dari suatu tempat ke tempat yang lain melalui suatu media perpipaan dengan cara menambahkan energi pada cairan yang dipindahkan dan berlangsung terus menerus. Untuk menghitung rencana pompa yang sesuai dengan kebutuhan adalah dengan cara mengetahui dan menyesuaikan dengan debit air yang masuk.

Perhitungan *Head* Pompa

a. *Head* Total Pompa

Head total pompa yang harus disediakan untuk mengalirkan sejumlah air seperti direncanakan, dapat ditentukan dari kondisi instalasi yang akan dilayani oleh pompa. *Head* total pompa dapat dituliskan sebagai berikut :

$$H = H_s + H_v + H_f + H_l$$

Keterangan :

H : *total head* (m)

H_s: *static head* (m)

H_v : *velocity head* (m)

H_f: *friction head* (m)

H_l : *sock loss head* (m)

b. Static Head (H_c)

Static head adalah kehilangan energi yang disebabkan oleh perbedaan tinggi antara tempat penampungan dan tempat pembuangan.

$$H_c = h_2 - h_1$$

Keterangan :

h_1 = elevasi sisi isap (m)

h_2 = elevasi sisi keluar (m)

c. Velocity Head (H_v)

Velocity Head adalah kehilangan yang diakibatkan oleh kecepatan air yang melalui pompa.

$$H_v = \frac{v^2}{2g}$$

Keterangan :

v = Kecepatan air yang melalui pompa (m/detik)

g = Gaya gravitasi bumi (m/detik²)

Nilai v diperoleh dari persamaan $v = Q/A = \text{debit}$

kemampuan pompa dan $A = \pi r^2$

d. Friction Head (H_f)

Menentukan nilai H_f atau menentukan beberapa kerugian (H_f) yang terjadi di dalam pipa pada pipa isap dan pipa tekan. Rumus ini umumnya digunakan untuk menghitung head gesekan pada pipa, dapat menggunakan persamaan Hazen-Williams dan nilai koefisien kekasaran pipa dapat dilihat pada (Tabel 2.4), sebagai berikut:

$$H_f = \frac{10,666 \times Q^{1,85}}{C^{1,85} \times D^{4,85}} \times L$$

Keterangan:

H_f = Julang kerugian (m). Q = laju aliran (m³/s).

D = diameter pompa (m). L = panjang pipa (m).

C = koefisien kekasaran pipa.

Tabel 2.8 Koefisien Kekasaran Pipa

Jenis pipa	C
Pipa plastic	140
Pipa baja atau besi tuang baru	130
Pipa kayu atau beton biasa	120
Pipa baja berkeling baru, pipa gerabah	110
Pipa besi tuang lama, pipa bata	100
Pipa baja berkeling lama	95
Pipa besi tua berkarat	80
Pipa besi atau baja sangat berkarat	60

Sumber : Sulastro (1983)

Menentukan nilai H_f s dan kerugian aksesorisnya

Rumus ini umumnya digunakan untuk menghitung *head* gesekan pada aksesoris pipa, dengan cara menggunakan persamaan Hazen-Williams dan nilai

koefisien kekasaran katup, serta kecepatan aliran pada aksesoris pipa dapat dilihat pada (tabel 2.4), berikut adalah rumus untuk menghitung *head* gesekan :

- Menghitung kecepatan Aliran

$$V = \frac{Q}{A}$$

- Menentukan kekasaran pada aksesoris pipa

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

Keterangan

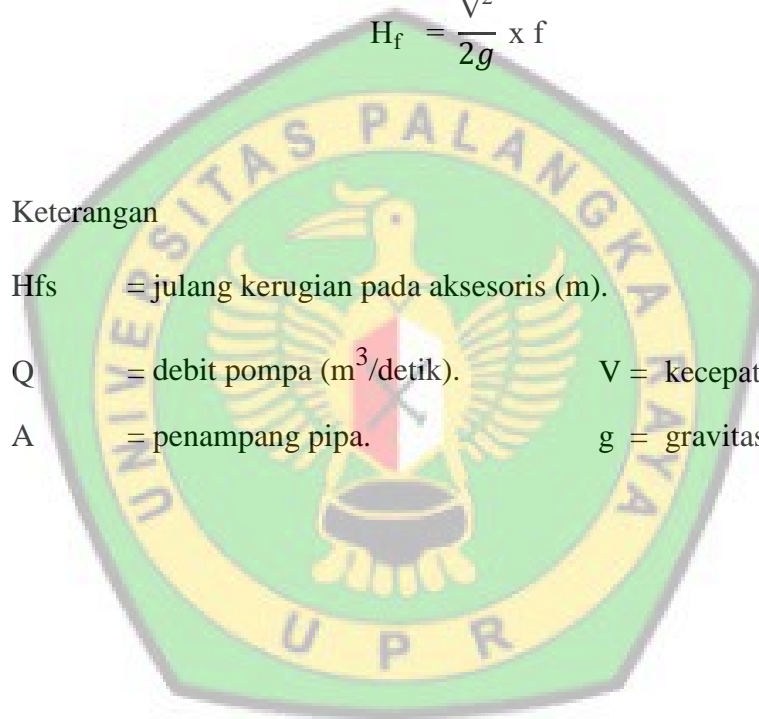
H_f = julang kerugian pada aksesoris (m).

Q = debit pompa ($m^3/detik$).

V = kecepatan (m).

A = penampang pipa.

g = gravitasi.



Tabel 2.9 Koefisien Kerugian dari Berbagai Katup

JENIS KATUP	DIAMETER (mm)											
	100	150	200	250	300	400	500	600	700	800	900	1000
Katup sorong	0,14	0,12										
Katup kupu- kupu	0,6 – 0,16 (bervariasi menurut konstruksi dan diameter)											
Katup putar	0,09- 0,026 (bervariasi menurut diameter)											
Katup cegah jenis ayun			1,2	1,15	1,1	1	0,98	0,96	0,94	0,92	0,9	0,88
Katup cegah tutup cepat jenis tekanan			1,2	1,15	1,1	1	0,9	0,8	0,7	0,6	0,5	0,4
Katup cegah jenis angkatbebas	1,44	1,39	1,34	1,3	1,2							
Katup cegah tutup-cepat jenis pegas	7,3	6,6	5,9	5,3	4,6							
Katup kepak	0,5											
Katup Isap saringan	1,97	1,91	1,84	1,78	1,72							
Katup pintu			0,4									
<i>Reducer</i>			0,03									

Sumber : Sulasro dan Tahara (1991)

e. Shock loss Head (Hl)

Kehilangan ini pada jaringan pipa disebabkan oleh perubahan-perubahan mendadak dari geometri pipa seperti adanya belokan-belokan. Kerugian *head* dapat dinyatakan secara umum pada persamaan. Nilai koefisien kerugian untuk belokan lengkung dinyatakan pada persamaan dibawah ini

$$Hl = f \frac{v^2}{2g}$$

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

Keterangan :

R = jari-jari lengkung belokan

R = $D / (\tan \frac{1}{2} \theta)$

v = kecepatan pada penampang pipa (m/s)

f = koefisien kerugian

g = percepatan gravitasi (m²/s)

D = diameter dalam pipa (m)

R = jari-jari lengkung sumbu belokan (m)

θ = sudut belokan (°)

BAB III

METODE PENELITIAN

3.1 Gambaran Umum Daerah Penelitian

CV. Bunda Kandung merupakan perusahaan yang bergerak dalam bidang usaha pertambangan batubara di Kecamatan Teweh Tengah Kabupaten Barito Utara Provinsi Kalimantan Tengah, dengan Ijin Usaha Pertambangan Operasi Produksi.

3.1.1 Lokasi dan Kesampaian Daerah

Secara administratif CV. BUNDA Kandung berada pada Desa Paring Lahung Kecamatan Teweh Tengah, Kabupaten Barito Utara, Provinsi Kalimantan Tengah, dengan luas IUP 3.930 hektar. Untuk mencapai daerah penelitian dapat ditempuh dari palangkaraya (Ibu Kota Provinsi Kalimantan Tengah menuju Muara Teweh dapat ditempuh dalam waktu \pm 8 jam, dengan menggunakan angkutan darat kemudian Muara Teweh ke Paring lahung menggunakan Speed Boat melalui sungai Barito dengan waktu tempuh 2,5 jam.

Tabel 3.1 Koordinat Geografis Batas IUP CV. BK Seluas 3.930 Ha

No	Garis Bujur			Garis Lintang		
	○	'	''	○	'	''
1	114	45	30.65	01	08	02.87
2	114	45	30.65	01	09	28.19
3	114	41	57.10	01	09	28.19
4	114	41	57.10	01	09	23.09
5	114	39	29.98	01	09	23.09
6	114	39	29.98	01	09	28.19
7	114	38	30.74	01	09	28.19
8	114	38	30.74	01	09	17.32
9	114	38	06.85	01	09	17.32
10	114	38	06.85	01	09	06.88
11	114	37	45.79	01	09	06.88
12	114	37	45.79	01	08	53.31
13	114	37	21.77	01	08	53.31
14	114	37	21.77	01	08	39.44
15	114	36	55.72	01	08	39.44
16	114	36	55.72	01	08	26.93
17	114	36	34.41	01	08	26.93
18	114	36	34.41	01	08	15.42
19	114	36	14.45	01	08	15.42
20	114	36	14.45	01	08	06.97
21	114	35	55.50	01	08	06.97
22	114	35	55.50	01	08	02.87

(Sumber : SK IUP CV. Bunda Kandung,2010)

3.1.2 Keadaan Iklim dan Curah Hujan

Kondisi iklim di daerah Kabupaten Barito Utara termasuk iklim sangat basah. Sesuai pengamatan Stasiun Meteorologi Beringin Muara Teweh, keadaan temperatur udara rata – rata maksimum $\pm 30,1^{\circ}\text{C}$ dan minimum $\pm 23,2^{\circ}\text{C}$ (Keadaan bulan Januari – Desember 2019) dengan kelembapan udara rata – rata 80,75% .

