

**ANALISIS KAPASITAS *SUMP* BN UTARA
PADA PIT PELIKAN DI PT. PAMAPERSADA
NUSANTARA *DISTRICT* KALTIM PRIMA COAL
SANGATTA UTARA KABUPATEN KUTAI TIMUR
PROVINSI KALIMANTAN TIMUR**

SKRIPSI

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



OLEH

**EGA SAPUTRI PASARIBU
DBD 113 071**

**KEMENTERIAN RISET, TEKNOLOGI, DAN PENDIDIKANTINGGI
UNIVERSITAS PALANGKA RAYA
FAKULTAS TEKNIK
JURUSAN/PRODI TEKNIK PERTAMBANGAN
2017**

SURAT PERNYATAAN BEBAS PLAGIARISME

Saya yang bertanda tangan dibawah ini :

NAMA : EGA SAPUTRI PASARIBU

NIM : DBD 113 071

JURUSAN : TEKNIK PERTAMBANGAN

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

Palangka Raya, Desember 2017

Penulis,

EGA SAPUTRI PASARIBU
DBD 113 071

HALAMAN PENGESAHAN

SKRIPSI

**ANALISIS KAPASITAS *SUMP* BN UTARA PADA *PIT* PELIKAN
DI PT. PAMAPERSADA NUSANTARA *DISTRICT* KALTIM PRIMA
COAL SANGATTA UTARA KABUPATEN KUTAI TIMUR
PROVINSI KALIMANTAN TIMUR**

Oleh

EGA SAPUTRI PASARIBU
DBD 113 071

Telah dipertahankan di depan Tim Penguji pada
Hari / Tanggal : Sabtu, 09 Desember 2017
dan dinyatakan telah memenuhi syarat untuk diterima

Susunan Tim Penguji,

- | | | |
|--|------------|-------|
| 1. <u>FAHRUL INDRAJAYA, ST., MT.</u>
NIP. 19791215 200812 1 001 | Ketua | |
| 2. <u>LISA VIRGIYANTI, ST., MT</u>
NIP. 19770904 200801 2 011 | Sekretaris | |
| 3. <u>YUSTINUS HENDRA W., S.Si., MT., M.Sc.</u>
NIP. 19700813 200003 1 007 | Anggota | |
| 4. <u>YOSSA YONATHAN HUTAJULU, ST., MT</u>
NIP. 19841022 201504 1 001 | Anggota | |
| 5. <u>NENY SUKMAWATIE, S.Hut., MP</u>
NIP. 19760614 200801 2 020 | Anggota | |

Mengetahui,

**Dekan
Fakultas Teknik**

**Ketua Jurusan
Teknik Pertambangan**

Ir. WALUYO NUSWANTORO, MT
NIP. 19651119 199302 1 001

Ir. YULIAN TARUNA, M.Si
NIP. 19580705 198903 1 019

KATA PENGANTAR

Puji dan syukur penulis panjatkan kehadiran Tuhan Yang Maha Esa,, karena atas kasih dan karuniaNya penulis masih diberikan kesehatan jasmani dan rohani, sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi dengan judul “Analisis Kapasitas *Sump* BN Utara Pada Pit Pelikan Di PT. Pamapersada Nusantara *District* Kaltim Prima Coal Sangatta Utara Kabupaten Kutai Timur Provoinsi Kalimantan Timur” dapat berjalan dengan lancar.

Dalam penyusunan skripsi ini, tidak lupa penulis mengucapkan terima kasih kepada :

1. Bapak Ir.Waluyo Nuswantoro,MT., Dekan Fakultas Teknik Universitas Palangka Raya.
2. Bapak Ir.Yulian Taruna,M.Si. Ketua Jurusan Teknik Pertambangan Fakultas Teknik Universitas Palangka Raya.
3. Bapak Fahrul Indrajaaya, S.T., M.T. Dosen Pembimbing I
4. Ibu Lisa Virgiyanti, S.T., M.T. Dosen Pembimbing II
5. Bapak Yustinus Hendra Wiryanto,S.Si.,M.T.,M.Sc. Dosen Pembahas I
6. Bapak Yossa Yonathan Hutajulu, S.T., M.T. Dosen Pembahas II
7. Ibu Neny Sukmawatie, S.HUT., MP. Dosen Pembahas III
8. Seluruh Bapak dan Ibu Dosen, Staff/ Karyawan Jurusan Teknik Pertambangan
9. PT. Pamapersada Nusantara *District* Kaltim Prima Coal.

Penulis berharap dengan adanya Skripsi ini dapat bermanfaat bagi Perusahaan, penyusun sendiri khususnya dan bagi semua pihak yang membaca pada umumnya.

Penulis telah berupaya dengan optimal dalam penyusunan skripsi ini, tetapi penulis yakin dalam penyusunan Skripsi ini jauh dari kesempurnaan. Sehingga masukan serta kritik dan saran yang membangun sangat diperlukan untuk menyempurnakan Skripsi ini.

Palangka Raya, Desember 2017

Penulis

SARI

Masalah yang sering dihadapi pada kegiatan penambangan tambang terbuka adalah tingginya curah hujan yang dapat menghambat kegiatan operasional penambangan. Untuk itu perlu adanya sistem penyaliran pada lokasi penambangan, sebagai salah satu kegiatan penunjang yang dilakukan pada aktivitas penambangan. Diperlukan suatu upaya yang optimal untuk penanganan air yang masuk ke *pit* salah satunya adanya sistem kolam terbuka. Sistem kolam terbuka bertujuan untuk menampung sementara air yang masuk ke tambang dengan membuat *sump* pada dasar *pit* kemudian air dikeluarkan dengan menggunakan pompa.

Dalam Penelitian ini, Curah hujan harian rata-rata setiap bulannya adalah 111,640 mm/hari berdasarkan pengolahan data curah hujan maksimum bulanan tahun 2007 sampai dengan tahun 2016, maka diperoleh intensitas curah hujan sebesar 31,58 mm/jam dengan luasan daerah tangkapan hujan sebesar 670 Ha dan diperoleh nilai debit limpasan sebesar 52,90 m³/detik. Sehingga volume air yang masuk kedalam sump BN Utara 1 hari tanpa dilakukan kegiatan pemompaan sebesar 753.951,96 m³/hari. Dari hasil perhitungan analisis kapasitas *sump* BN Utara, kapasitas *sump* BN Utara sekarang tidak optimal menampung air limpasan yang masuk ke *sump*. Dimana kapasitas *sump* yang tersedia yaitu sebesar 1.009.931,79 m³, sedangkan volume air yang masuk kedalam *sump* sebesar 753.952,96 m³/hari, dan kapasitas *sump* minimal dapat menampung volume air yang masuk kedalam *sump* 2 hari yaitu sebesar 1.507.903,92 m³.

Untuk menangani agar tidak terjadinya banjir, maka perlu dilakukan pengerukan lumpur yang ada di sump BN Utara. Karena, sebenarnya *sump* BN Utara cukup untuk menampung air limpasan yang masuk selama 2 hari hanya saja akibat adanya pengendapan lumpur menyebabkan berkurangnya kapasitas sump.

Kata Kunci : Curah Hujan, debit limpasan, kapasitas, sump, pompa.

ABSTRACT

The problem that is often open mining in mining activities is the high rainfall that can inhibit mining operations. It is necessary to have a drainage system at the mine site, as one of the supporting activities undertaken in mining activities. An optimal effort is needed for handling water entering into the pit one of which is an open pool system. The open pool system aims to accommodate the water that enters the mine by making a sump on the bottom of the pit and then the water is removed using a pump.

In this study, the average daily rainfall per month is 111,640 mm / day based on the maximum monthly rainfall data processing year 2007 until the year 2016, hence obtained rainfall intensity equal to 31,58 mm / hour with the catchment area of 670 Ha and obtained the discharge debit value of 52.90 m³ / sec. So that the volume of water into the sump BN Utara 1 day without pumping activities amounted to 753.951,96 m³ / day. From the calculation result sump BN Utara capacity analysis, sump capacity is not optimal to accommodate running water into sump. Where the available sump capacity is 1.009.931,79 m³, while the volume of water entering into the sump is 753,952,96 m³ / day, and the minimum sump capacity can accommodate the volume of water entering into the 2 day sump which is 1,507,903,92 m³.

To handle the absence of flooding, it is necessary to dredge the existing mud in sump BN Utara. Because, in fact the sump BN Utara is enough to accommodate the runoff water that goes for 2 days only because of the mud deposition causing reduced capacity of sump.

Keywords: Rainfall, runoff, capacity, sump, pump.

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL	i
SURAT PERNYATAAN BEBAS PLAGIARISME	ii
HALAMAN PENGESAHAN	iii
KATA PENGANTAR.....	iv
SARI	vi
ABSTRACT	vii
DAFTAR ISI.....	viii
DAFTAR TABEL	ix
DAFTAR GAMBAR.....	x
BAB I PENDAHULUAN.....	1
1.1. Latar Belakang.....	1
1.2. Rumusan Masalah.....	2
1.3. Tujuan Penelitian	2
1.4. Manfaat Penelitian	2
1.5. Batasan Masalah	3
BAB II STUDI PUSTAKA	4
2.1. Penelitian Terdahulu.....	4
2.2. Siklus Hidrologi	5
2.3. Sistem Penyaliran Tambang	7
2.2.1. Faktor-faktor yang Mempengaruhi Sistem Penyaliran	12
2.2.2. Analisis Data Curah Hujan	22
2.2.3. Sistem Penyaliran	31
2.2.4. Sumuran (<i>sump</i>)	40
2.2.5. Pipa dan Pompa	41
BAB III METODE PENELITIAN	42
3.1. Gambaran Umum Daerah Penelitian	42
3.1.1 Profil dan Sejarah Perusahaan	42
3.1.2 Struktur Organisasi	49
3.1.3 Lokasi dan Kesampaian Daerah	49
3.1.4 Iklim	50
3.1.5 Vegetasi	51
3.2. Kondisi Geologi.....	53
3.2.1 Kondisi Geologi Regional	53
3.2.2 Statigrafi	54
3.2.3 Truktur Geologi Regional	57
3.3. Metode Penelitian	58
3.4. metode Pengambilan <i>Sample</i> dan Data.....	60
3.5. Jenis daan Sumber Data.....	61
3.6. Alat dan Bahan	62
3.7. Bagan Alir.....	63

3.8 Waktu Penelitiaan	64
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN	65
4.1. Hasil	65
4.1.1 Volume Air Pada Sump BN Utara.....	65
4.1.2 Kapasitas Pompa yang Digunakan	86
4.2. Pembahasan	87
4.2.1 Volume Air Pada Sump BN Utara	87
4.2.2 Kapasitas Pompa yang Digunakan	93
BAB V PENUTUP	94
5.1. Kesimpulan	94
5.2. Saran	95

DAFTAR PUSTAKA

Lampiran

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1	Harga Koefisien Limpasan	20
Tabel 2.2	Parameter Statistik Untuk Menentukan Jenis Distribusi	25
Tabel 2.3	Periode Ulang Hujan Untuk Sarana Penyaliran Pada Daerah Tambang	29
Tabel 2.4.	Hubungan Antara Derajat Curah Hujan dan Intensitas Curah Hujan	30
Tabel 2.5	Kemiringan Dinding Batuan Yang Sesuai Untuk Berbagai Jenis Bahan	35
Tabel 2.6	Koefisien Kekerasan Dinding Saluran Menurut <i>Manning</i>	36
Tabel 2.7	Penelitian Terdahulu.....	38
Tabel 3.1.	Waktu Penelitian	64
Tabel 4.1.	Data Curah Hujan Maksuimum Harian	65
Tabel 4.2.	Harga Koefisien Limpasan	68
Tabel 4.3.	Perhitungan Volume Aktual <i>Sump</i> BN Utsara	68

