

Skripsi Geofisika

**EVALUASI SALURAN DRAINASE PADA *SEDIMENT POND* DI
CATCHMENT AREA LCA (LAMOARE CREEK AREA) KAWASAN
PERTAMBANGAN PT. VALE INDONESIA TBK**



**OLEH :
ANANDA NOVIA
H061191058**

**PROGRAM STUDI GEOFISIKA
FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM
UNIVERSITAS HASANUDDIN
MAKASSAR
2023**

HALAMAN JUDUL

**EVALUASI SALURAN DRAINASE PADA *SEDIMENT POND* DI
CATCHMENT AREA LCA (LAMOARE CREEK AREA) KAWASAN
PERTAMBANGAN PT. VALE INDONESIA TBK**

SKRIPSI

Diajukan Sebagai Salah Satu Syarat Untuk Memperoleh Gelar Sarjana

UNIVERSITAS HASANUDDIN
Sains Pada Departemen Geofisika

Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam

Universitas Hasanuddin

OLEH

ANANDA NOVIA

H061191058

DEPARTEMEN GEOFISIKA

FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM

UNIVERSITAS HASANUDDIN

MAKASSAR

2023

HALAMAN PENGESAHAN
EVALUASI SALURAN DRAINASE PADA *SEDIMENT POND* DI
***CATCHMENT AREA* LCA (*LAMOARE CREEK AREA*)**
KAWASAN PERTAMBANGAN PT. VALE INDONESIA TBK

Disusun dan Diajukan Oleh:

ANANDA NOVIA

H061191058

Telah dipertahankan di hadapan Panitia Ujian yang dibentuk dalam rangka
Penyelesaian Program Sarjana Program Studi Geofisika Fakultas Matematika dan
Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Hasanuddin

Pada 5 Juli 2023
Dinyatakan telah memenuhi syarat kelulusan

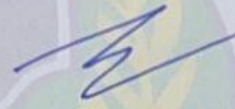
Menyetujui,

Pembimbing Utama



Dr. Sakka, M.Si
NIP. 196410251991031001

Pembimbing Pertama



Dr. Muh. Alimuddin Hamzah, M.Eng
NIP. 196709291993031003

Ketua Departemen Geofisika
Fakultas Matematika Dan Ilmu Pengetahuan Alam
Universitas Hasanuddin Makassar

Dr. Muh. Alimuddin Hamzah, M.Eng

NIP. 196709291993031003

PERNYATAAN KEASLIAN

Saya yang bertanda tangan di bawah ini :

Nama : Ananda Novia

NIM : H061191058

Departemen : Geofisika

Judul Tugas Akhir : Evaluasi Saluran Drainase Pada *Sediment Pond* Di
Catchment Area LCA (Lamoare Creek Area)
Kawasan Pertambangan PT. Vale Indonesia Tbk

Menyatakan bahwa skripsi ini benar-benar hasil karya saya sendiri dan belum pernah diajukan untuk mendapatkan gelar sarjana di Universitas Hasanuddin atau Lembaga Penelitian lain kecuali kutipan dengan mengikuti tata penulisan karya ilmiah yang sudah lazim digunakan, karya tulis ini merupakan murni dari gagasan penelitian saya sendiri, kecuali arahan Tim Pembimbing dan masukan Tim Penguji.

Makassar, 5 Juli 2023

Yang Membuat Pernyataan,



Ananda Novia

ABSTRAK

Penelitian tentang evaluasi saluran drainase telah dilakukan di area LCA (*Lamoare Creek Area*) pada *site* tambang dalam dan pada *sediment pond* di luar penambangan yang terdapat di sekitar lokasi penambangan PT Vale Indonesia Tbk. Tujuan dari penelitian ini untuk menentukan besar debit limpasan air hujan yang terjadi pada *Sediment pond* di *Catchment area* LCA (*Lamoare Creek Area*) kawasan pertambangan PT Vale Indonesia Tbk dan menentukan kapasitas drainase untuk mengalirkan debit aktual limpasan dalam beberapa periode ulang curah hujan. Penelitian ini menggunakan metode Distribusi Normal, Log Normal, Log Pearson III dan Gumbel untuk analisis frekuensi hujan agar mendapatkan distribusi yang sesuai. Setelah diperoleh distribusi yang sesuai maka langkah selanjutnya yaitu dilakukan uji kesesuaian distribusi, pada penelitian ini digunakan uji Smirnov-Kolmogorov dan Chi-Kuadrat. Hal ini bertujuan untuk mengetahui berapa volume debit rencana. Setelah data primer dan data sekunder sudah ada selanjutnya akan dilakukan pengolahan data. Hasil dari penelitian dihasilkan bahwa besarnya debit pada saluran drainase LCA untuk periode 2 tahun adalah 19.306,92 m³/jam, untuk periode 5 tahun adalah 23.042,47 m³/jam, untuk periode 10 tahun adalah 25.514,32 m³/jam, untuk periode 20 tahun adalah 27.886,82 m³/jam dan untuk periode 50 tahun adalah 30.956,87 m³/jam dan Dimensi saluran untuk saluran drainase LCA adalah dengan lebar bawah = 1,5 m, lebar atas = 3 m, kemiringan = 0,056 dan kedalaman = 1,5 m. Besar debit rancangan untuk desain saluran tersebut adalah 49.991,44 m³/jam memenuhi debit aktual berdasarkan periode ulang 50 tahun yaitu sebesar 30.956,87 m³/jam.

Kata kunci : Drainase, Sediment pond, Catchment area LCA, Debit limpasan, Periode ulang, Curah hujan.

