

Skripsi

**Perhitungan Desain Drainase Dan *Sediment Pond* Pada Kawasan
Pertambangan PT Vale Indonesia Tbk Area Lamangka 3**



OLEH:

Lovely Edweena Poluan

H061191068

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

HALAMAN JUDUL

**Perhitungan Desain Drainase Dan *Sediment Pond* Pada Kawasan
Pertambangan PT Vale Indonesia Tbk Area Lamangka 3**



SKRIPSI
UNIVERSITAS HASANUDDIN
Diajukan Sebagai Salah Satu Syarat Untuk Memperoleh Gelar Sarjana Sains

*Pada Departemen Geofisika
Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam
Universitas Hasanuddin*

OLEH
Lovely Edweena Poluan
H061191068

DEPARTEMEN GEOFISIKA

FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM

UNIVERSITAS HASANUDDIN

MAKASSAR

2023

HALAMAN PENGESAHAN

**PERHITUNGAN DESAIN DRAINASE DAN *SEDIMENT POND* PADA
KAWASAN PERTAMBANGAN PT VALE INDONESIA TBK AREA
LAMANGKA 3**

Disusun dan Diajukan Oleh:

LOVELY EDWEENA POLUAN

H061191068

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 10 Agustus 2023
Dinyatakan telah memenuhi syarat kelulusan

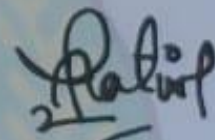
Menyetujui,

Pembimbing Utama



Dr. Sakka, M.Si
NIP. 196410251991031002

Pembimbing Pertama



Ir. Rizki Pratiwi, ST, MT, IPM

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



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

PERNYATAAN KEASLIAN

Dengan ini menyatakan bahwa:

1. Karya tulis saya, skripsi ini, adalah asli dan belum pernah diajukan untuk mendapatkan gelar akademik (sarjana) di Universitas Hasanuddin.
2. Karya tulis ini adalah murni gagasan, rumusan, dan penelitian saya sendiri, tanpa bantuan pihak lain, kecuali arahan Tim Pembimbing dan masukan Tim Penelaah/Penguji.
3. Dalam karya tulis ini tidak terdapat karya atau pendapat yang telah ditulis atau dipublikasikan orang lain, kecuali secara tertulis dengan jelas dicantumkan sebagai acuan dalam naskah dengan disebutkan nama pengarang dan dicantumkan dalam daftar pustaka.
4. Pernyataan ini saya buat dengan sesungguhnya dan apabila di kemudian hari terdapat penyimpangan dan ketidakbenaran dalam pernyataan ini, maka saya bersedia menerima sanksi akademik berupa pencabutan gelar yang telah diperoleh karena karya ini, serta sanksi lainnya sesuai dengan norma yang berlaku di perguruan tinggi.

Makassar, 10 Agustus 2023

Yang membuat pernyataan



Lovely Edweena Poluan

H061191068

ABSTRAK

Penelitian mengenai desain drainase dan *sediment pond* telah dilakukan pada kawasan pertambangan PT Vale Indonesia Tbk Area Lamangka 3. Tujuan penelitian ini adalah untuk menentukan besaran debit air limpasan yang masuk ke *sediment pond* melalui drainase pada *Catchment Area* Lamangka 3 Site Pertambangan PT Vale Indonesia Tbk serta menentukan kapasitas desain drainase dan *sediment pond* untuk mengalirkan air limpasan berdasarkan hasil perhitungan debit air limpasan. Perhitungan analisis curah hujan rencana pada penelitian ini menggunakan Metode Normal, Metode Log Normal, Metode Log Pearson III, dan Metode Gumbel. Setelah diperoleh nilai curah hujan rencana dari masing-masing metode kemudian dilakukan Uji Kesesuaian Distribusi Smirnov-Kolmogorov dan Chi-Square sebagai pembandingnya, untuk menentukan kesesuaian data curah hujan dari persamaan distribusi teoritis yang digunakan yaitu keempat metode tersebut. Kemudian dilakukan perhitungan intensitas curah hujan menggunakan nilai curah hujan rencana berdasarkan hasil perhitungan dengan Metode Log Normal serta penentuan koefisien limpasan dan luas penggunaan lahan dengan digitasi foto udara, yang akan digunakan dalam perhitungan debit puncak dengan Metode Rasional. Hasil penelitian diperoleh bahwa besaran debit aktual sebesar 9013,43 m³/jam untuk periode ulang 2 tahun, 10472,64 m³/jam untuk periode ulang 5 tahun, 11328,98 m³/jam untuk periode ulang 10 tahun, dan dimensi drainase yang dapat mengalirkan air limpasan dengan baik yaitu dengan ukuran *top width* 3m, *bottom width* 1,5m, *slope* 0,083m/m, *wetted perimeter* 0,71m dan *depth* 1m serta volume *sediment pond* yang diperlukan untuk menampung debit air limpasan adalah sebesar 32.500 m³.

Kata kunci: Drainase, *Sediment Pond*, *Catchment Area* Lamangka 3, Debit Air Limpasan, Curah Hujan Rencana, Periode Ulang

ABSTRACT

The research on drainage and sediment pond design has been done at Lamangka 3 Area which located in the mining site of PT Vale Indonesia Tbk. The purpose of this research is to determine the amount of runoff discharge that gets into the sediment pond by drainage at Catchment Area Lamangka 3 PT Vale Indonesia Tbk's mining site and to determine the efficiency of existing drainage and sediment pond in draining calculated runoff discharge. This research used Normal Distribution, Log Normal Distribution, Log Pearson III Distribution, and Gumbel Distribution for Rainfall Frequency Analysis to obtain Design Rainfall. After obtaining the design rainfall, its getting tested using the Smirnov-Kolmogorov and Chi-Square test as comparison, to determine the suitability of the distributions used before. After that the design rainfall from selected distribution (Log Normal Distribution) get used to calculate Rainfall Intensity, also the digitization on aerial photo to determine Runoff Coefficient and Landuse were getting done and would get used to calculate runoff discharge using Rational Methods. The research resulted that the amount of runoff discharge for a 2-years period is 9013,43 m³/hour, for a 5-years period is 10472,64 m³/hour, for a 10-years period is 11328,98 m³/hour, and the drainage dimension which could drain calculated runoff discharge are with top width 3m, bottom width 1,5m, slope 0,083m/m, wetted perimeter 0,71m and depth 1m also the required volume of sediment pond to contain the calculated runoff discharge equals 32.500 m³.

Keywords: Drainage, Sediment Pond, Catchment Area Lamangka 3, Runoff Discharge, Design Rainfall, Return Period.