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1.	Siklus Hidrologi	6
Gambar 2.2	Metode <i>Siemens</i>	8
Gambar 2.3.	Metode <i>Deep well pump</i>	9
Gambar 2.4.	Metode <i>electro osmosis</i>	9
Gambar 2.5.	Metode <i>Small Pipe With Vacuum Pump</i>	10
Gambar 2.6.	Kolam Terbuka	11
Gambar 2.7.	Cara <i>Thiessen</i>	15
Gambar 2.8.	Cara Garis Isohyet	16
Gambar 2.9.	Cara Garis Potong.....	17
Gambar 2.10.	Cara Dalam Elevasi	18
Gambar 2.11.	Bentuk-Bentuk Penampang Saluran Penyaliran.....	32
Gambar 2.12.	Penampang Saluran Bentuk Trapesium.....	33
Gambar 2.13.	Grafik Pembentukan Volume Sumuran Air Tambang	41
Gambar 2.14.	Pengukuran Debit Pompa dengan Metode Discharge	42
Gambar 2.15.	Sketsa <i>Head</i> Pompa	44
Gambar 3.1.	Struktur Organisasi Di PT Pamapersada Nusantara.....	49
Gambar 3.2.	Kolom Statigrafi Daerah Kutai Timur.....	56
Gambar 3.3.	Bagan Alir	63
Gambar 4.1.	Pengukuran Curah Hujan Harian.....	65
Gambar 4.2.	<i>Sump</i> BN Utara	65
Gambar 4.3.	Proses Pengukuran Debit aktual Outlet Pompa.....	72

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Masalah yang sering dihadapi pada kegiatan penambangan tambang terbuka adalah tingginya curah hujan yang dapat menghambat kegiatan operasional penambangan. Untuk itu perlu adanya sistem penyaliran pada lokasi penambangan, sebagai salah satu kegiatan penunjang yang dilakukan pada aktivitas penambangan.

Air yang masuk ke dalam daerah kerja tambang ini dapat berasal dari air tanah maupun dari air hujan. Jika terjadi genangan air yang membanjiri area kerja tambang akan menghambat kegiatan penambangan yang pasti akan mempengaruhi tercapainya target produksi dan alat-alat mekanis akan dapat mengalami kerusakan, pengaruh terhadap kestabilan lereng, keselamatan kerja, dan biaya langsung yang dibutuhkan untuk penanganan masalah air yang masuk ke daerah penambangan.

Diperlukan suatu upaya yang optimal untuk penanganan air yang masuk ke *pit* salah satunya adanya sistem kolam terbuka. Sistem kolam terbuka bertujuan untuk menampung sementara air yang masuk ke tambang dengan membuat *sump* pada dasar *pit* kemudian air dikeluarkan dengan menggunakan pompa. Berdasarkan latar belakang diatas, maka peneliti tertarik untuk mengambil judul “Analisis Kapasitas *Sump* BN Utara pada Pit Pelikan Di PT.

Pamapersada Nusantara *District* Kaltim Prima Coal Sangatta Utara Kabupaten Kutai Timur Provinsi Kalimantan Timur”.

1.2 Rumusan Masalah

Adapun rumusan masalah dari skripsi ini adalah :

1. Berapa jumlah nilai volume air yang masuk pada *Sump* BN Utara di PT. Pamapersada Nusantara ?
2. Apakah kapasitas *Sump* BN Utara masih optimal untuk menampung air yang masuk kedalam *Sump* ?

1.3 Tujuan Penelitian

Adapun tujuan dari Skripsi ini adalah :

1. Menghitung jumlah nilai volume air yang masuk kedalam *Sump* BN Utara di PT. Pamapersada Nusantara.
2. Menganalisis kapasitas *Sump* BN Utara masih optimal menampung air yang masuk kedalam *Sump* atau tidak.

1.4 Manfaat

Manfaat dari Skripsi ini yakni mengetahui volume air pada *sump* BN Utara di PT. Pamapersada Nusantara, serta menganalisis kapasitas *Sump* yang ada di PT. Pamapersada Nusantara.

1.5 Batasan Masalah

Pada tugas akhir ini, batasan masalah yang dilakukan adalah hanya pada :

1. Penelitian tidak membahas mengenai air asam tambang.
2. Peneliti hanya membahas mengenai kapasitas pada *Sump* BN Utara di PT.

Pamapersada Nusantara

3. Tidak membahas masalah biaya.



BAB II

KAJIAN PUSTAKA

2.1 Penelitian Terdahulu

Penelitian dilaksanakan pada PT. Pamapersada Nusantara Distrik TOPB yang berlokasi di Desa Buhut Jaya, Kabupaten Kapuas Provinsi Kalimantan Tengah. Sistem pemompaan yang dianalisis adalah pada pemopaaan *Sump* Timur Dua (Sri Simatupang, 2015). Data-data yang digunakan adalah data-data curah hujan selama 13 tahun, debit aktual pompa, dan dimensi aktual *sump*, dan luas tangkapan air hujan (*catchment area*). Dalam penelitian tersebut, pompa yang digunakan adalah pompa Multiflow 420 EEX dengan sistem *single stage pump*. Pompa tersebut memiliki debit aktual sebesar 897 m³/jam (1264 Rpm), dengan total head 132,2 m dan efisiensi sebesar 72 %. Pada penelitian tersebut ditemukan bahwa RPM dan efisiensi pompa tidak sesuai *plan* dan secara teoritis lebih besar daripada aktual. Hal ini dikarenakan pemasangan pipa yang tegak dan terdapat belokan pipa sehingga mesin pompa akan bekerja ekstra untuk memindahkan air. Selain itu, bentuk *sump* timur dua yang tidak beraturan menyulitkan untuk mengetahui volume aktual *sump* timur dua pada saat *monitoring* pengukuran elevasi air harian. Berdasarkan pengolahan data, ditemukan bahwa kapasitas *sump* belum mampu untuk menampung curah hujan selama 2 hari tanpa pemompaan.

Penelitian Fridiyandra A., dkk (2014) yang dilaksanakan pada PT. Konsorium Indomineratama Waspadakarsa Lahat Sumatera Selatan

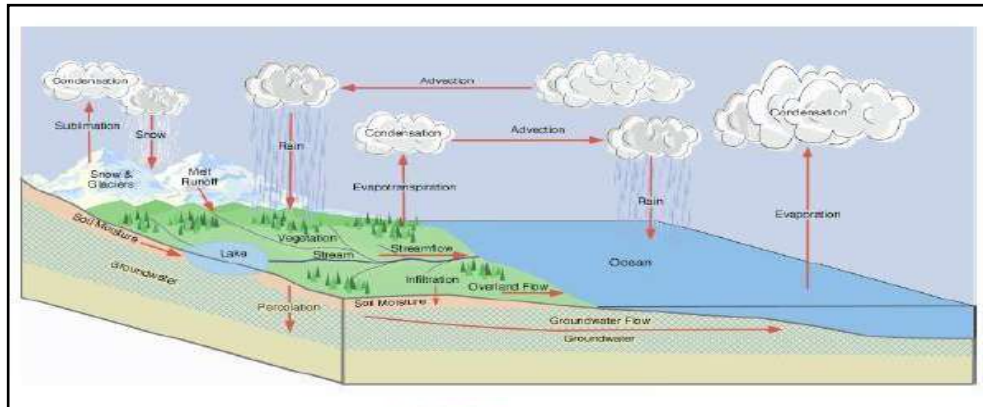
menyatakan curah hujan rencana tahun 2014 adalah 612,217 mm/bulan dengan intensitas curah hujan sebesar 0,71 mm/jam. *Catchment area* total tahun 2014 sebesar 30,3 Ha. Debit limpasan permukaan pada Tahun 2014 sebesar 0,0598 m³/detik. Debit air tanah yang didapat sebesar 0,001 m³/detik. Debit evapotranspirasi sebesar 0,01935 m³/detik. Debit air total yang masuk ke Blok Timur Konsorsium IMWK sebesar 0,04145 m³/detik. Dimensi *mainsump* yang dibutuhkan adalah 27 m x 27 m x 8 m. Debit pemompaan yang didapat sebesar 350 m³/jam atau 0,097 m³/detik dan *Total Head* sebesar 54,92 m. Dimensi kolam pengendapan lumpur adalah sebagai berikut : 42 m x 40 m x 3 m. Dimensi saluran terbuka berbentuk trapesium yaitu : lebar dasar saluran 0,084 m, lebar atas saluran 0,46 m, dan tinggi 0,23 m.

2.2 Siklus Hidrologi

Di bumi terdapat kira-kira sejumlah 1,3-1,4 milyar km³ air: 97,5% adalah air laut, 1,75% berbentuk es dan 0,73% berada di daratan sebagai air sungai, air danau, air tanah dan sebagainya. Hanya 0,001% berbentuk uap di udara. Air di bumi ini mengulangi terus menerus sirkulasi penguapan, presipitasi dan pengaliran keluar (*outflow*). Air menguap ke udara dari permukaan tanah dan laut, berubah menjadi awan sesudah melalui beberapa proses dan kemudian jatuh sebagai hujan atau salju ke permukaan laut atau daratan. Sebelum tiba ke permukaan bumi sebagian langsung menguap ke udara dan sebagian tiba ke permukaan bumi. Tidak semua bagian hujan yang jatuh ke permukaan bumi mencapai permukaan tanah. Sebagian akan tertahan oleh tumbuh-tumbuhan di

mana sebagian akan menguap dan sebagian lagi akan jatuh atau mengalir melalui dahan-dahan ke permukaan tanah.