ABSTRACT

Research on the evaluation of drainage channels has been carried out in the LCA (*Lamoare Creek Area*) area at the deep mining site and on sediment ponds outside the mine located around the mining site of PT Vale Indonesia Tbk. The purpose of this research is to determine the amount of rainwater runoff discharge that occurs in the sediment pond in the catchment area LCA (*Lamoare Creek Area*) PT Vale Indonesia Tbk mining area and determine the efficiency of drainage capacity to drain actual runoff discharge in several rainfall re-periods. This study used Normal Distribution, Normal Log, Pearson III Log and Gumbel methods for rain frequency analysis to obtain the appropriate distribution. After obtaining the appropriate distribution, the next step is to test the suitability of the distribution in this study using the Smirnov-Kolmogorov and Chi-Squared tests. It aims to find out what the volume of discharge of the plan is. After the primary data and secondary data already exist, data processing will then be carried out. The results of the study resulted that the amount of discharge in the LCA drainage channel for a 2-year period is 19.306,92 m³/h, for a 5-year period it is 23.042,47 m³/h, for a 10-year period it is 25.514,32 m³/h, for a 20-year period it is 27.886,82 m³/h and for a 50-year period it is 30.956,87 m³/h and Channel dimensions for LCA drainage channels are with bottom width = 1.5 m, Top width = 3 m, slope = 0.056 m and depth = 1.5 m, The design discharge for the channel design is 49.991,44 m³/hour fulfill the actual discharge based on the 50-year period it is 30.956,87 m³/ hour.

Keywords : Drainage, Sediment pond, Catchment area LCA, Discharge runoff, Retry period, Rainfall.

KATA PENGANTAR

Puji dan syukur atas kehadiran Tuhan Yang Maha Esa atas segala berkat dan rahmatnya sehingga kami penulis dapat menyelesaikan penelitian dan penulisan Skripsi ini, yang berjudul “**Evaluasi Saluran Drainase pada *Sediment Pond* di *Catchment Area LCA (Lamoare Creek Area) Kawasan Pertambangan PT Vale Indonesia Tbk*”**”

Penulisan skripsi ini dimaksudkan untuk memenuhi tugas akhir sebagai salah satu syarat untuk mencapai gelar sarjana sains pada Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Hasanuddin. Dalam penelitian dan penyusunan skripsi ini penulis telah banyak menerima bantuan dari berbagai pihak, baik berupa bimbingan, arahan, dan saran sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi ini.

Pada kesempatan ini, dengan segala kerendahan hati, penulis ingin menyampaikan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada:

1. Bapak **Dr. Sakka, M.Si**, selaku Pembimbing Utama yang telah banyak membantu dan mengarahkan penulis sehingga skripsi ini dapat terselesaikan.
2. Bapak **Dr. Eng. Muh Alimuddin H.A, M.Eng.**, selaku Pembimbing Pertama sekaligus Ketua Prodi Geofisika Fakultas MIPA Universitas Hasanuddin.
3. Bapak **Dr. Eng. Amiruddin., S.Si., M.Si.** selaku Dosen Penguji sekaligus Dekan Fakultas MIPA Universitas Hasanuddin.
4. Bapak **Saaduddin S.Pd, M.Sc**, selaku Dosen Penguji
5. Bapak dan Ibu Dosen Geofisika atas segala Ilmu Pengetahuan dan didikan yang telah diberikan selama ini, serta seluruh staf karyawan Fakultas MIPA Universitas Hasanuddin.
6. Kepada Divisi Hidrologi **PT Vale Indonesia Tbk** yang telah memfasilitasi penelitian ini hingga selesai.
7. Kepada Kedua Orangtua saya tercinta **Achmad Rosadi** dan **Anti** yang telah melahirkan dan banyak berkorban demi diri saya.
8. Kepada Nenek saya tercinta **Wabaidah** dan Almarhum kakek saya tersayang **Mange** yang telah menjadi nenek dan kakek pengganti mama dan bapak. Kalian membesarkan saya dengan penuh tanggung jawab, kasih sayang dan

selalu mengusahakan apapun demi diri saya. Terima kasih untuk semuanya, kelak saya akan bersaksi bahwa kalian layak mendapatkan surga.

9. Kepada Paman terhebat saya **Faizal Romadhoni** dan **Zainul Imron** yang luar biasa baik, selalu mengasihi dan rela berkorban demi diri saya.
10. Kepada Tante saya terkasih **Nunung Arliyah** yang selalu peduli dan sudah saya anggap seperti ibu sendiri.
11. Kepada Adik-adik saya tersayang **Syefira Salsabila** dan **Nayla Nazwa**
12. Sahabat sekaligus saudara saya **LEMPER** yaitu Salsabila Ayuningtyas Sukma, Ananda Nurfatih Rezki, St. Umha Mar'atusshalicha, Ajeng Kartika Arifin dan Andi Aliya Rozhida.
13. Sahabat sekaligus saudara saya **SAHABAT SYURGAH** yaitu Sadhilah Humaerah, A. Ainun Sakinah AK dan Fitrah Amalia Nurdin.
14. Kepada diri sendiri.
15. Serta kepada semua pihak yang tidak bisa penulis sebutkan satu persatu yang telah ikut menyumbangkan pikiran dan tenaga untuk penulis.