KATA PENGANTAR

Segala kemuliaan hanya bagi Tuhan Yesus Kristus karena atas kasih dan penyertaan-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan penelitian dan penulisan skripsi ini, yang berjudul “**Perhitungan Desain Dimensi Drainase dan *Sediment Pond* Pada Kawasan Pertambangan PT Vale Indonesia Tbk Area Lamangka 3**”. Penelitian ini dilakukan untuk memenuhi tugas akhir sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar Sarjana Sains pada Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Hasanuddin.

Terima kasih saya ucapkan kepada kedua orang tua saya yang terkasih Bapak **Edwind Junard Poluan** dan Ibu **Herlina Tandapai** yang telah dengan penuh kasih mendidik, membimbing, mendukung dalam doa dan senantiasa mengusahakan segala yang terbaik untuk saya sehingga saya dapat ada hingga saat ini dan menyelesaikan skripsi ini.

Dalam proses penelitian dan penyusunan skripsi ini penulis telah banyak menerima bantuan dari berbagai pihak, baik itu berupa bimbingan, arahan, saran dan masukan sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi ini. Pada kesempatan ini, dengan penuh kerendahan hati, penulis ingin menyampaikan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada:

1. Bapak **Dr. Sakka, M.Si**, selaku Pembimbing Utama yang telah banyak membimbing dan mengarahkan penulis sehingga skripsi ini dapat terselesaikan.
2. Ibu **Ir. Rizki Pratiwi, ST, MT, IPM** selaku Pembimbing Pertama dan Kak **Ahmad**, Kak **Suryo**, Kak **Eliakim**, Kak **Didit**, Om **Elia**, Om

Burhan dan seluruh *engineers* yang tergabung dalam *Section Hydrology & Compliance* Departemen *Operational Planning and Geotechnical* yang telah banyak membantu dan memberikan banyak masukan selama penulis melakukan penelitian di PT Vale Indonesia Tbk.

3. Bapak **Dr. Eng. Amiruddin, S.Si, M.Si** selaku Dosen Penguji sekaligus Dekan Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Hasanuddin.
4. Bapak **Dr. Muh. Alimuddin Hamzah A., M.Eng** selaku Dosen Penguji sekaligus Ketua Program Studi Geofisika Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Hasanuddin.
5. Bapak dan Ibu Dosen Program Studi Geofisika atas didikan dan ilmu yang diberikan, juga kepada seluruh staff karyawan Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Hasanuddin atas berbagai dukungan yang telah diberikan selama penulis menempuh masa studi di Universitas Hasanuddin.
6. Kepada adik-adik yang saya kasihi **George Emerson Poluan** dan **Katrien Aprilia Wolah**, juga kepada Keluarga Besar **Poluan – Tandapai** untuk setiap dukungan dan motivasi yang diberikan.
7. Kepada Bapak **Dr. Eng. Ilham Alimuddin, ST, M.GIS, Ph.D** selaku DPK KKN Kebencanaan Luwu Utara Gelombang 109, Bapak Desa Maipi **Amiruddin**, Teman-teman KKN Maipi **Ebsan, Hafizh, Fia, Mita, Umi, Cindy, Olpa, Riska, Fandi** dan **Anwar**, serta seluruh

warga Desa Maipi untuk segala bantuan dan dukungan yang diberikan selama kami melaksanakan KKN.

8. Kepada teman-teman HI A Bosowa 2018 **Ranty, Jeje, Ain, Afny**, dan **Fira**.
9. Kepada teman-teman **Geofisika 2019**.
10. Kepada teman sejak SMA **Acca, Jumi, Ari** dan **Agung**.
11. Kepada teman-teman PSM 19 **Dany, Ikraam, Irul** dan **Grace**.
12. Kepada **Yoo Kihyun, Im Changkyun, Lee Minhyuk, Chae Hyungwon, Shin Hoseok, Lee Jooheon** dan **Son Hyunwoo**.
Saranghanda **MONSTA X <3**
13. Kepada diri sendiri.
14. Serta kepada semua pihak yang tidak bisa saya sebutkan satu persatu yang telah banyak membantu serta senantiasa memberikan dukungannya.

Makassar, 10 Agustus 2023

Lovely Edweena Poluan

DAFTAR ISI

HALAMAN SAMPUL	i
HALAMAN JUDUL	ii
LEMBAR PENGESAHAN	iii
PERNYATAAN KEASLIAN	iv
ABSTRAK	v
KATA PENGANTAR	vii
DAFTAR ISI	x
DAFTAR TABEL	xii
DAFTAR GAMBAR	xiv
DAFTAR LAMPIRAN	xv
BAB I PENDAHULUAN	1
I.1 Latar Belakang	1
I.2 Rumusan Masalah.....	3
I.3 Ruang Lingkup	4
I.4 Tujuan Penelitian	4
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	5
II.1 Geomorfologi DAS Lamangka 3.....	5
II.2 Sistem Penyaliran Tambang	5
II.3 Curah Hujan dan Intensitas Curah Hujan	6
II.4 Daerah Aliran Sungai (<i>Catchment Area</i>)	9
II.5 Periode Ulang Hujan	9
II.6 Analisis Frekuensi Curah Hujan Rencana	11
II.7 Uji Kesesuaian Distribusi	17
II.8 Koefisien Limpasan.....	19
II.9 Koefisien Kekasaran Manning	20
II.10 Debit Rancangan dengan Metode Rasional.....	21
II.11 Perhitungan Desain Drainase dan <i>Sediment Pond</i>	22
BAB III METODOLOGI PENELITIAN	25
III.1 Lokasi Penelitian	25
III.2 Prosedur Penelitian.....	26

III.2.1	Persiapan Penelitian	26
III.2.2	Pengumpulan Data	27
III.2.3	Pengolahan dan Analisa Data.....	27
III.3	Bagan Alir Penelitian	32
BAB IV	HASIL DAN PEMBAHASAN	33
IV.1	Hasil Perhitungan Curah Hujan Rencana	33
IV.1.1	Hasil Perhitungan Curah Hujan Rencana dengan Metode Normal.....	33
IV.1.2	Hasil Perhitungan Curah Hujan Rencana dengan Metode Log Normal	33
IV.1.3	Hasil Perhitungan Curah Hujan Rencana dengan Metode Log Pearson III.....	34
IV.1.4	Hasil Perhitungan Curah Hujan Rencana dengan Metode Gumbel.....	34
IV.2	Hasil Perhitungan Uji Kesesuaian Distribusi.....	35
IV.2.1	Hasil Uji Kesesuaian Distribusi Smirnov-Kolmogorov	35
IV.2.2	Hasil Uji Kesesuaian Distribusi Chi-Square.....	36
IV.3	Hasil Perhitungan Intensitas Curah Hujan.....	37
IV.4	Hasil Perhitungan Debit Aktual.....	38
IV.4.1	Hasil Perhitungan Koefisien Limpasan	38
IV.4.2	Hasil Perhitungan Debit Aktual.....	39
IV.5	Hasil Perhitungan Desain Drainase dan <i>Sediment Pond</i>	40
BAB V	KESIMPULAN DAN SARAN	44
V.1	Kesimpulan	44
V.2	Saran.....	44
DAFTAR PUSTAKA	xvi
LAMPIRAN	xix