Sebagian air hujan yang tiba ke permukaan tanah akan masuk ke dalam tanah (infiltrasi). Bagian lain yang merupakan kelebihan akan mengisi lekuk-lekuk permukaan tanah, kemudian mengalir ke daerah-daerah yang rendah, masuk ke sungai-sungai dan akhirnya ke laut. Tidak semua butir air yang mengalir akan tiba ke laut. Dalam perjalanan ke laut sebagian akan menguap dan kembali ke udara. Sebagian air yang masuk ke dalam tanah keluar kembali segera ke sungai-sungai (disebut aliran intra : *interflow*). Tetapi sebagian besar akan tersimpan sebagai air tanah (*groundwater*) yang akan keluar sedikit demi sedikit dalam jangka waktu yang lama ke permukaan tanah di daerah-daerah yang rendah (disebut *groundwater runoff* : limpasan air tanah). Jadi sungai itu mengumpulkan 3 jenis limpasan, yakni limpasan permukaan (*surface runoff*), aliran intra (*interflow*) dan limpasan air tanah (*groundwater runoff*) yang akhirnya akan mengalir ke laut. Singkatnya ialah: uap dari laut dihembus ke atas daratan (kecuali bagian yang telah jatuh sebagai presipitasi ke laut), jatuh ke daratan sebagai presipitasi (sebagian jatuh langsung ke sungai-sungai dan mengalir langsung ke laut). Sebagian dari hujan atau salju yang jatuh di daratan menguap dan meningkatkan kadar uap di atas daratan. Bagian yang lain mengalir ke sungai dan akhirnya ke laut. Seperti telah dikemukakan di atas, sirkulasi yang *continue* antara air laut dan air daratan berlangsung terus. Sirkulasi air ini disebut siklus hidrologi, lihat Gambar 2.1 (*hydrological cycle*). (Suyono Sosrodarsono & Kensaku Takeda, 2003 : 1)



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

Gambar 2.1 Siklus Hidrologi

2.3 Sistem Penyaliran Tambang

Sistem penyaliran tambang adalah suatu usaha atau kegiatan yang dilakukan untuk mencegah masuknya air atau mengeluarkan air yang telah masuk ke *front* penambangan. Kegiatan ini dimaksudkan untuk mencegah terganggunya aktivitas penambangan akibat adanya air dalam jumlah yang berlebihan terutama pada saat musim penghujan. Selain itu, sistem penyaliran tambang ini juga dimaksudkan untuk memperlambat kerusakan alat serta mempertahankan kondisi kerja yang aman, sehingga alat-alat mekanis yang digunakan pada daerah tersebut mempunyai umur yang lama. (Suyono, 2012)

Sumber air yang masuk ke lokasi penambangan dapat berasal dari permukaan tanah maupun dari air dibawah tanah. Air permukaan tanah merupakan air yang terdapat dan mengalir di permukaan tanah. Jenis air ini meliputi, air limpasan permukaan, air sungai, rawa atau danau yang terdapat di daerah tersebut, air buangan (limbah), dan mata air. Sedangkan air di bawah tanah merupakan air yang terdapat dibawah permukaan tanah. Secara hidrologis

air dibawah tanah tanah dapat dibedakan menjadi air pada daerah jenuh dan air pada daerah tak jenuh. Daerah tak jenuh pada umumnya terdapat pada bagian teratas dari lapisan tanah dicirikan oleh gabungan antara material padatan, air dalam bentuk air adsorpsi, air kapiler, dan air infiltrasi serta gas / udara. Daerah ini dipisahkan dari daerah jenuh oleh jaringan kapiler. Air yang berada pada daerah jenuh disebut air tanah.

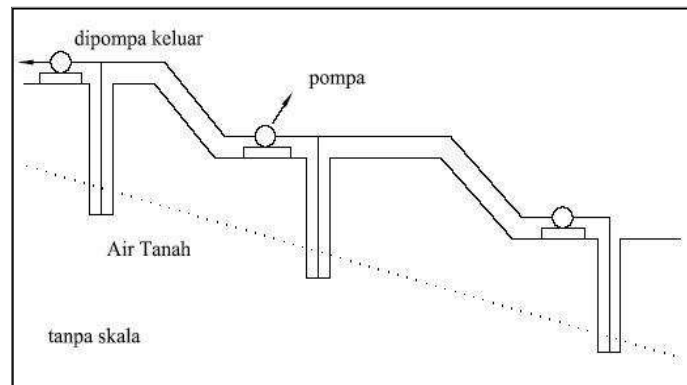
Penanganan masalah air dalam suatu tambang terbuka dapat dibedakan menjadi dua yaitu :

1. *Mine Drainage* merupakan upaya untuk mencegah masuknya air ke daerah penambangan. Hal ini umumnya dilakukan untuk penanganan air tanah dan air yang berasal dari sumber air permukaan. Beberapa metode penyaliran

Mine Drainage :

- a. *Metode Siemens*

Merupakan sistem penyaliran dengan membuat beberapa lubang bor di bagian luar daerah-daerah penambangan atau di jenjang. Pada tiap jenjang dari kegiatan penambangan dibuat lubang bor kemudian ke dalam lubang bor dimasukkan pipa dan disetiap bawah pipa tersebut diberi lubang-lubang. Bagian ujung ini masuk ke dalam lapisan akuifer, sehingga air tanah terkumpul pada bagian ini dan selanjutnya dipompa ke atas dan dibuang ke luar daerah penambangan (Gambar 2.2).

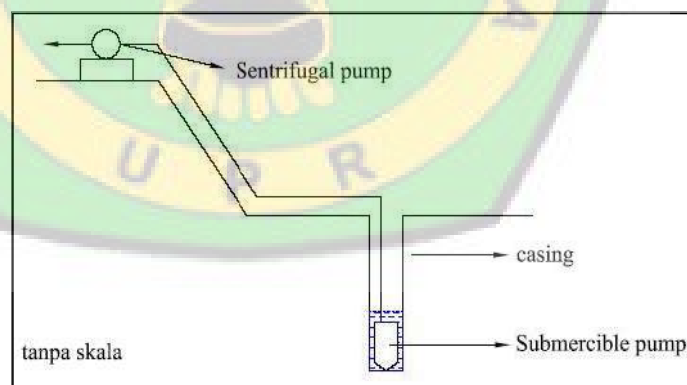


(Sumber : Arafah HK, 2006 : 23)

Gambar 2.2 Metode *Siemens*

b. Metode Pemompaan Dalam (*Deep Well Pump*)

Metode ini digunakan untuk material yang mempunyai permeabilitas rendah dan jenjang tinggi. Dalam metode ini dibuat lubang bor kemudian dimasukkan pompa ke dalam lubang bor dan pompa akan bekerja secara otomatis jika tercelup air. Kedalaman lubang bor 50 meter sampai 60 meter (Gambar 2.3).



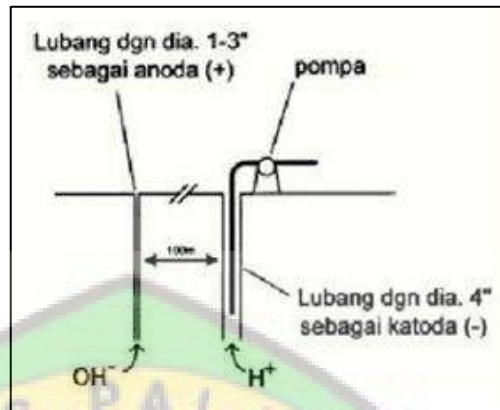
(Sumber : Arafah HK, 2006 : 24)

Gambar 2.3 Metode *Deep well pump*

c. Metode *Elektro Osmosis*

Pada metode ini digunakan batang anoda serta katoda. Bilamana elemen-elemen dialiri arus listrik maka air akan terurai, H^+ pada katoda

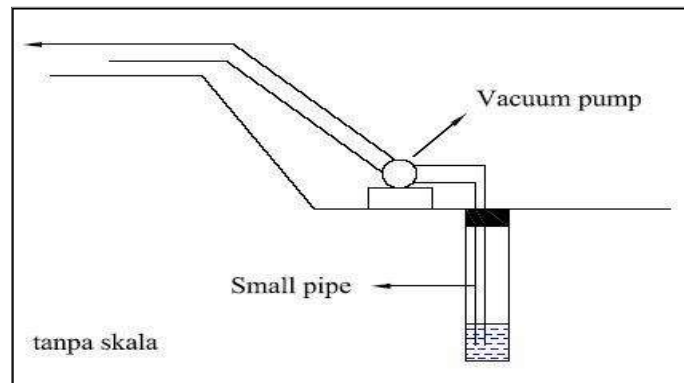
(disumur besar) dinetralisir menjadi air dan terkumpul pada sumur lalu dihisap dengan pompa. (Gambar 2.4).



Gambar 2.4 Metode *electro osmosis*

d. *Small Pipe With Vacuum Pump*

Cara ini diterapkan pada lapisan batuan yang impermiabel (jumlah air sedikit) dengan membuat lubang bor. Kemudian dimasukkan pipa yang ujung bawahnya diberi lubang-lubang. Antara pipa isap dengan dinding lubang bor diberi kerikil-kerikil kasar (berfungsi sebagai penyaring kotoran) dengan diameter kerikil lebih besar dari diameter lubang. Di bagian atas antara pipa dan lubang bor di sumbat supaya saat ada isapan pompa, rongga antara pipa lubang bor kedap udara sehingga air akan terserap ke dalam lubang bor (Gambar 2.5)



(Sumber : Arafah HK, 2006 : 24)

Gambar 2.5 Metode *Small Pipe With Vacuum Pump*

2. *Mine Dewatering*

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

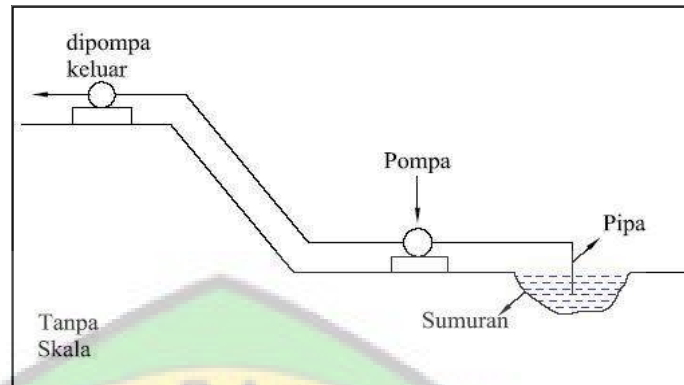
1. Cara Paritan

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.

2. Sistem Kolam Terbuka.

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 2.6).



(Sumber : Arafah HK, 2006 : 26)

Gambar 2.6 Kolam Terbuka

3. Sistem Adit

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

2.2.1 Faktor –Faktor Yang Mempengaruhi Sistem Penyaliran

Faktor- faktor yang harus dipertimbangkan dalam mengkaji suatu sistem penyaliran adalah sebagai berikut :

a. Curah Hujan

Hujan merupakan air yang jatuh ke permukaan bumi dan merupakan uap air di atmosfer yang terkondensasi dan jatuh dalam

bentuk tetesan air. Sistem penyaliran tambang dewasa ini lebih ditujukan pada penanganan air permukaan, ini karena air yang masuk ke dalam lokasi tambang sebagian besar adalah air hujan

Curah Hujan adalah jumlah atau volume air hujan yang jatuh pada satu satuan luas, dinyatakan dalam satuan millimeter (Budiarto, 1997 : 19). 1 mm berarti pada luasan 1 m² jumlah air hujan yang jatuh sebanyak 1 Liter. Sumber utama air permukaan pada suatu tambang terbuka adalah air hujan

Curah hujan merupakan salah satu faktor penting dalam suatu sistem penyaliran, karena besar kecilnya curah hujan akan mempengaruhi besar kecilnya air tambang yang harus diatasi. Besar curah hujan dapat dinyatakan sebagai volume air hujan yang jatuh pada suatu areal tertentu, oleh karena itu besarnya curah hujan dapat dinyatakan dalam meter kubik per satuan luas, secara umum dinyatakan dalam tinggi air (mm). Pengamatan curah hujan dilakukan oleh alat penakar curah hujan.

Berdasarkan Standard World Meteorological Organization, jarak meletakkan alat penakar hujan adalah sebagai persamaan berikut :

$$D > 4H$$

Keterangan :

H = Tinggi pohon/ bangunan (m)

D = Jarak dengan alat penakar hujan (m)

(Budiarto, 1997 : 21)

Curah hujan yang diperlukan untuk penyusunan suatu rancangan pemanfaatan air dan rancangan pengendalian banjir adalah curah hujan rata-rata di seluruh daerah yang bersangkutan, bukan curah hujan pada suatu titik tertentu. Curah hujan ini disebut curah hujan wilayah / daerah dan dinyatakan dalam mm.