Makassar, 5 Juli 2023

Penulis

DAFTAR ISI

SAMPUL	
HALAMAN PENUNJUK SKRIPSI.....	ii
LEMBAR PENGESAHAN	iii
LEMBAR PERNYATAAN.....	iv
ABSTRAK	v
KATA PENGANTAR	vi
DAFTAR ISI	vii
DAFTAR TABEL	x
DAFTAR GAMBAR	xii
DAFTAR LAMPIRAN.....	xiii
BAB 1 PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	2
1.3 Ruang Lingkup.....	2
1.4 Tujuan Penelitian	3
BAB 2 TINJAUAN PUSTAKA	4
2.1 Sistem Penyaliran Tambang.....	4
2.2 Pengertian Sistem Penyaliran Tambang.....	4
2.3 Curah Hujan	5
2.4 Sistem Drainase.....	6
2.5 Periode Ulang dan Analisis Frekuensi Hidrologi.....	6
2.6 Perhitungan Waktu Konsentrasi (Tc).....	12
2.7 Intensitas Hujan.....	12
2.8 Koefisien Limpasan	13
2.9 Metode Rasional.....	14
2.10 Perhitungan Kemiringan Lahan	14
2.11 Koefisien Kekasaran Saluran.....	14
2.12 Perhitungan Ukuran Dimensi Saluran.....	15
BAB 3 METODOLOGI PENELITIAN.....	17
3.1 Lokasi Penelitian.....	17

3.2 Pengumpulan Data	17
3.2.1 Data Primer.....	18
3.2.2 Data Sekunder.....	18
3.3 Prosedur Pengolahan dan Analisis Data.....	18
3.4 Bagan Alir Penelitian.....	20
BAB 4 HASIL DAN PEMBAHASAN.....	21
4.1 Data Curah Hujan.....	21
4.2 Pengolahan Data.....	22
4.2.1 Pengolahan Data Curah Hujan	22
4.2.2 Hasil Perhitungan Curah Hujan Rencana Dengan Menggunakan Metode Distribusi Gumbel	23
4.2.3 Hasil Perhitungan Curah Hujan Rencana Dengan Menggunakan Metode Distribusi Normal.....	24
4.2.4 Hasil Perhitungan Curah Hujan Rencana Dengan Menggunakan Metode Distribusi Log Pearson III.....	24
4.2.5 Hasil Perhitungan Curah Hujan Rencana Dengan Menggunakan Metode Distribusi Log Normal	25
4.2.6 Perhitungan Curah Hujan Rencana dengan Menggunakan Keempat metode.....	26
4.3 Pemilihan Jenis Sebaran.....	26
4.3.1 Uji Kesesuaian Chi-Kuadrat	26
4.3.2 Uji Kesesuaian Smirnov-Kolmogorov	27
4.4 Desain Drainase	28
4.4.1 Perhitungan Waktu Konsentrasi (Tc).....	28
4.4.2 Perhitungan Intensitas Curah Hujan.....	28
4.4.3 Perhitungan Debit Puncak.....	31
4.4.4 Perhitungan Dimensi Ukuran Saluran.....	32
BAB 5 KESIMPULAN DAN SARAN.....	35
5.1 Kesimpulan.....	35
5.2 Saran.....	35
DAFTAR PUSTAKA.....	li

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 Nilai Variabel Reduksi Gauss.....	7
Tabel 2.2 Nilai K_T Untuk Distribusi Log Pearson III.....	9
Tabel 2.3 Nilai Y_n dan S_n untuk Distribusi Gumbel.....	11
Tabel 2.4 Koefisien Limpasan Untuk Metode Rasional.....	13
Tabel 2.5 Koefisien Kekasaran Menurut Manning.....	14
Tabel 4.1 Data Curah Hujan Maksimum.....	21
Tabel 4.2 Hasil Perhitungan Standar Deviasi Curah Hujan.....	22
Tabel 4.3 Hasil Perhitungan Curah Hujan Rencana Dengan Menggunakan Metode Distribusi Gumbel	23
Tabel 4.4 Hasil Perhitungan Curah Hujan Rencana Dengan Menggunakan Metode Distribusi Normal	24
Tabel 4.5 Hasil Perhitungan Curah Hujan Rencana Dengan Menggunakan Metode Distribusi Log Pearson III	25
Tabel 4.6 Hasil Perhitungan Curah Hujan Rencana Dengan Menggunakan Metode Distribusi Log Normal.....	26
Tabel 4.7 Hasil Perhitungan Curah Hujan Rencana Dengan Menggunakan Keempat Metode Distribusi.....	26
Tabel 4.8 Hasil Uji Kesesuaian Chi-Kuadrat.....	26
Tabel 4.9 Hasil Uji Kesesuaian Smirnov-Kolmogorov	27
Tabel 4.10 Perhitungan Intensitas Curah Hujan Dengan Metode Mononobe...29	
Tabel 4.11 Hasil Perhitungan Intensitas Curah Hujan Dengan Metode Distribusi Gumbel.....	30

Tabel 4.12 Perhitungan Koefisien Aliran (C).....	31
Tabel 4.13 Hasil Perhitungan Debit Puncak.....	32
Tabel 4.14 Hasil Perhitungan Drainase LCA	33
Tabel 4.15 Hasil Perhitungan Evaluasi Q_{design} dan Q_{aktual}	34

DAFTAR GAMBAR

Gambar 3.1 Peta Tunjuk Lokasi Penelitian	17
Gambar 3.2 Bagan Alir Penelitian.....	20
Gambar 4.1 Lengkung Intensitas Hujan	30
Gambar 4.2 Drainase Eksisting Area LCA (<i>Lamoare Creek Area</i>).....	32
Gambar 4.3 Desain Drainase LCA (<i>Lamoare Creek Area</i>).....	33

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1. Data Curah Hujan 21 Tahun.....	38
Lampiran 2. Perhitungan Curah Hujan Rencana dengan Metode Distribusi Gumbel.....	39
Lampiran 3. Perhitungan Curah Hujan Rencana dengan Metode Distribusi Normal	40
Lampiran 4. Perhitungan Curah Hujan Rencana dengan Metode Distribusi Log Pearson III	42
Lampiran 5. Perhitungan Curah Hujan Rencana dengan Metode Distribusi Log Normal.....	45
Lampiran 6. Prosedur Uji Chi-Kuadrat.....	47
Lampiran 7. Uji Kesesuaian Smirnov-Kolmogorov.....	52
Lampiran 8. Perhitungan Debit Puncak.....	58
Lampiran 9. Perhitungan Dimensi Ukuran saluran.....	59

