

**KAJIAN TEKNIS SISTEM PENYALIRAN TAMBANG PADA TAMBANG
TERBUKA BATUBARA PT. NUSA ALAM LESTARI, KENAGARIAN
SINAMAR, KECAMATAN ASAM JUJAHAN, KABUPATEN
DHARMASRAYA**

TUGAS AKHIR

*Diajukan Sebagai Salah Satu Syarat
Dalam Menyelesaikan Program Sarjana Teknik Pertambangan*



Oleh:

ARIEF RAHMAT KHUSAIRI
NIM: 1206355/ 2012

**JURUSAN TEKNIK PERTAMBANGAN
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS NEGERI PADANG
2018**

LEMBAR PERSETUJUAN TUGAS AKHIR

Judul

**KAJIAN TEKNIS SISTEM PENYALIRAN TAMBANG PADA TAMBANG
TERBUKA BATUBARA PT. NUSA ALAM LESTARI, KENAGARIAN
SINAMAR, KECAMATAN ASAM JUJAHAN, KABUPATEN
DHARMASRAYA**

Nama : Arief Rahmat Khusairi
NIM/BP : 1206355/2012
Program Studi : S1-Teknik Pertambangan
Jurusan : Teknik Pertambangan
Fakultas : Teknik

Padang, Agustus 2018

Telah diperiksa dan disetujui oleh:

Pembimbing I



Drs. Tamrin, M.T.

NIP. 19530810 198602 1 001

Pembimbing II



Drs. Yunaedi, M.Si.

NIP: 19541230 198203 1 003

Mengetahui,

**Ketua Jurusan Teknik Pertambangan
Fakultas Teknik Universitas Negeri Padang**



Drs. Raimon Kopa, M.T.

NIP: 19580313 198303 1 001

LEMBAR PENGESAHAN TIM PENGUJI

Dinyatakan Lulus Setelah Dipertahankan di Depan Tim Penguji Tugas Akhir
Program Studi S1 Teknik Pertambangan Jurusan Teknik Pertambangan
Fakultas Teknik Universitas Negeri Padang

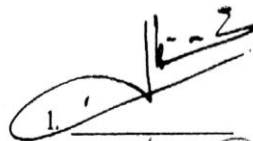
Judul : Kajian Teknis Sistem Penyaliran Tambang Pada Tambang
Terbuka Batubara PT. Nusa Alam Lestari, Kenagarian Sinamar,
Kecamatan Asam Jujuhan, Kabupaten Dharmasraya
Nama : Arief Rahmat Khusairi
Program Studi: S1-Teknik Pertambangan
Jurusan : Teknik Pertambangan
Fakultas : Teknik

Padang, Agustus 2018

Tim Penguji

Tanda Tangan

1. Drs. Tamrin, M.T.

1. 

2. Drs. Yunasril, M.Si.

2. 

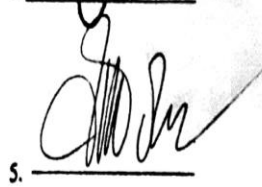
3. Dr. Murad, M.S., M.T.

3. 

4. Yoszi Mingsi Anaperta, S.T, M.T..

4. 

5. Ansosry, S.T., M.T.

5. 



KEMENTERIAN RISET, TEKNOLOGI DAN PENDIDIKAN TINGGI
UNIVERSITAS NEGERI PADANG
FAKULTAS TEKNIK
JURUSAN TEKNIK PERTAMBANGAN
Jl. Prof Dr. Hamka Kampus UNP Air Tawar Padang 25131
Telephone: FT: (0751)7055644, 445118 Fax: 7055644
Homepage: <http://pertambangan.ft.unp.ac.id> E-mail: mining@ft.unp.ac.id

SURAT PERNYATAAN TIDAK PLAGIAT

Saya yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Arif Rahmat Khusairi
NIM/TM : 1206355 / 2012
Program Studi : Teknik Pertambangan (S1)
Jurusan : Teknik Pertambangan
Fakultas : FT UNP

Dengan ini menyatakan, bahwa Tugas Akhir/Proyek Akhir saya dengan Judul :

” Kajian Teknis Sistem Penyaliran Tambang Pada
Tambang Terbuka Batubara PT. Nusa Alam Lestari
Kenagarian Sinamar, Kecamatan Asam Lujahan,
Kabupaten Dharmasraya ”

Adalah benar merupakan hasil karya saya dan bukan merupakan plagiat dari karya orang lain. Apabila suatu saat terbukti saya melakukan plagiat maka saya bersedia diproses dan menerima sanksi akademis maupun hukum sesuai dengan hukum dan ketentuan yang berlaku, baik di Institusi Universitas Negeri Padang maupun di masyarakat dan negara.

Demikianlah pernyataan ini saya buat dengan penuh kesadaran dan rasa tanggung jawab sebagai anggota masyarakat ilmiah.

Padang, 09 Mei 2018
yang membuat pernyataan,

Diketahui oleh,
Ketua Jurusan Teknik Pertambangan

Drs. Raimon Kopa, M.T.
NIP. 19580313 198303 1 001



Arif Rahmat Khusairi



Management
System
ISO 9001:2008
www.tuv.com
ID 9105046446

BIODATA

I. Data Diri

Nama Lengkap : **Arief Rahmat Khusairi**
No. Buku Pokok : 2012 / 1206355
Tempat / Tanggal Lahir : Lubuk Alung / 28 Juli 1994
Jenis Kelamin : Laki-laki
Nama Bapak : Masrul
Nama Ibu : Rosaherni
Jumlah Bersaudara : 3 Orang
Alamat Tetap : Perumnas Kampung Ladang, Blok D No 6, Lubuk Alung



II. Data Pendidikan

Sekolah Dasar : SD N 01 Lubuk Alung
Sekolah Menengah Pertama : SMP N 1 Lubuk Alung
Sekolah Menengah Atas : SMA N 1 Nan Sabaris
Perguruan Tinggi : Universitas Negeri Padang

III. Proyek Akhir

Tempat Kerja Praktek : PT. Nusa Alam Lestari
Topik Studi Kasus : Kajian Teknis Sistem Penyaliran Tambang Pada Tambang Terbuka Batubara PT. Nusa Alam Lestari Kenagarian Sinamar, Kecamatan Asam Jujuhan, Kabupaten Dharmasraya
Tanggal Sidang Akhir : 30 April 2018

Padang, Agustus 2018

Arief Rahmat Khusairi
NIM: 1206355

RINGKASAN

Nama : Arief Rahmat Khusairi
Program Studi : S1 Teknik Pertambangan

**Kajian Teknis Sistem Penyaliran Tambang Pada Tambang Terbuka
Batubara PT. Nusa Alam Lestari Kenagarian Sinamar, Kecamatan Asam
Jujuhan, Kabupaten Dharmasraya**

PT. Nusa Alam Lestari merupakan salah satu perusahaan yang bergerak dibidang pertambangan batubara yang memiliki izin usaha pertambangan (IUP) yang berlokasi di Kanagarian sinamar, Kecamatan Asam Jujuhan, Kabupaten Dharmasraya.

PT. Nusa Alam Lestari melakukan kegiatan penambangan dengan sistem tambang terbuka (*surface mining*), yang menggunakan metode *open pit mine* sehingga akan terbentuk cekungan. Sistem penyaliran yang diterapkan pada lokasi Tambang PT. Nusa Alam Lestari adalah sistem *mine dewatering* yaitu dengan membiarkan air masuk ke lokasi tambang untuk ditampung dalam kolam penampung (*sump*) dan kemudian dikeluarkan ke luar tambang dengan pompa. Dan sistem *mine drainase* yaitu upaya pencegahan air masuk ke dalam lokasi tambang dengan cara pembuatan saluran disekeliling pit sehingga air tersebut tidak masuk ke dalam tambang.

Daerah tangkapan hujan pada pit timur PT. Nusa Alam Lestari seluas 35,16 hektar. Kapasitas maksimal *sump* untuk menampung air limpasan dan air tanah adalah sebesar 106.462 m³. Bentuk penampang saluran drainase yang dibuat adalah trapezium. Saluran terletak di dalam pit yang berfungsi mengurangi debit air limpasan yang akan masuk. Sistem pemompaan yang dilakukan menggunakan pipa HDPE dan pompa yang digunakan adalah pompa sentrifugal Sykes HH220i yang memiliki head maksimum 92 meter serta debit pompa maksimum sebesar 230 liter/detik sebanyak empat unit. Hasil dari pemompaan dialirkan menuju kolam pengendapan lumpur (KPL) dengan volume maksimum sebesar 6.739 m³. Kolam pengendapan lumpur berfungsi untuk menetralsir kandungan zat berbahaya dari air hasil pemompaan sebelum dialirkan ke sungai.

Kata Kunci: Kajian Teknis, Curah Hujan, Daerah Tangkapan Hujan, Sump, Pompa, Kolam Pengendapan Lumpur.

ABSTRACT

Nama : Arief Rahmat Khusairi
Program Studi : *Bachelor of Mining Engineering*

Technical Review of Mine Drainage at Open Pit Coal Mine PT. Nusa Alam Lestari, Kanagarian Sinamar, Kec. Asam Jujuhan, Kab. Dharmasraya

PT. Nusa Alam Lestari is one of the companies that engaged in coal mining. PT. Nusa Alam Lestari have Izin Usaha Pertambangan (IUP) in Kanagarian Sinamar, Kec. Asam Jujuhan, Kab. Dharmasraya.

PT. Nusa Alam Lestari use surface mining system with open pit mine method so it will be forming a basin in mine area. Flows system in PT. Nusa Alam Lestari are using mine dewatering system. Mine dewatering is a flow method to manage the water in mine location for a patch in the sump and drop from mine area with pump. The mine drainase system use to prevent and handle much water come in the mine area with making a channel arround the mine area.

The width of the catchment area in east pit PT. Nusa Alam Lestari is 35,16 ha. The maximum capacity of sump to accomodating the runoff debi and underwater debit is 106,462 m³. The form of channels drainage is trapesium in pit mine to reducing the runoff debit that come in. The pump system that use HDPE pipe type as much as 4 unit centrifugal Sykes HH220i with total maximum head is 92 meter and maximum debit is 230 liter/second. The result of the pump flows to the settling pond (KPL) with maximum volume is 6.739 m³. The fungtion of settling pond (KPL) is to neutralize harmful substances from pumping result before flows to the river.

Keywords: Technical Review, Rainfall, Catchment Area, Sump and Pump.

KATA PENGANTAR

Puji syukur kehadiran Allah SWT atas segala limpahan rahmat dan karunia-Nya, sehingga penulis dapat menyelesaikan Tugas Akhir dengan judul “Kajian Teknis Sistem Penyaliran Tambang Pada Tambang Terbuka Batubara PT. Nusa Alam Lestari Kenagarian Sinamar, Kecamatan Asam Jujuhan, Kabupaten Dharmasraya”.

Selama pengurusan permohonan izin penelitian sampai pembuatan draft Tugas Akhir ini, penulis mendapatkan banyak bantuan ilmu dan pengalaman dari berbagai pihak, untuk itu penulis mengucapkan terima kasih kepada :

1. Teristimewa kepada kedua orang tua dan keluarga besar penulis yang telah memberikan do’a dan dorongan baik moril maupun material yang selalu menjadi penyemangat penulis.
2. Drs. Tamrin Kasim, MT selaku Pembimbing I penulis dalam melaksanakan penelitian Tugas Akhir.
3. Drs Yunasril M.Si, selaku Pembimbing II penulis dalam melaksanakan penelitian Tugas Akhir.
4. Bapak Drs. Raimon Kopa, MT, selaku Ketua Jurusan Teknik Pertambangan Fakultas Teknik Universitas Negeri Padang.
5. Seluruh Dosen Teknik Pertambangan Universitas Negeri Padang.
6. Bapak Junaedi P, selaku *Dept. Head Engineering* PT. Nusa Alam Lestari.
7. Seluruh Staff PT. Nusa Alam Lestari yang telah banyak membantu dalam penyelesaian Tugas Akhir ini.

8. Rekan – Rekan Mahasiswa Teknik Pertambangan Fakultas Teknik Universitas Negeri Padang.
9. Semua pihak yang telah banyak membantu dalam menyelesaikan Tugas Akhir ini, yang tidak dapat disebutkan satu persatu.

Penulis menyadari bahwa dalam penyusunan Tugas Akhir ini tidak lepas dari kesalahan dan kekurangan, karena itu penulis mengharapkan saran serta kritik yang sifatnya membangun guna memperbaiki isi dari Tugas Akhir ini.

Akhir kata penulis berharap semoga penulisan Tugas Akhir ini dapat bermanfaat bagi para pembaca sekalian. Terima Kasih.

Padang, Agustus 2018

Penulis

Arief Rahmat Khusairi
Nim: 1206355/2012

DAFTAR ISI

	Halaman
BIODATA	i
RINGKASAN	ii
ABSTRACT	iii
KATA PENGANTAR	iv
DAFTAR ISI	vi
DAFTAR TABEL	ix
DAFTAR GAMBAR	x
DAFTAR LAMPIRAN	xi
BAB I. PENDAHULUAN	
A. Latar Belakang Masalah	1
B. Identifikasi Masalah	3
C. Batasan Masalah	4
D. Rumusan Masalah	4
E. Tujuan Penelitian	5
F. Manfaat Penelitian	6
BAB II. TINJAUAN PUSTAKA	
A. Tinjauan Umum	7
1. Profil Perusahaan	7
2. Lokasi dan Geografi	8
3. Kesampaian Daerah	8
4. Iklim dan Curah Hujan	9
5. Topografi	11
6. Keadaan Geologi	11
B. Kajian Teori	16

1. Penyaliran Tambang.....	16
2. Siklus Hidrologi	21
3. Curah Hujan	30
4. Pompa.....	37
5. Sumuran (<i>Sump</i>)	44
6. Saluran Terbuka	47
7. <i>Settling Pond</i>	51
C. Kerangka Konseptual	59
BAB III. METODOLOGI PENELITIAN	
A. Jenis Penelitian	63
B. Teknik Pengumpulan Data	63
1. Studi Literatur	63
2. Orientasi Lapangan	63
3. Pengambilan Data Lapangan.....	64
C. Teknik Analisis Data	67
D. Hasil dan Pembahasan	67
E. Kesimpulan	68
F. Bagan Alir Penelitian	69
BAB IV. ANALISA DATA DAN PEMBAHASAN	
A. Pengumpulan Data	70
B. Pengolahan Data.....	71
1. Curah Hujan Rancangan	71
2. Intensitas Curah Hujan.....	78
3. <i>Catchment Area</i>	80
4. Debit Limpasan (<i>Run Off</i>).....	81
5. Debit Air Tanah.....	82
6. Debit Air Total	83
7. Sistem Pemompaan	84
8. Sumuran	90
9. Saluran Terbuka	96