3.1.3 Keadaan Vegetasi

Secara umum vegetasi yang dijumpai di wilayah IUP CV. Bunda Kandung di dominasi oleh hutan dan kebun campuran serta lahan terbuka. Jenis vegetasi

hutan di wilayah IUP umumnya berupa jenis tumbuhan meranti kuning, pelawan, bengkirai, cengal, rasak, jabon, terap, laban dan damar.

3.1.4 Sosial dan Kependudukan

Tahun 2016 jumlah sekolah menurut strata pendidikan dasar lanjutan dan tinggi menunjukkan peningkatan kualitas. Hal ini terlihat dari rasio murid terhadap guru menunjukkan rata-rata seorang guru menangani 10 orang murid untuk tingkat pendidikan dasar, tingkat pendidikan lanjutan menengah serta atas.

Dibidang kesehatan, pembangunan prasarana kesehatan untuk masyarakat seperti puskesmas, posyandu, pos obat desa dan rumah bersalin dari tahun ke tahun mengalami peningkatan. Rasio dokter (dokter umum) per jumlah penduduk hingga tahun 2016 relatif belum ideal karena seorang dokter harus menangani sekitar 6.420 orang.

Bidang religius keagamaan menjadi salah satu unsur penting dalam pembangunan masyarakat untuk menjadi bangsa yang beriman kepada Tuhan Yang Maha Esa. Komposisi penduduk menurut agama dengan keberadaan sarana peribadatan di Barito Utara mengalami pertumbuhan relatif proporsional dengan jumlah penduduk.

3.1.5. Lokasi Kesampaian Daerah

Untuk mencapai lokasi penelitian dapat ditempuh dengan 2 alternatif yaitu

:

- Dari Palangka Raya menuju Muara Teweh dapat ditempuh dengan menggunakan kendaraan roda empat (mobil) dengan waktu tempuh \pm 8 jam perjalanan, selanjutnya dari Muara Teweh menuju ke lokasi penelitian yaitu CV. Bunda Kandung Desa Paring Lahung Kecamatan Montallat dengan jarak tempuh \pm 120 km dengan waktu tempuh sekitar 2 jam perjalanan dengan menggunakan kendaraan roda empat (mobil).
- Dari Palangka Raya menuju Desa Buhut dapat ditempuh dengan menggunakan kendaraan roda empat (mobil) maupun kendaraan roda empat (mobil) dengan waktu tempuh \pm 7 jam perjalanan, selanjutnya dari Desa Buhut menuju ke lokasi penelitian yaitu CV. Bunda Kandung Desa Paring Lahung Kecamatan Montallat yang melalui jalan hauling yang beroperasi selama 24 jam sehingga waktu tempuh perjalanan menuju desa lokasi penelitian tersebut memakan waktu \pm 3 jam perjalanan dengan jarak tempuh hanya sejauh 50 km.

3.2. Kondisi Geologi

3.2.1 Fisiografi

Wilayah Fisiografi pada daerah penelitian merupakan dataran rendah yang membentang luas, rupa dari dataran ini sebagian tertutup endapan gambut pada wilayah berhutan lebat dan daratan. Daerah yang mengalami patahan ini memiliki ketinggian dataran yaitu 100 meter di atas permukaan laut yaitu merupakan dataran perbukitan Serta perairan sungai yang cukup luas pada daerah penelitian.

3.2.2 Stratigrafi

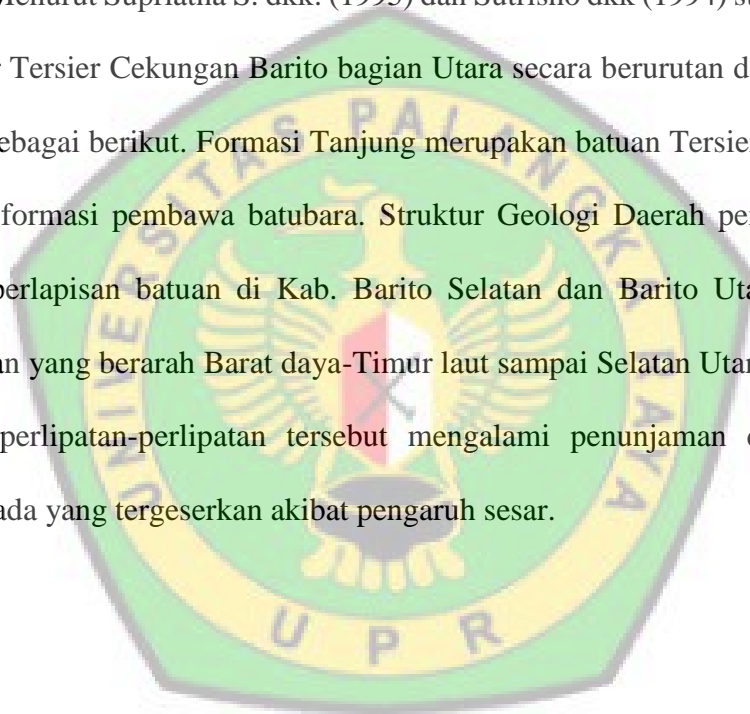
Berdasarkan kerangka tektonik regional Kalimantan, daerah Provinsi Kalimantan Tengah termasuk dalam cekungan Barito yang terletak disisi tenggara lempeng mikro Sunda. Bagian Utara dipisahkan dengan cekungan Kutai oleh “*Paternoster Fault System*” dan “*Barito – Kutai Crose Heigh*”. Sebelah Timur dipisahkan dengan Cekungan Asam-Asam dan Cekungan Pasir oleh Pegunungan Meratus. Disebelah Selatan merupakan batas tidak tegas dengan Cekungan Jawa Timur dan disebelah Barat oleh tinggian Sunda.

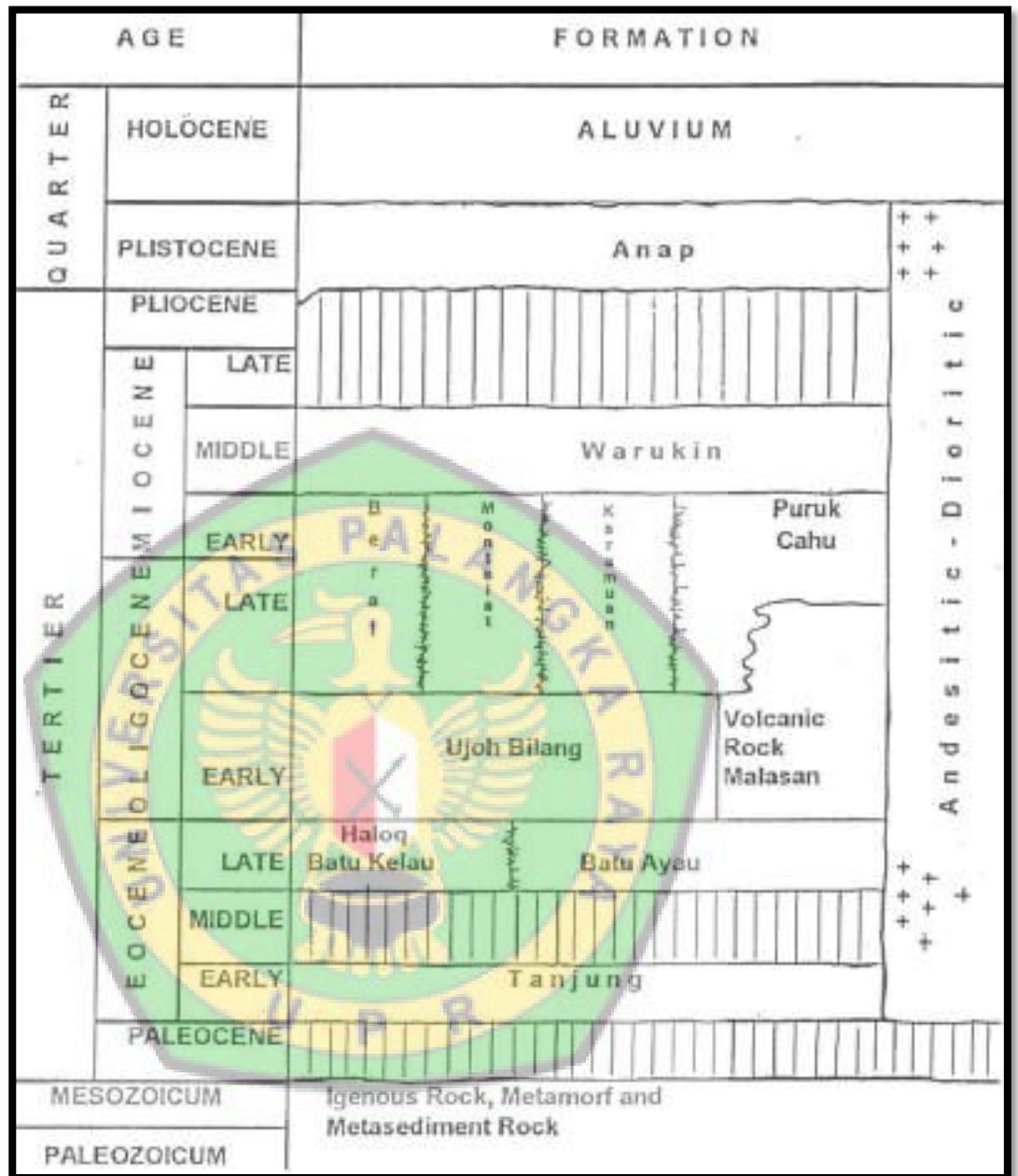
Pembagian Stratigrafi Cekungan Barito dari tua ke muda adalah sebagai berikut:

- 1) Batuan Dasar Pra-Tersier, terdiri dari batuan metasedimen dan batuan beku.
- 2) Formasi Tanjung, bagian bawah didominasi oleh batupasir dan konglomerat dengan interkalasi batubara, bagian tengah selang-seling batupasir, batulanau dan batulempung serta bagian atas terdiri dari batulempung gampingan dengan interkalasi batugamping dan batubara.
- 3) Formasi Montalat, terdiri dari batu pasir kwarsa, agak padat, sisipan batulempung dan batubara.
- 4) Formasi Berai, bagian bawah terdiri dari selang-seling batugamping dengan napal, bagian tengah-tengah berupa bagian batugamping masif berupa kerangka dari suatu terumbu dan pada bagian bawah terdiri dari selang-seling batugamping dengan batulempung dan batubara.