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

PT Vale Indonesia Tbk (Vale Indonesia) sebelumnya dikenal sebagai PT International Nickel Indonesia Tbk (INCO) adalah sebuah perusahaan Penanaman Modal Asing (PMA) yang mendapatkan izin usaha dari Pemerintah Indonesia untuk melakukan eksplorasi, kegiatan penambangan, pengolahan dan produksi nikel. Perusahaan ini didirikan pada Juli 1968. Saat ini PT Vale Indonesia Tbk beroperasi di Pulau Sulawesi di bawah perjanjian Kontrak Karya (KK) dengan pemerintah Indonesia. Perusahaan menandatangani perjanjian KK pertama dengan pemerintah pada 27 Juli 1968. Lalu pada 15 Januari 1996, menandatangani perjanjian modifikasi dan perpanjangan kontrak awal KK, yang berlaku mulai 1 April 2008 sampai 28 Desember 2025. Pada awalnya, luas area konsesi awal perusahaan sebesar 218,528 hektar: 118,387 hektar di Sorowako, Sulawesi Selatan; 63,506 hektar di Pomalaa, Sulawesi Tenggara; dan 36,635 hektar di Bahodopi, Sulawesi Tengah.

PT Vale merupakan salah satu perusahaan pertambangan yang mengelola kekayaan alam berupa Nikel (Ni). Sistem penambangan yang dilakukan adalah sistem tambang terbuka (*surface mining*) dengan metode *open pit*. Adapun tahapan kegiatan penambangannya meliputi; pembukaan lokasi penambangan dan pembersihan lahan (*land clearing*), pengupasan lapisan penutup (*top soil* dan *overburden*), penggalian dan pengangkutan. *Mine Hydrology* merupakan salah satu *section* di *Department Operational Planning and Geotechnical* PT Vale Indonesia Tbk. Khusus untuk *Section Mine Hydrology* yang berperan dalam sistem penyaliran tambang untuk mengatasi debit air limpasan yang berada di area penambangan.

Salah satu syarat agar kegiatan penambangan berjalan sesuai dengan yang direncanakan, diperlukan kondisi kerja yang baik, yaitu tidak adanya genangan air pada daerah kerja dan jalan tambang (Cahyadi, *et. al.*). Untuk itu diperlukan sebuah sistem penyaliran di area penambangan yang sesuai dengan persyaratan teknis, sehingga air hujan, air limpasan dan air tanah dapat dikontrol.

Agar dapat memenuhi Peraturan Pemerintah No. 82 Tahun 2001 Tentang Pengelolaan Kualitas Air dan Pengendalian Pencemaran Air, PT Vale Indonesia membuat perencanaan pengendalian sedimen yang dalam hal ini adalah kolam pengendapan, sedimen dam, atau sedimen control lain seperti; Perhitungan debit puncak atau debit maksimal, termasuk didalamnya adalah perhitungan intensitas curah hujan, topografi/bentang alam, waktu konsentrasi aliran, Perhitungan ukuran saluran dan Perhitungan ukuran kolam pengendapan (*Sediment pond*).

Penelitian sebelumnya tentang evaluasi saluran drainase telah dilakukan oleh Astri Januarti (2020) pada daerah pemukiman untuk menentukan dimensi saluran perumahan. Dalam penelitian ini akan dilakukan evaluasi saluran drainase di kawasan pertambangan khususnya di *Catchment Area LCA (Lamoare Creek Area)* Kawasan Pertambangan PT Vale Indonesia Tbk.

1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang yang telah dipaparkan dapat diambil perumusan masalah dalam Penelitian Tugas Akhir ini, yaitu:

1. Berapa besar debit limpasan air hujan yang terjadi pada *sediment pond* di *Catchment area LCA*, Kawasan pertambangan PT Vale Indonesia Tbk?
2. Berapa besar kapasitas drainase untuk mengalirkan debit aktual limpasan dalam beberapa periode ulang curah hujan?

1.3 Ruang Lingkup

Ruang Lingkup dari Penelitian Tugas Akhir ini, yaitu:

Penelitian ini dilakukan khusus untuk menghitung volume debit air limpasan yang dialirkan drainase ke *sediment pond* yang dapat memenuhi hasil perhitungan volume debit air limpasan dan Perhitungan tersebut dilakukan menggunakan data *Rainfall Analysis Plant Site* PT Vale Indonesia Tbk serta data topografi area tambang Blok Sorowako.

1.4 Tujuan Penelitian

Tujuan utama dari Penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Menentukan besar debit limpasan air hujan yang terjadi pada *Sediment pond* di *Catchment area LCA (Lamoare Creek Area)* kawasan pertambangan PT Vale Indonesia Tbk.
2. Menentukan kapasitas drainase untuk mengalirkan debit aktual limpasan dalam beberapa periode ulang curah hujan.

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Sistem Penyaliran Tambang

Sistem penyaliran tambang adalah suatu metode yang dilakukan untuk mencegah masuknya aliran air ke dalam lubang bukaan tambang atau mengeluarkan air tersebut. Penyaliran yang diuraikan berikut ini dititik beratkan pada metode atau teknik penanggulangan air pada tambang terbuka. Penyaliran bisa bersifat pencegahan atau pengendalian air yang masuk ke lokasi penambangan. Hal yang perlu diperhatikan adalah kapan cuaca ekstrim terjadi, yaitu ketika air tanah dan air limpasan dapat membahayakan kegiatan penambangan, oleh sebab itu kondisi cuaca pada tambang terbuka sangat besar efeknya terhadap aktivitas penambangan. Apabila hal ini sudah diperhitungkan sebelumnya, maka kegiatan penambangan akan terhindar dari kondisi yang membahayakan tersebut (Gautama, 1999).