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 Periode Ulang Yang Diperlukan	10
Tabel 2.2 Nilai faktor frekuensi (z) untuk Distribusi Normal	12
Tabel 2.3 Nilai koefisien Kt untuk Distribusi Log Normal	12
Tabel 2.4 Nilai <i>Reduced Variate</i> (Y_T)	13
Tabel 2.5 Nilai <i>Reduced Mean</i> (Y_n)	13
Tabel 2.6 Nilai <i>Reduced Standard</i> (S_n)	14
Tabel 2.7 Faktor k untuk Distribusi Log Pearson Type III	15
Tabel 2.8 Nilai kritis D_o untuk Uji Smirnov-Kolmogorov	18
Tabel 2.9 Nilai Koefisien Limpasan	19
Tabel 2.10 Nilai Koefisien Manning	20
Tabel 2.11 Persamaan Untuk Tiap Desain Drainase	22
Tabel 4.1 Hasil Perhitungan Curah Hujan Rencana Dengan Metode Normal	33
Tabel 4.2 Hasil Perhitungan Curah Hujan Rencana Dengan Metode Log Normal	33
Tabel 4.3 Hasil Perhitungan Curah Hujan Rencana Dengan Metode Log Pearson III	34
Tabel 4.4 Hasil Perhitungan Curah Hujan Rencana Dengan Metode Gumbel	34
Tabel 4.5 Rekapitulasi Analisis Distribusi Curah Hujan Rencana	35
Tabel 4.6 Rekapitulasi Uji Kesesuaian Distribusi Smirnov-Kolmogorov	35
Tabel 4.7 Rekapitulasi Uji Kesesuaian Distribusi Chi-Square	36

Tabel 4.8 Hasil Perhitungan Intensitas Curah Hujan	37
Tabel 4.9 Koefisien Limpasan Berdasarkan Penggunaan Lahan	39
Tabel 4.10 Hasil Perhitungan Debit Aktual	39
Tabel 4.11 Desain Dimensi Drainase	40
Tabel 4.12 Luas dan Volume <i>Sediment Pond</i> Yang Memenuhi Debit Aktual Sub-DAS D I & D III	41
Tabel 4.13 Luas dan Volume <i>Sediment Pond</i> Yang Memenuhi Debit Aktual Sub-DAS D II.....	42
Tabel 4.14 Luas dan Volume <i>Sediment Pond</i> Yang Memenuhi Debit Aktual Sub-DAS D IV	42
Tabel 4.15 Dimensi Drainase Terhitung dan Dimensi Drainase Aktual	43
Tabel 4.16 Volume <i>Sediment Pond Existing</i>	43

DAFTAR GAMBAR

Gambar 3.1 Peta Tunjuk Lokasi Penelitian	25
Gambar 3.2 Skema Aliran Air Limpasan	25
Gambar 3.3 Bagan Alir Penelitian.....	32
Gambar 4.1 Peta Penggunaan Lahan Area Lamangka 3	38
Gambar 4.2 Desain Dimensi Drainase	40

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1. Data Curah Hujan <i>Plant Site</i> Tahun 2001 – 2022	xix
Lampiran 2. Perhitungan Curah Hujan Rencana Metode Normal	xix
Lampiran 3. Perhitungan Curah Hujan Rencana Metode Log Normal	xxi
Lampiran 4. Perhitungan Curah Hujan Rencana Metode Log Pearson III	xxiii
Lampiran 5. Perhitungan Curah Hujan Rencana Metode Gumbel.....	xxv
Lampiran 6. Uji Kesesuaian Distribusi Smirnov-Kolmogorov.....	xxvii
Lampiran 7. Uji Kesesuaian Distribusi Chi-Square	xxxi
Lampiran 8. Dokumentasi Observasi Lapangan	xxxiv

BAB I

PENDAHULUAN

I.1 Latar Belakang

PT Vale Indonesia Tbk 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. *Hydrology & Compliance* merupakan salah satu *section* di *Department Operational Planning & Geotechnical* PT Vale Indonesia Tbk. *Section Hydrology & Compliance* ini berperan dalam sistem penyaliran tambang untuk mengatasi debit air limpasan yang berada di area penambangan.

Sebagian besar kegiatan penambangan menggunakan metode tambang terbuka (Warsito, dkk., 2018). Kegiatan penambangan yang dilakukan dengan menggunakan sistem tambang terbuka mengakibatkan lokasi penambangan bersinggungan dengan udara luar, sehingga kegiatan penambangan sangat bergantung terhadap keadaan cuaca pada lokasi penambangan, seperti hujan (Siahaan, dkk., 2017). Pada area tambang terbuka, khususnya para daerah yang memiliki curah hujan yang tinggi, sistem penyaliran tambang yang baik sangatlah diperlukan (Warsito, dkk., 2018). Hal ini dikarenakan tingginya curah hujan merupakan salah satu faktor yang menghambat pada kegiatan penambangan

(Yusran, 2015 *dalam* Warsito, dkk., 2018). Pada musim hujan sering terjadi peningkatan debit aliran sehingga kapasitas sistem penyaliran yang ada tidak bisa menampung debit aliran yang dapat mengakibatkan banjir (Januarti, 2020). Salah satu syarat agar kegiatan penambangan berjalan sesuai yang direncanakan adalah kondisi kerja yang baik, yaitu tidak adanya genangan air maupun banjir pada daerah kerja dan jalan tambang (Cahyadi, 2020 *dalam* Adnyano, 2020). Oleh sebab itu diperlukan adanya sistem penyaliran yang mumpuni untuk mendukung kegiatan penambangan. Sistem penyaliran adalah suatu upaya yang diterapkan pada kegiatan penambangan untuk mencegah, mengeringkan, atau mengalirkan air yang masuk ke bukaan tambang. Sistem penyaliran dimaksudkan untuk mencegah terganggunya aktivitas penambangan akibat adanya air dalam jumlah yang berlebihan terutama pada saat musim penghujan (Syarifuddin, dkk., 2017). Sumber air yang masuk ke areal tambang berasal dari air hujan yang jatuh dalam daerah tangkapan hujan yang disebut sebagai air limpasan, sementara air hujan yang masuk ke dalam lapisan tanah di bawah permukaan tanah disebut air tanah (Sahoo, 2014 *dalam* Warsito, dkk., 2018). Curah hujan merupakan sumber utama dari air limpasan pada bukaan tambang, sehingga data hidrologi menjadi informasi yang paling penting dalam pengelolaan sistem penyaliran, dikarenakan jumlah curah hujan dan hari hujan sangat berpengaruh terhadap proses penambangan (Karim, dkk., 2019).