- 5) Formasi Warukin, bagian bawah selang-seling antara batupasir dengan batulempung dan interkalasi gamping, bagian tengah selang-seling batupasir, batulempung dan batubara.
- 6) Formasi Dahor, terdiri dari batupasir, batulanau dengan interkalasi batulempeng dan batubara serta fragmen batuan yang lebih tua.

Menurut Supriatna S. dkk. (1995) dan Sutrisno dkk (1994) stratigrafi batuan berumur Tersier Cekungan Barito bagian Utara secara berurutan dari tua ke muda adalah sebagai berikut. Formasi Tanjung merupakan batuan Tersier paling tua dan sebagai formasi pembawa batubara. Struktur Geologi Daerah penelitian. Secara umum perlapisan batuan di Kab. Barito Selatan dan Barito Utara membentuk perlipatan yang berarah Barat daya-Timur laut sampai Selatan Utara. Di beberapa tempat perlipatan-perlipatan tersebut mengalami penunjaman dan pencuatan, bahkan ada yang tergeserkan akibat pengaruh sesar.





Gambar 3.1. Stratigrafi Daerah Muara Teweh

3.2.3 Struktur Geologi Regional

Struktur geologi yang di jumpai di daerah ini berupa sesar, perlipatan dan kelurusan yang secara umum berarah baratdaya-timurlaut dan baratlaut-tenggara. Sesar terdiri dari sesar normal, sesar geser dan sesar naik yang melibatkan batuan

sedimen yang berumur Tersier dan pra-Tersier. Kelurusan-kelurusan ini diduga merupakan jejak/petunjuk sesar dan kekar yang berarah sejajar dengan struktur umum. Lipatan-lipatan berupa sinklin dan antiklin seperti halnya sesar dan kelurusan, juga berarah sejajar dengan struktur regional, timurlaut-baratdaya. Mengingat litologi di daerah ini didominasi oleh batuan yang berumur tersier, diduga kehadiran sesar, kelurusan dan lipatan berhubungan erat dengan kegiatan tektonik yang terjadi pada zaman itu (Tersier).

3.3 Kondisi Geologi Daerah Penelitian

3.3.1 Morfologi daerah Penelitian

Topografi dan morfologi daerah Kabupaten Barito Utara terdiri dari sebelah Selatan ke Timur merupakan dataran agak rendah sedangkan ke arah Utara dengan bentuk daerah lipatan, patahan yang dijajari oleh pegunungan *Muller/Schwaner*. Bagian wilayah dengan kelerengan 0-2% terletak dibagian selatan tepi sungai Barito yaitu kecamatan Montallat dan Teweh Tengah seluas 165 km² (29,2%). Bagian wilayah dengan kemiringan 2-15% tersebar di semua kecamatan seluas 4.785 km² (21,5%). Kemiringan 15-40% tersebar di semua kecamatan seluas 4.275 km² (51,5%) dan bagian wilayah dengan kemiringan di atas 40% seluas 2.075 km² (25%).

3.3.2 Litologi daerah Penelitian

Pada daerah penelitian lithologi batuan yang ada pada lokasi didominasi oleh batupasir dan konglomerat dengan interkalasi batubara, bagian tengah selang-seling batupasir, batulanau dan batulempung serta bagian atas terdiri dari batulempung gampingan dengan interkalasi batugamping dan batubara.

3.3.3 Struktur Geologi

Pengamatan struktur geologi didasarkan pada kedudukan lapisan batuan dan morfologi daerah penyelidikan. Berdasarkan kedudukan lapisan batuan diketahui bahwa di daerah penyelidikan pada umumnya jurus lapisan batuan ditemukan dengan arah dan kemiringan yang hampir sama pada beberapa lokasi serta kondisi morfologi yang bergelombang lemah, menunjukkan bahwa di daerah penyelidikan tidak mempunyai struktur geologi yang kompleks.

3.3 Alat dan Bahan

Alat dan Bahan yang digunakan adalah :

1. Buku tulis & alat tulis
2. Alat pelindung diri (APD)
3. *Stopwatch*
4. Kamera Hand Phone
5. Kalkulator
6. Laptop

3.4 Tata Laksana Penelitian

3.4.1 Langkah Kerja

Adapun langkah kerja yang dilakukan dalam kegiatan ini adalah sebagai berikut:

1. Melakukan studi literatur tentang analisis *mine dewatering*.

2. Melakukan orientasi lapangan sebelum melakukan pengambilan data-data yang diperlukan dalam penyusunan laporan Skripsi.
3. Pengambilan data primer dan data sekunder.

I. Data Primer:

Data primer diambil langsung yaitu :

- a. Pengambilan panjang air limpasan yang keluar dari *outlet* pompa untuk data x pada metode *Discharge* pompa.
- b. Pengambilan data dilakukan dengan pengukuran panjang pipa dan jenis pipa yang digunakan.
- c. Pengambilan data jenis dan jumlah pompa yang digunakan perusahaan.
- d. Pengambilan data jumlah jam kerja pompa

II. Data Sekunder:

Data sekunder didapatkan langsung dari perusahaan yaitu :

- a. Data curah hujan 10 tahun
 - b. Data dimensi *sump*
 - c. Peta Geologi Regional
 - d. Peta Topografi Daerah Penelitian
 - e. Peta Izin Usaha Penambangan (IUP)
 - f. Peta *catchman area*
 - g. Spesifikasi pompa dan kurva efisiensi pompa
 - h. Debit air tanah
4. Tahapan Pengolahan dan Evaluasi Data

Data yang diperoleh baik dari data primer maupun data sekunder selanjutnya diolah dengan bantuan beberapa aplikasi untuk mempermudah pengolahan data. Adapun pengolahan dan analisis data yang dilakukan adalah sebagai berikut:

a. Menghitung debit limpasan

Sebelum melakukan perencanaan sump perlu dilakukan perhitungan data curah hujan. Untuk menghitung data curah hujan diperlukan data minimal 10 tahun. Perhitungan data curah hujan bertujuan untuk mendapatkan debit rencana dan intensitas curah hujan. Data curah hujan 10 tahun kemudian diolah untuk mencari data harian curah hujan maksimum. Setelah mengetahui curah hujan maksimum kemudian dilakukan pemilihan metode pengolahan data untuk mencari curah hujan rata-rata, standart deviasi, nilai reduksi variat.

Hasil pengolahan data ini memberikan gambaran intensitas curah hujan harian maksimum. Setelah mengetahui intensitas curah hujan dilakukan perhitungan volume sump berdasarkan intensitas curah hujan dan catchment area.

b. Menghitung kapasitas serta daya pompa

Kapasitas sump merupakan acuan untuk menentukan total air yang harus dikeluarkan dari lokasi penambangan. Dalam proses pengeluaran air dari lokasi penambangan dilakukan dengan menjumlahkan debit total air yang masuk ditambahkan dengan

volume target pengeringan, maka dapat menghitung volume total air yang harus di pompa. Berdasarkan data tersebut, dapat menentukan jumlah pompa yang dibutuhkan pada sump berdasarkan kapasitas pompa yang tersedia dan target waktu pemompaan.

Untuk mencapai target pemompaan yang di inginkan perlu dilakukan perhitungan data head total pompa. Dari data head total pompa kemudian dapat dilihat efisiensi performa pemompaan yang dilakukan terhadap kapasitas pemompaan.

c. Pembahasan

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

d. Penarikan Kesimpulan dan Saran

Kesimpulan diperoleh dari hasil pengamatan, perhitungan, dan analisis data di lapangan. Kemudian dihasilkan suatu rekomendasi yang bermanfaat bagi perusahaan. Serta saran-saran agar apa yang direkomendasikan bisa dilaksanakan oleh perusahaan.

e. Presentasi

Melakukan presentasi terkait laporan yang telah dibuat, presentasi dilakukan di universitas.

3.4.2 Metode Penelitian

Metode penelitian yang digunakan dalam melakukan penelitian skripsi ialah :

1. Metode Observasi (pengamatan)

Metode ini dilakukan dengan cara melakukan pengamatan secara langsung dilapangan.

2. Metode *Interview* (wawancara)

Metode ini dilakukan dengan cara mencari data melalui penjelasan secara langsung dilapangan dari pihak perusahaan CV.Bunda Kandung.