2.2 Metode Penyaliran Tambang

Penanganan mengenai masalah air tambang dalam jumlah besar pada tambang terbuka dapat dibedakan menjadi dua metode, yaitu Mengeluarkan air tambang dan Penyaliran tambang (Gautama, 1999).

- Mengeluarkan Air Tambang (*Mine Dewatering*)

Merupakan upaya untuk mengeluarkan air yang telah masuk ke lokasi penambangan. Beberapa metode penyaliran tambang (*mine dewatering*) adalah sebagai berikut:

1. Membuat *sump* di dalam *front* tambang (*Pit*)

Sistem ini diterapkan untuk membuang air tambang dari lokasi kerja. Air tambang dikumpulkan pada sumuran (*sump*), kemudian dipompa keluar. Pemasangan jumlah pompa tergantung pada kedalaman penggalian, dengan kapasitas pompa menyesuaikan debit air yang masuk ke dalam lokasi penambangan.

2. Membuat paritan

Pembuatan parit sangat ideal diterapkan pada tambang terbuka *open cast* atau *quarry*. Parit dibuat berawal dari sumber mata air atau air limpasan menuju kolam penampungan, langsung ke sungai atau diarahkan ke selokan (*riool*). Jumlah parit ini disesuaikan dengan kebutuhan, sehingga bisa lebih dari satu. Apabila parit harus dibuat melalui lalu lintas tambang maka dapat dipasang gorong-gorong yang terbuat dari beton atau galvanis. Dimensi parit diukur berdasarkan volume maksimum pada saat musim penghujan deras dengan memperhitungkan kemiringan lereng. Bentuk standar melintang dari parit umumnya trapesium.

- Penyaliran Tambang (*Mine drainage*)
Penyaliran tambang adalah mencegah air masuk ke lokasi penambangan dengan cara membuat saluran terbuka sehingga air limpasan yang akan masuk ke lubang bukaan dapat langsung dialirkan ke luar lokasi penambangan. Upaya ini umumnya dilakukan untuk penanganan air tanah yang berasal dari sumber air permukaan.

2.3 Curah Hujan

Jumlah air yang jatuh di permukaan bumi dapat diukur dengan menggunakan alat penakar hujan. Distribusi hujan dalam ruang dapat diketahui dengan mengukur hujan di beberapa lokasi pada daerah yang ditinjau, sedang distribusi waktu dapat diketahui dengan mengukur hujan sepanjang waktu.

Sumber utama air yang masuk ke lokasi penambangan adalah air hujan, sehingga besar kecilnya curah hujan yang terjadi di sekitar lokasi penambangan akan mempengaruhi banyak sedikitnya air tambang yang harus dikendalikan. Data curah hujan biasanya disajikan dalam data curah hujan harian, bulanan, dan tahunan yang dapat berupa grafik atau tabel.

Hujan merupakan sumber dari semua air yang mengalir di sungai dan di dalam tampungan baik di atas maupun di bawah permukaan tanah. Jumlah dan variasi debit sungai tergantung pada jumlah, intensitas dan distribusi hujan. Terdapat hubungan antara debit sungai dan curah hujan yang jatuh di DAS yang

bersangkutan. Apabila data pencatatan debit tidak ada, data pencatatan hujan dapat digunakan untuk memperkirakan debit aliran (Triatmodjo, 2013).

2.4 Sistem Drainase

Sistem drainase adalah rangkaian kegiatan yang membentuk upaya pengaliran air, baik air permukaan (*limpasan/run off*), maupun air tanah (*underground water*) dari suatu daerah atau kawasan. Sistem drainase merupakan bagian penting pada suatu kawasan pertambangan. Suatu kawasan pertambangan yang tertata dengan baik haruslah juga diikuti dengan penataan sistem drainase yang berfungsi untuk mengurangi atau membuang kelebihan air dari suatu kawasan dan lahan sehingga tidak menimbulkan genangan air yang dapat mengganggu aktivitas penambangan bahkan dapat berdampak pada kerugian sosial ekonomi terutama yang menyangkut aspek- aspek kesehatan lingkungan pertambangan. Sistem jaringan drainase di suatu kawasan pertambangan sudah semestinya dirancang untuk menampung debit air aliran yang normal, terutama pada saat musim hujan. Artinya kapasitas saluran drainase sudah diperhitungkan untuk dapat menampung debit air yang terjadi sehingga kawasan yang dimaksud tidak mengalami genangan atau banjir (Januarti, 2020).

2.5 Periode Ulang dan Analisis Frekuensi Hidrologi

Periode ulang adalah waktu perkiraan dimana hujan dengan suatu besaran tertentu akan disamai atau dilampaui. Besarnya debit air untuk fasilitas drainase tergantung pada interval kejadian atau periode ulang yang dipakai. Dengan memilih debit dengan periode ulang yang panjang dan berarti debit air besar, kemungkinan terjadinya risiko kerusakan menjadi menurun, namun biaya konstruksi untuk menampung debit yang besar meningkat. Sebaliknya debit dengan periode ulang yang terlalu kecil dapat menurunkan biaya konstruksi, tetapi meningkatkan resiko kerusakan akibat banjir.

Tujuan Analisis frekuensi data hidrologi adalah berkaitan dengan besaran yaitu peristiwa- peristiwa ekstrim yang berkaitan dengan frekuensi kejadiannya melalui penerapan distribusi kemungkinan. Data hidrologi yang dianalisis

diasumsikan tidak bergantung (*independent*) dan terdistribusi secara acak dan bersifat stokastik (Suripin, 2004).

Data yang diperlukan untuk menunjang teori kemungkinan ini adalah minimum 10 besaran hujan atau debit dengan harga tertinggi dalam setahun. Dalam ilmu statistik dikenal beberapa macam distribusi frekuensi dan empat jenis distribusi yang banyak digunakan dalam analisis frekuensi hujan ini antara lain Distribusi Normal, Distribusi Log Normal, Distribusi Gumbel dan Distribusi Log Pearson Tipe III, antara lain (Juniarti, 2020).