10. <i>Settling Pond</i>	101
--------------------------------	-----

BAB V. KESIMPULAN DAN SARAN

A. Kesimpulan	110
B. Saran.....	112

DAFTAR PUSTAKA

LAMPIRAN

DAFTAR TABEL

Tabel	Halaman
1. Data Curah Hujan Harian	10
2. Statigrafi Regional PT. Nusa Alam Lestari	15
3. Koefisien Limpasan Pada Berbagai Kondisi	27
4. Periode Ulang Hujan Rencana	33
5. Derajat dan Intensitas Curah Hujan	35
6. Kondisi Pipa dan Harga C	44
7. Harga Koefisien Manning	49
8. Baku Mutu Air Limbah Kegiatan Penambangan Batubara	52
9. Curah Hujan Harian Maksimum	73
10. Perhitungan Standar Deviasi	74
11. Perhitungan Koreksi Variansi	76
12. Perhitungan Koreksi Simpangan	77
13. Curah Hujan Rencana	78
14. Perhitungan Intensitas Curah Hujan	80
15. Perhitungan Debit Air Tanah	82
16. Sudut Belokan.....	85
17. <i>Head</i> Belokan Pompa	88
18. Dimensi Saluran Terbuka PT. Nusa Alam Lestari	100
19. Dimensi Kolam Pengendapan	105
20. Waktu Pengerukan Kolam Pengendapan Lumpur.....	109

DAFTAR GAMBAR

Gambar	Halaman
1. Bentuk-bentuk Metode Mine Drainage	19
2. Bentuk-bentuk Metode Mine <i>Dewatering</i>	21
3. Siklus Hidrologi	22
4. Zona Vertikal Air Tanah	28
5. Anatomi Akuifer	29
6. Grafik Penentuan Dimensi Sumuran	46
7. Penampang Saluran Trapesium	49
8. Penampang Saluran Segi Empat	50
9. Penampang Saluran Setengah Lingkaran	50
10. Zona-zona Kolam Pengendapan	53
11. Aliran Air di Kolam Pengendapan	56
12. Kerangka Konseptual	59
13. Diagram Alir Penelitian	69
14. <i>Catchment Area</i>	80
15. Pompa <i>Sykes HH220i</i>	85
16. Kondisi Awal Dimensi <i>Sump</i>	91
17. Keadaan <i>Sump</i> Pada Saat Terjadi Hujan	91
18. Dimensi <i>Sump</i>	96
19. Bentuk dan Dimensi Saluran Terbuka	101
20. Rancangan Kolam Pengendapan Lumpur	106

DAFTAR LAMPIRAN

Halaman

Lampiran A.	Peta Topografi	114
Lampiran B.	Layout Penambangan PT. Nusa Alam Lestari	115
Lampiran C.	Kondisi <i>Hauling</i> Saat Kering dan Tergenang Air	116
Lampiran D.	<i>Catchment Area</i> PT. Nusa Alam Lestari	117
Lampiran E.	Spesifikasi Pompa Sykes <i>HH220i</i>	118
Lampiran F.	Spesifikasi PC-200LC <i>Long Arm</i>	120
Lampiran G.	Peta Layout Sistem Penyaliran Tambang PT. NAL.....	122
Lampiran H.	Elevasi Titik Tertinggi.....	123
Lampiran I.	Elevasi Isap Pompa.....	124
Lampiran J.	Elevasi Buang Pompa.....	125
Lampiran K.	Jarak Terjauh dari Daerah Konsentrasi Pengaliran.....	126
Lampiran L.	Data Pengambilan Nilai TSS PT. NAL.....	127
Lampiran M.	Penampang <i>Line HDPE</i> Pompa Sykes <i>HH220i</i>	129
Lampiran N.	Penampang <i>Line HDPE</i> Pompa Sykes <i>HH220i</i>	130
Lampiran O.	Dimensi Kolam Pengendapan Lumpur.....	131

BAB I

PENDAHULUAN

A. Latar Belakang Masalah

Indonesia terus berusaha meningkatkan pembangunannya disegala bidang dengan tujuan untuk mensejahterakan rakyat. Untuk melaksanakan kegiatan pembangunan, Indonesia dianugerahi oleh Tuhan Yang Maha Esa modal yang sangat berharga, baik dari segi jumlah penduduk maupun dari segi sumberdaya alam yang banyak terkandung di dalamnya.

Salah satu sumberdaya energi yang dapat dimanfaatkan saat ini adalah batubara. Batubara merupakan sumberdaya alam dengan jumlah cadangan yang memadai serta cukup potensial di Indonesia. Batubara merupakan salah satu sumber energi alternatif yang saat ini berkembang dalam pasaran dunia sebagai sumber energi yang berlimpah serta ekonomis. Adanya kegiatan pertambangan akan memberikan dampak positif dan negatif bagi Negara dan daerah disekitar industri pertambangan.

Secara umum dampak positif yang akan dihasilkan pada kegiatan pertambangan yaitu dapat meningkatkan pendapatan asli daerah (PAD), pertumbuhan ekonomi, kualitas sumberdaya, serta mengurangi angka pengangguran terutama masyarakat di daerah sekitar industri pertambangan. Selain itu, dampak negatif dari kegiatan pertambangan dapat merubah bentangan alam, dan menimbulkan dampak kerusakan lingkungan hidup yang signifikan, baik itu hutan, tanah, udara, serta pencemaran air sehingga terganggunya biota.

Salah satu faktor yang harus diperhatikan dalam proses penambangan adalah masalah penanganan air, atau lebih umum disebut dengan istilah penyaliran tambang. Metode penambangan yang terpapar langsung dengan udara luar adalah metode tambang terbuka. Dimana sangat dipengaruhi oleh iklim seperti cuaca hujan, cuaca panas, dan lain-lain akan mempengaruhi kondisi tempat kerja alat dan kondisi pekerja, yang selanjutnya dapat mempengaruhi produktivitas penambangan.

Dari observasi dan pengamatan yang penulis lakukan di tambang terbuka PT. Nusa Alam Lestari, penulis menemukan terdapatnya genangan air pada area kerja di jalan tambang (Lampiran C). Posisi jalan tambang bersebelahan langsung dengan sumuran (*sump*) yang merupakan tempat terkumpulnya air pada cekungan paling rendah di lokasi penambangan. Genangan air yang memenuhi jalan tambang dikarenakan air yang terkumpul pada *sump* telah melebihi kapasitas *sump* yang kemudian meluap hingga menggenangi badan jalan.

Sehingga kegiatan pengupasan *overburden* dan *coal getting* tidak bisa dikerjakan dikarenakan adanya genangan air yang menggenangi badan jalan. Untuk kegiatan berikutnya harus menunggu genangan air tersebut mengering dari badan jalan dengan cara menunggu proses pemompaan berlangsung sampai air pada *sump* menyusut dan tidak lagi meluap menggenangi badan jalan. Untuk mengurangi resiko meluapnya air dari *sump* tersebut diperlukan perhitungan dalam menganalisis bagaimana dimensi *sump* yang memadai dan apakah dengan 1 pompa yang sudah ada cukup atau tidak untuk memompakan

air keluar dari *sump* sehingga meminimalisir terjadinya resiko air di *sump* meluap ke badan jalan tambang.

Selain itu, masalah yang ditemukan penulis yaitu adanya saluran drainase yang berada di pinggir jalan penambangan mengalami pendangkalan. Kedalaman yang awalnya 1,5 meter sekarang menjadi 0,8 meter karena menumpuknya tanah-tanah lereng yang tergerus air hujan dan menumpuk pada saluran. Saluran drainase tersebut difungsikan untuk meminimalisir air limpasan dari curah hujan yang masuk ke front dengan cara mengalirkan air yang terkumpul langsung menuju sungai dengan memanfaatkan ketinggian saluran drainase tersebut terhadap sungai.

Dari permasalahan di atas, maka diperlukan analisis *mine dewatering system* dengan menganalisis aspek-aspek penyaliran yang menyebabkan terganggunya aktifitas penambangan seperti dimensi *sump*, *drainase*, *settling pond*, serta kebutuhan pompa. Sehingga masalah tersebut dapat ditangani dengan baik walaupun datang hujan dengan intensitas yang tinggi dimasa yang akan datang.

Berdasarkan uraian di atas, maka perlu dilakukan penelitian mengenai **“Kajian Teknis Sistem Penyaliran Tambang Pada Penambangan Batubara PT. Nusa Alam Lestari, Kenagarian Sinamar, Kecamatan Asam Jujuhan, Kabupaten Dharmasraya”**.

B. Identifikasi Masalah

Berdasarkan latar belakang masalah yang ada, penulis dapat mengidentifikasi masalah yang bertujuan untuk mempermudah dalam

penyelesaian masalah yang akan dibahas. identifikasi masalah dalam penelitian ini adalah:

1. Dimensi *sump* yang kecil di pit penambangan PT. Nusa Alam Lestari mengakibatkan air meluap dan mengalir ke badan jalan penambangan yang lokasinya bersebelahan dengan *sump*.
2. Adanya genangan air di badan jalan penambangan yang mengganggu proses pengupasan *overburden* dan *coal getting* di pit tersebut sehingga diperlukan sistem penyaliran yang baik.
3. Dengan menggunakan 1 pompa yang beroperasi di PT. Nusa Alam Lestari masih belum efektif untuk mengeluarkan air dari *sump* menuju ke *settling pond*.
4. Adanya saluran drainase yang berada di luar pit penambangan mengalami pendangkalan dan dibiarkan begitu saja.

C. Batasan Masalah

Adapun masalah-masalah yang akan dibahas dalam penelitian ini meliputi dimensi *sump*, saluran drainase, kolam pengendapan lumpur (*settling pond*), serta kebutuhan unit pompa untuk mengeluarkan air dari dalam tambang.

D. Rumusan Masalah

Berdasarkan identifikasi dan batasan masalah, hal-hal yang perlu dikaji dan diteliti serta perumusan masalah adalah sebagai berikut:

1. Berapa besar debit air yang masuk pit penambangan batubara PT. Nusa Alam Lestari Kenagarian Sinamar, Kecamatan Asam Jujuhan, Kabupaten Dharmasraya?
2. Berapa ukuran dimensi *sump* yang ideal untuk sistem penyaliran tambang pada pit penambangan batubara PT. Nusa Alam Lestari Kenagarian Sinamar, Kecamatan Asam Jujuhan, Kabupaten Dharmasraya?
3. Berapa unit pompa yang efektif untuk mengeluarkan air dari *sump* berdasarkan unit pompa yang telah ada di perusahaan?
4. Berapa ukuran dimensi saluran drainase yang ideal pada pit penambangan batubara PT. Nusa Alam Lestari Kenagarian Sinamar, Kecamatan Asam Jujuhan, Kabupaten Dharmasraya?
5. Berapa ukuran dimensi *settling pond* yang ideal untuk pengendapan lumpur dari pit penambangan batubara PT. Nusa Alam Lestari Kenagarian Sinamar, Kecamatan Asam Jujuhan, Kabupaten Dharmasraya?

E. Tujuan Penelitian

Adapun tujuan yang diharapkan dari penelitian ini adalah:

1. Menentukan debit air yang masuk pit penambangan batubara PT. Nusa Alam Lestari Kenagarian Sinamar, Kecamatan Asam Jujuhan, Kabupaten Dharmasraya.
2. Menentukan ukuran dimensi *sump* yang ideal untuk sistem penyaliran tambang pada pit penambangan batubara PT. Nusa Alam Lestari Kenagarian Sinamar, Kecamatan Asam Jujuhan, Kabupaten Dharmasraya.
3. Menentukan unit pompa yang dibutuhkan untuk mengeluarkan air dari *sump*

berdasarkan unit pompa yang telah ada di perusahaan.

4. Menentukan ukuran dimensi saluran drainase yang ideal pada pit penambangan batubara PT. Nusa Alam Lestari Kenagarian Sinamar, Kecamatan Asam Jujuhan, Kabupaten Dharmasraya.
5. Menentukan ukuran dimensi *settling pond* yang ideal untuk pengendapan lumpur dari pit penambangan batubara PT. Nusa Alam Lestari Kenagarian Sinamar, Kecamatan Asam Jujuhan, Kabupaten Dharmasraya.

F. Manfaat Penelitian

Adapun manfaat yang diharapkan dari penelitian ini adalah:

1. Bagi Perusahaan Pertambangan

Diharapkan dapat menjadi informasi yang bermanfaat bagi PT. Nusa Alam Lestari untuk penerapan sistim penyaliran tambang dan membantu untuk perencanaan penambangan sehingga target produksi tercapai.

2. Bagi Peneliti

- a. Sebagai salah satu syarat untuk menyelesaikan program strata satu dan memperoleh gelar sarjana teknik pada Fakultas Teknik Universitas Negeri Padang.
- b. Sebagai sarana dalam menambah wawasan dan pengalaman khusus dalam mengungkapkan, mengkaji, dan merencanakan sistem penyaliran tambang

BAB II

KAJIAN PUSTAKA

A. Tinjauan Umum

1. Profil Perusahaan

KUD Sinamar Sakato yang beralamat di Jorong Sinamar, Nagari Sinamar, Kecamatan Asam Jujuhan, Kabupaten Dharmasraya Provinsi Sumatera Barat telah berdiri sejak tahun 2007. Kemudian pada tahun 2009 telah terjadi perubahan menjadi usaha pertambangan batubara.

Pada tahun 2009 sampai dengan tahun 2012 terdapat 3 kontraktor yang bekerjasama di bawah IUP KUD SINAMAR SAKATO yakni PT. IWP (Insando Wira Pratama), PT. CA (Citra Aditama), dan PT. MSP (Mitra Sinamar Perkasa). Tahun 2013 setahun setelah dilakukanya penambangan terjadi *slowdown* dan terpaksa merumahkan karyawan yang disebabkan karena kendala teknis. Setelah 1 tahun lebih berlalu tepatnya tahun 2015, KUD Sinamar Sakato memulai kembali melakukan penambangan batubara, tetapi hanya membuat joint operasional menggunakan satu kontraktor saja yaitu PT. Nusa Alam Lestari (PT. NAL)

Pada bulan Mei tahun 2015 KUD Sinamar Sakato kembali mengalami slow down dan harus merumahkan karyawan kembali diakibatkan karena kendala teknis dan juga tidak adanya lokasi untuk pembuangan overburden. Pada bulan maret 2016 KUD Sinamar Sakato beserta kontraktor PT.NAL membuat perjanjian kerjasama dengan perusahaan tetangga yaitu PT. SLN (Sinamarinda Lintas Nusantara). Kerjasama ini dimaksudkan untuk

mencapai kesepakatan dengan pihak PT. SLN agar bekas *sump* tambang dari PT.SLN sendiri bisa dijadikan lokasi tempat pembuangan overburden dari hasil penambangan yang dilakukan PT NAL. Dimulai dari tanggal 11 April 2016 KUD Sinamar Sakato dan PT NAL sebagai kontraktor kembali melakukan penambangan batubara sampai sekarang. Metode penambangan yang digunakan pada kegiatan penambangan batubara ialah dengan menggunakan sistem tambang terbuka (*surface mining*) yakni dengan metode *open pit mining*.

2. Lokasi dan Geografi

Lokasi PT. Nusa Alam Lestari (NAL) terletak di jorong Sinamar, Nagari Sinamar, Kecamatan Asam Jujuhan, Kabupaten Dharmasraya Provinsi Sumatera Barat. Secara geografis terletak antara koordinat 01°24'15"- 01°25'15" LS dan 101°43'3" - 101°43'58" BT.

3. Kesampaian Daerah

Wilayah Ijin Usaha Pertambangan (IUP) KUD Sinamar Sakato dengan PT. Nusa Alam Lestari (NAL) sebagai kontraktor secara administratif termasuk ke dalam Jorong Sinamar, Nagari Sinamar, Kecamatan Asam Jujuhan, Kabupaten Dharmasraya Provinsi Sumatera Barat. Untuk menempuh lokasi penambangan PT. Nusa Alam Lestari dapat ditempuh dari:

- a. Lubuk Alung – Sungai Rumbai berjarak 220 km bagian ruas jalan lintas Sumatera. Dapat ditempuh dengan berbagai jenis kendaraan bermotor dengan lama waktu tempuh dari kota Padang berkisar 5 – 6 jam.
- b. Dari Sungai Rumbai – Jorong Sinamar Nagari Sungai Limau dapat ditempuh dengan berbagai jenis kendaraan bermotor (lama waktu tempuh berkisar 1 jam). Akan tetapi, karena permukaan jalan masih berupa tanah dan perkerasan, maka kendaraan yang paling baik digunakan adalah jenis penggerak 4 roda (4 wheel drive).