Curah hujan daerah ini harus diperkirakan dari beberapa titik pengamatan curah hujan. Cara-cara perhitungan curah daerah dari pengamatan curah hujan di beberapa titik adalah sebagai berikut :

a) Cara Rata-Rata Aljabar

Cara ini adalah perhitungan rata-rata secara aljabar curah hujan di dalam dan di sekitar daerah yang bersangkutan. Persamaannya adalah sebagai berikut:

$$\bar{R} = \frac{1}{n} (R_1 + R_2 + \dots + R_n)$$

Keterangan :

\bar{R} = Curah hujan daerah (mm)

N = Jumlah titik-titik (pos-pos) pengamatan

R₁, R₂,...,R_n = Curah hujan di tiap titik pengamatan (mm)

b) Cara *Thiessen*

Jika titik-titik pengamatan di dalam daerah itu tidak tersebar merata, maka cara perhitungan curah hujan rata-rata itu dilakukan dengan memperhitungkan daerah pengaruh

tiap titik pengamatan. Curah hujan daerah itu dapat dihitung dengan persamaan sebagai berikut:

$$\bar{R} = \frac{A_1R_1 + A_2R_2 + \dots + A_nR_n}{A_1 + A_2 + \dots + A_n}$$

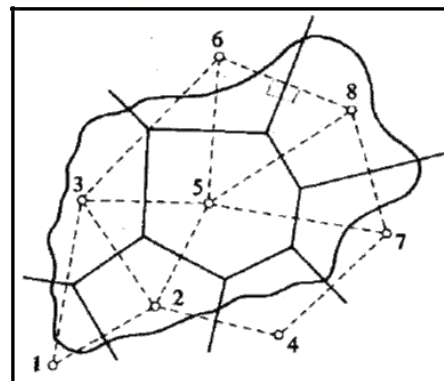
Keterangan :

\bar{R} = Curah hujan daerah

R_1, R_2, \dots, R_n = Curah hujan di tiap titik pengamatan dan n adalah jumlah titik-titik pengamatan.

A_1, A_2, \dots, A_n = Bagian daerah yang mewakili tiap titik pengamatan.

Cara *Thiessen* ini memberikan hasil yang lebih teliti dari pada cara aljabar rata-rata. Akan tetapi, penentuan titik pengamatan dan pemilihan ketinggian akan mempengaruhi ketelitian hasil yang didapat. Kerugian yang lain ialah umpamanya untuk penentuan kembali jaringan segitiga jika terdapat kekurangan pengamatan pada salah satu titik pengamatan. Cara *Thiessen* ini dapat dilihat pada gambar 2.7.



Gambar 2.7. Cara *Thiessen*

c) Cara Garis Isohyet

Peta isohyet digambar pada peta topografi dengan perbedaan (interval) 10 sampai 20 mm berdasarkan data curah hujan pada titik-titik pengamatan di dalam dan di sekitar daerah yang dimaksud. Luas bagian daerah antara dua garis isohyet yang berdekatan diukur dengan planimeter. Demikian pula harga rata-rata dari garis-garis isohyet yang berdekatan yang termasuk bagian-bagian daerah itu dapat dihitung. Curah hujan daerah itu dapat dihitung menurut persamaan sebagai berikut (lihat Gambar 2.8.).

$$\bar{R} = \frac{A_1R_1 + A_2R_2 + \dots + A_nR_n}{A_1 + A_2 + \dots + A_n}$$

Keterangan :

\bar{R} = Curah hujan daerah

R_1, R_2, \dots, R_n = Curah hujan rata-rata pada bagian-bagian

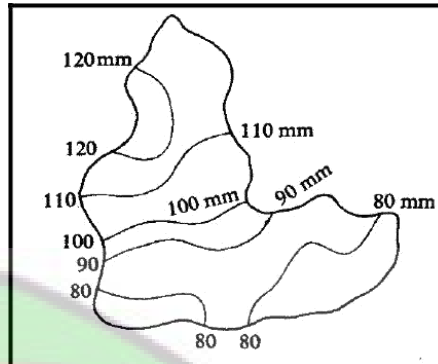
A_1, A_2, \dots, A_n .

A_1, A_2, \dots, A_n = Luas bagian-bagian antara garis-garis

isohyet.

Cara ini adalah cara rasionil yang terbaik jika garis-garis isohyet dapat digambar dengan teliti. Akan tetapi jika titik-titik pengamatan itu banyak dan variasi curah hujan di daerah bersangkutan besar, maka pada pembuatan peta

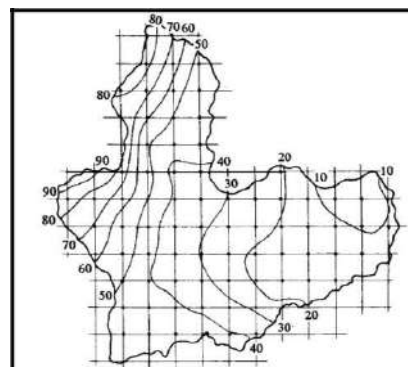
isohiet ini akan terdapat kesalahan pribadi (individual error) sipembuat peta.



Gambar 2.8. Cara Garis Isohyet

d) Cara Garis Potongan (Intersection line method)

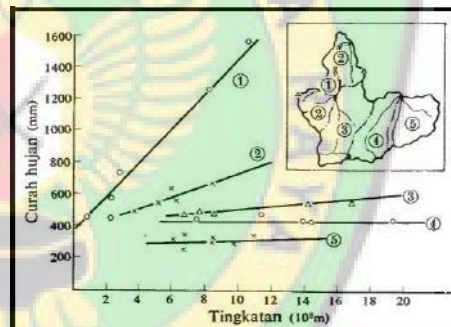
Cara ini adalah cara untuk menyederhanakan cara isohiet. Garis-garis potong ini (biasanya dengan jarak 2 sampai 5 km) yang merupakan kotak-kotak digambar pada peta isohiet. Curah hujan pada titik-titik perpotongan dihitung dari perbandingan jarak titik itu ke garis-garis isohiet yang terdekat (lihat Gambar 2.9). Harga rata-rata aljabar dari curah hujan pada titik-titik perpotongan diambil sebagai curah hujan daerah.



Gambar 2.9. Cara Garis Potong

e) Cara Dalam-Elevasi (Depth-elevation method)

Umpamanya curah hujan itu bertambah jika elevasi bertambah tinggi. Dengan demikian, maka dapat dibuatkan diagram mengenai hubungan antara elevasi titik pengamatan dan curah hujan. Kurva ini (yang sering berbentuk garis lurus) dapat dibuat dengan cara kwadrat terkecil (least square method) dan lain-lain (lihat Gambar 2.10). Pada peta topografi skala 1:50.000 atau yang lain, luas bagian-bagian antara garis-garis kontur selang 100 m atau 200 m dapat diukur.



Gambar 2.10. Cara Dalam-Elevasi

b. Daerah Tangkapan Hujan (*Catchment Area*)

Catchment area adalah suatu daerah tangkapan hujan yang dibatasi oleh wilayah tangkapan hujan yang ditentukan dari titik-titik elevasi tertinggi sehingga akhirnya merupakan suatu poligon tertutup dengan pola yang sesuai dengan topografi dan mengikuti kecenderungan arah gerak air. Dengan pembuatan *catchment area* maka diperkirakan setiap debit hujan yang tertangkap akan

terkonsentrasi pada elevasi terendah. Pembatasan *catchment area* dilakukan pada peta topografi, dan untuk merencanakan sistem penyalirannya dianjurkan menggunakan peta rencana penambangan dan peta situasi tutupan tambang.

c. Air Limpasan (*Run Off*)

Air limpasan adalah bagian dari curah hujan yang mengalir diatas permukaan tanah menuju sungai, danau atau laut. Aliran itu terjadi karena curah hujan yang mencapai permukaan bumi tidak dapat terinfiltrasi, baik yang disebabkan karena intensitas curah hujan atau faktor lain misalnya kelerengan, bentuk dan kekompakan permukaan tanah serta vegetasi.

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

$$Q = 0,00278. C. I. A$$

(Sumber : Suyono, 2012 : V-10)

Dimana :

Q = debit air limpasan maksimum (m³/detik)

C = koefisien limpasan (Tabel 2.1)

I = Intensitas curah hujan (mm/jam)

A = Luas daerah tangkapan hujan (ha)

Pengaruh rumus ini, mengasumsikan bahwa hujan merata diseluruh daerah tangkapan hujan, dengan lama waktu (durasi) sama dengan waktu konsentrasi (t_c).

Tabel 2.1 Harga Koefisien Limpasan

Kemiringan	Kegunaan Lahan	Koefisien Limpasan
< 3% Datar	- Sawah, rawa-rawa	0,2
	- Hutan, perkebunan	0,3
	- Perumahan	0,4
3% - 5% Sedang	- Hutan, perkebunan	0,4
	- Perumahan	0,5
	- Semak-semak agak jarang	0,6
	- Lahan terbuka, daerah timbunan	0,7
15% Curam	- Hutan	0,6
	- Perumahan	0,7
	- Semak-semak agak jarang	0,8
	- Lahan terbuka, daerah tambang	0,9

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

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

$$t_c = 60 \times \left(0,871 \times \frac{L^3}{H} \right)^{0,385}$$

(Sumber : I Made K, 2010 : 83)

$$S = \frac{H}{0,9 \times L} \text{ (Untuk mengetahui kemiringa lahan)}$$

Keterangan :

t_c = waktu konsentrasi (menit)

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

S = Kemiringan rata-rata daerah lintasan air (%)

H = Beda tinggi antara titik terjauh sampai titik yang ditinjau
(mdpl)

d. Jenis dan Sifat Fisik Air Tanah

Semua jenis tanah terdiri dari butiran – butiran dan ruang antar butir yang disebut pori-pori. Sebagian besar pori-pori ini satu dengan yang lainnya saling berhubungan sehingga dapat dilalui oleh air. Peristiwa lengketnya air diantara ruang antar butir atau pori-pori ini disebut rembesan. Sedangkan daya atau kemampuan tanah atau butiran untuk dilalui air disebut permeabilitas. Permeabilitas untuk setiap jenis tanah berbeda satu dengan yang lainnya. Disuatu tambang terbuka permeabilitas tersebut penting sekali diketahui untuk memperkirakan jumlah air yang akan masuk kedalam tambang tersebut.

e. 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 ($\text{m}^3 / \text{detik}$)

V = Volume wadah air (m^3)

t = Waktu tempuh / alir (detik)

2.2.2 Analisis Data Curah Hujan

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

Untuk menentukan prakiraan curah hujan rencana, perlu dilakukan analisis frekuensi dari data curah hujan yang tersedia. Makin lama selang waktu pengukuran akan semakin akurat pula hasil analisis frekuensi. Data curah hujan yang akan dianalisis adalah besarnya curah hujan harian maksimum. Pengolahan data curah hujan dimaksudkan untuk mendapatkan data curah hujan yang siap pakai untuk suatu perencanaan sistem penyaliran.

1. Analisis Frekuensi dan Distribusi Probalitas

Tujuan analisis frekuensi data hidrologi adalah berkaitan dengan besaran peristiwa-peristiwa ekstrim yang berkaitan dengan frekuensi kejadiannya melalui penerapan distribusi kemungkinan. Frekuensi hujan adalah besarnya kemungkinan suatu besaran hujan disamai atau dilampaui. Sebaliknya, kata ulang (*return period*)

adalah waktu hipotetik dimana hujan dengan suatu besaran tertentu akan disamai atau dilampaui. (Suripin, 2003 : 32).