Saluran drainase dan kolam pengendapan (*sediment pond*) merupakan fasilitas tambang yang perlu diperhatikan guna menunjang kegiatan penambangan. Keduanya memiliki peran yang penting dalam sistem penyaliran tambang.

Pengelolaan air limpasan tambang sendiri perlu dilakukan untuk mencegah terjadinya banjir maupun genangan lumpur di area bukaan tambang yang tentu saja dapat mengganggu jalannya proses penambangan. Selain itu pengelolaan air limpasan juga dilakukan dengan tujuan untuk meminimalisir kandungan material padat dan kadar keasaman hingga memenuhi baku mutu sebelum dilepaskan ke badan air untuk mencegah terjadinya kerusakan lingkungan berdasarkan Permen LH No. 09 Tahun 2006 tentang baku mutu air limbah bagi usaha dan kegiatan pertambangan bijih nikel.

Untuk dapat mengoptimalkan proses pengendapan material yang terkandung dalam air limpasan sebelum dialirkan ke badan air diperlukan drainase dan *sediment pond* yang dapat menampung debit air limpasan. Maka dari itu dilakukan percobaan perhitungan untuk mengetahui berapa besaran debit air limpasan agar dapat diketahui apakah drainase dan *sediment pond* yang sudah ada saat ini memenuhi debit air limpasan tersebut ataukah perlu dilakukan penyesuaian terhadap desainnya seperti dengan penambahan lebar atau kedalamannya disesuaikan dengan hasil desain yang dilakukan berdasarkan besaran debit aktual. Hal ini dilakukan berdasarkan asumsi bahwa debit aktual dan volume dari fasilitas penyaliran tambang berhubungan secara langsung (Mockus, 2014).

I.2 Rumusan Masalah

Drainase dan *sediment pond* merupakan fasilitas yang berperan penting untuk mengantisipasi terjadinya genangan maupun banjir yang dapat mengganggu jalannya proses penambangan. Curah hujan merupakan sumber air limpasan

terbesar pada lokasi penambangan sehingga curah hujan yang tinggi berpotensi menyebabkan terjadinya luapan pada drainase dan *sediment pond*. Oleh karena itu dilakukan percobaan perhitungan besaran debit air limpasan dan perhitungan dimensi drainase serta volume *sediment pond* yang dapat menampung debit air limpasan tersebut untuk memastikan fasilitas penyaliran yang ada saat ini mampu mengalirkan air limpasan dengan baik.

I.3 Ruang Lingkup

Penelitian ini dilakukan untuk menghitung debit air limpasan yang dialirkan drainase ke *sediment pond* dan menghitung desain drainase dan luasan serta volume *sediment pond* yang dapat memenuhi hasil perhitungan debit air limpasan. Perhitungan tersebut dilakukan pada area Lamangka 3 dengan menggunakan data curah hujan harian periode 2001 – 2022 *Plant Site* PT Vale Indonesia Tbk, foto udara per Desember 2022, data sedimentasi serta data topografi area tambang Blok Sorowako West.

I.4 Tujuan Penelitian

1. Menentukan debit air limpasan yang masuk ke *sediment pond* melalui drainase.
2. Menentukan kapasitas desain drainase dan *sediment pond* berdasarkan hasil perhitungan debit air limpasan.

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

II.1 Geomorfologi DAS Lamangka 3

Catchment Area Lamangka 3 memiliki luas sebesar 2337 Ha, dengan level elevasi antara 335 mdpl hingga 692 mdpl yang mana terdiri dari morfologi dataran landai – perbukitan bergelombang, kelerengan datar – berbukit (0% - 30%). Morfologi dataran landai terdapat di bagian timur hingga selatan yaitu sekitar daerah titik penataan dan Lamangka Dam (Ex-Fiona Dam) yang menjadi tempat keluaran akhir air limpasan pada *Catchment Area* Lamangka 3. Morfologi dataran berbukit terdapat di bagian barat daya hingga utara dengan elevasi tertinggi yaitu 692 mdpl terdapat di bagian barat laut. *Catchment Area* seluas 2337 Ha ini terdiri dari area industri seluas 122 Ha, disposal 24 Ha, area terbuka 442 Ha, area reklamasi 710 Ha, dan hutan seluas 1059 Ha. Terdapat sebanyak sepuluh *sediment pond* dengan total luas sebesar 18,3 Ha pada *Catchment Area* Lamangka 3 yang berada di sepanjang aliran air dari hulu di bagian barat daya hingga bagian timur dimana terdapat *outlet* yang langsung mengalir ke Lamangka Dam.

II.2 Sistem Penyaliran Tambang

Sistem penyaliran adalah suatu upaya atau cara untuk mencegah, mengeringkan dan mengeluarkan air yang terdapat atau menggenangi suatu daerah tertentu. Sedangkan penyaliran pada tambang terbuka adalah upaya penyaliran di dalam lingkungan tambang yang dilakukan untuk mencegah masuknya air atau

mengeluarkan air yang telah masuk ke daerah penambangan. Upaya ini dilakukan dengan maksud untuk mencegah atau mengurangi terganggunya aktivitas penambangan akibat adanya air dalam jumlah yang berlebihan terutama pada musim hujan.

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, dkk., 2021). Untuk itu diperlukan sebuah sistem penyaliran di area penambangan yang sesuai dengan persyaratan teknis, sehingga air hujan, air limpasan dan air tanah dapat dikontrol. Salah satu cara untuk mengontrol hal tersebut adalah dengan metode *mine dewatering*.

Mine Dewatering adalah suatu penanganan masalah air tambang dengan cara mengeluarkan air yang telah masuk ke daerah penambangan (dengan memanfaatkan beda tinggi dan gaya gravitasi) melalui saluran penyaliran menuju kolam penampungan sementara. Sistem ini biasa diterapkan untuk penanganan limpasan dari air hujan (Gautama, 2019).

II.3 Curah Hujan dan Intensitas Curah Hujan

Curah hujan adalah jumlah air hujan yang jatuh pada satu satuan luas, dinyatakan dalam milimeter (Suryadiputra, 2011). Pengamatan curah hujan dilakukan dengan menggunakan alat penakar hujan. Curah hujan yang diperlukan untuk penyusunan suatu rancangan pemanfaatan air dan rancangan pengendalian banjir adalah curah hujan maksimum di seluruh daerah yang bersangkutan, bukan curah hujan pada suatu titik tertentu (Suyono, dkk., 1993). Data hujan yang tercatat

di setiap stasiun penakar hujan adalah tinggi hujan disekitar stasiun tersebut atau disebut sebagai *Point Rainfall*.