4. Iklim dan Curah Hujan

Iklim dimuka bumi berbeda-beda. Faktor iklim yang paling terasa perubahannya akibat anomali iklim adalah curah hujan. Iklim perlu dipelajari dan dijadikan ilmu pengetahuan agar manusia dapat beradaptasi dengan lingkungan alam. Di bumi, tidak ada dua tempat yang memiliki karakteristik cuaca dan iklim yang sama persis. Keduanya hanya memiliki kemiripan-kemiripan iklim, sehingga dikelompokkan menjadi zona-zona iklim utama.

Berdasarkan pengamatan yang dilakukan di Stasiun Meteorologi Kabupaten Dharmasraya, sinamar khususnya mengalami musim hujan sepanjang tahun 2014. Secara umum Kabupaten Dharmasraya daerah Sinamar beriklim sedang, dengan rata-rata suhu udara sepanjang tahun 2014 sampai dengan September 2015 berkisar antara 23°C- 33°C. Kelembaban udara Kabupaten Dharmasraya tercatat relatif tinggi berkisar antara 47 persen. Data curah hujan harian dari tahun 2002-2016 dapat dilihat pada Tabel 1.

Tabel 1. Data Curah Hujan Harian

Year	Curah Hujan (mm)												Average
	Jan	Feb	Mar	Apr	May	Jun	Jul	Aug	Sep	Oct	Nov	Dec	
2002	70	98	41	65	85	37	16	40	50	53	94	64	59,42
2003	40	7	128	65	56	27	52	38	12	50	48	64	48,92
2004	83	38	65	143	35	11	35	29	87	27	75	95	60,25
2005	50	50	99	129	129	38	45	70	47	150	155	97	88,25
2006	60	96	149	61	52	25	75	40	70	37	80	41	65,5
2007	48	99	72	80	147	34	159	50	25	25	75	77	74,25
2008	93	60	86	134	132	50	32	23	69	83	67	136	80,42
2009	54	37	90	118	69	91	49	75	61	73	25	51	66,08
2010	71	56	40	98	78	3	28	50	50	26	52	110	55,17
2011	119	124	53	37	71	69	102	82	105	39	69	84	79,5
2012	73	10,8	42	77	71,7	54,5	28	48,5	16,7	98	68,8	90	59,59
2013	39	57	157	11,5	69	55	36	42,5	21,5	82	90	105	63,79
2014	37,5	134	68	99	25	78	42	12,5	54	45,5	98,8	90	65,32
2015	27,3	49,4	28,5	47,2	199	23,2	24,6	52,6	15,4	47	173	89	64,68
2016	85,2	102	81	76	39,5	30	29	21,2	34	4	65	87,5	54,53
Total	950	1018	1199,5	1241	1258	625,7	752,6	674,3	717,6	839,5	1236	1281	
average	63,33	67,87	79,97	82,73	83,87	41,71	50,17	44,95	47,84	55,97	82,4	85,4	

Sumber: Badan Lingkungan Hidup (BLH) Kab. Dharmasraya, 2016

5. Topografi

Dilihat dari segi topografi dan morfologi wilayah pertambangan PT Nusa Alam Lestari *Jobsite* Sinamar, daerah penyelidikan merupakan wilayah dengan bentuk morfologi berupa perbukitan bergelombang sedang hingga kuat yang terletak pada ketinggian berkisar 110 – 350 meter dari permukaan laut. Bentuk morfologi ini dikontrol oleh litologi yang berasal Formasi Sinamar berupa batulempung, batulanau dan batupasir.

Sungai utama yang mengalir di daerah ini terdiri dari Sungai Tanjung Belit yang berada di bagian barat lokasi dengan lebar sungai antara 5-10 meter. Seperti terlihat pada lampiran A

6. Keadaan Geologi

a. Struktur Geologi Regional

Secara umum daerah penyelidikan merupakan bagian dari peta geologi lembar daerah Jorong Sinamar, Nagari Sinamar, Kecamatan Asam Jujuhan, Kabupaten Dharmasraya. areal PT. Nusa Alam Lestari secara regional terletak diantara Cekungan Sumatera Tengah dan Cekungan Sumatera Selatan. Cekungan Sumatera Tengah dan Sumatera Selatan berawal dari masa kuartar dan diendapkan Formasi Sinamar. Formasi Sinamar diendapkan dalam kondisi peralihan, dimana bagian bawah formasi menunjukkan lingkungan daratan yang diendapkan pada Kala Oligosen akhir, sedangkan bagian atas formasi diendapkan dalam lingkungan laut pada Kala Miosen Bawah. Tebal Formasi Sinamar mencapai > 1000 m.

Geomorfologi daerah disusun oleh kondisi bentang alam dengan pola perbukitan bergelombang lemah-sedang dengan kemiringan lereng berkisar antara 10 % sampai 15 % dengan memanjang ke arah Barat-Timur. Tersusun oleh litologi berupa batu lempung, konglomerat, dan batu pasir. Vegetasi pada daerah tersusun oleh vegetasi lebat berupa perkebunan rakyat yang sudah ditanami oleh pohon karet. Daerah PT. Nusa Alam Lestari tersusun oleh litologi yang berasal dari Formasi Sinamar sebagai batuan tertua dan endapan vulkanik sebagai endapan batuan termuda.

b. Struktur Daerah Penelitian

Struktur geologi yang terdapat di daerah ini adalah berupa lipatan monoklin dengan jurus pelapisan relatif Barat Laut–Tenggara. Bentuk morfologinya berupa perbukitan bergelombang sedang sehingga kuat yang terjadi pada ketinggian berkisar 85-180 meter dari permukaan laut. Bentuk morfologi ini dikontrol oleh litologi yang berasal dari Formasi Sinamar berupa batulempung, batulanau, dan batupasir serta litologi dari endapan vulkanik kuarter berupa batuan breksi laharik.

Pada struktur geologi Daerah Tanjung Belit Kecamatan Jujuhan ditemukan anomali geologi struktur berupa struktur patahan (sesar normal) dan banyak *cleat* (rekahan).

Sesar ditemukan indikasi sesar turun minor yang membentuk *half graben*, pada area *coal getting*. Sehingga menyebabkan *offset* pada batubara yang terlihat seolah-olah batubara mengalami penebalan kearah

selatan dengan radius $\pm 15\text{m}$. Sesar turun ini mempunyai nilai *plunge*(sudut penunjangan).

Cleavage ditemukan pengkekan dalam batubara, khususnya batubara sub-bituminous, umumnya menunjukkan pola *cleavage*. Hal ini ditunjukkan oleh serangkaian retakan yang sejajar, biasanya berorientasi tegak lurus perlapisan.

Satu rangkaian retakan disebut *facecleavage*, biasanya dominan dengan bidang individu yang lurus dan kokoh sepanjang beberapa meter. Pola lainnya yang disebut *butt cleavage*, retakannya lebih pendek, sering melengkung dan cenderung berakhir pada bidang *facecleavage*. Jarak antar bidang *cleavage* bervariasi dari 1 cm sampai sekitar 30 cm. Bidang *cleat* sering diisi oleh unsur mineral atau karbonat, lempung, jenis sulfida, atau sulfat dapat secara umum nampak pada permukaan batubara yang mengelupas.

c. Stratigrafi Regional

Daerah penelitian secara dominan tersusun oleh Formasi Sinamar (Tos) yang terdiri dari: batupasir, berwarna abu-abu hingga abu-abu terang, berbutir halus hingga sedang, menyudut tanggung, loose, formasi tersebut memiliki umur Oligosen. Batulempung berwarna abu-abu hingga abu-abu kecoklatan-kemerahan, sedikit pasiran, lunak. Batulanau, berwarna abu-abu hingga abu-abu kehijauan, kompak. Batubara berwarna hitam kusam sampai hitam mengkilap, kilap dull, agak keras, mengandung damar tebal sampai 15 cm. Formasi Sinamar merupakan

endapan darat dengan lingkungan rawa-rawa (limnik). Diatasnya diendapkan Formasi Rantau Ikil (Tmr) yang terdiri dari batulempung hijau bersifat gampingan, napal dan sisipan batugamping berlapis, mencirikan lingkungan danau. Kedua Formasi tersebut secara tidak selaras ditutupi oleh Endapan Vulkanik Kuartar yang berasal dari pegunungan barisan di sebelah baratnya akibat kegiatan magmatisma.

Beberapa penyelidikan terdahulu menyimpulkan, bahwa Formasi Sinamar diendapkan dalam kondisi peralihan, dimana bagian bawah formasi menunjukkan lingkungan daratan yang diendapkan pada Kala Oligosen Akhir, sedangkan bagian atas formasi diendapkan dalam lingkungan laut pada Kala Miosen Bawah. Tebal Formasi Sinamar mencapai > 1000 m.

Endapan vulkanik tersebar tidak merata di daerah penyelidikan, terdiri dari breksi laharik, aglomerat dan konglomerat. Breksi, berwarna hitam, keras, masadasar pasir kasar tufaan, fragmen berupa batuan beku andesit, berwarna abu-abu hingga abu-abu kehitaman, bentuk membulat–menyudut tanggung, ukuran kerikil sampai *boulder*.

Tabel 2. Statigrafi Regional PT. Nusa Alam Lestari

Umur		Formasi	Simbol Litologi	Deskripsi	Kandungan Fosil	Lingkungan Pengendapan
Kuartar	Holosen	Endapan Alluvial		Terdiri dari material lepas, kerakal-butiran (64-4mm), pasirlepas dan lumpur	-	Darat
Tersier	Miosen	Rantau ikil		Terdiri dari batupasir lempungan, batupasir tufaan, dan batupasir lempungan. Ketebalan sekitar 1.000 meter	-	Darat
	Oligosen	Satuan Batu lempung Sinamar		Terdiri dari batulempung, komposisi lempung, bersifat silikaan, dengan sisipan batubara	<i>Streblus beccari</i> <i>Operticuna a.</i> <i>Cibicides altispira</i>	Lower delta plain
		Satuan Batupasir Sinamar		Terdiri dari batupasir, dengan sisipan batulanau dan batulempung	-	Transitional Lower Delta Plain

Sumber: Data PT. Nusa Alam Lestari, 2015

B. Kajian Teori

1. Penyaliran Tambang

Air dalam jumlah yang besar merupakan permasalahan besar dalam pekerjaan penambangan, baik secara langsung maupun tidak langsung berpengaruh terhadap produktivitas. Ini berlaku baik pada tambang terbuka (*open minning*) maupun tambang dalam (*under minning*).

Pengertian dari sistem penyaliran tambang adalah suatu usaha yang diterapkan pada daerah penambangan untuk mencegah, mengeringkan, atau mengeluarkan air yang masuk ke daerah penambangan. Upaya ini dimaksudkan untuk mencegah terganggunya aktivitas penambangan akibat adanya air dalam jumlah yang berlebihan, terutama pada musim hujan. 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.

Sumber air yang masuk ke lokasi penambangan, dapat berasal dari air permukaan tanah maupun air bawah tanah. Air permukaan tanah merupakan air yang terdapat dan mengalir di permukaan tanah. Jenis air ini meliputi, air limpasan permukaan, air sungai, rawa atau danau yang terdapat di daerah tersebut, air buangan (limbah), dan mata air. Sedangkan air bawah tanah merupakan air yang terdapat dan mengalir di bawah permukaan tanah. Jenis air ini meliputi air tanah dan air rembesan. Penanganan masalah air dalam suatu tambang terbuka dapat dibedakan menjadi dua (Rudi, 1999:28) yaitu :

a. *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 *Minedrainage*:

1) Metode *Siemens*

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.

2) 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 - 60 meter.

3) 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) dinetralsir menjadi air dan terkumpul pada sumur lalu dihisap dengan pompa.

4) *Small Pipe With Vacuum Pump*

Cara ini diterapkan pada lapisan batuan yang impermeabel (jumlah air sedikit) dengan membuat lubang bor. Kemudian di masukkan 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.

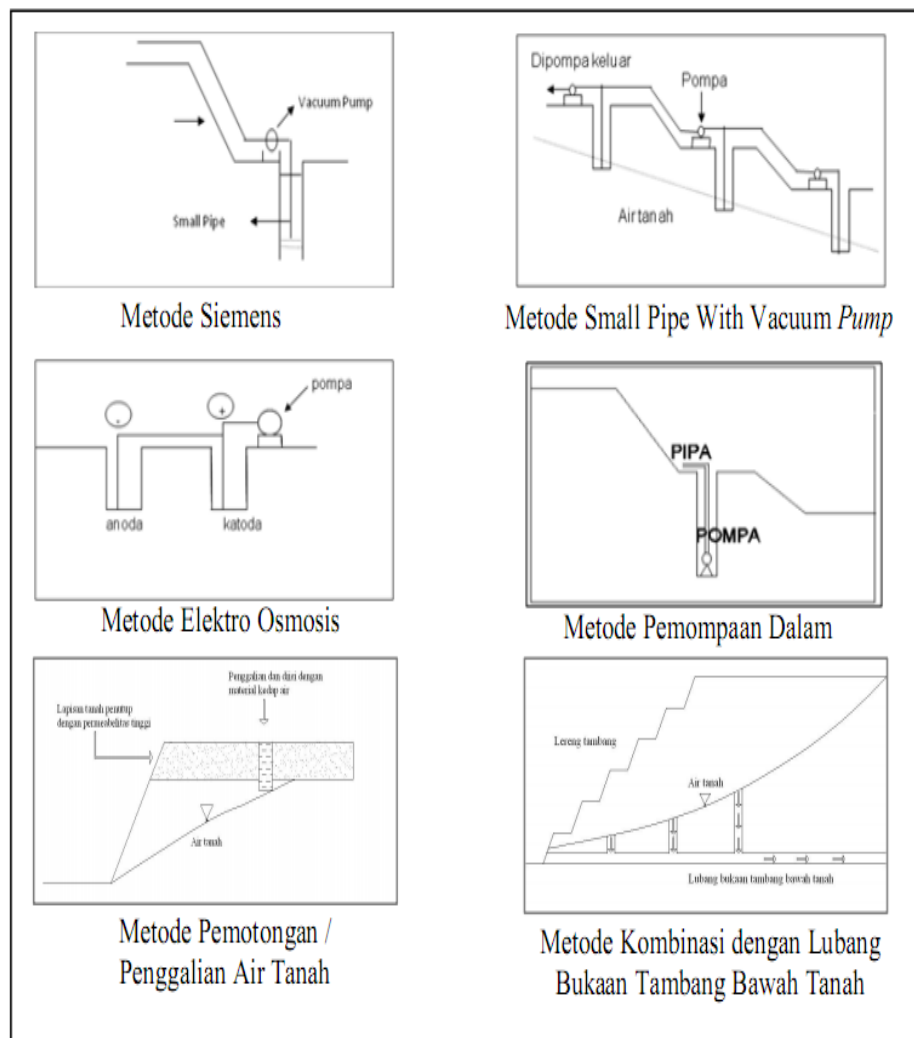
5) *Metoda Pemotongan / Penggalan Air Tanah*

Metoda ini digunakan untuk mengatasi air tanah dimana lapisan akuifernya terletak pada permukaan atau pada lapisan atas. Cara ini dilakukan dengan menggali/memotong lapisan akuifer tersebut, sehingga air tanah tidak menerus kedalam pit, kemudian bekas galian diisi dengan material yang kedap air.