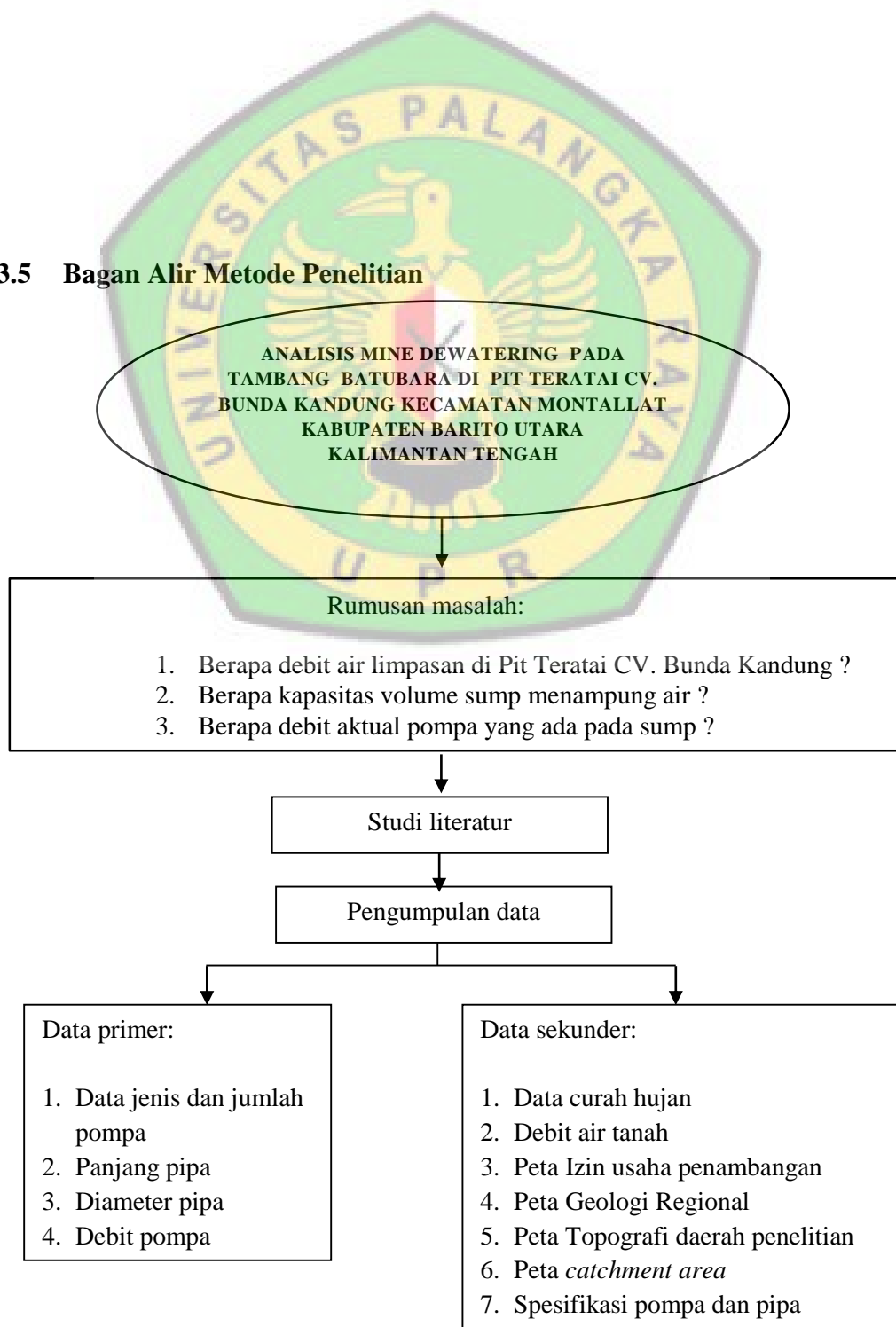
3. Metode Pustaka

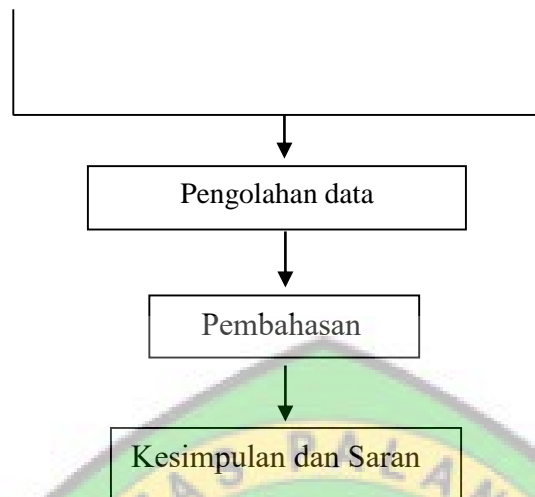
Dilakukan dengan cara mencari literatur mengenai kegiatan Produksi, baik berupa data yang diberikan pihak perusahaan, materi yang didapat dari kampus.

3.4.3 Metode Pengolahan Data

Metode analisis data dalam penelitian mine dewatering di pit teratai CV.bunda kandung menggunakan metode pendekatan kuantitatif dan Deskriptif Kualitatif. Pendekatan kuantitatif adalah penelitian yang analisisnya lebih fokus pada data-data angka diolah menggunakan metoda statistika. Sedangkan metode Deskriptif Kualitatif yaitu menganalisis data-data yang ada dengan menggunakan deskripsi kata-kata dan juga gambar.

3.5 Bagan Alir Metode Penelitian





Gambar 3.2. Bagan alir metode penelitian

3.6 Waktu Penelitian

Waktu pelaksanaan kegiatan Tugas Akhir ini adalah selama 2 bulan dari **30 september 2020 sampai 25 november 2020**. Dengan rincian kegiatan sebagai berikut:

Tabel 3.2 Waktu Penelitian

No	Uraian Kegiatan	Oktober				November			
		1	2	3	4	1	2	3	4
1	Orientasi Lapangan								
2	Pengambilan Data								
3	Pengolahan Data								
4	Pembuatan Laporan								
5	Konsultasi Proposal								
6	Seminar Proposal								

7	Revisi Proposal								
8	Konsultasi Hasil								
9	Seminar Hasil								
10	Ujian Akhir								



4.1. HASIL

4.1.1 Analisis Curah Hujan Rencana dan Intensitas Curah Hujan

Curah hujan berguna untuk mengetahui periode ulang hujan yang terjadi pada daerah pengaliran. Curah hujan yang digunakan dalam analisis penelitian ini adalah curah hujan harian maksimum yang ada tersedia pada daerah penelitian. (Lampiran A). Data curah hujan maksimum dalam kurun waktu 10 tahun terakhir ini digunakan untuk menghitung intensitas hujan rata-rata.

Tabel 4.1 Data Curah Hujan Maksimum 10 Tahun

TAHUN	CH MAXIMUM	HARI HUJAN
-------	------------	------------

2010	322,68	25
2011	333,50	24
2012	337,30	20
2013	610,50	25
2014	441,00	26
2015	565,55	24
2016	521,33	24
2017	631,00	28
2018	517,00	23
2019	432,30	20
Rata-rata	471,216	23,9

Secara sistematis metode analisis *frekuensi* perhitungan hujan rencana ini dilakukan berurutan seperti berikut.



A. Parameter Statistik Distribusi

Tabel 4.2 Persyaratan Parameter statistik suatu distribusi

No	Distribusi	Persyaratan
1	Metode Gumbel	$C_k \leq 5,4002$ $C_s \leq 1,139$
2	Normal	$C_s \approx 0$ $C_k \approx 0$
3	Metode Log Pearson III	$C_s \neq 0$ $C_k < 1,5 C_s (\ln X)^2 + 3$
4	Metode Log Normal	$C_s > 3C_v + C_v^3$ $C_k = 0$

Parameter yang digunakan dalam perhitungan analisis *frekuensi* meliputi parameter nilai rata-rata (\bar{X}), standar deviasi (S_d), Koefisien variasi (C_v), Koefisien kemencengan (C_s) dan Koefisien kurtois (C_k). Sementara untuk memperoleh harga parameter statistik dilakukan perhitungan seperti berikut:

1. Mean /rerata

$$(\bar{X}) = \frac{\sum_{i=1}^n x_i}{n} = \frac{4712,160}{10} = 471,2160 \text{ mm/ hari}$$

2. Simpangan Baku / Standard Deviasi

$$S = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2}{n-1}} = \sqrt{\frac{119827,0472}{9}} = \sqrt{13314,11} = 115,38$$

3. Koefisien Variansi /Variation Coefficient)

$$C_v = \frac{S}{\bar{X}} = \frac{115,386}{471,216} = 0,244$$

4. Asimetri / Kemencengan / Skewness

$$C_s = \frac{n \cdot \sum_{i=1}^n n(x_i - \bar{x})^3}{(n-1)(n-2) \cdot S^3} = \frac{10 (-534281,97)}{(9)(8) \cdot 115,38^3} = -0,048302489$$

5. Kurtosis

$$C_k = \frac{n^2 \cdot \sum_{i=1}^n n(x_i - \bar{x})^4}{(n-1)(n-2)(n-3) \cdot S^4} = \frac{10^2 (2289289627,61)}{(9)(8)(7) \cdot 115,38^4} = 1,291445384$$

Untuk memudahkan perhitungan, maka proses analisisnya dilakukan secara matriks dengan menggunakan tabel sebagai berikut untuk menentukan distribusi curah hujan.