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

a. Seri Parsial (*Partical Duratioan Series*)

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

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

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

(I Made K, 2012 : 15-16)

2. Curah Hujan Rencana

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

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

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

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

Tabel 2.2 Parameter Statistik Untuk Menentukan Jenis Distribusi

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

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

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

Dari data di atas didapat perhitungan parameter statistik sebagai berikut:

1. Mean / nilai tengah

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

2. Simpangan Baku / Standard Deviasi

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

3. Koefisien Variansi / *Variation Coefficient*)

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

4. Asimetri / Kemencengan / *Skewness*

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

5. Kurtosis

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

a. 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 (Lampiran B variable reduksi Gauss)

S = Standar deviasi dari X

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

n = Jumlah data pengamatan

b. Distribusi Probabilitas Log Normal

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

Keterangan :

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

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

n = Jumlah data

K_T = Variabel standart, besarnya dari T

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

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

c. Distribusi Probabilitas Gumbel

$$X_T = \bar{x} + S_x \cdot K$$

$$K = \frac{Y_t - \bar{Y}_n}{S_n}$$

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

Keterangan:

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

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

K = Faktor frekuensi Gumbel

S = Standar deviasi dari data hujan (X)

Y_t = Reduce variate

Y_n = Reduce mean

S_n = Reduce standar Deviasi

d. Distribusi Probabilitas Log Pearson III

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

$$C_s = \frac{n \sum (\text{Log } X - \text{Log } \bar{X})^3}{(n-1)(n-2)S^3}$$

Keterangan :

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

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

N = Jumlah data

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

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

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

C_s = Koefisien Skewness

3. Periode Ulang Hujan

Periode ulang adalah waktu hipotetik dimana suatu kejadian dengan nilai tertentu, hujan rencana misalnya akan disamai atau dilampaui 1 kali dalam jangka waktu hipotetik tersebut.

Menurut Kite G.W (1997), acuan untuk menentukan PUH dapat dilihat pada Tabel 2.3 berikut :

Tabel 2.3 Periode Ulang Hujan Untuk Sarana Penyaliran Pada Daerah Tambang

Keterangan	Periode Ulang Hujan (tahun)
Daerah terbuka	0,5
Sarana tambang	2-5
Lereng tambang & Penimbunan	5-10
Sumuran Utama	10-15
Penyaliran keliling Tambang	25
Pemindahan aliran sungai	100

(Sumber : Kamiana I Made “ Buku ajaran drainase, 2014)

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

4. Intensitas Curah Hujan

Intensitas curah hujan adalah jumlah air hujan yang jatuh dalam area tertentu dalam jangka waktu yang relatif sangat singkat dinyatakan dalam mm / detik, mm/ menit atau mm/jam.

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

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

(Sumber : Suripin,2003 : 68)

Keterangan :

I = Intensitas curah hujan (mm/jam)

t = Lama Waktu Hujan (jam)

R₂₄ = Curah Hujan harian maksimum (mm)

Tabel 2.4 Hubungan Antara Derajat Curah Hujan dan Intensitas Curah Hujan

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

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

2.2.3 Sistem Penyaliran

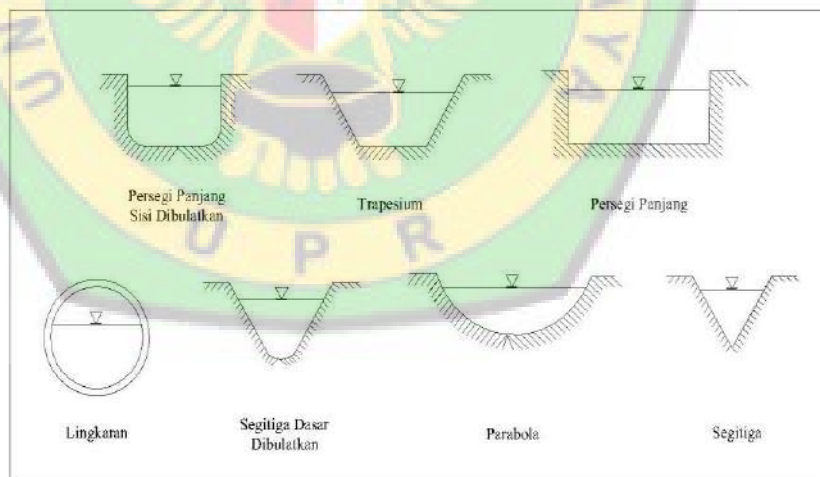
a. Saluran Penyaliran

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

pembuatannya (lihat Gambar 2.11). Dalam merancang bentuk saluran penyaliran, beberapa hal yang perlu diperhatikan antara lain, dapat mengalirkan debit air yang direncanakan dan mudah dalam penggalian saluran serta tidak lepas dari penyesuaian dengan bentuk topografi dan jenis tanah. Bentuk dan dimensi saluran juga harus memperhitungkan efektivitas dan ekonomisnya.

Dalam merancang bentuk saluran air, saluran air terbentuk harus dapat memenuhi hal-hal sebagai berikut :

- Dapat mengalirkan debit air yang direncanakan
- Kecepatan air sedemikian sehingga tidak terjadi pengendapan
- Kecepatan air sedemikian sehingga tidak merusak saluran
- Mudah dalam menggali saluran



(Sumber: Ven Te Chow, Hidrolika Saluran Terbuka, 1989)

Gambar 2.11 Bentuk – Bentuk Penampang Saluran Penyaliran

- Penampang Segitiga

$$\Theta = 90^\circ \quad A = d^2 \quad P = 2d\sqrt{2} \quad R = \frac{d}{2\sqrt{2}}$$

b. Penampang Segiempat

$$b = 2d \qquad A = 2d^2 \qquad P = 4d \qquad R = \frac{1}{2}d$$

c. Penampang Trapesium

$$\Theta = 60^\circ \qquad A = \sqrt{2d^2} \qquad P = 2\sqrt{3d} \qquad R = \frac{1}{2}d$$

Keterangan :

A = Luas penampang basah

P = Keliling penampang basah

d = Tinggi penampang basah

b = Panjang dasar saluran

R = Jari-jari hidrolis

Bentuk yang paling umum dipakai adalah bentuk trapesium (lihat Gambar 2.12)



Gambar 2.12. Penampang Saluran Bentuk Trapesium

Keuntungan dari bentuk penampang trapesium :

1. Dapat mengalirkan debit air yang besar
2. Tahan terhadap erosi

3. Tidak terjadi pengendapan di dasar saluran
4. Mudah dalam pembuatan

Saluran bentuk penampang trapesium merupakan bentuk kombinasi antara bentuk segitiga (*triangular*) dan segiempat (*rectangular*) dan paling umum digunakan untuk saluran yang ber dinding tanah yang tidak dilapisi sebab stabilitas kemiringan dindingnya dapat disesuaikan.

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

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

Keterangan :

B = Panjang permukaan (m)

b = Panjang dasar (m)

d = Tinggi / kedalaman (m)

L = Lebar Permukaan (m)

e = Lebar jenjang karena adanya *slope* (m)

(Negro dkk, 2001 : 32)

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

$$m = 1/\text{tg } \alpha$$

$$= 1/\text{tg } 60^\circ$$

$$= 0,58$$

Sehingga harga b/d adalah :

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

$$= 1.15 d$$

Sedangkam menurut Vent Te Chow, tinggi maksimum aliran terhadap tinggi penampang saluran adalah :

$$h = \frac{bd+md^2}{b+2md} \text{ atau}$$

$$h = \frac{d}{\cos \theta} \text{ (untuk aliran terjal)}$$

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

Tabel 2.5 Kemiringan Dinding Saluran Yang Sesuai Untuk Berbagai Jenis Bahan

Bahan	Kemiringan Dinding Saluran
Batu / Cadas	Hampir tegak lurus
Tanah Gambut (peat)	¼ : 1
Tanah Berlapis Beton	½ : 1
Tanah bagi saluran yang lebar	1 : 1
Tanah bagi parit kecil	1,5 : 1
Tanah berpasir lepas	3 : 1
Lempung berpori	4 : 1

(Sumber : Anonim, 2002 : 30)

Sedangkan kemiringan dasar saluran, ditentukan dengan pertimbangan, suatu aliran dapat mengalir secara alamiah tanpa terjadi pengendapan lumpur pada dasar saluran, dimana menurut

Pfleider (1968) kemiringan antara 0,25-0,5 sudah cukup untuk mencegah adanya pengendapan lumpur berupa adanya pengendalian. Dalam hal ini maka harga $S=0,25$ yang merupakan kemiringan dasar Pit pada lokasi penambangan. Perhitungan kapasitas pengaliran suatu saluran dapat dihitung menggunakan rumus "Manning", yaitu:

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

Keterangan :

Q = Debit pengaliran maksimum (m /detik)

A = Luas penampang (m²)

S = Kemiringan dasar saluran

R = Jari-jari hidrolis (meter)

n = Koefisien kekerasan dinding saluran menurut *Manning* (Tabel 2.6)

Tabel 2.6 Koefisien Kekerasan Dinding Saluran Menurut *Manning*

Tipe Dinding Saluran	N
Semen	0,010-0,014
Beton	0,011-0,016
Bata	0,012-0,020
Besi	0,013-0,027
Tanah	0,020-0,030
Gravel	0,022-0,035
Tanah yang ditanami	0,025-0,040

(Sumber : Ven Te Chow, 1989 : 110)

- **Elemen Geometri Saluran Terbuka**

Yang dimaksud dengan penampang saluran (*channel cross section*) adalah penampang yang diambil tegak lurus arah aliran, sedang penampang yang diambil vertikal disebut penampang vertikal (*vertical section*), Dengan demikian apabila dasar saluran terletak horizontal maka penampang saluran akan sama dengan penampang vertikal. Saluran buatan biasanya direncanakan dengan penampang beraturan menurut bentuk geometri yang biasa digunakan, yaitu:

- a. Bentuk penampang trapesium adalah bentuk yang biasa digunakan untuk saluran-saluran irigasi atau saluran-saluran drainase karena menyerupai bentuk saluran alam, dimana kemiringan tebingnya menyesuaikan dengan sudut lereng alam dari tanah yang digunakan untuk saluran tersebut.
- b. Bentuk penampang persegi empat atau segitiga merupakan penyederhanaan dari bentuk trapesium yang biasanya digunakan untuk saluran-saluran drainase yang melalui lahan - lahan yang sempit.
- c. Bentuk penampang lingkaran biasanya digunakan pada perlintasan dengan jalan: saluran ini disebut gorong-gorong (*culvert*),

Elemen geometri penampang memanjang saluran terbuka dapat dilihat melalui gambar berikut:

1. Kedalaman Aliran (*Hydraulic Depth*)

Dengan notasi d adalah kedalaman dari penampang aliran, sedang kedalaman y adalah kedalaman vertikal, dalam hal sudut kemiringan dasar saluran sama dengan Θ maka :

$$d = y \cos \Theta$$

atau

$$y = \frac{d}{\cos \Theta}$$

2. Duga (*stage*)

Adalah elevasi atau jarak vertikal dari permukaan air di atas suatu datum (bidang persamaan).