- Distribusi Normal

Distribusi normal disebut pula distribusi Gauss. Secara sederhana, persamaan yang digunakan adalah :

$$X_T = X_{rt} + K_T \times S \quad (2.2)$$

dengan:

X_T = perkiraan nilai yang diharapkan terjadi dengan periode ulang T-tahunan

X_{rt} = nilai rata-rata hitung variat

S = standar deviasi nilai variat

K_T = faktor frekuensi, merupakan fungsi dari peluang atau periode ulang.

Nilai K_T dapat dilihat pada Tabel 2.1 Nilai Variabel Reduksi Gauss sebagai berikut:

Tabel 2.1. Nilai Variabel Reduksi Gauss

No	Periode Ulang	Peluang	K_T
1	1.001	0.999	-3.05
2	1.005	0.995	-2.58
3	1.010	0.990	-2.33
4	1.050	0.950	-1.64
5	1.110	0.900	-1.28
6	1.250	0.800	-0.84
7	1.330	0.750	-0.67
8	1.430	0.700	-0.52
9	1.670	0.600	-0.25

10	2.000	0.500	0
11	2.500	0.400	0.25
12	3.330	0.300	0.52
13	4.000	0.250	0.67
14	5.000	2.00	0.84
15	10.000	0.100	1.28
16	20.000	0.050	1.64
17	50.000	0.020	2.05
18	100.000	0.010	2.33
19	200.000	0.005	2.58
20	500.000	0.002	2.88
21	1000.000	0.001	3.09

- Distribusi Log Normal

Jika variabel acak $Y = \log X$ terdistribusi secara normal, maka X dikatakan mengikuti Distribusi Log Normal. Persamaan distribusi log normal dapat ditulis dengan:

$$Y_T = Y_{rt} + K_T \times S \quad (2.3)$$

dengan:

Y_T = perkiraan nilai yang diharapkan terjadi dengan periode ulang T-tahunan
dimana:

Y_{rt} = nilai rata-rata hitung variat

S = standar deviasi nilai variat

K_T = faktor frekuensi, merupakan fungsi dari peluang atau periode ulang. Nilai K_T dapat dilihat pada Tabel 2.1 Nilai Variabel Reduksi Gauss.

- Distribusi Log-Pearson III

Persamaan distribusi log-pearson iii hampir sama dengan persamaan distribusi log normal, yaitu sama-sama mengkonversi ke dalam bentuk logaritma.

$$Y_T = Y_{rt} + K_T \times S \quad (2.4)$$

dengan:

Y_T = perkiraan nilai yang diharapkan terjadi dengan periode ulang T-tahunan
dimana:

Y_{rt} = nilai rata-rata hitung variat

S = standar deviasi nilai variat

K_T = faktor frekuensi, dimana besarnya nilai K_T tergantung dari koefisien kemencengan G. Tabel 2.2 memperlihatkan harga K_T untuk berbagai nilai kemencengan G. Jika nilai G sama dengan nol, distribusi kembali ke distribusi Log Normal.

Tabel 2.2 Nilai K_T untuk Distribusi Log-Pearson III

Koef.G	Periode Ulang (Tahun)							
	1,0101	1,25	2	5	10	25	50	100
	Persentase Peluang Terlampaui							
	99	80	50	20	10	4	2	1
3,0	-0,667	-0,636	-0,396	0,420	1,180	2,278	3,152	4,051
2,8	-0,714	-0,666	-0,384	0,460	1,210	2,275	3,114	3,973
2,6	-0,769	-0,696	-0,368	0,499	1,238	2,267	3,071	2,889
2,4	-0,832	-0,725	-0,351	0,537	1,262	2,256	3,023	3,800
2,2	-0,905	-0,752	-0,330	0,574	1,284	2,240	2,970	3,705
2,0	-0,990	-0,777	-0,307	0,609	1,302	2,219	2,192	3,605
1,8	-1,087	-0,799	-0,282	0,643	1,318	2,193	2,848	3,499
1,6	-1,197	-0,187	-0,254	0,675	1,329	2,163	2,780	3,388
1,4	-1,318	-0,832	-0,225	0,705	1,337	2,128	2,706	3,217
1,2	-1,449	-0,844	-0,195	0,732	1,340	2,087	2,626	3,149
1,0	-1,588	-0,852	-0,164	0,758	1,340	2,043	2,542	3,022
0,8	-1,733	-0,856	-0,132	0,780	1,336	1,993	2,453	2,891
0,6	-1,880	-0,857	-0,099	0,800	1,326	1,939	2,359	2,755
0,4	-2,029	-0,855	-0,066	0,816	1,317	1,880	2,261	2,615
0,2	-2,178	-0,850	-0,033	0,830	1,301	1,818	2,159	2,472
0,0	-2,326	-0,842	0,000	0,842	1,282	1,751	2,051	2,326
-0,2	-2,472	-0,830	0,033	0,850	1,258	1,680	1,945	2,178

-0,4	-2,615	-0,816	0,066	0,855	1,231	1,606	1,834	2,209
-0,6	-2,755	-0,800	0,099	0,857	1,200	1,528	1,720	1,880
-0,8	-2,891	-0,780	0,132	0,856	1,166	1,448	1,606	1,733
-1,0	-3,022	-0,758	0,164	0,852	1,128	1,366	1,492	1,588
-1,2	-2,149	-0,732	0,195	0,844	1,086	1,282	1,378	1,449
-1,4	-2,271	-0,705	0,225	0,832	1,041	1,198	1,270	1,318
-1,6	-2,388	-0,675	0,254	0,817	0,994	1,116	1,166	1,197
-1,8	-3,499	-0,643	0,282	0,733	0,945	1,035	1,069	1,087
-2,0	-3,605	-0,609	0,307	0,777	0,895	0,959	0,980	0,990
-2,2	-3,705	-0,574	0,330	0,752	0,844	0,888	0,900	0,905
-2,4	-3,800	-0,537	0,351	0,725	0,795	0,823	0,830	0,832
-2,6	-3,889	-0,490	0,368	0,696	0,747	0,764	0,768	0,769
-2,8	-3,973	-0,469	0,384	0,666	0,702	0,712	0,714	0,714
-3,0	-7,051	-0,420	0,396	0,636	0,660	0,666	0,666	0,667

Sumber: (Triatmodjo, 2008).