Tabel 4.3 Perhitungan Parameter Statistik untuk menentukan distribusi curah hujan

No	Tahun	Curah Hujan Maksimum (mm) (xi)	\bar{x}	$(xi - \bar{x})^2$	$(xi - \bar{x})^3$	$(xi - \bar{x})^4$	Standar Deviasi (Sd)
1	2010	322,68	471,2160	22062,9433	-3277141,3454	486773466,88	115,3868
2	2011	333,50		18965,6967	-2611879,8807	359697649,64	
3	2012	337,30		17933,4951	-2401581,9239	321610244,92	
4	2013	610,50		19400,0327	2702114,1485	376361267,05	
5	2014	441,00		913,0067	-27587,4091	833581,15	
6	2015	565,55		8898,9036	839469,1681	79190484,49	
7	2016	521,33		2511,4130	125856,9509	6307195,23	
8	2017	631,00		25530,9267	4079433,5848	651828215,91	
9	2018	517,00		2096,1747	95971,2605	4393948,18	
10	2019	432,30		1514,4551	-58936,5330	2293574,11	
				119827,0472	-534281,9794	2289289627,61	

Sumber : Pengolahan Data. 2020

Berdasarkan perhitungan parameter statistika, jenis distribusi yang cocok dengan sebaran data curah hujan harian maksimum di wilayah penelitian adalah distribusi Gumbel. Metode Distribusi Gumbel merupakan metode yang cocok dalam menghitung curah hujan rencana. Berikut tabel yang akan menunjukkan syarat serta pemilihan jenis sebaran berdasarkan parameter distribusi statistik.

Tabel 4.4 Rekapitulasi distribusi

Cs	Ck	Normal	Log Normal	Gumbel	Log Pearson tipe III
		Cs = 0 Ck = 0	Cs = 0,61 Ck = 0	Cs ≤ 1,139 Ck ≤ 5,4002	Cs ≠ 0 Ck = 1,40
-0,048	1,29	X	X	✓	X

(Sumber: Hasil Perhitungan, 2020)

B. Pemilihan Jenis Sebaran

Analisis *frekuensi* atas data hidrologi menuntut syarat tertentu untuk data yang bersangkutan, yaitu harus seragam dan mewakili. Ada beberapa metode analisis *frekuensi* yang digunakan dalam perhitungan periode ulang hujan. Pada Tabel 4.4 ditampilkan perbandingan Nilai CHR Distribusi Gumbel, Distribusi Normal, Distribusi Log Normal, dan Distribusi Log-Person III.

Tabel 4.5 Perbandingan Nilai CHR Distribusi Gumbel, Normal, Log Normal dan Log Person III

Gumbel		Normal		Log Normal		Log Person III	
PUH (Thn)	CHR (mm/hari)	PUH (Thn)	CHR (mm/hari)	PUH (Thn)	CHR (mm/hari)	PUH (Thn)	CHR (mm/hari)
2	455,57	2	471,21	2	502,28	2	502,28
5	593,29	5	568,14	5	501,86	5	598,81
10	684,48	10	618,91	10	501,63	10	656,42

C. Intensitas Curah Hujan

Penentuan intensitas curah hujan dimaksudkan untuk memperoleh durasi yang nantinya akan digunakan sebagai dasar perhitungan debit air limpasan di daerah penelitian. Penentuan intensitas curah hujan dapat dilakukan dengan menggunakan beberapa metode, salah satunya dengan menggunakan persamaan Monnonobe.

Harga R^{24} adalah besarnya curah hujan maksimum (curah hujan rencana) yang telah ditentukan yaitu sebesar 455,57 mm/hari dalam periode ulang 2 tahun disesuaikan dengan rencana umur tambang. Nilai $t = 2,3256$ jam/hari diperoleh dari jam hujan rata-rata di bagi jumlah hari rata-rata.

Jadi besarnya intensitas curah hujan dalam per jam adalah :

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

$$I = \frac{455,57}{24} \left(\frac{24}{2,3256} \right)^{2/3}$$

$$I = 89,976 \text{ mm/jam}$$

4.1.2 *Catchment Area*

Berdasarkan situasi topografi CV. Bunda Kandung memiliki luas *Catchment area* seluas 40,15 Ha atau 0,4015 km² (Lampiran G). *Catchment area* merupakan luas permukaan yang apabila terjadi hujan, maka air hujan tersebut akan mengalir ke daerah yang lebih rendah menuju titik pengaliran pada penentuan luasan *catchment area* ini sangat penting karena akan mempengaruhi jumlah air yang masuk ke *Pit* Teratai, dan akan menentukan besar kecilnya debit air limpasan. Penentuan luas daerah tangkapan hujan berdasarkan peta topografi kemajuan tambang bulan Oktober 2020 daerah penelitian dengan menggunakan software Autocad 2010.

4.1.3 Analisis Debit Limpasan

Ada dua debit air yang berpotensi masuk kedalam *pit* teratai yaitu yang pertama debit air limpasan dan yang kedua debit air tanah berdasarkan perhitungan distribusi curah hujan metode gumbel maka diketahui curah hujan maximum dalam periode 2,5,10 tahun sehingga dapat dicari *intensitas* curah hujan 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. Harga Koefisien limpasan secara umum dapat dilihat pada tabel di bawah ini :

Tabel 4.6 Nilai 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 : Suwandhi, 2004 : 10)

Nilai koefisien limpasan (C) untuk sistem penyaliran tambang berdasarkan data pada tabel adalah 0,9.

Adapun perhitungan debit air limpasan dan air tanah yaitu sebagai berikut :

➤ Debit air limpasan

Perhitungan debit air limpasan yang masuk ke dalam Sump utama disesuaikan dengan luasan catchment area yang telah di tentukan dengan total luas 40,15 Ha. Perhitungan debit air limpasan dilakukan dengan menggunakan rumus rasional sebagai berikut :

$$Q = 0,278 \cdot C \cdot I \cdot A$$

Keterangan :

Q = Debit air limpasan maksimum (m³/detik)

C = Koefisien limpasan

I = Intensitas curah hujan (mm/jam)

A = Luas daerah tangkapan hujan (km²)

Diketahui :

Koefisien Limpasan (C) = 0,9

Intensitas curah hujan (I) = 89,97 mm/jam

Luas Cacthment Area (A) = 0,40 km²

Perhitungan Debit Limpasan :

$$\begin{aligned} Q \text{ limpasan} &= 0,0278 \times C \times I \times A \\ &= 0,0278 \times 0,9 \times 89,97 \text{ mm/jam} \times 0,40 \text{ km}^2 \\ &= 0,9004 \text{ m}^3/\text{detik} \end{aligned}$$

Debit limpasan yang didapatkan akan dikalikan dengan jumlah rata rata jam hujan per hari yaitu sebesar 2,32jam/hari sehingga didapatkan total debit limpasan yaitu :

$$\begin{aligned} Q \text{ limpasan} &= 0,9 \text{ m}^3/\text{detik} \times 2,32 \text{ jam/hari} \\ &= 0,9 \text{ m}^3/\text{detik} \times 3600 \times 2,32 \text{ jam/hari} \\ &= 7.516,8 \text{ m}^3/\text{hari} \end{aligned}$$

➤ Debit Air Tanah

Berdasarkan data dari CV. Bunda Kandung sumber air tanah yang mengalir pada sump Pit Teratai 0,001 m³/detik. Maka di dapatkan total debit air tanah yang mengalir sebesar:

$$\begin{aligned} Q_{\text{air tanah}} &= 0.001 \text{ m}^3/\text{detik} \\ &= 0.001 \times 60 \text{ (menit)} \times 60 \text{ (jam)} \times 24 \text{ (hari)} \\ &= 86.4 \text{ m}^3/\text{hari} \end{aligned}$$

➤ Debit Air Hujan

Dalam perhitungan debit air hujan di sesuaikan dengan luasan dari rancangan *Sump*, yang dimana luas *Sump* adalah 1.250 m². Dan dengan *intensitas* curah hujan maximum dengan periode ulang 2 tahun. Untuk dapat mengetahui besarnya air tambang, maka perlu diketahui jumlah air hujan yang langsung jatuh atau masuk ke dalam bukaan tambang. Besarnya air hujan yang langsung masuk ke dalam bukaan tambang dihitung dengan rumus :

$$Q = 0,278 \times I \times A$$

$$\begin{aligned} Q \text{ Debit Air Hujan} &= 0,0278 \times 89,97 \times 0,00125 \\ &= 26,1121 \text{ m}^3/\text{hari} \end{aligned}$$

➤ Evapotranspirasi

Evapotranspirasi dapat dihitung dengan menggunakan rumus *Turc*:

$$E = \frac{P}{\left[0,9 + \left(\frac{P}{L(T)}\right)^2\right]^{0,5}}$$

Keterangan:

E = Evapotranspirasi

P = Curah hujan tahunan rata-rata (mm/tahun)

T = Temperatur rata-rata

$L(T) = \text{Fungsi suhu} = 300 + 25T + 0,05T^3$

Sehingga:

P = 471,216 mm/tahun

T = 30^o

$L(T) = 300 + 25T + 0,05T^3$

$$= 300 + 25(30) + 0,05(30^3)$$

$$= 2400$$

$$E = \frac{P}{\left[0,9 + \left(\frac{P}{L(T)}\right)^2\right]^{0,5}}$$

$$= \frac{471,216}{\left[0,9 + \left(\frac{471,216}{2400}\right)^2\right]^{0,5}}$$

$$= \frac{471,216}{\left[0,9 + (0,19634)^2\right]^{0,5}}$$

$$= \frac{471,216}{0,968787}$$

$$= 486,3979 \text{ mm/tahun}$$

$$= 5,62 \text{ mm/jam} \times 10^{-4} \text{ m}^3/\text{jam}$$

$$\% ET = \frac{5,62}{9} \times 100\%$$

$$= 0,62 \%$$

$$\% ET \times A = 0,62 \% \times 4015$$

$$= 2.489,3$$

Dari 40,15 Ha luas daerah tangkapan hujan, hanya 2.489,3 m² yang memungkinkan terjadinya evapotranspirasi