3. Luas Penampang (Area)

Mengacu pada luas penampang melintang dari aliran di dalam saluran. Notasi atau simbol yang digunakan untuk luas penampang ini adalah A , dan satuannya adalah satuan luas.

4. Keliling Basah (*Wetted Perimeter*)

Suatu penampang aliran didefinisikan sebagai bagian/porsi dari parameter penampang aliran yang bersentuhan (kontak) dengan batas benda padat yaitu dasar dan/atau dinding saluran.

Notasi atau simbol yang digunakan untuk keliling basah ini adalah P , dan satuannya adalah satuan panjang.

5. Lebar Permukaan (*Top Width*)

Adalah lebar penampang saluran pada permukaan bebas. Notasi atau simbol yang digunakan untuk lebar permukaan adalah T , dan satuannya adalah satuan panjang.

6. Jari Jari Hydraulik (*Hydraulic Radius*)

Dari suatu penampang aliran bukan merupakan karakteristik yang dapat diukur langsung, tetapi sering sekali digunakan didalam perhitungan. Definisi dari jari-jari hydraulik adalah luas penampang dibagi keliling basah, dan oleh karena itu mempunyai satuan panjang, notasi atau simbol yang digunakan adalah R, dan satuannya adalah satuan panjang.

Untuk kondisi aliran yang spesifik, jari-jari hydraulik sering kali dapat dihubungkan langsung dengan parameter geometrik dari saluran. Misalnya, jari-jari hydraulik dari suatu aliran penuh didalam pipa (penampang lingkaran dengan diameter D) dapat dihitung besarnya jari-jari hydraulik sebagai berikut:

$$R = \frac{A}{P_w}$$

$$R_{\text{lingkaran}} = \frac{\pi \cdot \frac{D^2}{4}}{\pi \cdot D} = \frac{D}{4}$$

Dimana:

R = Jari-jari hydraulik (ft/m)

A = Luas penampang (ft² atau m²)

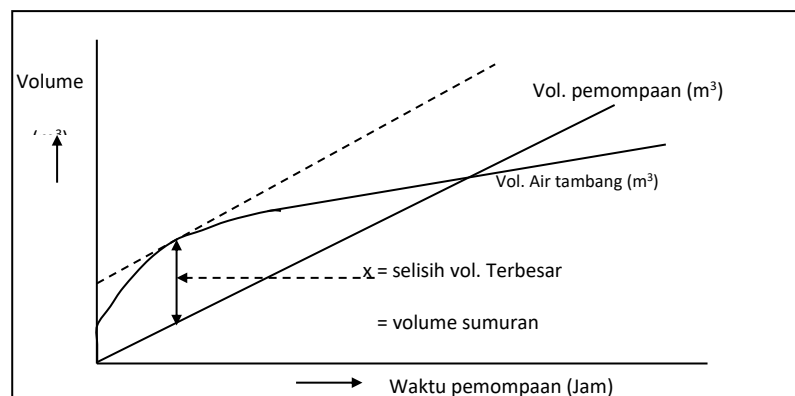
P_w = Keliling basah (ft atau m)

D = Diameter pipa (ft atau m)

2.2.4 Sumuran (*Sump*)

Sumuran berfungsi sebagai tempat penampungan air sebelum dipompa keluar tambang. Dengan demikian dimensi sumuran ini sangat tergantung dari jumlah air yang masuk serta keluar dari sumuran. Jumlah air yang masuk kedalam sumuran merupakan jumlah air yang dialirkan oleh saluran-saluran, jumlah limpasan permukaan yang langsung mengalir kesumuran serta curah hujan yang langsung jatuh kesumuran, sedangkan jumlah air yang keluar dapat dianggap sebagai yang berhasil dipompa, karena penguapan dianggap tidak terlalu berarti.

Dimensi sumuran tambang tergantung pada kuantitas (debit) air limpasan, kapasitas pompa, waktu pemompaan, kondisi lapangan seperti kondisi penggalian terutama pada lantai tambang (floor) dan lapisan batubara serta jenis tanah atau batuan di bukaan tambang. Volume sumuran ditentukan dengan menggabungkan grafik intensitas hujan yang dihitung dengan teori Mononobe versus waktu, dan grafik debit pemompaan versus waktu, dapat dilihat pada Gambar 2.13.



(Sumber : Rudy Sayoga Gautama, Sistem Penyaliran Tambang, 1999)

Gambar 2.13. Grafik Penentuan Volume Sumuran Air Tambang

2.2.5 Pipa dan Pompa

2.2.5.1 Pipa

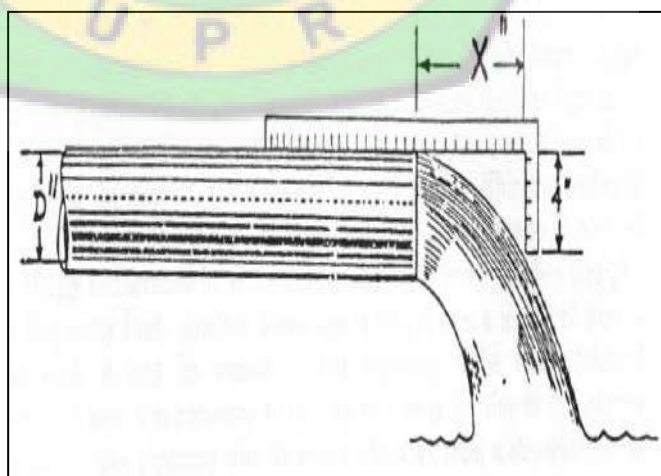
Pipa merupakan rangkaian instalasi pompa yang berfungsi untuk mengalirkan air atau lumpur hasil pemompaan untuk dialirkan ke kolam pengendap atau ke luar tambang. Pipa untuk keperluan pemompaan ditambang biasanya terbuat dari baja, dapat juga menggunakan bahan PVC untuk tambang yang tidak dalam. Pada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

Kehilangan energi aliran yang melalui pipa perlu dihitung untuk mendapatkan tinggi angkat yang diperlukan pemompaan. Kehilangan energi ini menyebabkan turunnya tekanan dalam pipa.

2.2.5.2 Pompa

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

Perkiraan debit pemompaan aktual dapat dilakukan dengan menggunakan Metode Discharge. Langkah kerja metode ini yaitu dengan membuat alat ukur berbentuk “L” seperti terlihat pada Gambar 2.14. Sisi yang pendek berukuran 4 inchi dan sisi yang lebih panjang merupakan panjang air yang keluar dari pipa (X) dinyatakan dalam satuan inchi.



Sumber : Cassidy, Elements of Practical Coal Mining, 1973

Gambar 2.14. Pengukuran Debit Pompa dengan Metode *Discharge*

Debit pompa diukur dengan meletakkan sisi L yang panjang pada bagian atas pipa ketika air mengalir keluar dari pipa. Lalu pastikan sisi yang pendek menyentuh aliran air. Kemudian catat panjang X. Tabel 3.5 menampilkan hubungan antara panjang X dan diameter pipa (D) yang menentukan besar debit pompa (Cassidy, 1973 : 174-176).

Head Pompa adalah energi yang harus disediakan untuk mengalirkan sejumlah air seperti yang telah direncanakan. Terdiri dari head tekanan, head kecepatan dan head potensial yang merupakan energi mekanik yang dikandung oleh satu satuan berat (1 kgf) zat cair yang mengalir dan dinyatakan dalam satuan panjang (tinggi). Head pompa dituliskan dengan persamaan:

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

Keterangan :

H = Head total pompa (m)

hs = Head statis pompa (m)

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

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

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

g = Kecepatan gravitasi bumi (m/detik²)

Perhitungan berbagai julang pada pemompaan :

1) Head statis (h_s)

$$h_s = h_2 - h_1$$

Keterangan :

h_1 = Elevasi sisi isap (m)

h_2 = Elevasi sisi keluar (m)

2) Head tekanan (h_p)

$$h_s = h_{p2} - h_{p1}$$

Keterangan :

h_{p1} = Julang tekanan pada sisi isap

h_{p2} = Julang tekanan pada sisi keluaran

3) Head gesekan (h_{f1})

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

Keterangan :

h_{f1} = kerugian julang gesek

λ = $0,020 + 0,0005/D$

v = Kecepatan aliran dalam pipa (m/detik)

L = Panjang pipa (m)

D = Diameter pipa (m)

g = Kecepatan gravitasi bumi (m/detik²)

4) Head belokan (h_{f2})

$$h_{f2} = k \left(\frac{v^2}{2g} \right)$$

Keterangan :

k = Koefisien kerugian pada belokan

v = Kecepatan aliran dalam pipa (m/detik)

g = Kecepatan gravitasi bumi (m/detik²)

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

Keterangan :

v = Kecepatan aliran dalam pipa (m/detik)

g = Kecepatan gravitasi bumi (m/detik²)

R = Jari-jari lengkung belokan (m)

θ = Sudut belokan pipa

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

Keterangan :

D = Diameter dalam pipa (m)

θ = Sudut belokan pipa

5) Head katup isap (h_{f3})

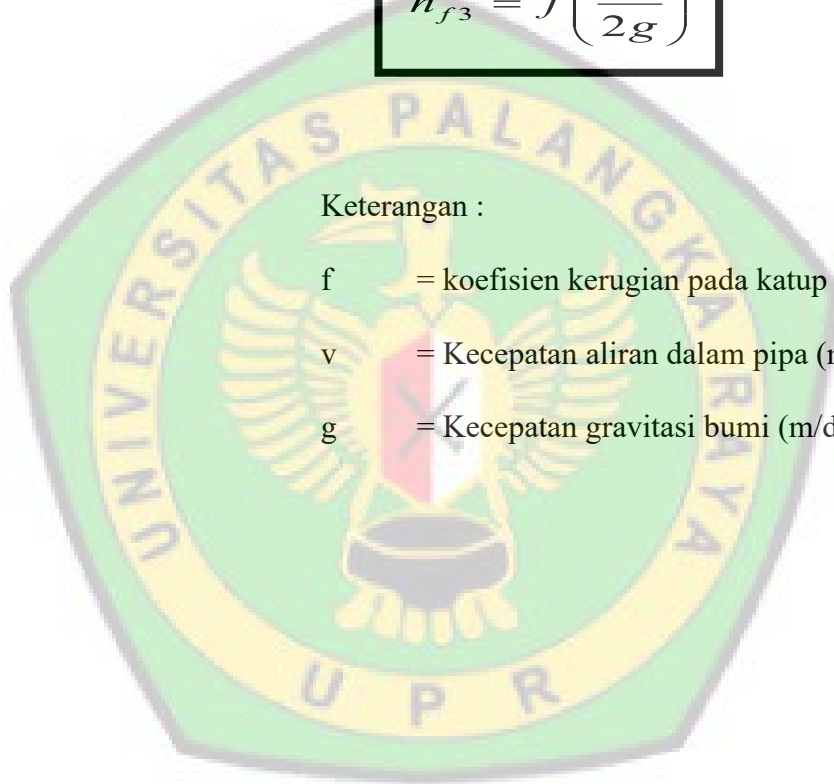
$$h_{f3} = f \left(\frac{v^2}{2g} \right)$$

Keterangan :

f = koefisien kerugian pada katup isap

v = Kecepatan aliran dalam pipa (m/detik)

g = Kecepatan gravitasi bumi (m/detik²)



BAB III

METODE PENELITIAN

3.1 Gambaran Umum Daerah Penelitian

3.1.1 Profil dan Sejarah Perusahaan

PT. Pamapersada Nusantara (PAMA) adalah anak perusahaan milik PT. United Tractors Tbk, distributor kendaraan konstruksi berat Komatsu di Indonesia PT. Astra Internasional Tbk, pemilik saham utama PT. United Tractors Tbk, merupakan salah satu perusahaan terbesar dan terkemuka di Indonesia.