6) *Metoda Kombinasi Dengan Lubang Bukaam Tambang Bawah Tanah*

Metoda ini dilakukan dengan membuat lubang bukaan tambang bawah tanah secara mendatar, kemudian pada lubang bukaan mendatar tersebut dibuat lubang bukaan secara vertikal keatas menembus lapisan akuifer untuk menurunkan muka air tanah. Air akan mengalir secara gravitasi, sehingga tidak dibutuhkan pemompaan.

Untuk lebih jelasnya tentang keenam metoda *mine drainage* ini dapat dilihat pada Gambar 1.berikut.



Gambar 1. Bentuk-bentuk Metode Mine Drainage

Sumber : Rudi Sayoga Gautama, 1999

b. 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:

1) Sistem Kolam Terbuka

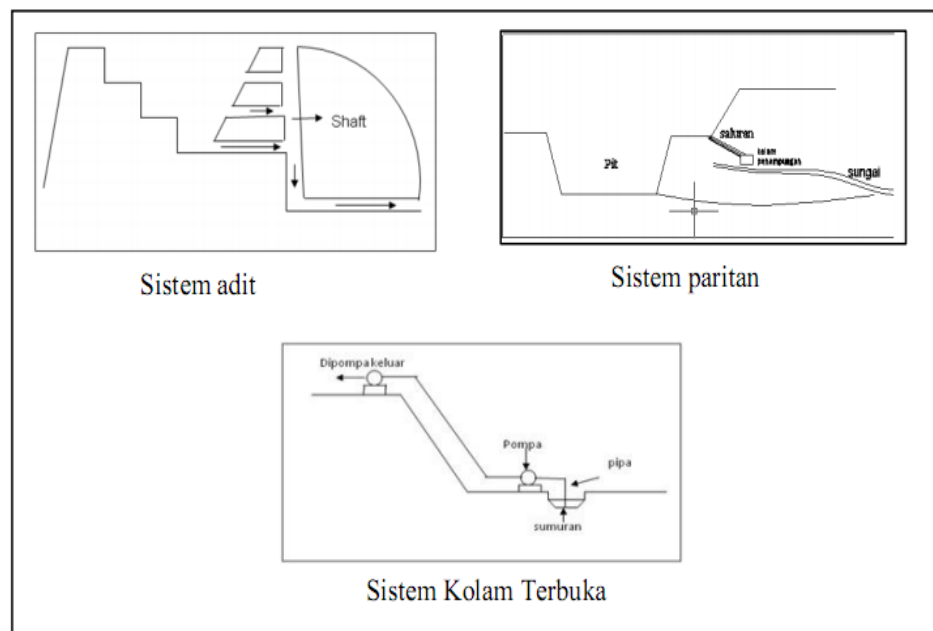
Sistem ini diterapkan untuk membuang air yang telah masuk ke daerah penambangan. Air dikumpulkan pada sumur (sump), kemudian di pompa keluar dan pemasangan jumlah pompa tergantung kedalaman penggalian (Gambar 2).

2) Cara Paritan

Penyaliran dengan cara paritan ini merupakan cara yang paling mudah, yaitu dengan pembuatan paritan (saluran) pada lokasi penambangan. Pembuatan parit ini bertujuan untuk menampung air limpasan yang menuju lokasi penambangan. Air limpasan akan masuk ke saluran-saluran yang kemudian di alirkan ke suatu kolam penampung atau di buang langsung ke tempat pembuangan dengan memanfaatkan gaya gravitasi (Gambar 2).

3) Sistem Adit

Cara ini biasanya digunakan untuk pembuangan air pada tambang terbuka yang mempunyai banyak jenjang. Saluran horisontal yang di buat dari tempat kerja menembus ke shaft yang di buat disisi bukit untuk pembuangan air yang masuk ke dalam tempat kerja. Pembuangan dengan sistem ini biasanya mahal, disebabkan oleh biaya pembuatan saluran horisontal tersebut dan shaft (Gambar 2).

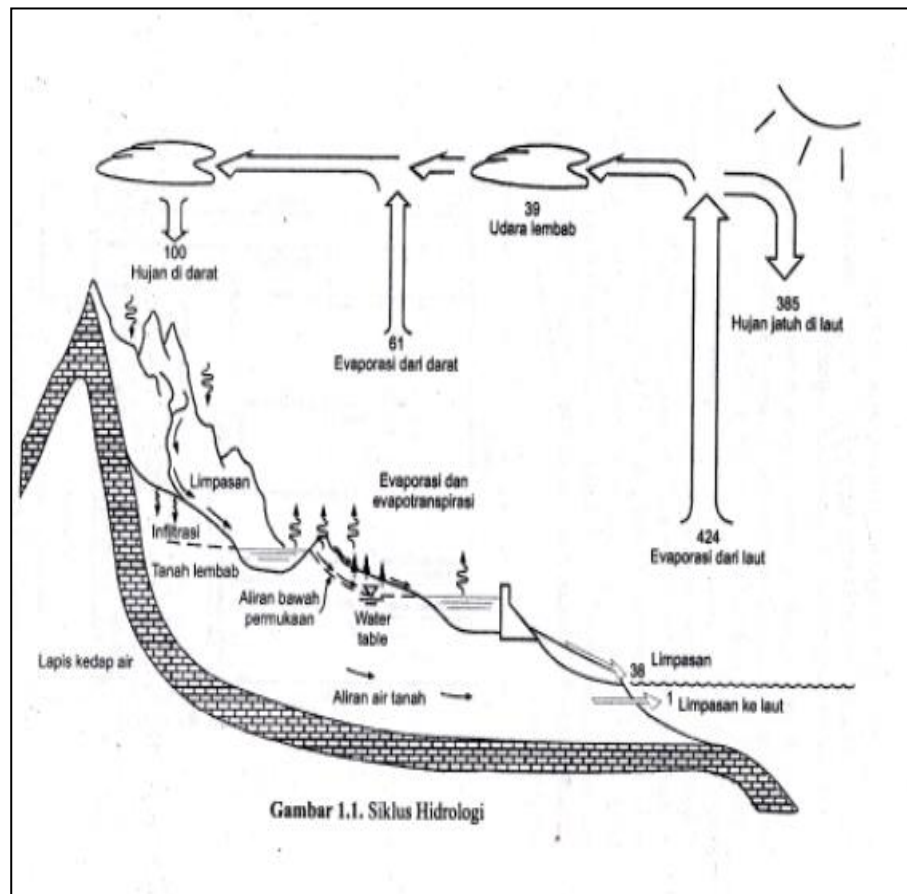


Gambar 2. Bentuk-bentuk Metode *Mine Dewatering*

Sumber : Rudi Sayoga Gautama, 1999

2. Siklus Hidrologi

Keberadaan air di bumi mengalami proses alam yang berlanjut dan berputar sehingga membentuk suatu siklus atau daur ulang. Dengan demikian jumlah air yang ada di bumi merupakan satu kesatuan yang utuh dan bersifat tetap. Proses pengurangan dan pengisian kembali sumber-sumber air di bumi dari suatu tempat ke tempat yang lain membutuhkan waktu yang lama dan diatur dalam suatu siklus tertutup yang disebut dengan siklus hidrologi yang melibatkan elemen-elemen: presipitasi, evaporasi, transpirasi, evapotranspirasi, infiltrasi, dan limpasan di permukaan (*surface run off*). Siklus ini diperlihatkan pada gambar 3 berikut:



Gambar 3. Siklus Hidrologi

Sumber: Bambang Triadmojo, 2008

Proses siklus hidrologi merupakan proses kontinyu dimana air bergerak dari bumi ke atmosfer dan kemudian kembali ke bumi lagi. Uap air akan bergerak dan memasuki atmosfer, yang kemudian mengalami kondensasi dan berubah menjadi titik-titik air yang berbentuk awan. Selanjutnya titik-titik air tersebut jatuh sebagai hujan ke permukaan laut dan daratan. Hujan yang jatuh sebagian ke permukaan tanah. Sebagian air hujan yang sampai ke permukaan tanah akan meresap ke dalam tanah (*infiltrasi*) dan sebagian lainnya mengalir di atas permukaan tanah (aliran permukaan atau *surface runoff*) mengisi cekungan tanah, danau dan masuk ke sungai

dan akhirnya mengalir kelaut. Air yang meresap ke dalam tanah sebagian mengalir kedalam tanah (perkolasi) mengisi air tanah yang kemudian ke luar sebagai mata air atau mengalir ke sungai. Akhirnya aliran air di sungai akan sampai ke laut. Proses tersebut berlangsung terus menerus yang disebut dengan siklus hidrologi (*Bambang, 2008:2*)

a. Presipitasi

Presipitasi adalah nama umum dari uap yang mengondensasi dan jatuh ke tanah dalam rangkaian proses siklus hidrologi (suyono dan kensaku, 1983:20). Presipitasi dapat berbentuk dua wujud, yaitu:

- 1) Hujan yang merupakan bentuk presipitasi yang paling penting.
- 2) Embun yang merupakan hasil kondensasi di permukaan tanah atau tumbuhan.
- 3) Salju dan es.

Untuk wilayah Indonesia yang beriklim tropis, bentuk presipitasi yang paling penting adalah hujan. Faktor-faktor yang mempengaruhi terjadinya presipitasi adalah:

- 1) Adanya uap air di atmosfer.
- 2) Faktor-faktor meteorologis seperti suhu air, suhu udara, kelembaban, kecepatan angin, tekanan dan sinar matahari.
- 3) Lokasi daerah berhubungan dengan sistem sirkulasi secara umum.
- 4) Rintangan yang disebabkan oleh gunung dan lain-lain.

b. Infiltrasi

Proses infiltrasi terjadi karena hujan yang jatuh di atas permukaan tanah sebagian atau seluruhnya akan mengisi pori-pori tanah. Curah hujan yang mencapai permukaan tanah akan bergerak sebagai air limpasan permukaan (*run off*) atau sebagai infiltrasi. (Suyono dan Kensaku, 1983:21) menyatakan bahwa Faktor-faktor yang mempengaruhi infiltrasi adalah:

- 1) Faktor tanah, terutama yang berkaitan dengan sifat-sifat fisik tanah seperti ukuran butir dan struktur tanah.
- 2) Vegetasi.
- 3) Faktor-faktor lain, seperti kemiringan tanah, kelembaban tanah, dan suhu air.

c. Evapotranspirasi

Evapotranspirasi merupakan salah satu bentuk kehilangan air dalam neraca air siklus hidrologi. Evapotranspirasi adalah gabungan dari dua proses dalam siklus hidrologi yaitu evaporasi dan transpirasi. Evaporasi yaitu proses penguapan air yang terjadi di sungai, danau maupun lautan, tubuh air ataupun benda mati lainnya, sementara transpirasi yaitu proses penguapan air yang terjadi pada makhluk hidup, khususnya tumbuhan (CD Soemarto , 1997: 17). Evapotranspirasi penting untuk diketahui supaya salah satu bentuk kehilangan air dapat diestimasi sehingga dapat digunakan untuk manajemen sumberdaya air dengan melibatkan data masukan air.

Evaporasi dan transpirasi sulit dibedakan di alam terlebih di daerah tropis yang mempunyai banyak tumbuhan, oleh karenanya evaporasi dan transpirasi sering disatukan menjadi evapotranspirasi.

Faktor-faktor yang mempengaruhi evapotranspirasi adalah (Bambang,2008:54):

- 1) Radiasi matahari, karena proses perubahan air dari wujud cair menjadi gas memerlukan panas (penyinaran matahari secara langsung).
- 2) Angin yang berfungsi membawa uap air dari satu tempat ke tempat lain.
- 3) Kelembaban.
- 4) Suhu.
- 5) Jenis tumbuhan, karena evapotranspirasi dibatasi oleh persediaan air yang dimiliki oleh tumbuh-tumbuhan serta ukuran stomata.
- 6) Jenis tanah, karena kadar kelembaban tanah membatasi persediaan air yang diperlukan tumbuhan.

d. Limpasan (*Run off*)

Limpasan adalah semua air yang mengalir akibat hujan yang bergerak dari tempat yang lebih tinggi ke tempat yang lebih rendah tanpa memperhatikan asal atau jalan yang di tempuh sebelum mencapai saluran.

Limpasan permukaan sangat berhubungan dengan infiltrasi, oleh karna itu dengan memahami proses terjadinya limpasan permukaan, factor yang berpengaruh, akan bisa dilakukan analisis limpasan

permukaan serta kaitanya dengan erosi dan sedimentasi. Faktor-faktor yang mempengaruhi infiltrasi juga akan mempengaruhi limpasan permukaan. Laju infiltrasi dipengaruhi oleh jenis tanah, kondisi permukaan tanah, tekstur dan struktur tanah, kandungan bahan organik, kepadatan tanah, kadar air awal tanah dan intensitas hujan yang terjadi atau cara pemberian air irigasi, untuk lahan beririgasi.

Menurut Suyono dan Kensaku (1978:135) mengemukakan bahwa: "Limpasan permukaan terjadi ketika jumlah curah hujan melampaui laju infiltrasi, setelah laju infiltrasi terpenuhi, air mulai mengisi cekungan atau depresi pada permukaan tanah". Setelah pengisian selesai maka air akan mengalir dengan bebas dipermukaan tanah.

Perhitungan debit air limpasan dengan metode rasional adalah sebagai berikut (Rudi, 1999:28):

$$Q = C \times I \times A \dots\dots\dots (1)$$

Keterangan:

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

C = Koefisien limpasan (Tabel 3)

I = Intensitas curah hujan ($m/detik$)

A = Luas *catchment area* (km^2)

Koefisien limpasan dapat dipengaruhi oleh beberapa hal yaitu faktor – faktor tutupan tanah, kemiringan lahan, intensitas hujan dan lamanya hujan. Koefisien ini merupakan suatu konstanta yang

menggambarkan dampak proses infiltrasi, penguapan dan intersepsi pada daerah tersebut.

Koefisien limpasan untuk beberapa jenis tata guna lahan dengan berbagai kemiringan secara umum dapat dilihat pada Tabel 3.