Jadi,

$$QET = 2,489,3 \text{ m}^3 \times 5,62 \text{ mm/jam} \times 10^{-4} \text{ m}^3/\text{jam}$$

$$QET = 1,3989866 \text{ m}^3/\text{jam}$$

$$QET = 33,5756 \text{ m}^3/\text{hari}$$

Maka debit evapotranspirasi adalah sebesar 33,5756 m³/hari

$$\begin{aligned} Q \text{ Total} &= Q \text{ limpasan} + Q \text{ air tanah} + Q \text{ air hujan} - Q \text{ evapotranspirasi} \\ &= 7.516,8 \text{ m}^3/\text{hari} + 86,4 \text{ m}^3/\text{hari} + 26,11 - 33,57 \text{ m}^3/\text{hari} \\ &= 7.595,74 \text{ m}^3/\text{hari} \end{aligned}$$

4.1.4 Analisis Kapasitas Sump

Dimensi *sump* pada Pit Teratai berbentuk kubus dengan kedalaman 10 m. Luasan total sump ini adalah 1.250 m² dengan panjang sump 50 m dan lebar 25 m. Sump di Pit Teratai dapat menampung air sebanyak 12.500 m³. Kapasitas dan dimensi *sump* Pit Teratai berdasarkan rancangan perusahaan dapat dilihat pada Tabel 4.7 dan elevasi *sump* seperti pada Tabel 4.8

Tabel 4.7 Dimensi *Sump* Rancangan Perusahaan

No.	<i>Sump</i> Rancangan Perusahaan		
1	Panjang Sump	50	m
2	Lebar Sump	25	m
3	Kedalaman	10	m
4	Luas	1.250	m ²
5	Volume <i>Sump</i>	12.500	m ³

Tabel 4.8 Elevasi *Sump* Rancangan Perusahaan

No	Rancangan <i>Sump</i>	Elevasi <i>Sump</i> (Mdpl)
1	Elevasi Permukaan <i>Sump</i>	66
2	Elevasi Dasar <i>Sump</i>	76

4.1.5 Analisis Pompa

Tabel 4.9 Data Jumlah dan Jenis Pompa serta Pipa

	<ul style="list-style-type: none">❖ Pompa Sykes HH150 merupakan pompa yang digunakan di Pit Teratai untuk mengeluarkan air dari <i>sump</i>.
	<ul style="list-style-type: none">❖ Pipa HDPE merupakan pipa yang digunakan untuk menyalirkan air dari <i>sump</i>, dengan diameter 12,7 cm dan panjang 80 m.

A. Perhitungan Debit Total Pompa

Tabel 4.10 Perhitungan Debit Pompa

Sisi Panjang	Sisi Pendek	Jari-Jari	Π	Gravitasi	Kecepatan	Debit Aktual	Debit Per Jam
1,65	0,3	0,064	3,14	9,8	6,668396	0,08443	303,9492
1,4	0,3	0,064	3,14	9,8	5,658033	0,071638	257,8963
1,3	0,3	0,064	3,14	9,8	5,253887	0,066521	239,4751
1,6	0,3	0,064	3,14	9,8	6,466323	0,081872	294,7386
1,4	0,3	0,064	3,14	9,8	5,658033	0,071638	257,8963
1,2	0,3	0,064	3,14	9,8	4,849742	0,061404	221,0539
Jumlah					34,55441	0,437503	1575,009
Rata-rata					5,759069	0,072917	262,5016

Pemompaan ini bertujuan untuk menjaga agar volume air di tambang tidak berlebihan lagi nantinya. Elevasi *sump* berada di level 66 mdpl, elevasi saluran tambang berada di level 76 mdpl. Pemompaan akan mengeluarkan air yang dari dalam tambang keluar menuju kolam pengendapan lumpur, dan nantinya akan dialirkan ke aliran sungai terdekat.

Debit aktual pompa Syikes HH150 berdasarkan pengukuran dapat dilihat pada lampiran F. Untuk mengukur debit aktual menggunakan alat *flowbar* dengan sisi pendek 300 mm yang disebut dengan metode *discharge*.

Kecepatan aliran air :

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

$$v = \frac{1,65}{\sqrt{\frac{2(0,3)}{9,8}}}$$

$$v = 6.67 \text{ m/detik}$$

Debit aktual :

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

$$Q = 3,14 \times (0,0635)^2 \times 6,67$$

$$Q = 0,07291 \text{ m}^3/\text{detik}$$

$$Q = 262,5 \text{ m}^3/\text{jam}$$

$$Q = 5.512,5 \text{ m}^3/\text{hari}$$



Gambar 4.1 Pengukuran Debit Aktual Pompa
(Sumber : Dokumentasi Lapangan, 2020)

B. Perhitungan Total Head

Diketahui:

Kapasitas (Q) : 0,0729 m³/s

Diameter (D) pipa hisap : 6 inch : 0,1524 m

Diameter (D) pipa keluar : 5 inch : 0.127 m

Panjang pipa hisap (L) : 6 m

Panjang pipa keluar (L) : 80 m

f : 1,72 (koefisien kerugian katup isap saringan)

Beda elevasi : 76 m – 66 m = 10 m

B.1 Perhitungan *Head* Pompa

1. *Head* statik

$$\begin{aligned} H_s &= t_2 - t_1 \\ &= 76 \text{ m} - 26 \text{ m} \\ &= 10 \text{ m} \end{aligned}$$

2. *Head friction* pada pipa keluar

$$\begin{aligned} H_f &= \frac{10,666 \times Q^{1,85}}{C^{1,85} \times D^{4,85}} \times L \\ &= \frac{10,666 \times (0,0727)^{1,85}}{(140)^{1,85} \times (0,127)^{4,85}} \times 80 \\ &= 16,68 \text{ m} \end{aligned}$$

3. *Head friction* pada katup isap saringan

$$\begin{aligned} V &= \frac{Q}{A} \\ &= \frac{Q}{\pi(r^2)} \\ &= \frac{0,07219}{3,14(0,0762^2)} \\ &= 15,99 \text{ m/s} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} H_{fs} &= f \cdot \frac{V^2}{2g} \\ &= 1,91 \cdot \frac{(15,99 \text{ m/s})^2}{2(9,8 \text{ m/s}^2)} \\ &= 25,72 \text{ m} \end{aligned}$$

4. *Head* kecepatan keluar

$$\begin{aligned}
 V &= \frac{Q}{A} \\
 &= \frac{Q}{\pi(r^2)} \\
 &= \frac{0,07292}{3,14(0,0635^2)} \\
 &= 23,03 \text{ m/s}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 H_v &= \frac{V^2}{2g} \\
 &= \frac{(23,03 \text{ m/s})^2}{2(9,8 \text{ m/s}^2)} \\
 &= 27,07 \text{ m}
 \end{aligned}$$

5. *Head* total

$$\begin{aligned}
 H_t &= H_s + H_f + H_v \\
 &= 10 \text{ m} + (16,68 \text{ m} + 25,72 \text{ m}) + 27,07 \text{ m} \\
 &= 79,47716 \text{ m}
 \end{aligned}$$

B.2 Perhitungan Daya Pompa

$$\begin{aligned}
 \text{Daya pompa} &= \frac{\rho \times g \times Q \times H_t}{\eta} \\
 &= \frac{1,2 \times 9,8 \text{ m/s}^2 \times 0,07219 \text{ m}^3/\text{s} \times 79,47716 \text{ m}}{0,6} \\
 &= 112,454 \text{ kW}
 \end{aligned}$$

tersebut juga akan menghasilkan efisiensi mesin pompa dalam memompakan air yang terdapat pada sump maka nilai efisiensi pompa yaitu 60%.

D. Pengeringan Sump

Perencanaan pengeringan *sump* dilakukan dengan beberapa parameter, mulai dari menghitung total air yang masuk ke *sump* yaitu dengan curah hujan 10 tahun hingga kinerja pompa. Waktu pengeringan *sump* adalah volume *sump* dibagi debit total pompa 12.500 m^3 dibagi $5.512,5 \text{ m}^3 / \text{hari}$ sehingga didapatkan hasil kurang lebih 2,26 hari.