- Distribusi Gumbel

Bentuk dari persamaan distribusi Gumbel dapat ditulis sebagai berikut:

$$X_{Tr} = X + K_T \cdot S \quad (2.5)$$

Besarnya faktor frekuensi dapat ditentukan dengan rumus berikut:

$$K_T = Y_{Tr} - Y_n / S_n \quad (2.6)$$

dengan:

X = besarnya curah hujan untuk periode tahun berulang T_r tahun (mm)

X_{Tr} = periode tahun berulang (*return period*) (tahun)

X_n = curah hujan maksimum rata-rata selama tahun pengamatan (mm)

S = standar deviasi

K_T = faktor frekuensi

Y_{Tr} = *reduced variate*

Y_n = *reduced mean*

S_n = *reduced standard*

Tabel 2.3 Nilai Y_n dan S_n untuk distribusi Gumbel

n	\bar{y}_n	σ_n	n	\bar{y}_n	σ_n	n	\bar{y}_n	σ_n
8	0,4843	0,9043	35	0,5403	1,1285	64	0,5533	1,1793
9	0,4902	0,9288	36	0,5410	1,1313	66	0,5538	1,1814
10	0,4952	0,9497	37	0,5418	1,1339	68	0,5543	1,1834
11	0,4996	0,9676	38	0,5824	1,1363	70	0,5548	1,1854
12	0,5035	0,9833	39	0,5430	1,1388	72	0,5552	1,1873
13	0,5070	0,9972	40	0,5436	1,1413	74	0,5557	1,1890
14	0,5100	1,0095	41	0,5442	1,1436	76	0,5561	1,1906
15	0,5128	1,0206	42	0,5448	1,1458	78	0,5565	1,1923
16	0,5157	1,0316	43	0,5453	1,1480	80	0,5569	1,1938
17	0,5181	1,0411	44	0,5458	1,1499	82	0,5572	1,1953
18	0,5202	1,0493	45	0,5463	1,1519	84	0,5576	1,1967
19	0,5220	1,0566	46	0,5468	1,1538	86	0,5580	1,1980
20	0,5236	1,0628	47	0,5473	1,1557	88	0,5583	1,1994
21	0,5252	1,0696	48	0,5477	1,1574	90	0,5586	1,207
22	0,5268	1,0754	49	0,5481	1,1590	92	0,5589	1,2020
23	0,5283	1,0811	50	0,5485	1,1607	94	0,5592	1,2032
24	0,5296	1,0864	51	0,5489	1,1623	96	0,5595	1,2044
25	0,5309	1,0915	52	0,5493	1,1638	98	0,5598	1,2055
26	0,5320	1,0961	53	0,5497	1,1653	100	0,5600	1,2065
27	0,5332	1,1004	54	0,5501	1,1667	150	0,5646	1,2253
28	0,5343	1,1047	55	0,5504	1,1681	200	0,5672	1,2360
29	0,5353	1,1086	56	0,5508	1,1696	250	0,5688	1,2429
30	0,5362	1,1124	57	0,5511	1,1708	300	0,5699	1,2479
31	0,5371	1,1159	58	0,5515	1,1721	400	0,5714	1,2545
32	0,5380	1,1193	59	0,5518	1,1734	500	0,5724	1,2588
33	0,5388	1,1226	60	0,5521	1,1747	750	0,5738	1,2651
34	0,5396	1,1255	62	0,5527	1,1770	1000	0,5745	1,2685

Sumber: (Triatmodjo, 2008).

2.6 Perhitungan Waktu Konsentrasi (Tc)

Untuk perencanaan dimensi saluran drainase, saluran pembawa air limpasan tambang ke *sediment pond*, durasi hujan dapat didekati dengan waktu konsentrasi yaitu waktu yang diperlukan oleh air hujan yang jatuh di bagian hulu hingga sampai ke titik kontrolnya. Waktu konsentrasi dapat dihitung dengan persamaan Kirpich (Chow et al., 1988) :

$$T_c = 0.0663 \times L^{0.77} \times S^{-0.385} \quad (2.7)$$

dengan:

L : Panjang Drainase Utama (km)

S : Kemiringan Saluran

2.7 Intensitas Hujan

Intensitas hujan adalah tinggi atau kedalaman air hujan persatuan waktu. Sifat umum hujan adalah makin singkat hujan berlangsung intensitasnya cenderung makin tinggi dan makin besar periode ulangnya makin tinggi pula intensitasnya. Hubungan antara intensitas, lama hujan, dan frekuensi hujan biasanya dinyatakan dalam lengkung Intensitas Durasi Frekuensi (IDF = Intensity Duration Frequency Curve). Diperlukan data hujan jangka pendek, misalnya 5 menit, 10 menit, 30 menit, dan jam jaman untuk membentuk lengkung IDF (Suripin, 2004). Apabila data hujan yang diketahui adalah hujan harian, maka oleh Mononobe dirumuskan sebagai berikut:

dengan:

$$I = \frac{R_{24}}{24} \left(\frac{24}{t} \right)^{2/3} \quad (2.8)$$

I = Intensitas hujan (mm/jam)

t = Lamanya hujan (jam)