PAMA dimulai sejak 1974 dalam bentuk divisi rental di PT United Tractors, yang bergerak di bidang proyek-proyek konstruksi, pertambangan dan minyak, penyiapan lahan dan logging. Pada tahun 1993 divisi ini berubah menjadi sebuah perusahaan mandiri bernama PT Pamapersada Nusantara.

PT. Pamapersada Nusantara *District* KPC Sangatta telah menjadi salah satu kontraktor pertambangan yang dipercaya oleh PT. Kaltim Prima Coal untuk melakukan kegiatan penambangan batubara sejak tahun 2003. Sejak tahun 2004 PT. Pamapersada Nusantara Distrik KPC Sangatta mengerjakan beberapa pit di area PT. Kaltim Prima Coal, diantaranya adalah :

- a. Pit Bandili pada bulan September 2004 – April 2007
- b. Pit PSS pada tahun 2010 – 2011

- c. Pit Kancil pada bulan Oktober 2009 – Oktober 2013
- d. Pit Pelikan pada bulan April 2007 sampai dengan sekarang
- e. Pit Kanguru pada bulan Maret 2008 sampai dengan sekarang.

Data Umum :

Site : KPCS (Kaltim Prima Coal Sangatta)

Owner : PT. KPC (Kaltim Prima Coal)

Kontraktor : PT. Pamapersada Nusantara

Alamat : District KPC Sangatta, Bintang Area

KPC Mine Project

PO.BOX : 002 Sangatta 75387

Kalimantan Timur

Phone : (62-549) 5255350, 525575

Fax : (62-549) 525529

Letak Geografis : 17°26'24" - 117°30'36" BT dan

0°14'24" - 0°22'48" LS

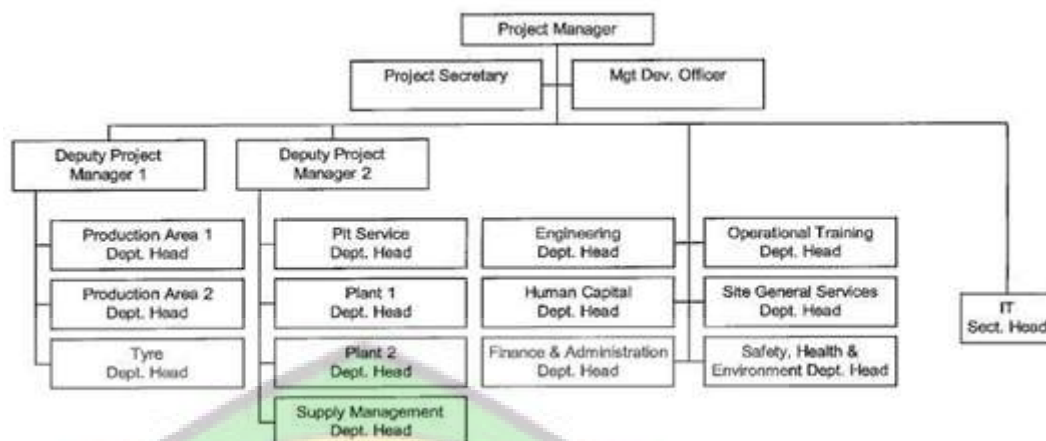
Pit Aktif : Pit Pelikan dan Pit Kanguru

Tahun Mulai Proyek : Tahun 2004

Logo Perusahaan :



3.1.2 Struktur Organisasi Perusahaan



Gambar 3.1 Struktur Organisasi Di PT. Pamapersada Nusantara *District*

KPC

3.1.3 Lokasi dan Kesampaian Daerah

PT. Pamapersada Nusantara berada di wilayah kerja PT. Kaltim Prima Coal, di Sangatta Utara, Kabupaten Kutai Timur, Provinsi Kalimantan Timur. Lokasi penambangan yang dikerjakan oleh PT. Pamapersada Nusantara secara geografis terletak antara 17°26'24" - 117°30'36" BT dan 0°14'24" - 0°22'48" LS dengan ketinggian 0-60 meter dari permukaan laut.

Lokasi dapat ditempuh dari kota Palangaka Raya dengan cara :

- a. Palangka Raya – Balikpapan, dengan menggunakan pesawat, dapat ditempuh dalam waktu kurang lebih 1 jam perjalanan.
- b. Balikpapan – Sangatta Utara, dengan menggunakan kendaraan roda 4 (empat), dapat ditempuh dalam waktu kurang lebih 8 jam perjalanan.

- c. Dari gerbang check point – office bintang PT. Pamapersada Nusantara, dengan menggunakan sarana transportasi perusahaan, dapat ditempuh kurang lebih 20 menit.

3.1.4 Iklim

Secara umum wilayah penambangan PT. Pamapersada Nusantara *district* KPC termasuk kategori iklim B, yaitu iklim basah dengan kelembaban relatif berkisar antara 63 % - 100 % (Kaltim Prima Coal, 2005).

Pemantauan curah hujan manual dilakukan setiap hari di 12 stasiun curah hujan di areal tambang Sangatta, 1 stasiun curah hujan di areal Tanjung Bara dan 1 stasiun curah hujan di Bengalon. Empat stasiun curah hujan otomatis terpasang di areal tambang Sangatta untuk mengetahui intensitas hujan yang terjadi. Tiga stasiun pemantau cuaca otomatis terpasang di Tanjung Bara, Swarga Bara dan Lubuk Tutung Bengalon untuk memantau kelembaban, suhu udara, kecepatan angin dan arah angin.

Curah hujan tahunan di areal penambangan PT. KPC berkisar antara 2000 - 2500 mm/bulan. Curah hujan tahunan tertinggi yang tercatat pada tahun 2007 terjadi di daerah Melawan, sedangkan curah hujan harian tertinggi terjadi di pit AB pada bulan maret tahun 2007.

Musim hujan terjadi pada bulan November – Mei dan musim kemarau terjadi bulan Juni – Oktober.

3.1.5 Vegetasi

Ekosistem terestrial di wilayah studi (Sangatta dan Bengalon) merupakan wujud ekosistem hutan hujan khatulistiwa yang berubah karena aktivitas manusia, termasuk adanya kejadian kebakaran hutan. Vegetasi darat didominasi oleh hutan primer dan sekunder. Hutan primer terdiri dari hutan campuran yang lebat dengan ketinggian pohon hingga lebih dari 50 meter yang didominasi oleh famili *Dipterocarpaceae* yang kaya akan spesies dan hutan rawa-rawa air tawar. Ciri morfologis *Dipterocarpaceae* campuran adalah dijumpainya batang pohon tinggi berbentuk silinder, batang penopang, Kuliflora dan Ramiflora, daun Pinnate, jenis liana pemanjat pohon, tumbuhan epifit, dan Briofita relatif jarang. Dalam hutan ini ditemukan genus *Hopea*, *Shorea*, *Dyrobalanops*, *Eusideroxylon*, dan *Koompassia*. Hutan rawa-rawa air tawar yang ditemukan pada umumnya berasal dari genus *Alstonia*, *Camptosperma*, *Terminalia*, *Shorea*, *Nauclea*, *Eugenia*, *Palaquium*, *Diospyros*, *Barringtonia*, *Garcinia*, *Gonystylus* dan *Melaleuca*.

Hutan di sekitar lokasi penambangan PT. Pamapersada Nusantara merupakan hutan sekunder bekas penebangan pepohonan *Dipterocarpaceae* dan *Eusideroxylon zwageri*. Petani ladang umumnya menghuni lahan di sepanjang jalan logging.

Hutan sekunder hasil rehabilitasi lahan ditanami jenis *Paraserianthes falcataria* dan spesies lainnya. Tumbuhan di lokasi

penambahan didominasi oleh spesies pionir dari jenis *Macaranga gigantea*, *Macaranga hypoleuca*, *Macaranga paersonii*, *Geunsia pentandra*, *Melicope sp.*, *Cananga odorata*, *Pterospermum javanicum*, *Vitex pinnata*, *Anthocephalus chinensis*, *Octomeles sumatranus*, *Duabanga moluccana* dan *Artocarpus*. Ketinggian pohon tersebut sekitar 15 - 20 meter dengan diameter 20 - 25 meter. Vegetasi asli umumnya mewakili kurang dari 10 % tumbuhan kanopi atas.

Tumbuhan dengan ketinggian sekitar 10 meter didominasi oleh *Ficus obscura* dan beberapa spesies *Ficus*. Tumbuhan rendah didominasi oleh *Zingiberaceae*, serta jenis *Marantaceae*.

Lahan pertanian di sepanjang sungai Sangatta dan Bengalon serta jalan raya ditanami oleh padi dan pisang. Pekarangan di daerah pemukiman ditanami buah-buahan dan sayuran.

3.2 Kondisi Geologi

3.2.1 Kondisi Geologi Regional

Cekungan Kutai merupakan salah satu cekungan Tersier yang terbesar di Indonesia, luasnya 165.000 km² dan kedalamannya kurang lebih mencapai 14.000 m. Di bagian utara, Cekungan Kutai dibatasi oleh Sesar Sangkulirang dan Sesar Bengalon, sedangkan dibagian selatan dibatasi oleh Sesar Adang (Biantoro dkk., 1992).

Secara tektonik, Cekungan Kutai dipisahkan dari Cekungan Tarakan di utara oleh Punggungan Mangkalihat dan dipisahkan dari Cekungan

Barito di selatan oleh Adang flexure. Bagian barat Cekungan Kutai dibatasi Tinggian Kuching yang tersusun oleh batuan metasedimen berumur Kapur dan sedimen berumur Paleosen, sedangkan bagian timur Cekungan Kutai terbuka ke Selat Makassar dengan kedalaman air laut mencapai lebih dari 2000 meter (Allen & Chambers, 1998; op.cit. Resmawan, 2007).

Formasi Balikpapan yang berumur miosen merupakan formasi pembawa lapisan batubara di daerah Sangatta dan Bengalon. Formasi ini terbentuk di dalam Cekungan Kutai yang melampar dari sebelah selatan Samarinda sampai di utara daerah Sangkulirang.

Di daerah Sangatta terdapat dua kelompok potensi batubara utama, yaitu potensi batubara Pinang dan Melawan. Operasi penambangan batubara yang dilakukan saat ini berada pada struktur Sinklin Lembak di bagian selatan dari daerah konsesi pertambangan, di sebelah utara sungai Sangatta, dan di sebelah barat Kubang Pinang.

Endapan batubara di daerah Bengalon terletak di utara sungai Bengalon, 30 km di sebelah utara daerah Sangatta, dan secara geologis masih termasuk dalam Sinklin Lembak yang tersesarkan dan juga di dalam sinklin penebaran yang merupakan perpanjangan dari Sinklin Lembak ke arah utara. Terdapat bukti kuat yang menunjukkan bahwa pelamparan batubara menerus dari daerah Pinang dan Melawan sampai ke daerah Bengalon.