➤ Simulasi sump Volume air sisa 1 hari

Diketahui;

$$V. \text{ Sump} = 12.500 \text{ m}^3$$

$$\begin{aligned} V. \text{ Air sisa H-1} &= (V. \text{ Sump} \times 85\%) - Q \text{ pompa} \\ &= (12.500 \text{ m}^3 \times 80\%) - 5.512,5 \text{ m}^3 \\ &= 10.000 \text{ m}^3 - 5.512,5 \text{ m}^3 \\ &= 4.487,5 \text{ m}^3 \end{aligned}$$

$$V. \text{ Air sisa H-2} = Q \text{ Debit total} + (V. \text{ Air sisa H-1}) - Q \text{ pompa}$$

$$= 7.595,74 \text{ m}^3 + 4.487,5 \text{ m}^3 - 5.512,5 \text{ m}^3$$

$$= 10.000 \text{ m}^3 - 5.512,5 \text{ m}^3$$

$$= 6.570,74 \text{ m}^3$$

(asumsi) Pompa tidak bekerja selama 1 hari maka

$$\begin{aligned} V.\text{Air sisa H-3} &= Q\text{Debit total} + (V.\text{Air sisa H-2}) \\ &= 7.595,74 \text{ m}^3 + 6.570,74 \text{ m}^3 \\ &= 14.166,48 \text{ m}^3 \end{aligned}$$

Volume sump tidak dapat menampung sebab jumlah air yang masuk sudah lebih besar dari kapasitas sump yaitu 12.500 m^3 . Jika RPM dinaikkan menjadi 1900 maka debit air yang di keluarkan menjadi $400 \text{ m}^3/\text{jam}$. Jika jam kerja pompa 21 jam per hari maka debit air yang di keluarkan per hari adalah 400 m^3 dikali 21 jam sama dengan 8.400 m^3 .

$$\begin{aligned} V.\text{Air sisa H-2} &= Q\text{Debit total} + (V.\text{Air sisa H-1}) - Q \text{ pompa} \\ &= 7.595,74 \text{ m}^3 + 4.487,5 \text{ m}^3 - 8.400 \text{ m}^3 \\ &= 10.000 \text{ m}^3 - 8.400 \text{ m}^3 \\ &= 1.600 \text{ m}^3 \end{aligned}$$

(asumsi) Pompa tidak bekerja selama 1 hari maka

$$\begin{aligned} V.\text{Air sisa H-3} &= Q\text{Debit total} + (V.\text{Air sisa H-2}) \\ &= 7.595,74 \text{ m}^3 + 1.600 \text{ m}^3 \\ &= 9.195,74 \text{ m}^3 \end{aligned}$$

Jadi dengan menaikkan RPM sudah bisa untuk menjaga kondisi *sump* dalam keadaan aman atau dengan kata lain tidak mengalami banjir. Tetapi jika rpm pompa dinaikkan menjadi 1900 maka akan ada perubahan debit air yang keluar yaitu $400\text{m}^3/\text{jam}$ sehingga waktu pengeringan yang dibutuhkan kurang lebih 1,5 hari. Jadi kondisi *sump* akan aman apabila pompa diasumsikan tidak bekerja selama 1 hari. Tetapi karena penggunaan pompa terus menerus selama 21 jam dengan menaikkan rpm akan menyebabkan kondisi pompa cepat rusak, maka dari itu perlu membuat rancangan dimensi sump baru juga diharapkan bisa mengatasi masalah banjir ini dengan asumsi pompa tidak bekerja dalam sehari maka,

$$\begin{aligned}
 \text{V. Air sisa H-3} &= Q\text{Debit total} + (\text{V. Air sisa H-2}) \\
 &= 7.595,74 \text{ m}^3 + 6.570,74 \text{ m}^3 \\
 &= 14.166,48 \text{ m}^3
 \end{aligned}$$

Dengan menggunakan rancangan dimensi sump yang baru yaitu dengan panjang permukaan 60 m, lebar permukaan 30 m dan kedalaman 10 m maka total air debit air limpasan sebesar $14.166,48 \text{ m}^3$ bisa tertampung karena kapasitas sump yang baru sudah mencapai 18.000m^3 .

4.2 PEMBAHASAN

4.2.1 Intensitas Curah Hujan di Pit Teratai

A. Curah Hujan

Tingkat curah hujan pada wilayah penambangan CV. Bunda Kandung setiap bulannya dari Tahun 2010 sampai dengan Tahun 2019 dengan satuan mm/hari diukur menggunakan alat penakar hujan yang ada di Pit tersebut. Dalam pengamatan kali ini, data curah hujan yang digunakan adalah data curah hujan tertinggi harian. Berdasarkan perhitungan seperti yang terlampir, maka curah hujan harian rata-rata setiap bulannya adalah 471,216 mm/hari.

Data curah hujan ini akan digunakan untuk mengetahui banyaknya debit air hujan yang jatuh ke permukaan tanah sehingga meningkatkan nilai intensitas curah hujan di Pit Teratai. Semakin tinggi curah hujan maka intensitas curah hujan juga akan semakin tinggi dan total debit air yang masuk ke dalam sump akan semakin tinggi dan jika curah hujan rendah maka total debit air yang di tampung sump akan semakin kecil.

B. Curah Hujan Rencana

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

Dalam analisis data curah hujan rencana (CHR) pada penelitian ini, penulis menggunakan nilai curah hujan rencana harian maksimum, karena ketika curah hujan yang digunakan adalah rata rata dari curah hujan atau pun curah hujan minimum maka jika pada suatu saat periode curah hujan yang terjadi melampaui data curah hujan rata-rata maka perusahaan akan sulit mengantisipasinya sehingga sering terjadi sump banjir ataupun target pengerigan tidak akan tercapai, namun bila yang digunakan adalah rata – rata curah hujan maksimum maka akan lebih kecil kemungkinan untuk sump banjir karena perusahaan sudah terlebih dahulu mengantisipasinya.

Penulis menggunakan parameter statistik dalam menentukan metode yang digunakan dalam perhitungan curah hujan rencana. Hasil dari analisis ini yaitu mengetahui nilai kemencengan dan kurtosisnya, dari snilai tersebut penulis dapat menentukan metode apa yang sesuai dalam perhitugan curah hujan. dari empat jenis distribusi probabilitas (Normal, Gumbel, Log Normal dan Log-Pearson III) dapat dilihat pada Lampiran B. Dengan nilai Cs yaitu -0,048 dan nilai Ck 1,29 maka nilai tersebut memenuhi syarat metode gumbel namun tidak memenuhi syarat metode lainnya.

Pada penelitian ini periode ulang yang digunakan adalah periode ulang 2 tahun untuk sumuran (sump) sesuai dengan umur tambang. Berdasarkan hasil perhitungan menggunakan Distribusi probabilitas Gumbel didapatkan nilai curah hujan rencana untuk periode ulang 2 tahun sebesar 455,57 mm/hari.

Dengan nilai curah hujan rencana sebesar 455,57 mm/hari akan berpengaruh dalam perhitungan intensitas curah hujan dan total debit air yang

masuk ke dalam sump. Semakin tinggi nilai curah hujan rencana maka akan semakin tinggi juga nilai intensitas curah hujan sehingga tital air yang masuk ke sump juga akan semakin tinggi, sebaliknya semakin rendah nilai curah hujan rencana maka akan semakin rendah nilai intensitas curah hujan dan air limpasan yang akan masuk ke dalam sump pun akan semakin kecil.

C. Intensitas Curah Hujan

Untuk mengetahui nilai debit air permukaan yang terjadi, maka dilakukan perhitungan periode ulang debit air permukaan suatu daerah. Perhitungan curah hujan dengan menggunakan data curah hujan dalam rentang waktu 10 Tahun terakhir dari Tahun 2010 hingga Tahun 2019.

Dengan menggunakan rumus perhitungan intensitas curah hujan manonobe, maka didapat intensitas curah hujan sebesar 89,976 mm/jam. Intensitas curah hujan ini cukup tinggi untuk daerah penambangan maka dibutuhkan penanganan seperti desain sump yang cukup untuk dapat menampung sejumlah intensitas curah hujan ini.

D. Catchment Area

Catchment area atau daerah tangkapan hujan diperlukan untuk mengetahui debit air yang masuk ke dalam tambang. Catchment area menentukan seberapa luas wilayah tangkapan hujan pada sump Teratai. Catchment area dapat ditentukan berdasarkan peta topografi ataupun dengan penentuan berdasarkan elevasi dan arah aliran air yang mengalir dipermukaan hingga menjadi suatu poligon tertutup, kemudian dibantu dengan software Autocad 2010. luas catchment area sump Pit

Teratai adalah 40,15 Ha atau 401.500 m² (Lampiran G). Semakin luas catchment area maka akan semakin tinggi juga jumlah curah hujan yang akan ditampung oleh sump, dan nilai total debit air juga akan semakin besar.

4.2.2 Jumlah Debit Air yang Masuk ke Sump Pit Teratai

A. Debit Limpasan

Koefisien pengaliran limpasan berdasarkan kondisi wilayah tambang daerah studi adalah 0,9 (tanpa tumbuhan, daerah tambang) sebagai dasar dalam perhitungan debit limpasan, berdasarkan data-data yang diperoleh dalam pengolahan data sebelumnya, antara lain intensitas curah hujan sebesar 89,976 mm/jam, catchment area seluas 40,15 Ha maka dengan menggunakan rumus metode rasional diperoleh nilai debit limpasan pada sump pit teratai sebesar 0,9004 m³/detik.

Dengan jumlah debit limpasan tersebut menjadikan debit ini merupakan faktor terbesar yang mempengaruhi total debit air yang masuk ke dalam sump. Semakin tinggi debit limpasan maka akan semakin besar total debit air yang harus ditampung sump dan semakin banyak air yang harus dikeluarkan oleh pompa.

B. Debit Air Tanah

Berdasarkan data dari CV. Bunda Kandung didapatkan total debit air tanah yang mengalir sebesar 86,4 m³/hari. Besar debit ini akan mempengaruhi jumlah debit air yang terhitung yang akan mempengaruhi perhitungan pengeringan pada sump pit Teratai. Debit air tanah ini tidak terlalu signifikan mempengaruhi total air yang akan masuk ke sump namun tetaplah penting sehingga tetap dihitung.

C. Debit Air Hujan

Debit air hujan adalah besarnya air hujan yang jatuh langsung ke bukaan tambang. Dalam perhitungan debit air hujan disesuaikan dengan luasan dari rancangan sump dimana luas sump adalah 1.250 m^2 . Dan jumlah air hujan yang masuk adalah $26,1121 \text{ m}^3/\text{hari}$.