Hujan merupakan sumber utama dari air yang masuk ke area pertambangan, oleh karena itu besar kecilnya jumlah curah hujan yang terjadi di sekitar area pertambangan berpengaruh besar terhadap banyaknya jumlah air limpasan yang harus dikendalikan baik dengan cara mencegah, mengeringkan, maupun mengeluarkan air yang masuk ke area pertambangan (Syarifuddin, dkk., 2017).

Hujan dengan intensitas besar umumnya terjadi dalam waktu yang pendek. Hubungan intensitas dan waktu hujan banyak dirumuskan yang pada umumnya tergantung dari parameter kondisi setempat. Besarnya intensitas curah hujan itu berbeda-beda dan disebabkan oleh waktu curah hujan dan frekuensi kejadiannya. Beberapa rumus intensitas hujan yang berhubungan dengan hal ini disusun sebagai rumus-rumus empiris yang dapat dituliskan sebagai berikut:

- a. Untuk hujan dengan waktu kurang dari dua jam Talbot menuliskan perumusan:

$$I = \frac{a}{t+b} \quad (2.1)$$

dimana:

I = intensitas curah hujan (mm/jam)

t = durasi hujan (jam)

a, b = konstanta yang tergantung keadaan setempat

- b. Untuk hujan dengan waktu lebih dari dua jam Sherman menuliskan perumusan:

$$I = \frac{c}{t^n} \quad (2.2)$$

dimana:

I = intensitas curah hujan (mm/jam)

t = durasi hujan (jam)

c, n = konstanta yang tergantung keadaan setempat

- c. Perkembangan perumusan ini dikemukakan pula oleh Ishigoro yang ditulis sebagai berikut:

$$I = \frac{a}{\sqrt{t+b}} \quad (2.3)$$

Analisa dari perumusan pada persamaan (2.1), (2.2) dan (2.3) memerlukan data hujan dengan waktu mulai dari pendek sampai kurang dari 24 jam (hujan jam-jaman). Untuk data hujan harian perumusan di atas tidak bisa digunakan.

- d. Mononobe menuliskan perumusan intensitas untuk hujan harian sebagai berikut:

$$I = \frac{R_{24}}{24} \cdot \left(\frac{24}{t}\right)^m \quad (2.4)$$

dimana:

I = intensitas hujan (mm/jam)

R_{24} = tinggi hujan maximum dalam 24 jam (mm)

t = durasi hujan (jam)

m = konstanta (= 2/3)

Besarnya tinggi hujan yang dipakai dalam perumusan persamaan (2.4) selalu dihubungkan dengan frekuensinya.

II.4 Daerah Aliran Sungai (*Catchment Area*)

Catchment area atau yang juga disebut sebagai *drainage basin*, *watershed* atau Daerah Aliran Sungai (DAS) adalah suatu daerah yang dibatasi oleh punggung perbukitan atau titik tertinggi yang apabila terjadi hujan maka air hujan tersebut akan mengalir ke titik terendah di daerah tersebut (Utama, dkk., 2016). Penentuan *catchment area* pada suatu area penambangan dapat ditentukan dengan menganalisis peta topografi dan peta kemajuan penambangan. *Catchment area* didapat dengan cara menghubungkan titik-titik tertinggi pada peta dengan memperhatikan arah aliran air di daerah tersebut hingga didapatkan sebuah *polygon* tertutup. Luas dari *polygon* tersebut dapat dihitung dengan menggunakan planimeter, milimeter blok, atau dengan bantuan *software* (Gautama, 2019).

II.5 Periode Ulang Hujan

Salah satu tujuan dalam analisis data hidrologi adalah menentukan periode ulang (*return period* atau *reoccurrence interval*) daripada suatu kejadian hidrologi. Pemilihan periode ulang yang akan digunakan menjadi faktor yang menentukan keamanan proyek (Chow, et al, 1988). Dalam analisis distribusi peluang untuk menentukan suatu variat dengan nilai tertentu yang dapat diharapkan terjadi dari suatu fenomena hidrologi pada periode ulang tertentu, sudah pasti mengandung suatu resiko kehancuran atau kegagalan (*risk of failure*), atau kemungkinan nilai dari variat tersebut terjadi sekali atau lebih selama umur proyek (*lifetime*). Secara umum besarnya resiko tersebut dapat dihitung dengan menggunakan persamaan sebagai berikut:

$$RS = 1 - \left\{1 - \left(\frac{1}{T}\right)\right\}^L \quad (2.5)$$

dimana:

RS = resiko kehancuran atau kegagalan (%)

T = periode ulang (tahun)

L = umur proyek (tahun)

Berdasarkan persamaan (2.5), maka dapat diperkirakan tingkat resiko dari suatu proyek yang tergantung dalam penentuan periode ulang. Tabel 2.1, menunjukkan periode ulang yang dibutuhkan bagi resiko kejadian yang ditentukan selama umur proyek.

Tabel 2.1 Periode Ulang Yang Diperlukan

Resiko yang diperlukan	Umur proyek yang diharapkan (tahun)				
	1	10	25	50	100
0,01	100	910	2440	5260	9100
0,10	10	95	234	460	940
0,25	4	35	87	175	345
0.50	2	15	37	72	145
0.75	1,3	8	18	37	72
0,99	1,01	2,7	6	11	22

Sumber: Soewarno, 1995

Dari Tabel 2.1, dapat ditafsirkan bahwa dengan mengharapkan umur proyek 50 tahun, apabila dirancang dengan periode ulang 37 tahun maka akan mempunyai resiko kehancuran sebesar 75%. Penetapan besarnya resiko dari suatu proyek tidaklah mudah, karena harus memerlukan pertimbangan banyak faktor teknis ataupun non teknis yang cukup rumit. Bila suatu proyek dirancang dengan nilai periode ulang yang cukup besar mungkin desain yang dibuat tidak ekonomis lagi,

apalagi kalau data yang digunakan untuk analisis distribusi peluang tidak memenuhi syarat minimal.

II.6 Analisis Frekuensi Curah Hujan Rencana

Analisa distribusi curah hujan dari data hujan yang tersedia dapat dilakukan dengan beberapa metode antara lain Metode Normal, Log Normal, Log Pearson Type III dan Gumbel. Berikut ini adalah beberapa macam distribusi yang digunakan dalam penelitian ini untuk menganalisis probabilitas debit rencana, yaitu:

1. Distribusi Normal

Dalam analisis hidrologi distribusi normal sering digunakan untuk menganalisis frekuensi curah hujan, analisis statistik dari distribusi curah hujan tahunan, dan debit rata-rata tahunan. Distribusi normal umumnya tidak berlaku untuk mencirikan variabel hidrologis sebagai variabel acak yang terdistribusi secara normal bervariasi dari $-\infty$ hingga $+\infty$. Menetapkan probabilitas ke nilai variabel negatif betapapun kecil nilainya secara teoritis mungkin tetapi tidak logis. Namun, beberapa studi telah menggunakan distribusi normal untuk mengkarakterisasi nilai curah hujan tahunan (Teegavarapu, dkk., 2019).