Tabel 3. Koefisien limpasan pada berbagai kondisi

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

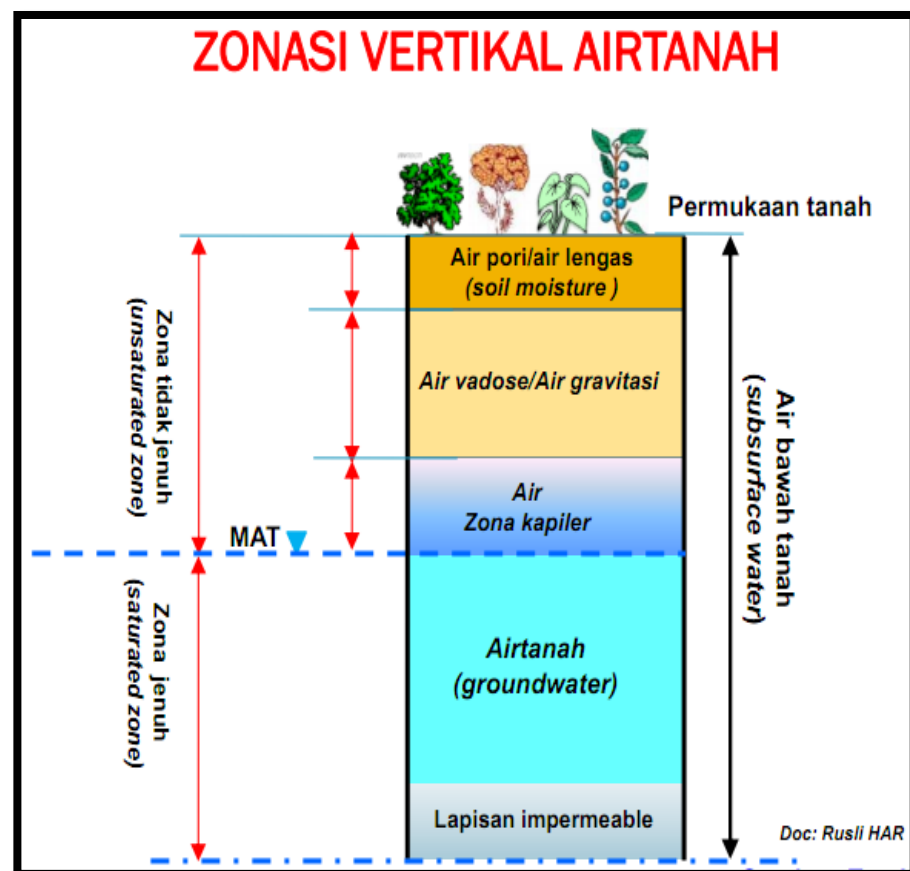
Sumber: Rudi Sayoga Gautama, 1999

e. Air Tanah

Air tanah merupakan air yang terdapat dibawah permukaan tanah, khususnya yang berada di dalam zona jenuh air. Sedangkan air bawah tanah merupakan seluruh air yang terdapat di bawah permukaan tanah, mulai dari zona tidak jenuh (*unsaturated zone*) hingga zona jenuh air

(*saturated zone*). Banyaknya air yang tertampung di bawah permukaan tergantung pada keseragaman lapisan di bawah tanah.

Air tanah terdapat pada suatu lapisan yang mampu menyimpan dan mengalirkan air yang disebut dengan akuifer. Sesuai dengan definisinya, batuan yang dapat menjadi akuifer adalah batuan yang mempunyai porositas dan permeabilitas yang cukup untuk menjadi media penyimpan dan pengaliran air tanah. Pada batuan sedimen, tipikal akuifer berupa pasir dan krakal yang tidak terkonsolidasi. Pada batuan beku dan metamorf, akuifer dapat berupa batuan yang mengandung rekahan. Zonasi vertical airtanah dapat dilihat pada Gambar 4.



Gambar 4. Zona Vertikal Air Tanah

sumber: Rusli HAR, 2012

Jenis-jenis akuifer dikenal ada tiga tipe, yaitu akuifer tertekan (*confined aquifer*), akuifer tidak tertekan (*unconfined aquifer*), dan akuifer bocoran (*leaky aquifer*).

1) Akuifer tertekan (*confined aquifer*)

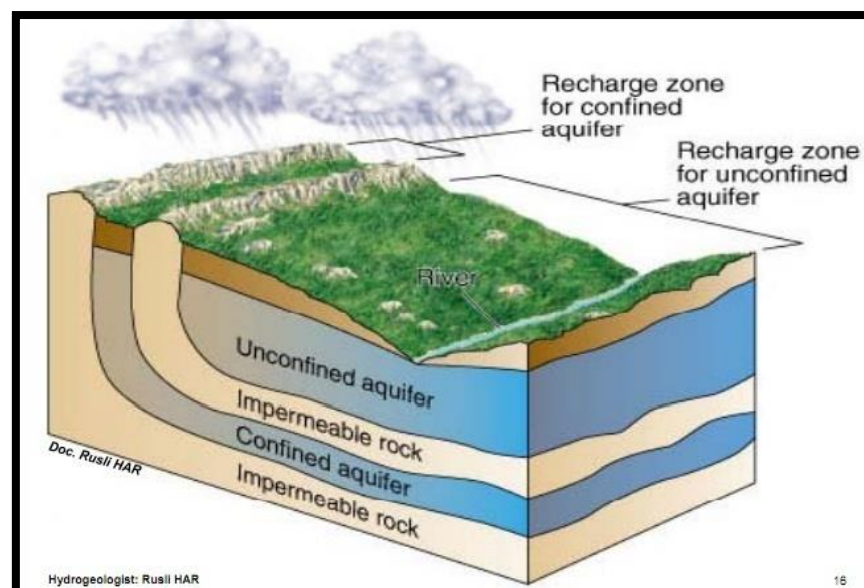
Merupakan akuifer dimana bagian bawah dan atas dari akuifer ini dibatasi oleh lapisan *impermeable*.

2) Akuifer tidak tertekan (*unconfined aquifer*)

Akuifer ini disebut juga akuifer bebas, dimana bagian bawahnya dibatasi oleh lapisan *impermeable* dan pada bagian atasnya tidak mempunyai lapisan *impermeable*.

3) Akuifer bocoran (akuifer semi tertekan)

Pada bagian atas atau bawah dari akuifer ini dibatasi oleh lapisan *semi-permeable*. Anatomi akuifer ini diperlihatkan pada gambar 5 berikut ini:



Gambar 5. Anatomi Akuifer

sumber: Rusli HAR, 2012

Air tanah menjadi parameter dalam perencanaan suatu sistem penyaliran di tambang. Oleh karena itu jumlah air tanah yang masuk ke tambang harus diketahui.

3. Curah Hujan

Curah hujan adalah jumlah atau volume air hujan yang jatuh pada satu satuan luas tertentu, dinyatakan dalam satuan mm. 1 mm berarti pada luasan 1 m^2 jumlah air hujan yang jatuh sebanyak 1 liter. Curah hujan merupakan faktor yang sangat penting dalam perencanaan sistem penirisan, karena besar kecilnya curah hujan pada suatu daerah tambang akan mempengaruhi besar kecilnya air tambang yang harus ditanggulangi.

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. Curah hujan merupakan data utama dalam perencanaan kegiatan penirisan tambang terbuka.

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. Data tersebut berguna pada saat penentuan hujan rencana. Analisis terhadap data curah hujan ini dapat dilakukan dengan dua metode yaitu *annual series* dengan mengambil satu data maksimum setiap tahunnya yang berarti bahwa hanya besaran maksimum setiap tahun saja yang dianggap berpengaruh dalam analisis data

dan *partial duration series*, yaitu dengan menentukan lebih dahulu batas bawah tertentu dari curah hujan, selanjutnya data yang lebih besar dari batas bawah tersebut diambil dan dijadikan data yang akan dianalisa.

a. Curah Hujan Rencana

Pengolahan data curah hujan dimaksudkan untuk mendapatkan data curah hujan yang siap pakai untuk suatu perencanaan sistem penyaliran. Pengolahan data ini dapat dilakukan dengan beberapa metode, salah satunya adalah metode *Gumbel*, yaitu suatu metode yang didasarkan atas distribusi normal (distribusi harga ekstrim). Gumbel beranggapan bahwa distribusi variabel-variabel hidrologis tidak terbatas, sehingga harus digunakan distribusi dari harga-harga yang terbesar (Rudi,1999:8). Persamaan *Gumbel* tersebut adalah sebagai berikut:

$$X_t = X + \left(\frac{Y_t - Y_n}{S_n}\right)S \dots\dots\dots (2)$$

Keterangan :

X_t = Curah hujan untuk periode ulang T (mm)

X = Curah hujan rata-rata (mm)

S = Standar deviasi

S_n = Standar deviasi dari reduksi variat, tergantung dari
jumlah data (n)

Y_t = Nilai reduksi variat dari variabel

Y_n = Nilai rata-rata dari reduksi variat, tergantung dari
jumlah data.

Nilai *Reduced Mean* (Y_n) dan *Reduced Variate* (Y_t) dapat dicari dengan rumus sebagai berikut:

$$Y_n = -\ln[-\ln\{\frac{n+1-m}{n+1}\}] \dots\dots\dots (3)$$

Keterangan :

n = Jumlah sampel

m = Urutan sampel

$$Y_t = -\ln[-\ln(\frac{T-1}{T})] \dots\dots\dots (4)$$

Keterangan :

T = Periode ulang hujan, tahun

Sedangkan nilai dari *Reduced Standart Deviation* (S_n) dan *Standart Deviation* (S) ditentukan dengan rumus:

$$S_n = \sqrt{\frac{\sum(Y_n - \bar{Y}_n)^2}{n-1}} \dots\dots\dots (5)$$

$$S = \sqrt{\frac{\sum(X - \bar{x})^2}{n-1}} \dots\dots\dots (6)$$

Dari perumusan distribusi Gumbel di atas, hanya harga curah hujan rata-rata dan Standar deviasi nilai curah hujan yang diperoleh dari hasil pengolahan data. Sedangkan harga-harga selain itu diperoleh dari tabel tetapan, dalam hubungannya dengan jumlah data dan periode ulang hujan.

b. Periode Ulang Hujan

Curah hujan biasanya terjadi menurut pola tertentu dimana curah hujan biasanya akan berulang pada suatu periode tertentu, yang dikenal dengan Periode Ulang Hujan. Periode ulang hujan adalah periode (tahun)

dimana suatu hujan dengan tinggi intensitas yang sama kemungkinan bisa terjadi lagi. Kemungkinan terjadinya adalah satu kali dalam batas periode (tahun) ulang yang ditetapkan.

Penentuan periode ulang hujan dilakukan dengan menyesuaikan data dan keperluan pemakaian saluran yang berkaitan dengan umur tambang serta tetap memperhitungkan resiko hidrologi (*Hidrology Risk*). Dapat pula dilakukan perhitungan dengan metode distribusi normal menggunakan konsep peluang.

Setelah periode ulang hujan ditetapkan maka dapat ditentukan nilai ekstrim dari curah hujan yang akan dipakai sebagai dasar perhitungan dalam rangka mendesain sistem penyaliran.

Tabel 4. Periode Ulang Hujan Rencana

Lokasi	Periode Ulang Hujan (Tahun)
Daerah Terbuka	0,5
Sarana Tambang	2 – 5
Lereng Tambang dan Penimbunan	5 – 10
Sumuran Utama	10 – 25
Penyaliran Keliling Tambang	25
Pemindahan Aliran Sungai	100

Sumber : Rudi Sayoga, 1999

c. Intensitas Curah Hujan

Intensitas curah hujan adalah jumlah curah hujan yang dinyatakan dalam tinggi hujan atau volume hujan tiap satuan waktu, yang terjadi pada satu kurun waktu air hujan terkonsentrasi.

Besarnya intensitas curah hujan yang kemungkinan terjadi dalam kurun waktu tertentu dihitung berdasarkan persamaan Mononobe (Tamrin, 2010:10). Rumus tersebut menyatakan bahwa nilai tingkat intensitas curah hujan yang diperbolehkan yaitu curah hujan perbandingan rata-rata per-hari terhadap lamanya hujan rata-rata per-hari

$$I = \frac{R}{24} \times \left(\frac{24}{tc}\right)^{\frac{2}{3}} \dots\dots\dots (7)$$

Harga tc dapat dicari dengan menggunakan rumus *kirpich* (Tamrin Kasim, 2010:10) sebagai berikut:

$$tc = 0,0195 \times \left(\frac{L}{S^{0,5}}\right)^{0,77} \dots\dots\dots (8)$$

atau:

$$tc = 0,871 \times \left(\frac{L^3}{H}\right)^{0,385} \dots\dots\dots (9)$$

Keterangan:

I = Intensitas curah hujan (mm/jam)

R = Curah hujan rancangan (mm/hari)

tc = Lama waktu konsentrasi (jam)

L = Panjang aliran (km)

H = Beda elevasi (km)

S = Slop/Kemiringan

Berdasarkan tinggi rendahnya nilai intensitas curah hujan, hujan dapat diklasifikasikan ke dalam beberapa tingkatan yaitu hujan sangat lemah, hujan lemah, hujan normal, hujan deras, dan hujan sangat deras. Agar lebih jelas dapat dilihat pada Tabel 5 di bawah ini

Tabel 5. Derajat dan Intensitas Curah Hujan

No	Derajat Hujan	Intensitas Curah Hujan (mm/jam)	Kondisi
1.	Hujan sangat lemah	< 0,02	Tanah agak basah atau dibasahi sedikit
2.	Hujan lemah	0,02 - 0,05	Tanah menjadi basah semuanya
3.	Hujan normal	0,05 - 0,25	Bunyi curah hujan terdengar
4.	Hujan deras	0,025 – 1,00	Air tergenang di seluruh permukaan tanah dan terdengar bunyi dari genangan
5.	Hujan sangat deras	>1,00	Hujan seperti ditumpahkan, seluruh drainase meluap

Sumber: Rudy Sayoga, 1999

d. *Catchment Area*

Catchment area atau daerah tangkapan hujan merupakan suatu daerah yang dapat mengakibatkan air limpasan permukaan (*run off*) mengalir ke suatu tempat (daerah penambangan yang lebih rendah). Dalam menentukan batasan *catchment area* dapat dibatasi pada wilayah areal penambangan saja, sedangkan daerah di luar areal penambangan bisa saja termasuk kedalam *catchment area* jika elevasi diluar areal penambangan lebih tinggi dari areal penambangan. Namun di luar areal penambangan dalam penanggulangan air limpasan dapat dibuat saluran pengelak.

Sumber utama air limpasan permukaan pada suatu tambang terbuka adalah air hujan, jika curah hujan yang relatif tinggi pada daerah tambang maka perlu penanganan air hujan yang baik (sistem drainase) yang tujuannya produktivitas tidak menurun. Penentuan luas daerah tangkapan hujan berdasarkan pada kontur ketinggian yang membentuk puncak gunung atau bukit, lembah antar gunung atau bukit dan mempertimbangkan arah aliran air serta aliran sungai yang ada di daerah yang akan diteliti.

Setelah daerah tangkapan hujan ditentukan, maka diukur luasnya pada peta kontur, yaitu dengan menarik hubungan dari titik-titik yang tertinggi disekeliling tambang membentuk poligon tertutup, dengan melihat kemungkinan arah mengalirnya air, maka luas dihitung dengan program Software tambang. Batas daerah tangkapan hujan di tentukan

bedasarkan kontur ketinggian yang membentuk pucak gunung atau bukit, lembah antar gunung atau bukit dan mempertimbangkan alur serta arah aliran sungai yang ada di daerah penelitian.

4. Pompa

a. Pengertian pompa

Pompa merupakan alat yang digunakan untuk memindahkan air di daerah tambang, baik itu airtanah maupun air bawah tanah. Dalam sistem penyaliran tambang, pompa sangat diperlukan untuk mencegah maupun mengeluarkan air yang masuk ke lokasi tambang. Jenis pompa yang banyak digunakan dalam kegiatan penyaliran tambang adalah pompa *sentrifugal*. Pompa ini banyak digunakan di daerah tambang karena mampu mengalirkan lumpur, perawatannya mudah dan kapasitasnya besar.

Dalam pemilihan pompa, kita harus menyesuaikan dengan beberapa faktor, yaitu:

1) Lokasi Pemindahan Air

Dalam pemilihan pompa, lokasi pemindahan air tambang harus diketahui terlebih dahulu. Sehingga ketinggian buangan, kemiringan, belokan, dan lain-lain dapat diketahui.