D. Evapotranspirasi

Berdasarkan hasil analisis yang didapatkan dari sebelumnya, kemudian diolah untuk menghitung evapotranspirasi dengan menggunakan rumus Turc di dapatkan 0.62% dari luas catchment area atau sebesar $2.489,3 \text{ m}^2$ yang mengalami evapotranspirasi. Maka debit evapotranspirasi adalah sebesar $33,57 \text{ m}^3/\text{hari}$. Debit evapotranspirasi ini akan menjadi pengurang dalam perhitungan total debit air yang masuk pada sump pit teratai.

Semakin besar nilai debit evapotranspirasi maka akan membantu pengeringan sump, karena nilai penguapan yang terjadi baik dari tanah maupun tumbuhan akan menurangi jumlah air yang ada di sekitar catchment area, maka proses pengeringan akan semakin cepat.

E. Total Debit Air yang Masuk ke Sump Pit Teratai

Total volume debit air yang masuk kedalam sump merupakan total debit air limpasan yang dialirkan oleh catchment area, ditambahkan dengan debit air tanah, ditambah debit air hujan kemudian dikurangi dengan debit evapotranspirasi

sehingga didapatkan total debit air yang masuk ke dalam sump Pit Teratai sebesar 7.595,74 m³/hari.

Jumlah air tersebut akan ditambahkan dengan volume air sekarang yang ada di sump, sehingga akan diketahui total keseluruhan volume air yang akan dikeringkan menggunakan pompa pada sump tersebut. Semakin tinggi total debit air maka akan semakin lama pompa akan bekerja dan akan semakin lama proses pengeringan sump dilakukan sebaliknya semakin kecil jumlah debit total air yang masuk ke sump maka akan semakin cepat proses pengeringan sump tersebut.

4.2.3 Kinerja Pompa pada Sistem Penirisan Sump Pit Teratai

A. Sump

Berdasarkan analisis antara input (masukan) dan output (keluaran), maka dapat ditentukan volume dari sump. Perkiraan volume air yang masuk ke dalam sump dalam 1 hari tanpa dilakukan kegiatan pemompaan adalah sebesar 12.500 m³/hari (Lampiran F) yang didapatkan dari hasil perhitungan total debit air yang masuk ke dalam sump. Sump berukuran 1250 m² tersebut harus mampu menampung 12.500 m³/hari agar sump tidak banjir dan tidak mengganggu pekerjaan di daerah front tersebut, oleh karena itu digunakan pompa dalam proses pengeluaran air. Semakin besar total air yang berada di sump maka akan semakin lama pengeringan di lakukan.

B. Sistem Pemompaan

Untuk pengeringan sump pada pit Teratai digunakan 1 pompa Sykes HH150 dimana pompa akan beroperasi selama 21 jam/hari. Pompa Sykes ini memiliki pipa isap dengan panjang 6 meter, kemudian air yang keluar dari pompa menggunakan pipa tekan dengan total panjang pipa yang terpasang sepanjang 80 m, dan langsung dialirkan ke void. Pada pengamatan sistem pemompaan ini, diketahui diameter pipa isap adalah 6 inch (0,1524 m) dan diameter pipa keluar 5 inch (0,127 m) .

C. Perhitungan Head Total Pompa

Head Total didapatkan dengan menjumlahkan head statis dengan head lose ditambah dengan head velocity maka didapat hasil 79,477 Nilai dari total head ini akan digunakan dalam mencari nilai efisiensi pompa yang dimana nilai ini akan di plot di kurva efisiensi pompa Sykes HH150. Untuk nilai head 79,477 m termasuk kurang baik. Semakin tinggi nilai head pompa maka akan semakin rendah kinerja pompa, dan semakin kecil nilai head pompa maka akan semakin baik kinerja dari pompa, sehingga semakin tinggi head pompa akan semakin lama waktu yang dibutuhkan dalam proses pengeringan.

E. Analisis Debit Optimal Pompa

Dengan debit 262 m³/jam dan head total sebesar 79,477 dan diplot pada kurva tersebut maka di dapatkan nilai efisiensi pompa yaitu 60%, nilai efisiensi ini artinya bahwa pompa Sykes HH150 belum bekerja secara maksimal, ini terjadi karena total hambatan seperti gesekan pada pipa maupun hambatan pada aksesoris pompa masih belum baik. Perbedaan elevasi pada pipa inlet dengan outlet juga

termasuk dalam keadaan yang kurang baik yaitu 10 m yang artinya pompa Sykes HH150 ini mampu mengalirkan air dari sump, tapi belum maksimal.

Efisiensi di spesifikasi pompa Sykes HH150 ini belum mencapai efisiensi yang tertinggi yaitu 2000 rpm, oleh karena itu penulis menyarankan untuk meningkatkan rpm. Karena total debit air yang ada di dalam sump maupun total debit limpasan yang akan masuk ke dalam sump mampu dikendalikan hanya dengan penggunaan 1 pompa tetapi dengan syarat yaitu meningkatkan rpm pompa. Sebab penggunaan pompa Sykes HH150 di Pit Teratai ini bertujuan agar sump tidak banjir

F. Pengeringan Sump

Perencanaan pengeringan sump dilakukan dengan beberapa parameter, mulai dari menghitung total air yang masuk ke dalam sump yaitu dengan curah hujan 10 Tahun hingga kinerja pompa. Waktu yang dibutuhkan 1 buah pompa Sykes HH150 untuk dapat mengeringkan sump adalah dengan membagi volume sump dibagi dengan debit 1 pompa sehingga didapatkan kurang lebih 2,26 hari . Ketika RPM pompa dinaikkan menjadi 1900 maka waktu yang dibutuhkan untuk mengeringkan sump adalah 1,5 hari. Tetapi penggunaan pompa yang seperti ini akan menyebabkan pompa rawan mengalami kerusakan jadi perlu dilakukan perluasan dimensi sump agar volume air yang masuk bisa di tampung.

BAB V

KESIMPULAN DAN SARAN

5.1. Kesimpulan

Dari uraian pada bab-bab sebelumnya, dapat diberikan kesimpulan sebagai berikut:

1. Berdasarkan perhitungan debit air total yang masuk ke pertambangan adalah 7.595,74 m³/hari.
2. Dari perhitungan kapasitas sump yang berada di CV. Bunda Kandung hanya dapat menampung air sebanyak 12.500 m³ per harinya.
3. Berdasarkan analisis kinerja pompa debit aktual pompa Sykes HH150 yang digunakan pada sump adalah 262,5016 m³/jam dan total head 79,477 m dan efisiensi 60%.

5.2. Saran

Berdasarkan hasil pengamatan dan perhitungan, dapat diberikan saran sebagai berikut:

1. Perlu melakukan peningkatan rpm pompa agar debit air yang di keluarkan dari *sump* mencapai 400 m³/jam sehingga dalam satu hari pompa dapat mengeluarkan 8.400 m³/hari air dari *sump* sehingga apabila diasumsikan pompa tidak bekerja selama 1 hari, *sump* tidak banjir.
2. Perlu melakukan perluasan dimensi sump panjang permukaan semula 50 m menjadi 60 m, lebar permukaan semula 25 m menjadi 30 m dan kedalaman tetap 10 m agar daya tampung menjadi 18.000m³ sehingga apabila pompa tidak bekerja selama sehari debit total yang masuk masih

bisa tertampung. Perlu juga melakukan pengerukan di sekitar dinding *sump* karena sudah banyak endapan lumpur.



DAFTAR PUSTAKA

- Budiyono. 2009. *Statistika untuk Penelitian*. Surakarta: UNS Press.
- CD Soemarto, Ir.,B.I.E. 1986. *Hidrologi Teknik*. Erlangga, Jakarta
- Haeruddin,dkk. 2019. *Kajian Sistem Penyaliran Tambang Batubara Bengalon Kalimantan Timur*. Jurnal Geomine.Volume 7 no .1.Program studi Teknik Pertambangan,universitas Muslim Indonesia.
- Hermawan, Eko. 2014. *Perencanaan Drainase Tambang Terbuka Pit South Pinang PT. Kaltim Prima Coal Sangatta Kalimantan Timur Periode Tambang 2014-2017*. Universitas Brawijaya.
- Mulia , Taufikurrahman. 2018.(Skripsi) “*Analisis Mine Dewatering untuk Area Bottom Pit Di Quarry PT Semen Baturaja(persero) TBK Sumatera Selatan*”.Program studi Teknik Pertambangan.Fakultas Teknik,universitas Sriwijaya.
- Sagoya Rudy, 1999. *Diktat Kuliah Sistem Penyaliran Tambang*. Institut Teknologi Bandung
- Sibarani, Sari. 2014. *Evaluasi Penyaliran Tambang Untuk Mengakomodir Perencanaan Lima Tahunan Tambang PT. Muara Alam*. Universtas Sriwijaya
- Suwandi, Awang. 2004. *Perencanaan Sistem Penyaliran Tambang*. Institut Teknologi Bandung
- Riswan. 2012. (Skripsi) “*Analisis Kebutuhan Pompa Pada Sistem Penyaliran Tambang terbuka Dengan Persamaan Material Balance*” Vol 9 No.1. Program Studi Ilmiah Fisika., Universitas Lambung Mangkurat.
- Sarwono, Jonathan. 2006. *Metode Penelitian Kuantitatif & Kualitatif*. Yogyakarta: Penerbit Graha Ilmu.
- Rinaldi,A.2016.,*Optimasi Sump Pada Sistem Tambang Terbuka.,ITB.,Bandung*