3.2.2 Statigrafi

Secara regional, kondisi geologi dan stratigrafi wilayah kerja PT. Pamapersada Nusantara dijabarkan berdasarkan peta geologi yang dikeluarkan oleh Departemen Geologi PT. KPC. Formasi Balikpapan merupakan formasi yang sangat dominan melampar di daerah konsesi dan menopang secara selaras di atas formasi Pulau Balang. Formasi Balikpapan tersusun atas perselingan antara batulumpur, batulanau, batupasir, dan batubara dengan sisipan tipis batugamping. Batas stratigrafi antara formasi Balikpapan dengan formasi Pulau Balang pada umumnya ditandai dengan kehadiran sisipan lensa batugamping.





Berdasarkan Peta Geologi Lembar Sangatta (Sukardi dkk., 1995), membagi satuan lithostratigrafi daerah Kutai Timur menjadi 6 (enam) formasi dengan urutan dari tua ke yang muda adalah sebagai berikut:

- a. Formasi Pamaluan (Tmp) : Batulempung dengan sisipan tipis napal, batupasir dan batubara. Bagian atas terdiri dari batulempung pasiran yang mengandung sisa tumbuhan dan beberapa lapisan tipis batubara. Secara umum bagian bawah lebih gampingan dan mengandung lebih banyak foraminifera plankton dibanding dengan bagian atasnya. Fosil penunjuk terdiri dari Globigerinoides primordius, Globigerinoides trilobus, Globigerinita sp. yang berumur N.4-N.5 atau Te5 Bawah (Miosen Awal). Lingkungan pengendapan berkisar dari neritik dalam sampai neritik dangkal.

- b. Formasi Bebuluh (Tmbe) : Batugamping dengan sisipan batulempung, batulanau, batupasir dan sedikit napal. Batugamping mengandung koral dan foraminifera besar. Batugamping dari formasi ini adalah terumbu dan tebaran batugamping terumbu. Berumur Miosen Awal, dengan tebal diperkirakan 2000 meter, formasi ini ditutupi selaras oleh Formasi Pulau Balang.
- c. Formasi Pulau Balang (Tmpb) : Perselingan batupasir dengan batulempung dan batulanau, setempat bersisipan tipis lignit, batugamping atau batupasir gampingan. Berumur Miosen Awal – Miosen Tengah. Sedimentasinya diperkirakan terjadi di daerah pro-delta, dengan tebaran terumbu di beberapa tempat.
- d. Formasi Balikpapan (Tmbp) : Batupasir, batulempung, lanau, tuf dan batubara. Pada perselingan batupasir kuarsa, batulempung dan batulanau memperlihatkan struktur silang siur. Setempat mengandung sisipan batubara dengan ketebalan antara 20-40 cm. Batulempung berwarna kelabu, getas, mengandung muskovit, bitumen dan oksida besi. Tebal formasi ± 2000 meter, dengan lingkungan pengendapan muka daratan-delta. Umur formasi ini Miosen Tengah - Miosen Akhir. Formasi ini tertindih selaras oleh Formasi Kampungbaru.
- e. Formasi Kampungbaru (Tmpk) : Batulempung pasiran, batupasir dengan sisipan batubara dan tuf, setempat mengandung lapisan tipis oksida besi dan bintal limonit. Berumur Miosen Akhir hingga Plio-

Plistosen, dengan lingkungan pengendapan delta sampai laut dangkal dengan tebal formasi antara 500-800 meter.

- f. Endapan Aluvial (Qal) : Material lepas berupa lempung dan lanau, pasir, lumpur, dan kerikil, merupakan endapan pantai, rawa, dan sungai.

UMUR	FORMASI	TEBAL (m)	LITOLOGI	DESKRIPSI	LINGKUNGAN PENGENDAPAN
KUARTER	Alluvial (Qa)	?		Material lepas berukuran lempung hingga pasir halus, dan material organik.	Fluvial Lacustrine
TERSIER	Kampungbaru	900		Batupasir kuarsa yang bersifat lepas dengan sisipan batulempung, serpih, batulanau dan lignit.	Delta
	Balikpapan	3000		Batulempung dan batupasir kuarsa dengan sisipan batulanau serpih, dan batubara	Delta
	Pulau Balang	2750		Batupasir (greywacke), batupasir kuarsa, batugamping, batulempung dengan sisipan batubara.	Darat - laut dangkal
	Bebulu	2000		Formasi Bebulu : batugamping dengan sisipan batugamping pasiran dan serpih.	Laut Dangkal (Neritik)
	Pamaluan	3000		Formasi Pamaluan : batupasir kuarsa dengan sisipan batulempung, serpih, batugamping dan batulanau.	Laut Dangkal (Neritik)

Gambar 3.2. Kolom Statigrafi daerah Kutai Timur
(Supriatna & Rustandi, 1995 ; op.cit. Resmawan, 2007)

3.2.3 Struktur Geologi Regional

Pembentukan struktur geologi di Cekungan Kutai sangat dipengaruhi oleh adanya spreading di sepanjang Selat Makassar yang menimbulkan sesar-sesar mendatar dengan arah pergerakan baratlaut-tenggara serta memisahkan Pulau Kalimantan dan Pulau Sulawesi. Pola struktur Cekungan Kutai dipengaruhi oleh pengangkatan Tinggian Kuching yang tegasannya berasal dari arah baratlaut. Pengangkatan ini terus berlangsung hingga mengakibatkan berkurangnya kestabilan.

Akibat ketidakstabilan ini maka terjadi pelengseran batuan ke arah timur.

Struktur geologi yang berkembang di dalam Cekungan Kutai adalah lipatan dan sesar. Batuan tua seperti Formasi Pamaluan, Formasi Bebuluh dan Formasi Pulau Balang umumnya terlipat kuat dengan kemiringan sekitar 400, tetapi ada juga yang mencapai 750, sedangkan batuan yang berumur lebih muda seperti Formasi Balikpapan dan Formasi Kampungbaru pada umumnya terlipat lemah, namun di beberapa tempat dekat zona sesar ada yang terlipat kuat. Di daerah ini terdapat 3 (tiga) jenis sesar, yaitu sesar naik, sesar normal dan sesar mendatar. Sesar naik diduga terjadi pada Miosen Akhir yang kemudian dipotong oleh sesar mendatar yang terjadi kemudian, sedangkan sesar turun terjadi pada Kala Pliosen (Supriatna dan Rustandi, 1995; op.cit. Resmawan, 2007).

Proses pembentukan lipatan di Cekungan Kutai terdapat dua pendapat, yaitu:

1. Menurut Ott, 1987; op.cit. Resmawan, 2007, menyatakan bahwa pola struktur pada Cekungan Kutai disebabkan oleh adanya proses gelinciran akibat gaya gravitasi (gravity sliding) pada batuan dasar yang mempunyai plastisitas tinggi akibat adanya pengangkatan Tinggian Kuching selama Zaman Tersier.
2. Menurut McClay dkk., 2000; op.cit. Resmawan, 2007, menyatakan bahwa struktur di daerah dataran Cekungan Kutai merupakan hasil

dari tektonik delta, yaitu gabungan dari sedimentasi yang cepat dan gaya tektonik. Akibat penumpukan terjadi pelengseran lateral yang mengakibatkan pelengseran lateral yang mengakibatkan lipatan dan sesar-sesar turun, kemudian mengalami reaktivasi menjadi sesar naik akibat gaya kompresi.

3.3 Metode Penelitian

Metode penelitian yang digunakan dalam penelitian ini adalah metode penelitian kuantitatif dan deskriptif. Metode Penelitian kuantitatif adalah penelitian ilmiah yang sistematis terhadap bagian – bagian dan fenomena serta hubungan – hubungannya. Tujuan penelitian kuantitatif adalah mengembangkan dan menggunakan model-model matematis, teori – teori yang berkaitan dengan kegiatan tertentu.

Sedangkan Penelitian deskriptif merupakan metode penelitian yang berusaha menggambarkan dan menginterpretasi objek sesuai dengan apa adanya. Penelitian ini juga sering disebut non-eksperimen, karena pada penelitian ini penelitian tidak melakukan kontrol dan manipulasi variable penelitian. Penelitian deskriptif pada umumnya dilakukan dengan tujuan utama, yaitu menggambarkan secara sistematis fakta dan karakteristik objek dan subjek yang diteliti secara tepat.

Penelitian dilaksanakan melalui prosedur sebagai berikut :

1. Studi Literatur

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

2. Melakukan Studi Lapangan

Studi lapangan yang dilakukan yaitu Observasi. Observasi adalah pengamatan langsung di lapangan terhadap *sump* di PT. Pamapersada Nusantara. Pengambilan data langsung di lapangan meliputi data pengukuran curah hujan, debit pompa.

3. Pengelompokan Data

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

4. Pengolahan Data

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

5. Pembahasan

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

6. Kesimpulan dan Saran

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

3.4 Metode Pengambilan *Sample* dan Data

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

1. Metode Langsung (*Direct*)

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

2. Metode Tidak Langsung (*Indirect*)

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

3.5 Jenis dan Sumber Data

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

Adapun data sekunder dalam penelitian ini adalah :

1. Peta *catchment area*
2. Peta topografi perusahaan
3. Data curah hujan daerah setempat

Adapun data primer dalam penelitian ini adalah :

1. Perhitungan curah hujan rencana
2. Pengukuran debit limpasan
3. Perhitungan air yang masuk kedalam *sump*
4. Perhitungan debit pompa
5. Perhitungan perkiraan kenaikan lumpur

3.6 Alat dan Bahan

Alat dan Bahan yang digunakan dalam penelitian ini adalah :

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



BAB V

PENUTUP

5.1 Kesimpulan

1. Curah hujan harian rata-rata setiap bulannya adalah 111,640 mm/hari berdasarkan pengolahan data curah hujan maksimum bulanan tahun 2007 sampai dengan tahun 2016, maka diperoleh intensitas curah hujan sebesar 31,58 mm /jam dengan luasan daerah tangkapan hujan sebesar 670 Ha dan diperoleh nilai debit limpasan sebesar 52,90 m³/detik. Sehingga volume air yang masuk kedalam sump BN Utara 1 hari tanpa dilakukan kegiatan pemompaan sebesar 753.951,96 m³/hari.
2. Dari hasil perhitungan analisis kapasitas *sump* BN Utara, kapasitas *sump* BN Utara sekarang masih optimal menampung volume air yang masuk ke *sump* 1 hari. Dimana volume air yang masuk kedalam *sump* sebesar 753.952,96 m³/hari. Dan pengeringan *sump* akan optimal apabila pompa yang digunakan 2 pompa sekaligus.

5.2 Saran

1. Untuk menangani agar tidak terjadinya banjir, maka perlu dilakukan pengerukan lumpur yang ada di sump BN Utara. Karena, sebenarnya sump BN Utara cukup untuk menampung air limpasan yang masuk hanya saja akibat adanya lumpur menyebabkan berkurangnya kapasitas *sump*.

2. Sebaiknya ada penelitian lebih lanjut mengenai pengerukkan lumpur pada *sump* sehingga lumpur bisa dipindahkan secara berkala
3. Selain melakukan peningkatan perawatan terhadap pompa, perlu pula dilakukan pemeriksaan rutin pada pipa dan sambungan pipa agar tidak ada kebocoran atau keregangan pada sambungan.
4. Pada waktu pemindahan pipa HDPE dengan menggunakan alat berat excavator sebaiknya dilakukan secara hati-hati agar tidak merusak permukaan pipa, sehingga menimbulkan kebocoran pada saat pipa digunakan.