2) Debit Air Yang Dipindahkan

Debit air yaitu jumlah air atau volume air yang dipindahkan/dikeluarkan dari tempat yang satu ke tempat yang lainya selama waktu tertentu dengan satuan m^3/jam atau m^3/detik .

3) Karakteristik Air

Berdasarkan Kepmen Lingkungan Hidup No 113 Tahun 2003, PH air sebelum masuk ke perairan umum adalah 6-9. Pada umumnya air tambang mempunyai tingkat keasaman yang tinggi dengan PH dibawah 5, biasanya berasal dari air resapan yang ada pada lapisan permukaan tanah. Dengan tingginya tingkat keasaman air tambang dapat menyebabkan kerusakan alat yang berhubungan dengan pompa seperti rumah pompa, pipa (*hose*) dan dapat menyebabkan menurunnya kinerja pompa.

4) Kapasitas Motor

Kapasitas motor yaitu besarnya daya listrik yang dipakai untuk menggerakkan motor tersebut (kw).

5) Spesifikasi Pompa

Spesifikasi pompa adalah tipe nomor pompa, nama pompa, dan jenis pompa.

6) Kapasitas Pompa

Kapasitas pompa yaitu jumlah volume air yang dapat di hisap/dialirkan oleh pompa tersebut persatuan waktu (m^3/jam).

7) *Head* Pompa

Ada 2 pengertian *head* pompa, yaitu:

a) Tinggi Tekan (*Delivery head*)

Tinggi tekan pompa (*delivery head*) adalah jarak vertikal antara sumbu pompa dengan titik buangan tertinggi yang diukur dalam satuan meter.

b) Tinggi Hisap (*Suction head*)

Tinggi hisap (*suction head*) adalah jarak vertikal dari permukaan air sampai kesuatu pompa.

b. **Head Total Pompa**

Dalam pemompaan dikenal istilah julang (*head*), yaitu energi yang diperlukan untuk mengalirkan sejumlah air pada kondisi tertentu. Semakin besar debit air yang dipompa, maka *head* juga akan semakin besar. *Head*total pompa untuk mengalirkan sejumlah air seperti yang direncanakan dapat ditentukan dari kondisi instalasi yang akan dilayani oleh pompa tersebut, sehingga julang total pompa dapat dituliskan sebagai berikut (*Sularso dan Haruo Tahara, 2006:26*):

$$H = H_s + \Delta H_p + H_f + H_b + H_v \dots \dots \dots (10)$$

Keterangan :

H = *Head* total pompa (m).

H_s = *Head* statis pompa (m).

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

H_f = *Head* untuk mengatasi berbagai hambatan pada pompa dan pipa (m) yaitu *head* gesekan pipa,

H_{sv} = Kerugian akibat fitting-fitting (belokan) pada pipa (m)

H_v = *Head* kecepatan pada ujung pipa keluar.

Untuk menentukan head total pompa terlebih dahulu harus ditentukan kerugian yang terjadi pada instalasi pompa yang digunakan.

1) *Head Statis (Hs)*

Head statis merupakan perbedaan elevasi muka air di sisi keluar dan di sisi isap (*Sularso dan Haruo Tahara, 2006:27*)

$$H_s = H_1 + H_2 \dots \dots \dots (11)$$

Keterangan:

H_1 = Elevasi pipa buang (mdpl)

H_2 = Elevasi pipa hisap (mdpl)

2) *Head Tekanan (ΔH_p)*

Perbedaan tekanan atmosfer pada permukaan air (ΔH_p) adalah (*Sularso dan Haruo Tahara, 2006:27*)

$$\Delta H_p = H_{pa} + H_{pb} \dots \dots \dots (12)$$

$$H_{pa} = 10,33 \left(1 - 0,0065 \times \frac{h_a}{288} \right)^{5,256} \dots \dots \dots (13)$$

$$H_{pb} = 10,33 \left(1 - 0,0065 \times \frac{h_b}{288} \right)^{5,256} \dots \dots \dots (14)$$

Keterangan:

ΔH_p = Perbedaan tekanan pada permukaan air (m)

H_{pa} = Tekanan pada permukaan air yang akan dipindahkan

H_{pb} = Tekanan pada permukaan air buangan

H_a = Elevasi sisi isap (m)

H_b = Elevasi sisi keluar (m)

10,33 = Tekanan udara pada ketinggian 0 m

3) Head Gesekan (Hf)

Rumus ini umumnya digunakan untuk menghitung Head Gesekan pada pipa, dapat menggunakan persamaan *Hazen-Williams* (Sularso dan Haruo Tahara, 2006:28)

$$H_f = \frac{10,666 Q^{1,85}}{C^{1,85} D^{4,85}} \dots\dots\dots (15)$$

Keterangan:

Hf = Julang kerugian (m)

Q = Laju aliran (m³/s)

D = Diameter pipa (m)

L = Panjang pipa (m)

C = Koefisien

4) Kerugian Head Pada Belokan (Hsv)

Adapun rumus yang digunakan untuk menghitung Head Belokan adalah (Sularso dan Haruo Tahara, 2006:29)

$$H_{sv_1} = f_2 \frac{v^2}{2g} \dots\dots\dots (16)$$

Keterangan :

f = koefisien kerugian pada belokan

$$f = \left[0,131 + 1,847 \left(\frac{D}{2R} \right)^{3,5} \right] \times \left(\frac{\theta}{90} \right)^{0,5} \dots\dots\dots (17)$$

Keterangan :

D = Diameter dalam Pipa (m)

V = Kecepatan aliran dalam pipa (m/detik)

R = Jari jari lengkung sumbu belokan (m)

θ = Sudut belokan (derajat)

5) Kerugian *head* kecepatan (H_v)

Adapun rumus yang digunakan untuk menentukan *head* kecepatan aliran air adalah (Sularso dan Haruo Tahara, 2006:29)

$$H_v = \frac{v^2}{2g} \dots \dots \dots (18)$$

Keterangan:

g = percepatan gravitasi (9,8 m/s²)

v = kecepatan aliran rata-rata di dalam pipa (m/s)

c. Kapasitas Pompa

Kapasitas pompa yang diperlukan dapat dihitung setelah jumlah airlimpasan diketahui. Untuk menghitung debit pompa yang diperlukandapat digunakan persamaan berikut ini (Sularso,2006:19):

$$Op = \frac{Q}{24 \times 3600 \times D} \dots \dots \dots (19)$$

Keterangan:

Q_p = Kapasitas pompa (m³/detik)

D = Lamanya genangan yang diperbolehkan (hari)

Q = Jumlah air limpasan yang akan dipompakan

d. Jumlah pompa

Untuk menentukan jumlah pompa dapat dilakukan dengan membandingkan antara volume air yang masuk ke areal tambang dengan debit pemompaan.

Aspek-aspek yang perlu diperhatikan yaitu:

1) Kapasitas pompa

Ada beberapa aspek yang perlu diketahui dalam menentukan kapasitas pompa, yaitu:

- a) Berat dan ukuran pompa yang akan diangkut dari pabrik ke tempat pemakaian pompa.
- b) Lokasi pemasangan pompa dan transportasi pengangkutan.
- c) Jenis penggerak pompa yang harus disesuaikan dengan keadaan lokasi pemasangan pompa.
- d) Pengadaan suku cadang pompa.
- e) Resiko dan keselamatan kerja dalam pemasangan dan pengangkutan pompa.

e. Pipa

Pipa adalah saluran tertutup yang digunakan untuk mengalirkan fluida. Pada pemasangan instalasi pipa, hal-hal yang perlu dilakukan adalah Jenis pipa yang digunakan, sudut belok (*elbow*) yang dibentuk, tipe katup yang digunakan, dan sambungan pipa

Pipa untuk keperluan pemompaan biasanya terbuat dari baja, tetapi untuk tambang yang tidak terlalu dalam dapat menggunakan pipa HDPE (*High Density Polyethylene*). Sistem perpipaan akan

berhubungan erat dengan daya serta *head* pompa yang dibutuhkan. Hal ini terjadi karena sistem perpipaan tidak akan terlepas dari adanya gaya gesekan pada pipa, belokan, percabangan bentuk katup, serta perlengkapan pipa lainnya. Perhitungan besarnya kerugian gesekan baik pada pipa masuk maupun pada pipa keluar dapat dihitung dengan persamaan Hazen-William (Sularso dan Tahara, 2006). Dapat dilihat pada (Tabel 6) di bawah ini :

Tabel 6. Kondisi Pipa dan Harga C

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

Sumber : Sularso & Tahara, 2006

5. Sumuran (*Sump*)

Sumuran berfungsi sebagai penampung air sebelum dipompa ke luar tambang. Dimensi sumuran tambang tergantung pada volume air limpasan dan volume pemompaan, kondisi lapangan seperti kondisi penggalian

terutama pada lantai tambang (*floor*) dan lapisan batubara serta jenis tanah atau batuan di bukaan tambang.

Tahapan selanjutnya adalah menentukan lokasi sumuran di bukaan tambang. Pada prinsipnya sumuran diletakkan pada lantai tambang (*floor*) yang paling rendah, jauh dari aktivitas penggalian eandapan batubara, jenjang di sekitarnya tidak mudah longsor, dekat dengan kolam pengendapan dan mudah untuk dibersihkan (Widodo, 2012).

Volume sump yang optimum dapat juga dicari dari selisih antara jumlah volume air limpasan dan volume air tanah dengan volume pemompaan harian. Dengan demikian, dimensi sebuah sumuran tergantung dari jumlah air yang masuk serta keluar dari sumuran tersebut (Widodo, 2012).

$$a. \text{ Vol. Sump} = \text{Vol. Total Inflow (m}^3/\text{day)} - \text{Vol. Pemompaan (m}^3/\text{day)}$$

$$b. \text{ Vol. Total Inflow (m}^3/\text{day)} = \text{Vol. Limpasan} + \text{Vol. Air Tanah}$$

$$c. \text{ Vol. Limpasan} = \frac{C \cdot R_{24} \cdot A}{1000}$$

Keterangan:

C = koefisien limpasan

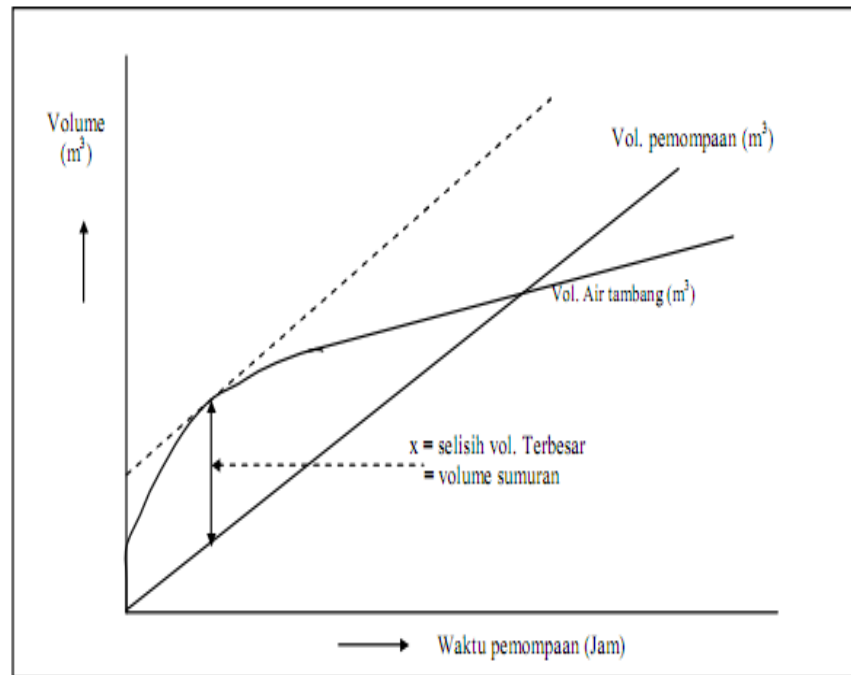
R₂₄ = Curah hujan harian rencana (mm)

A = Luas catchment area (m²)

$$d. \text{ Vol. Pemompaan (m}^3/\text{day)} = \text{debit pemompaan (m}^3/\text{s)} \times 3600 \times \text{waktu operasi pompa per hari (hour/day)}$$

Volume sumuran ditentukan dengan menggabungkan grafik intensitas hujan versus waktu, dan grafik volume pemompaan versus

waktu serta volume limpasan versus waktu. Penentuan dimensi sumuran ditentukan dengan melihat volume sisa terbesar.



Gambar 6. Grafik Penentuan Dimensi Sumuran

Sumber: rudi sayoga, 1999

Ada dua jenis tata letak sistem penyaliran tambang yaitu :

a. Sistem Penirisan Terpusat

Pada sistem ini *sump* akan ditempatkan pada setiap jenjang atau *bench*. Sistem pengaliran 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.

b. Sistem penirisan tidak memusat

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.

Berdasarkan penempatannya, *sump* dapat dibedakan menjadi beberapa jenis, yaitu (Suyono, 2010) :

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.

3) *Main Sump*

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

6. Saluran Terbuka

Pembuatan saluran tambang dilakukan untuk air limpasan permukaan pada suatu daerah dan mengalirkannya ke tempat pengumpulan (sumuran) atau tempat lainnya. Saluran ini juga digunakan untuk mengalirkan air hasil pemompaan keluar areal penambangan (sungai).

Rudy Sayoga (1999:4-2) menyatakan saluran tambang harus memenuhi persyaratan-persyaratan sebagai berikut:

- a. Dapat mengalirkan debit air yang direncanakan.
- b. Kemiringan sedemikian sehingga tidak terjadi pengendapan/sedimentasi
- c. Kecepatan air sedemikian sehingga tidak merusak saluran (erosi)
- d. Kemudahan dalam penggalian.

Bentuk penampang saluran air umumnya dapat dipilih berdasarkan debit air, tipe material pembentuk saluran serta kemudahan dalam pembuatannya. Saluran air dengan penampang segi empat atau segi tiga umumnya untuk debit kecil sedangkan untuk penampang trapesium untuk debit yang besar. Bentuk penampang yang paling sering dan umum di pakai adalah bentuk trapesium, sebab mudah dalam pembuatannya, murah, efisien dan mudah dalam perawatannya serta stabilitas kemiringannya (z) dapat disesuaikan menurut keadaan topografi dan geologi. Perhitungan kapasitas pengaliran suatu saluran air dilakukan dengan rumus Manning (Rudy, 1999:4-3).

$$Q = \frac{1}{n} R^{\frac{2}{3}} \times S^{\frac{1}{2}} A \dots\dots\dots (20)$$

Keterangan:

Q = Debit aliran pada saluran (m³/detik)

R = Jari-jari hidrolik = $\frac{A}{P}$

S = Kemiringan dasar saluran (%)

P = Keliling basah

A = Luas penampang

n = Koefisien Manning yang menunjukkan kekerasan dinding saluran

Harga Koefisien Manning dapat dilihat pada tabel 7.