Rumus yang digunakan dalam perhitungan adalah:

$$X_t = X_{rt} + z \cdot S \quad (2.6)$$

dimana:

X_t = curah hujan rencana (mm)

X_{rt} = curah hujan maksimum (mm)

S = standar deviasi

z = faktor frekuensi

Tabel 2.2 Nilai faktor frekuensi (z) untuk Distribusi Normal

Periode Ulang (Tahun)				
5	10	25	50	100
0,84	1,28	1,71	2,05	2,33

Sumber: Lubis, 2016

2. Distribusi Log Normal

Distribusi Log Normal, merupakan hasil transformasi dari distribusi normal, yaitu dengan mengubah varian X menjadi nilai logaritmik varian X . Distribusi Log Normal dapat digunakan untuk mencirikan distribusi nilai ekstrim menggunakan transformasi logaritma (Teegavarapu, dkk., 2019). Rumus yang digunakan dalam perhitungan metode ini adalah sebagai berikut:

$$X_t = \text{Log } X_{rt} + K_t \cdot S \quad (2.7)$$

dimana:

K_t = koefisien untuk periode ulang

Tabel 2.3 Nilai koefisien K_t untuk Distribusi Log Normal

Periode Ulang (Tahun)				
5	10	25	50	100
0,84	1,28	1,71	2,05	2,33

Sumber: Lubis, 2016

3. Distribusi Gumbel

Distribusi Gumbel digunakan untuk analisis data maksimum, misal untuk analisis frekuensi banjir. Rumus yang digunakan adalah:

$$X_t = X_{rt} + \frac{(Y_T - Y_n)}{S_n} \cdot S_n \quad (2.8)$$

dimana:

Y_T = *reduced variate*, parameter Gumbel untuk periode T tahun

Y_n = *reduced mean*, merupakan fungsi dari banyaknya data (n)

S_n = *reduced standard*

X_{rt} = curah hujan maksimum (mm)

Tabel 2.4 Nilai *Reduced Variate* (Y_T)

Periode Ulang	<i>Reduced Variate</i>
2	0,3665
5	1,4999
10	2,2502
20	2,9606
25	3,1985
50	3,9019
100	4,6001
200	5,2960
500	6,2140
1000	6,9190
5000	8,5390
10000	9,9210

Sumber: Lubis, 2016

Tabel 2.5 Nilai *Reduced Mean* (Y_n)

Jumlah Data	Nilai Y_n									
	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
n										
10	0,4952	0,4996	0,5035	0,507	0,51	0,5128	0,5157	0,5181	0,5202	0,522
20	0,5236	0,5252	0,5268	0,5283	0,5296	0,53	0,582	0,5882	0,5343	0,5353

30	0,5363	0,5371	0,538	0,5388	0,5396	0,54	0,541	0,5418	0,5424	0,543
40	0,5463	0,5442	0,5448	0,5453	0,5458	0,5468	0,5468	0,5473	0,5477	0,5481
50	0,5485	0,5489	0,5493	0,5497	0,5501	0,5504	0,5508	0,5511	0,5515	0,5518
60	0,5521	0,5524	0,5527	0,553	0,5533	0,5535	0,5538	0,554	0,5543	0,5545
70	0,5548	0,555	0,5552	0,5555	0,5557	0,5559	0,5561	0,5563	0,5565	0,5567
80	0,5569	0,557	0,5572	0,5574	0,5576	0,5578	0,558	0,5581	0,5583	0,5585
90	0,5586	0,5587	0,5589	0,5591	0,5592	0,5593	0,5595	0,5596	0,8898	0,5599
100	0,56									

Sumber: Lubis, 2016

Tabel 2.6 Nilai *Reduced Standard* (S_n)

Jumlah Data n	Nilai S_n									
	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
10	0,9496	0,9676	0,9833	0,9771	1,0095	1,0206	1,0316	1,0411	1,0493	1,0565
20	1,0628	1,0696	1,0754	1,0811	1,0864	1,0915	1,0961	1,1004	1,1047	1,108
30	1,1124	1,1159	1,1193	1,226	1,1255	1,1285	1,1313	1,1339	1,1363	1,1388
40	1,1413	1,1436	1,1458	1,148	1,1499	1,1519	1,1538	1,1557	1,1574	1,159
50	1,1607	1,1623	1,1638	1,1658	1,1667	1,1681	1,1696	1,1708	1,1721	1,1734
60	1,1747	1,1759	1,177	1,1782	1,1793	1,1803	1,1814	1,1824	1,1834	1,1844
70	1,1854	1,1863	1,1873	1,1881	1,189	1,1898	1,1906	1,1915	1,1923	1,193
80	1,1938	1,1945	1,1953	1,1959	1,1967	1,1973	1,198	1,1987	1,1994	1,2001
90	1,2007	1,2013	1,2026	1,2032	1,2038	1,2044	1,2046	1,2049	1,2055	1,206
100	1,2065									

Sumber: Lubis, 2016

4. Distribusi Log Pearson Type III

Distribusi Log Pearson Type III digunakan dalam analisis hidrologi, terutama dalam analisis data maksimum (banjir) dan minimum (debit minimum) dengan nilai ekstrim. Bentuk sebaran Log Pearson Type III merupakan hasil transformasi dari sebaran Pearson Type III dengan

menggantikan varian menjadi nilai logaritmik (Soemarto, 1995). Rumus yang digunakan pada metode ini antara lain:

$$\log \bar{x} = \frac{\sum_{i=1}^n \log (X_i)}{n} \quad (2.9)$$

dimana:

$\log \bar{x}$ = harga rata-rata logaritmik

x_i = nilai curah hujan maksimum tiap tahun

n = jumlah data

$$S = \left(\frac{\sum_{i=1}^n \{\log(X_i) - \log \bar{x}\}^2}{n-1} \right)^{0,5} \quad (2.10)$$

$$C_s = \frac{\sum_{i=1}^n \{\log(X_i) - \log \bar{x}\}^2}{(n-1)(n-2)S^3} \quad (2.11)$$

$$\log X = \log \bar{x} + k \cdot S \quad (2.12)$$

$$X_t = 10^{\log X}$$

dimana:

X_t = curah hujan rencana periode ulang T tahun

k = harga yang diperoleh berdasarkan nilai C_s

S = standar deviasi

Tabel 2.7 Faktor k untuk Distribusi Log Pearson Type III

Kemencengan	Periode Ulang (Tahun)							
	2	5	10	25	50	100	200	500
(C_s)	Peluang (%)							
	50	20	10	4	2	1	0,5	0,1
3,0	-0,396	0,420	1,180	2,278	3,152	4,051	4,970	7,250
2,5	-0,360	0,518	1,250	2,262	3,048	3,845	4,652	6,600
2,2	-0,330	0,574	1,840	2,240	2,970	3,705	4,444	6,200
2,0	-0,307	0,609	1,302	2,219	2,912	3,605	4,298	5,910

1,8	-0,282	0,643	1,318	2,193	2,848	3,499	4,147	5,660
1,6	-0,254	0,675	1,329	2,163	2,780	3,388	6,990	5,390
1,4	-0,225	0,705	1,337	2,128	2,706	3,271	3,828	5,110
1,2	-0,195	0,732	1,340	2,087	2,626	3,149	3,661	4,820
1,0	-0,164	0,758	1,340	2,043	2,542	3,022	3,489	4,540
0,9	-0,148	0,769	1,339	2,018	2,498	2,957	3,401	4,395
0,8	-0,132	0,780	1,336	1,998	2,453	2,891	3,312	4,250
0,7	-0,116	0,790	1,333	1,967	2,407	2,824	3,223	4,105
0,6	-0,099	0,800	1,328	1,939	2,359	2,755	3,132	3,960
0,5	-0,083	0,808	1,323	1,910	2,311	2,686	3,041	3,815
0,4	-0,066	0,816	1,317	1,880	2,261	2,615	2,949	3,670
0,3	-0,050	0,824	1,309	1,849	2,211	2,544	2,856	3,525
0,2	-0,033	0,831	1,301	1,818	2,159	2,472	2,763	3,380
0,1	-0,017	0,836	1,292	1,785	2,107	2,400	2,670	3,235
0,0	0,000	0,842	1,282	1,751	2,054	2,326	2,576	3,090
-0,1	-0,017	0,836	1,270	1,761	2,000	2,252	2,482	3,950
-0,2	0,033	0,850	1,258	1,680	1,945	2,178	2,388	2,810
-0,3	0,050	0,830	1,245	1,643	1,890	2,104	2,294	2,675
-0,4	0,066	0,855	1,231	1,606	1,834	2,029	2,201	2,540
-0,5	0,083	0,856	1,216	1,567	1,777	1,955	2,108	2,400
-0,6	0,099	0,857	1,200	1,528	1,720	1,880	2,016	2,275
-0,7	0,116	0,857	1,183	1,488	1,663	1,806	1,926	2,150
-0,8	0,132	0,856	1,166	1,488	1,606	1,733	1,873	2,035
-0,9	0,148	0,854	1,147	1,407	1,549	1,660	1,749	1,910
-1,0	0,164	0,852	1,128	1,366	1,492	1,588	1,664	1,800
-1,2	0,195	0,844	1,086	1,282	1,379	1,449	1,501	1,625
-1,4	0,225	0,832	1,041	1,198	1,270	1,318	1,351	1,465
-1,6	0,254	0,817	0,994	1,116	1,166	1,200	1,216	1,280
-1,8	0,282	0,799	0,945	1,035	1,069	1,089	1,097	1,130
-2,0	0,307	0,777	0,895	0,959	0,980	0,990	1,995	1,000

-2,2	0,330	0,752	0,844	0,888	0,900	0,905	0,907	0,910
-2,5	0,360	0,711	0,771	0,793	1,798	0,799	0,800	0,802
-3,0	0,396	0,636	0,660	0,666	0,666	0,667	0,667	0,668

Sumber: Lubis, 2016

Distribusi Log Pearson Type III, mempunyai koefisien kemencengan (*Coefisien of skewness*) atau $C_s \neq 0$. Setelah pemilihan jenis sebaran dilakukan maka prosedur selanjutnya yaitu mencari curah hujan rencana periode ulang 2, 5, 10, 25, 50 dan 100 tahun.

II.7 Uji Kesesuaian Distribusi

Untuk menentukan kesesuaian (*the goodness of fit test*) distribusi frekuensi dari sampel data terhadap fungsi distribusi peluang yang diperkirakan dapat mewakili distribusi frekuensi tersebut diperlukan pengujian parameter. Umumnya pengujian dilaksanakan dengan cara menggambarkan data pada kertas peluang dan menentukan apakah data tersebut merupakan garis lurus, atau dengan membandingkan kurva frekuensi dari data pengamatan terhadap kurva frekuensi teoritisnya.

1. Uji *Chi-Square*

Uji *Chi-Square* dimaksudkan untuk menentukan apakah persamaan distribusi peluang yang telah dipilih dapat mewakili dari distribusi statistik sampel data yang dianalisis. Pengambilan keputusan uji ini menggunakan parameter X^2 , oleh karena itu disebut dengan uji *Chi-Square*. Parameter X , dapat dihitung dengan rumus:

$$X_h^2 = \sum_{i=1}^G \frac{(O_i - E_i)^2}{E_i} \quad (2.13)$$

dimana:

X_h^2 = parameter *Chi-Square* terhitung

G = jumlah sub-kelompok

O_i = jumlah nilai pengamatan pada sub-kelompok ke i

E_i = jumlah nilai teoritis pada sub-kelompok ke i

2. Uji Smirnov-Kolmogorov

Uji kesesuaian Smirnov-Kolmogorov, sering juga disebut uji kesesuaian non parametrik (*non parametric test*), karena pengujiannya tidak menggunakan fungsi distribusi tertentu. Rumus yang digunakan adalah:

$$D = \{\max (PX_m - P'X_m)\} \quad (2.14)$$

dimana:

P = peluang empiris

X_m = curah hujan maksimum

Tabel 2.8 Nilai Kritis D_0 untuk Uji Smirnov-Kolmogorov

n	Derajat Kepercayaan (α)			
	0,20	0,10	0,05	0,01
5	0,45	0,51	0,56	0,67
10	0,32	0,37	0,41	0,49
15	0,27	0,30	0,34	0,40
20	0,23	0,26	0,29	0,36
25	0,21	0,24	0,27	0,32
30	0,19	0,22	0,24	0,29
35	0,18	0,20	0,23	0,27
40	0,17	0,19	0,21	0,25
45	0,16	0,18	0,20	0,24

50	0,15	0,17	0,19	0,23
n > 50	1,07	1,22	1,36	1,63
	$n^{0,5}$	$n^{0,5}$	$n^{0,5}$	$n^{0,5}$

Sumber: Soewarno, 1995

Apabila D lebih kecil dari D_0 maka distribusi teoritis yang digunakan untuk menentukan persamaan distribusi dapat diterima, apabila D lebih besar dari D_0 maka distribusi teoritis yang digunakan untuk menentukan persamaan distribusi tidak dapat diterima.