R₂₄ = curah hujan maksimum harian dalam 24 jam (mm)

2.8 Koefisien Limpasan

Koefisien limpasan mempengaruhi puncak aliran permukaan terhadap intensitas hujan. Faktor utama yang mempengaruhi koefisien adalah laju infiltrasi

tanah, kemiringan lahan, tanaman penutup tanah dan intensitas hujan. Selain itu juga tergantung pada sifat dan kondisi tanah, air tanah, derajat kepadatan tanah, porositas tanah dan simpanan depresi. Untuk besarnya nilai koefisien aliran permukaan dapat dilihat pada Tabel 2.4 sebagai berikut (Januarti, 2020) :

Tabel 2.4 Koefisien limpasan untuk Metode Rasional

No.	Deskripsi Lahan/Karakter Permukaan	Koefisien C
1.	Bisnis	
	<ul style="list-style-type: none"> • Perkotaan • Pinggiran 	0,70-0,95 0,50-0,70
2.	Perumahan	
	• Rumah tunggal	0,30-0,50
	• Multiunit terpisah, terpisah	0,40-0,60
	• Multiunit, tergabung	0,60-0,75
	• Perkampungan	0,25-0,40
• Apartemen	0,50- 0,70	
3.	Industri	
	<ul style="list-style-type: none"> • Ringan • Berat 	0,50-0,80 0,60-0,90
	Perkerasan	
	• Aspal dan Beton	0,70-0,95
	• Batu bata, paving	0,50-0,70
	Atap	0,74-0,95
	Halaman, tanah berpasir	
	Datar %	0,05-0,10
	Rata-rata 2-7%	0,10-0,15
	Curam 7%	0,15-0,20
	Halaman, tanah berat	
	Datar %	0,13-0,17
	Rata-rata 2-7%	0,18-0,22
	Curam 7%	0,25-0,35
	Halaman kereta api	0,10-0,35
	Halaman tempat bermain	0,20-0,35
	Taman, pekuburan	0,10-0,25
	Hutan	
	Datar 0-5%	0,10-0,40
	Bergelombang, 5-10%	0,25-0,50
	Berbukit 10-30%	0,30-0,60

Sumber : (Suripin, 2004).

2.9 Metode Rasional

Metode untuk memperkirakan laju aliran permukaan puncak yang umum dipakai adalah metode Rasional USSCS (1973). Model ini simpel dan mudah

dalam penggunaannya. Persamaan metode rasional dapat ditulis dalam bentuk (Suripin, 2004).

$$Q = 0,278 C \cdot I \cdot A \quad (2.9)$$

dengan:

Q = laju aliran permukaan (debit) puncak (m^3/dt)

C = koefisien limpasan

I = intensitas hujan (mm/jam)

A = luas DAS (km^2)

2.10 Perhitungan Kemiringan Lahan

Untuk perhitungan kemiringan lahan kita dapat menggunakan persamaan sebagai berikut (Hidayat, 2001):

$$Kemiringan / Slope (S) = \frac{\Delta h}{D} \times 100\% \quad (2.10)$$

dengan:

S = Kemiringan lahan (%)

D = Panjang *flow channel* (m)

h = Elevasi *upstream* dan *downstream* (m)

2.11 Koefisien kekasaran saluran

Koefisien kekasaran dasar saluran menurut Manning merupakan fungsi material pembentuk saluran. Di bawah ini merupakan tabel nilai n untuk berbagai jenis dasar saluran yang lazim pada area tambang (Chow, 1997).

Tabel 2.5 Koefisien kekasaran pada saluran menurut Manning

Saluran	Keterangan	n Manning
Tanah	Lurus, baru, seragam, landai dan bersih	0.016 - 0.033
	Berkelok, landai dan berumput	0.023 – 0.040
	Tidak terawat dan kotor	0.050 – 0.140
	Tanah berbatu, kasar dan tidak teratur	0.035 – 0.045
	Batu kosong	0.023 – 0.035

Pasangan	Pasangan batu belah	0.017 – 0.030
Beton	Halus, sambungan baik dan rata	0.014 – 0.018
	Kurang halus dan sambungan kurang rata	0.018 – 0.030

Sumber : (Triatmodjo, 2013).

2.12 Perhitungan Dimensi Ukuran Saluran

Dalam melakukan perhitungan dimensi saluran terdapat kriteria teknis saluran drainase, kriteria teknis saluran drainase untuk air hujan dan air limbah perlu diperhatikan agar saluran drainase tersebut dapat bekerja sesuai dengan fungsinya. Kriteria teknis saluran drainase tersebut adalah sebagai berikut:

a. Kriteria teknis saluran drainase air hujan:

1. Muka air rencana lebih rendah dari muka tanah yang akan dilayani.
2. Aliran berlangsung cepat, namun tidak menimbulkan erosi
3. Kapasitas saluran membesar searah saluran.

b. Kriteria teknis saluran drainase air limbah:

1. Muka air rencana lebih rendah dari muka tanah yang akan dilayani
2. Tidak mencemari kualitas air sepanjang lintasannya
3. Tidak mudah dicapai oleh binatang yang dapat menyebarkan penyakit
4. Ada proses pengenceran atau penggelontoran sehingga kotoran yang ada dapat terangkut secara cepat sampai tempat ke tempat pembuangan akhir.
5. Tidak menyebarkan bau atau mengganggu estetika.

Adapun untuk menentukan dimensi saluran trapesium dihitung dengan menggunakan rumus manning sebagai berikut (Suripin, 2004).

$$V = \frac{1}{n} R^{2/3} S^{1/2} \quad (2.11)$$

Dimana:

V = Kecepatan rata-rata aliran di dalam saluran (m/s)

n = Koefisien kekasaran manning (Tabel 2.5)

R = jari-jari hidrolis (m)

S = Kemiringan dasar saluran