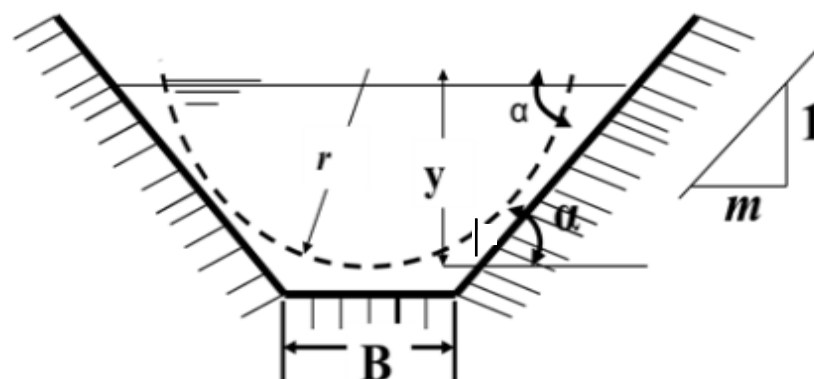
Tabel 7. Harga Koefisien Manning (n)

No	Tipe Elemen	(n)
1	Semen	0,010 – 0,014
2	Beton	0,011 – 0,016
3	Bata	0,012 – 0,020
4	Besi	0,013 – 0,017
5	Tanah	0,020 – 0,030
6	Gravel	0,022 – 0,035
7	Tanah yang ditanami	0,025 – 0,040

Sumber: Rudy Sayoga, 1999

Dimensi penampang yang dapat di katakan efisien, yaitu apabila dapat mengalirkan debit aliran secara maksimum. Beberapa jenis penampang efisien yang paling sering digunakan adalah sebagai berikut:

1) Penampang Saluran Trapesium

**Gambar 7. Penampang Saluran Trapesium**

Sumber: Bambang Triatmodjo, 2008

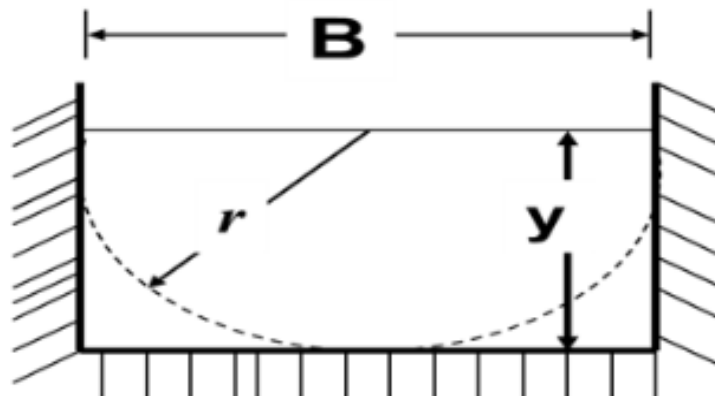
Keterangan : B = Lebar dasar saluran

$Tg \alpha$ = Kemiringan tebing

Y = Kedalaman saluran

r = Jari-jari

2) Penampang Saluran Segi Empat



Gambar 8. Penampang Saluran Segi Empat

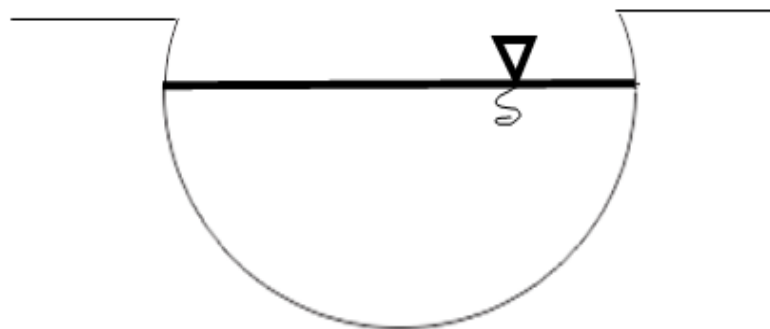
Sumber: Bambang Triatmodjo, 2008

Keterangan: B = Lebar dasar saluran

y = Kedalaman saluran

r = Jari-jari

3) Penampang Saluran Setengah Lingkaran



Gambar 9. Penampang Saluran Setengah Lingkaran

Sumber: Bambang Triatmodjo, 2008

keterangan:

r = Jari – Jari Lingkaran

Saluran dalam areal penambangan berfungsi untuk mengeluarkan air limpasan ke luar tambang, selain itu saluran juga terdapat di luar areal penambangan. Saluran yang berada di luar areal penambangan ini dikatakan sebagai saluran pengelak. Saluran pengelak merupakan saluran yang berfungsi untuk mencegah masuknya air limpasan kedalam areal penambangan.

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

7. Kolam Pengendapan Lumpur (*settling pond*)

Kolam pengendapan adalah suatu daerah yang dibuat khusus untuk menampung air limpasan sebelum dibuang langsung menuju daerah pengaliran umum. Sedangkan kolam pengendapan untuk daerah penambangan adalah kolam yang dibuat untuk menampung dan mengendapkan air limpasan yang berasal dari daerah penambangan maupun daerah sekitar penambangan. Nantinya air tersebut akan dibuang menuju tempat perairan umum seperti sungai, maupun danau.

Kolam pengendapan berfungsi untuk mengendapkan lumpur-lumpur atau material padatan yang bercampur dengan air limpasan yang disebabkan adanya aktivitas penambangan maupun karena erosi. Disamping tempat pengendapan, kolam pengendapan juga dapat berfungsi sebagai tempat

pengontrol kualitas dari air yang akan dialirkan ke perairan umum, baik itu kandungan materialnya, tingkat keasaman ataupun kandungan material lain yang dapat membahayakan lingkungan.

Dengan adanya kolam pengendapan diharapkan semua air yang keluar dari daerah penambangan benar-benar air yang sudah memenuhi ambang batas yang diizinkan oleh Keputusan menteri Lingkungan Hidup Nomor 113 tahun 2003, sehingga nantinya dengan adanya penambangan ini, tidak ada komplain dari masyarakat dan juga mencegah terjadinya pencemaran lingkungan. Sesuai dengan baku mutu air limbah pada Tabel 8, di PT. Nusa Alam Lestari bahwa baku mutu air limbahnya masih dibawah ambang batas yang telah ditentukan oleh Kepmen Lingkungan Hidup No. 113 Tahun 2003 sebelum masuk ke perairan umum.

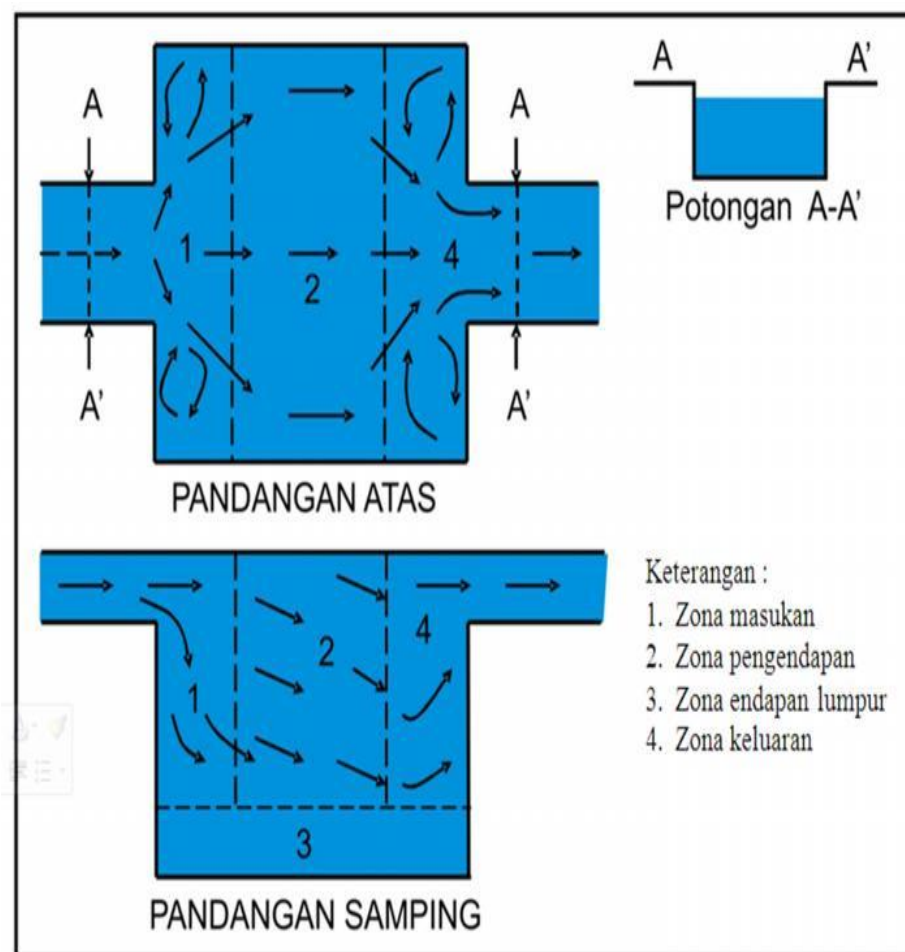
Tabel 8. Baku Mutu Air Limbah Kegiatan Penambangan Batubara

Parameter	Satuan	Kadar Maksimum
Ph		6-9
Residu Tersuspensi	Mg/l	400
Besi (Fe) Total	Mg/l	7
Mangan (Mn) Total	Mg/l	4

Sumber: KEPMEN Lingkungan Hidup No. 113 Tahun 2003

Bentuk kolam pengendapan biasanya hanya digambarkan secara sederhana, yaitu berupa kolam berbentuk empat persegi panjang, tetapi

sebenarnya bentuk tersebut dapat bermacam-macam, disesuaikan dengan keperluan dan keadaan lapangannya. Walaupun bentuknya dapat bermacam-macam, namun pada setiap kolam pengendap akan selalu ada empat zona penting yang terbentuk karena proses pengendapan material padatan. Empat zona penting tersebut dapat dilihat pada Gambar 10.



Gambar 10. Zona-Zona Kolam Pengendapan

Sumber: Hartono, 2013

Pada kolam pengendap lumpur ada 4 zona penting yang terbentuk yaitu (Hartono, 2013) :

a. Zona masukan

Zona masukan adalah tempat masuknya aliran air berlumpur kedalam kolam pengendapan.

b. Zona Pengendapan

Zona Pengendapan adalah Tempat dimana partikel akan mengendap, material padatan disini akan mengalami proses pengendapan disepanjang saluran masing-masing ceck dam.

c. Zona Endapan Lumpur

Zona Endapan Lumpur Tempat dimana partikel padatan dalam cairan mengalami sedimentasi dan terkumpul pada bagian bawah saluran pengendap.

d. Zona Keluaran

Zona Keluaran adalah Tempat keluarnya buangan cairan yang relatif bersih, zona ini terletak pada akhir saluran.

a. Kecepatan pengendapan partikel (v)

Kecepatan pengendapan dapat dihitung dengan menggunakan hukum *Stokes* dan hukum *Newton*. Hukum *Stokes* berlaku bila padatannya kurang dari 40%, sedangkan padatan yang lebih dari 40% berlaku untuk hukum *Newton* (Hartono 2013).

$$v = \frac{g \times D^2 \times (\rho_s - \rho_a)}{18\mu} \dots\dots\dots (21)$$

Keterangan:

v = Kecepatan pengendapan partikel (m/detik)

g = Percepatan gravitasi (m/detik²)

ρ_s = Berat jenis partikel padatan

ρ_a = Berat jenis air (kg/m^3)

μ = Kekentalan dinamik air (kg/mdetik)

D = Diameter partikel padatan (m)

1) Hukum *Newton*:

$$v = \frac{g \times D^2 \times (\rho_s - \rho_a)}{3 \times Fg \times \rho_a} \dots\dots\dots (22)$$

Keterangan:

v = Kecepatan pengendapan partikel (m/detik)

g = Percepatan gravitasi (m/detik^2)

ρ_s = Berat jenis partikel padatan

ρ_a = Berat jenis air (kg/m^3)

D = Diameter partikel padatan (m)

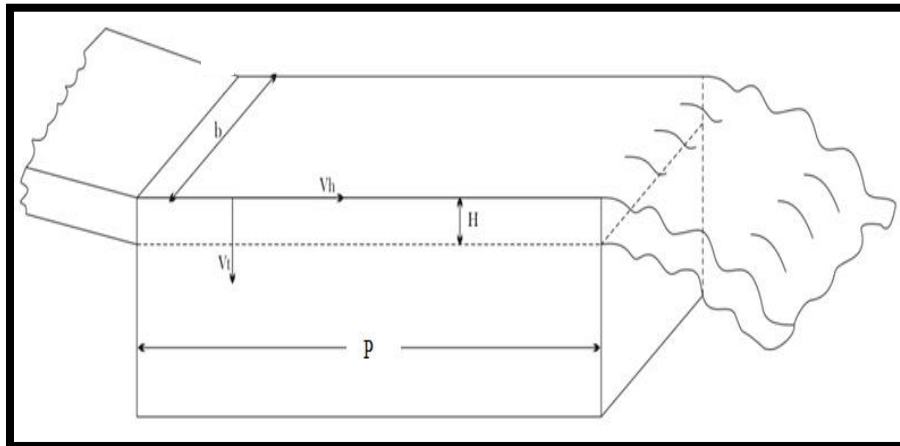
Fg = Nilai koefisien tahanan

Sedangkan untuk menentukan dimensi dari kolam pengendapan, seperti panjang, lebar dan kedalaman ditentukan berdasarkan spesifikasi alat yang digunakan untuk merawat kolam pengendapan tersebut.

b. Persentase Pengendapan

Perhitungan persentase pengendapan ini bertujuan untuk mengetahui apakah kolam pengendapan yang akan dibuat dapat berfungsi untuk mengendapkan partikel padatan yang terkandung dalam air limpasan tambang. Perhitungan tersebut memerlukan data-data antara

lain persen (%) padatan dan persen (%) air yang terkandung dalam lumpur.