II.8 Koefisien Limpasan (*Run-off Coefficient*)

Koefisien limpasan merupakan suatu parameter yang menunjukkan nilai perbandingan antara besarnya curah hujan di suatu wilayah dengan besarnya aliran permukaan yang disebabkan oleh curah hujan tersebut. Adapun faktor-faktor yang mempengaruhi besaran koefisien limpasan ini antara lain adalah faktor iklim yaitu intensitas dan distribusi curah hujan, dan faktor karakteristik DAS yang meliputi luas DAS, topografi, jenis tanah, dan tata guna lahan (Manning, 1997).

Tabel 2.9 Nilai Koefisien Limpasan

No.	Topografi (C_t)	Nilai C
1	Datar (<1%)	0,03
2	Bergelombang (1 – 10%)	0,08
3	Perbukitan (10 – 20%)	0,16
4	Pegunungan (>20%)	0,26
No.	Tanah (C_s)	Nilai C

1	Pasir dan kerikil	0,04
2	Lempung berpasir	0,08
3	Lempung dan lanau	0,16
4	Lapisan batu	0,26
No.	Vegetasi (C_v)	Nilai C
1	Hutan	0,04
2	Pertanian	0,11
3	Rerumputan	0,21
4	Tanpa tanaman	0,28

Sumber: Hassing, 1995 dalam Suripin, 2002

$$\text{Koefisien Limpasan (C)} = C_t + C_s + C_v \quad (2.15)$$

II.9 Koefisien Kekasaran Manning

Koefisien Kekasaran manning (*Manning Coefficient*) adalah suatu nilai yang menunjukkan kekasaran atau hambatan yang terdapat di kondisi aktual saluran drainase, yang mempengaruhi kecepatan aliran air serta debit aliran. Berikut merupakan tabel nilai koefisien kekasaran manning berdasarkan (Chow, et al, 1988)

Tabel 2.10 Nilai Koefisien Manning

No.	Tipe Saluran dan Jenis Bahan	Harga n
1.	Beton	
	Gorong-gorong lurus dan bebas dari kotoran	0,011
	Gorong-gorong dengan lengkungan dan sedikit kotoran gangguan	0,013
	Beton dipoles	0,012

	Saluran pembuang dengan bak kontrol	0,015
2.	Tanah, lurus dan seragam	
	Bersih baru	0,018
	Bersih telah melapuk	0,022
	Berkerikil	0,025
	Berumput pendek, sedikit tanaman pengganggu	0,027
3.	Saluran alam	
	Bersih lurus	0,030
	Bersih, berkelok-kelok	0,040
	Banyak tanaman pengganggu	0,070
	Dataran banjir berumput pendek – tinggi	0,030
	Saluran di belukar	0,050

Sumber: Chow, et al, 1988

II.10 Debit Rancangan dengan Metode Rasional

Debit rencana untuk daerah pertambangan umumnya dikehendaki pembuangan air yang secepatnya, agar jangan ada genangan air yang berarti. Untuk memenuhi tujuan ini saluran-saluran harus dibuat cukup sesuai dengan debit rancangan. Adapun metode yang digunakan untuk perhitungan debit rancangan ini adalah Metode Rasional. Metode ini merupakan metode tertua yang dikembangkan hanya untuk memprediksi besarnya debit puncak tanpa melihat sebaran besar debit terhadap waktu. Pada metode ini diasumsikan bahwa bila intensitas hujan selama waktu pengeringan DAS dari air akibat hujan tersebut konstan, maka intensitas dari

aliran permukaannya akan sama dengan intensitas hujan yang turun. Anggapan tersebut dapat dituliskan dalam formulasi sebagai berikut (Takeda, 2006)

$$Q = 0,278 C \cdot I \cdot A \quad (2.16)$$

dimana:

Q = debit puncak (m³/dt)

C = koefisien limpasan

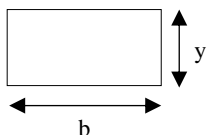
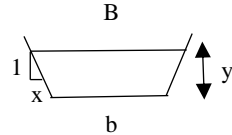
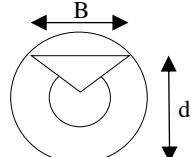
I = intensitas hujan (mm/jam)

A = luas DAS (km²)

II.11 Perhitungan Desain Drainase dan *Sediment Pond*

Pada umumnya drainase terbuat dari tanah akan tetapi tidak menutup kemungkinan dibuat dari pasangan batu dan coram beton. Saluran ini memerlukan cukup ruang dan berfungsi untuk menampung dan menyalurkan limpasan air hujan dengan debit yang besar. Potongan melintang saluran yang paling ekonomis adalah saluran yang dapat melewati debit maksimum untuk luas penampang basah, kekasaran, dan kemiringan dasar tertentu. Salah satunya adalah saluran berbentuk trapesium. Perhitungan desain saluran dilakukan dengan menggunakan persamaan pada tabel dibawah:

Tabel 2.11 Persamaan Untuk Tiap Desain Drainase

	Rectangle	Trapezoid	Circle
			
Area (A)	by	$(b + xy)y$	$\frac{1}{8}(\phi - \sin\phi)D^2$

Wetted perimeter (P)	$b + 2y$	$b + 2y\sqrt{1 + x^2}$	$\frac{1}{2}\phi D$
Top width (B)	b	$b + 2xy$	$\left(\frac{\sin\phi}{2}\right)D$
Hydraulic radius (R)	$\frac{by}{(b + 2y)}$	$\frac{(b + xy)y}{b + 2y\sqrt{1 + x^2}}$	$\frac{1}{4}\left(1 - \frac{\sin\phi}{\phi}\right)D$
Hydraulic mean depth (D)	y	$\frac{(b + xy)y}{b + 2xy}$	$\frac{1}{8}\left(\frac{\phi - \sin\phi}{\sin\left(\frac{1}{2}\phi\right)}\right)D$

Sumber: Chow, et al, 1988

Luas Kolam pengendapan khususnya pada area tambang dapat dihitung dengan menggunakan persamaan sebagai berikut:

$$A = \frac{Q}{V_s} \quad (2.17)$$

dimana:

A = Luas Kolam Pengendapan

Q = Debit maksimum pada periode ulang curah hujan

V_s = Kecepatan Pengendapan (*Settling Velocity*)

Stokes (1851) dalam (Gu, dkk.), menurunkan persamaan untuk partikel berbentuk bola dengan bilangan Reynolds yang rendah untuk memprediksi kecepatan pengendapannya. Kecepatan pengendapan (V_s) dapat dihitung dengan persamaan berikut:

$$V_s = \frac{gD_s^2 (\rho_s - \rho)}{18\mu} \quad (2.18)$$

dimana:

V_s = Kecepatan pengendapan

g = Percepatan gravitasi

D_s = Diameter partikel

ρ_s = Densitas partikel

ρ = Densitas cairan

μ = Viskositas cairan