Gambar 11. Aliran Air di Kolam Pengendapan

Sumber: Hartono, 2013

Keterangan :

b = Lebar kolam pengendapan (meter)

V_h = Kecepatan mendatar partikel (m/detik)

V_t = Kecepatan pengendapan (m/detik)

H = Kedalaman kolam pengendapan (meter)

P = Panjang kolam pengendapan (meter)

Waktu yang dibutuhkan oleh partikel untuk mengendap dengan kecepatan ($v = \text{m/s}$) sejauh (h) adalah:

$$Tv = \frac{h}{v} \dots \dots \dots (23)$$

Keterangan:

Tv = Waktu pengendapan partikel (menit)

V = Kecepatan pengendapan partikel (m/detik)

h = Kedalaman Saluran (m)

Jika:

$$V_h = \frac{Q}{A} \dots\dots\dots (24)$$

Keterangan:

V_h = Kecepatan mendatar partikel (m/detik)

Q = Debit aliran yang masuk ke kolam pengendapan ($m^3/detik$)

A = Luas permukaan saluran (m^2)

Waktu yang dibutuhkan partikel untuk keluar dari kolam pengendapan dengan kecepatan V_h adalah:

$$T_h = \frac{P}{V_h} \dots\dots\dots (25)$$

Keterangan:

P = Panjang kolam pengendapan (m)

Dalam proses pengendapan ini partikel mampu mengendap dengan baik jika t_v tidak lebih besar dari t_h . Sebab, jika waktu yang diperlukan untuk mengendap lebih kecil dari waktu yang diperlukan untuk mengalir ke luar kolam atau dengan kata lain proses pengendapan lebih cepat dari aliran air maka proses pengendapan dapat terjadi. Persentase pengendapan, yaitu:

$$\text{Persentase pengendapan } (P_p) = \frac{T_h}{(T_h + T_v)} \times 100\% \dots\dots\dots (26)$$

Keterangan:

P_p = Persentase pengendapan(%)

T_h = Waktu yang dibutuhkan partikel untuk keluar dari KPL

T_v = Waktu yang dibutuhkan oleh partikel untuk mengendap

Dari perumusan di atas, dapat disimpulkan bahwa semakin besar ukuran partikel maka semakin cepat proses pengendapan serta semakin besar pula persentase partikel yang berhasil diendapkan.

c. Jadwal Pengerukan Kolam Pengendapan Lumpur

Waktu pengerukan Kolam Pengendapan Lumpur sangat penting dalam hasil pengendapan material padatan dari tambang sebelum dibuang ke sungai. Apabila dilakukan pengerukan yang rutin, maka persentase pengendapan material padatan dari tambang dapat terjaga. Sebelum menghitung waktu pengerukan maka terlebih dahulu harus menghitung volume padatan yang masuk. Perhitungan waktu pengerukan dapat dilakukan dengan cara sebagai berikut (*Hartono, 2013*) :

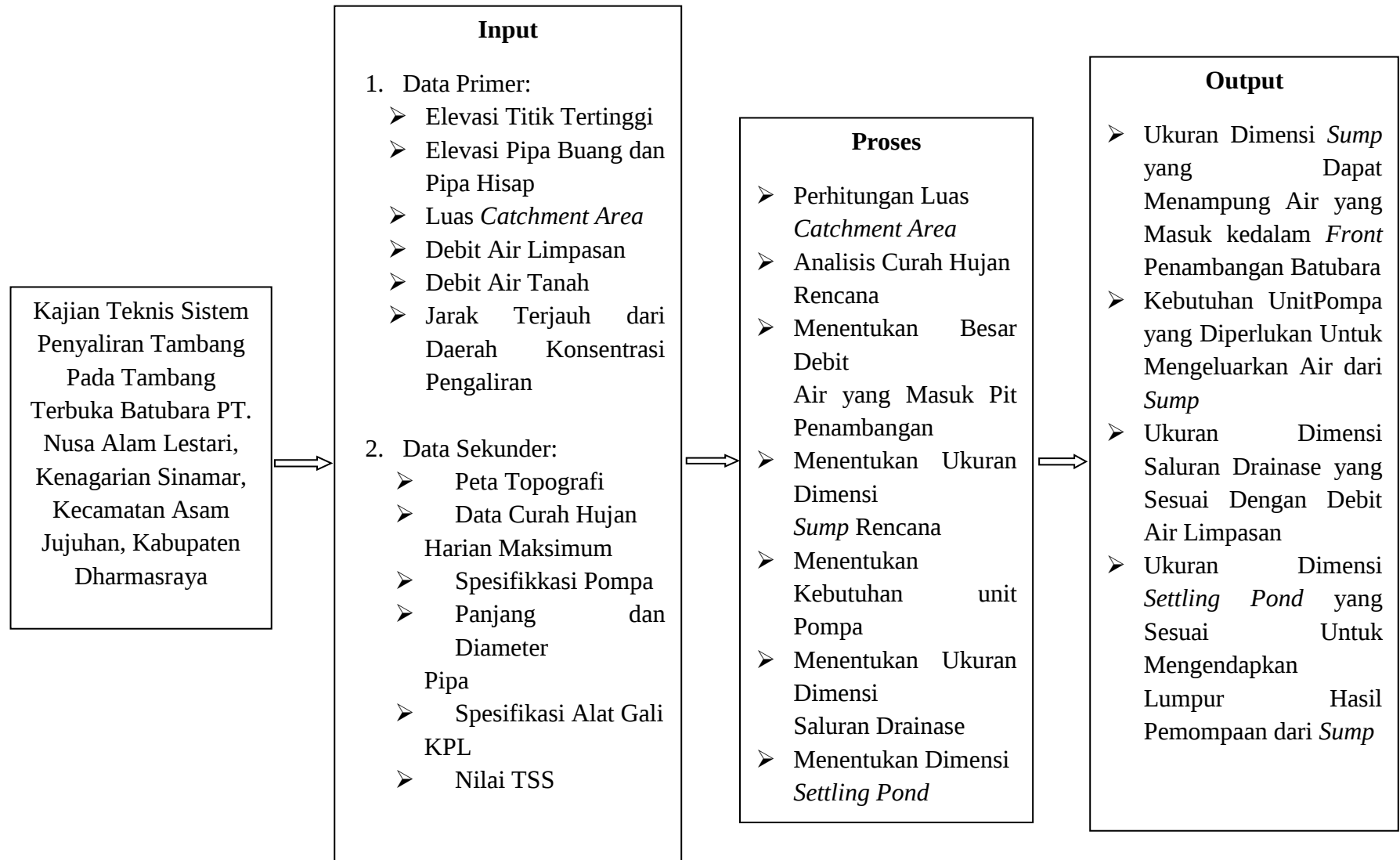
$$V_{\text{padatan}} = \text{debit padatan per hari} \times \text{persentase pengendapan}$$

$$T = \frac{\text{volume kolam pengendapan}}{\text{volume pada tan}} \dots\dots\dots (27)$$

Keterangan:

T= Jadwal pengerukan (hari)

C. KERANGKA KONSEPTUAL



Gambar 12. Kerangka Konseptual

1. Kerangka Konseptual.

- a. Debit air masuk sama dengan debit air yang keluar ($Q_{\text{Masuk}} = Q_{\text{Keluar}}$).

Padakenyataan di lapangan tidak sesuai antara teori dan praktiknya dikarenakan adanya air yang masuk dan menggenangi *front* penambangan tidak sepenuhnya dapat dipompakan keluar *front* penambangan akibat pompa yang digunakan tidak bekerja secara efisien.

- b. Adapun data primer yang ada penulis dapatkan yaitu:

1) Elevasi titik tertinggi

Penentuan elevasi titik tertinggi ditentukan dengan melihat kontur pada peta topografi. Kemudian ditentukan dengan melihat elevasinya menggunakan *software* tambang

2) Elevasi pipa buang dan pipa hisap

Penentuan elevasi terendah pipa hisap pada *sump* dan elevasi tertinggi pipa hisap pada kolam pengendapan lumpur ditentukan dengan cara melakukan pengukuran langsung oleh team *survey* dengan menggunakan alat *total station*.

3) Penentuan Luas *Catchment Area*

Penentuan luas Daerah Tangkapan Hujan dilakukan dengan pengamatan topografi terbaru pada saat penelitian dengan menentukan titik-titik tertinggi, serta mengamati kondisi topografi secara langsung. Untuk penentuan luas *Cathment Area* dihitung dengan menggunakan *software* tambang.

4) Debit air limpasan

Penentuan debit air limpasan dilakukan dengan menganalisis data dari curah hujan harian maksimum.

5) Debit air tanah

Penentuan debit airtanah dilakukan dengan mengamati kenaikan air pada *Sump* saat pompa dimatikan saat tidak terjadi hujan dengan menggunakan *Total Station*. Selanjutnya dilakukan pengukuran terhadap volume air yang masuk dengan cara mengalikan luasan *sump* dengan hasil pengurangan perbedaan elevasi muka air saat pompa dimatikan dan dihidupkan kembali.

6) Jarak terjauh dari daerah konsentrasi pengaliran

Jarak terjauh dari daerah konsentrasi pengaliran ditentukan dengan melihat kontur pada peta topografi. Kemudian ditentukan dengan melihat elevasi dan jarak terjauhnya dengan menggunakan *software* tambang

- c. Adapun data sekunder yang adapenulisdapatkanlangsungdarikepalabagianengineeringdansurveying PT. Nusa Alam Lestari adalah peta topografi, data curah hujan harian maksimum, spesifikasi pompa, panjang dan diameter pipa, spesifikasi alat gali kpl, dan nilai TSS.
- d. Proses pengolahan data dilakukan dengan cara me-review data yang ada terlebih dahulu, selanjutnya diolah dengan menggunakan formula yang digunakan untuk memecahkan masalah yang terjadi di lapangan.

- e. Dari data hasil pengolahan selanjutnya dilakukan analisis terhadap data yang telah didapatkan menggunakan formula yang digunakan sebagai analisi data sehingga terjadi kesesuaian antara teori dan parakteknya di lapangan.
- f. Selanjutnya data yang dianalisis dievaluasi dengan harapan apakah data hasil analisis sepenuhnya dapat diterapkan dilapangan dengan mempertimbangkan kondisi geologi di lapangan.

BAB V

KESIMPULAN DAN SARAN

A. Kesimpulan

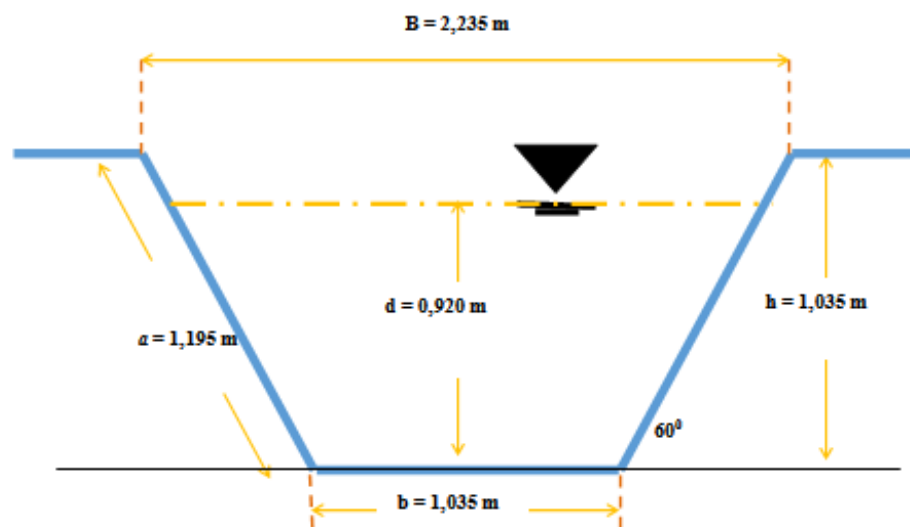
Dari penelitian yang dilakukan mengenai kajian teknis sistem penyaliran tambang pada penambangan batubara di pit PT. Nusa Alam Lestari Kabupaten Dharmasraya, Provinsi Sumatera Barat maka dapat disimpulkan sebagai berikut:

1. Debit air yang masuk ke lokasi penambangan sebesar $1,4047 \text{ m}^3/\text{detik}$,
2. Dimensi *sump* yang optimal untuk menampung debit air yang masuk pada *Pit Timur* yaitu dengan luas permukaan *sump* $129 \text{ m} \times 129 \text{ m}$, dasar *sump* $120 \text{ m} \times 120 \text{ m}$, kedalaman *sump* 7 m serta kapasitas tampung keseluruhan $108.643,5 \text{ m}^3$.
3. Pompa yang digunakan adalah pompa sentrifugal *Sykes HH220i* dengan *head* pompa yang didapat sebesar 92 m , maka berdasarkan grafik pompa didapatkan debit pompa sebesar 230 liter/detik dengan putaran mesin 1800 rpm . Waktu pemompaan yang ditetapkan oleh perusahaan maksimal 18 jam per hari. Dengan debit air total yang masuk sebanyak $121.366,08 \text{ m}^3/\text{hari}$, tambahan unit pompa yang dibutuhkan sebanyak 8 unit dengan spesifikasi yang sama.
4. Dimensi *settling pond* dan saluran drainase yang akan dibuat adalah sebagai berikut
 - a. Dimensi *settling pond*
 - 1) Lebar atas kolam $= 40 \text{ m}$
 - 2) Lebar bawah kolam $= 37 \text{ m}$

- 3) Panjang atas kolam = 55 m
- 4) Panjang bawah kolam = 52 m
- 5) Lebar atas penyekat = 5 m
- 6) Lebar bawah penyekat = 7 m
- 7) Panjang atas penyekat = 50 m
- 8) Panjang bawah penyekat = 50 m
- 9) Banyak kompartement = 3
- 10) Lebar atas masing-masing kompartement = 15 m
- 11) Lebar bawah masing-masing kompartement = 12 m
- 12) Banyak penyekat = 2
- 13) Kedalaman kolam = 5
- 14) Kapasitas seluruh kompartement = $7.796,5 \text{ m}^3$
- 15) Kapasitas tiap kompartement = $2.598,75 \text{ m}^3$

b. Dimensi saluran drainase yang akan dibuat adalah sebagai berikut:

Saluran	1
Q (m³/detik)	1,4047
S (%)	0,25
α (°)	60
N	0,003
d (m)	0,90
x (m)	0,135
h (m)	1,035
b (m)	1,035
A (m²)	1,402
B (m)	2,235
a (m)	1,195



Gambar 19. Bentuk dan Dimensi Saluran Drainase

B. Saran

Berdasarkan hasil penelitian dan pengamatan di lapangan maka penulis memberikan saran sebagai berikut:

1. Pada saat proses penggalian, sebaiknya memperhatikan kemiringan lantai bukaan tambang sehingga air dapat mengalir dengan baik menuju *sump* agar tidak terjadi genangan air pada lantai bukaan tambang.
2. Perlunya perawatan pompa yang dilakukan secara berkala dan terjadwal untuk menghindari kerusakan pompa pada saat jam operasi.
3. Dinding-dinding pada *settling pond* tersebut harus di *maintenance* dengan baik. Sehingga jika terjadi hujan tidak terjadi erosi atau pengikisan dinding-dinding *settling pond* yang membuat kekeruhan yang tinggi. Kolam pengendap lumpur harus di perhatikan dan dilakukan pengerukan secara teratur agar dapat berfungsi dengan baik dan optimal.

DAFTAR PUSTAKA

- A . Muri Yusuf. 2005 . *Metodologi Penelitian*. UNP Press : Padang.
- Bambang, S. 1985. *Perencanaan Drainase Tambang Terbuka*, PT. Pradnya Paramita, Jakarta.
- Bambang Triatmodjo. 2008. *Hidrologi Terapan*. Yogyakarta: BetaOffset.
- Fetter, C. W. 1994. "Applied Hydrogeology". 3rd edition, New Jersey: Prentice-Hall, Inc.
- Hermawan, Andika Budi. 2011. "Rancangan Sistem Penyaliran Tambang Batubara di Sub Blok 4I dan 4III PT. Antang Gunung Meratus Provinsi Kalimantan Selatan". *Laporan Penelitian*. ITB.
- Hartono. 2013. *Diktat Kuliah Sistem Penyaliran Tambang*. Yogyakarta: Universitas Pembangunan Nasional "veteran" Yogyakarta.
- Keputusan Menteri Lingkungan Hidup Nomor 113 Tahun 2003, "Tentang Baku Mutu Air Limbah bagi Usaha dan atau Kegiatan Pertambangan Batubara".
- Komatsu. 2009. "Specifications and Application Handbook Edition 30". Japan.
- Rusli, HAR. 2012. *Diktat Kuliah Hidrogeologi*. Padang: Universitas Negeri Padang.
- Rudi, Sayoga. 1999. *Sistem Penyaliran Tambang*. Jurusan Teknik Pertambangan FTM : ITB.
- Soemarto, CD. 1995. *Hidrologi Teknik*. Jakarta : Erlangga.
- Soewarno. 1995. *Hidrologi Jilid I*. Bandung : Penerbit Nova.
- Sularso, Tahara. 2000. *Pompa dan Kompresor*. Jakarta: PradnyaParamita
- Suyono Sosrodarsono dan Kensaku Takeda, 1983. "Hidrologi Untuk Pengairan". Jakarta: PT. Pradnya Paramita.
- Tamrin, Kasim. 2010. *Bahan Kuliah Penyaliran Tambang*. Padang: Universitas Negeri Padang.
- Widodo, Lilik Eko. 2012. "Hidrologi, Hidrogeologi Serta Penyaliran Tambang". Bandung : Lap ITB