Jurnal Teknik Mesin, Industri, Elektro Dan Informatika (JTMEI)
Vol. 3 No. 1 Maret 2024
E-ISSN: 2963-7805; P-ISSN: 2963-8208, Hal 185-193
DOI: https://doi.org/10.55606/jtmei.v3i1.3277

Perencanaan Drainase Saluran Terbuka Pada Area Tambang Komoditas Tanah Liat Kabupaten Trenggalek

Muhammad Dani Dhaifullah, Tuhu Agung Rachmanto
Program Studi Teknik Lingkungan, Universitas Pembangunan Nasional "Veteran" Jawa Timur
Email : [1] muhammaddani017@gmail.com; [2] tuhu.tl@upnjatim.ac.id*

Abstract *One of the important aspects in mining activities is the drainage system. A good drainage system can prevent flooding, erosion, landslides, and water pollution caused by mining. The drainage system applied in the clay mining site consists of making drainage channels at the bottom of the mining benches. This is intended to capture the mine runoff water. The mine floor is sloped towards the drainage channel. Data collection is carried out, which includes data on location, area, and slope of the mining area, rainfall, runoff coefficient, and then calculations are performed using the Manning equation to obtain the channel dimensions. The planned open channel dimensions have a channel base width = 0.908 m, flow depth = 0.79 m, wet cross-sectional area = 1.07 m, wet perimeter = 1.943 m, hydraulic radius = 0.39 m, water surface width = 1.824 m, and freeboard = 0.197 m. The construction of the drainage channel is intended so that the water on the mine floor can flow directly to the drainage channel, thus not disturbing the mining activities*

Keywords : *Drainage , Mining , Rainfall , Runoff*

Abstrak Aspek penting dalam kegiatan pertambangan adalah sistem drainase. Sistem drainase yang baik dapat mencegah terjadinya genangan, erosi, longsor, dan pencemaran air akibat pertambangan. Sistem drainase yang diterapkan pada lokasi penambangan komoditas tanah liat berupa pembuatan drainase pada bagian bawah jenjang tambang. Hal ini di tujukan untuk menangkap air limpasan tambang. Pada bagian lantai tambang dibuat miring ke arah drainase. Dilakukan pengumpulan data yang melipuri data lokasi, luas, dan kemiringan area tambang, curah hujan, koefisien air limpasan, setelah data terkumpul selanjutnya dilakukan perhitungan dengan persamaan manning untuk mendapatkan dimensi saluran. Dimensi saluran terbuka yang direncanakan memiliki lebar dasar saluran = 0.908 m, kedalaman aliran = 0.79 m, luas tampang basah= 1.07 m, keliling basah= 1.943 m, jari-jari hidrolis= 0.39 m, lebar muka air= 1.824 m, dan tinggi jagaan= 0,197 m. Pembuatan saluran drainase dimaksudkan supaya air yang ada di lantai tambang bisa langsung mengalir ke saluran drainase, sehingga tidak mengganggu aktifitas penambangan.

Kata Kunci : Drainase , Pertambangan , Curah hujan , Limpasan

PENDAHULUAN

Salah satu aspek penting dalam kegiatan pertambangan adalah sistem drainase, yaitu sistem yang berfungsi untuk mengatur aliran air di dalam dan sekitar area tambang. Sistem drainase yang baik dapat mencegah terjadinya genangan, erosi, longsor, dan pencemaran air akibat kegiatan pertambangan. Sistem drainase juga dapat meningkatkan produktivitas, efisiensi, dan keselamatan operasi pertambangan.

Sistem penyaliran tambang yang diterapkan pada lokasi penambangan komoditas tanah liat berupa pembuatan drainase pada bagian bawah jenjang tambang. Hal ini di tujukan untuk menangkap air limpasan tambang. Pada bagian lantai tambang dibuat miring ke arah drainase, hal ini dimaksudkan supaya air yang ada di lantai tambang bisa langsung mengalir ke saluran drainase, sehingga tidak mengganggu aktifitas penambangan. Kolam pengendapan pada lokasi tambang dibuat pada 1 titik lokasi yang berada di bagian elevasi terendah dan hal ini dimaksudkan supaya dapat menampung air limpasan yang ada dan untuk memaksimalkan

Received: November 22, 2023; Accepted: Desember 29, 2023; Published: Maret 31, 2024
* Muhammad Dani Dhaifullah, *muhammaddani017@gmail.com*

pengelolaan air sebelum dialirkan ke badan air yang ada. Penentuan pembuatan kolam pengendapan, salah satunya ditentukan oleh curah hujan yang berada di lokasi penambangan. Data curah hujan diperlukan untuk menentukan dimensi pembuatan kolam pengendapan sehingga kolam mampu untuk menampung dan mengelola air limpasan tambang sebelum dialirkan ke badan air.

Air tambang berasal dari air hujan yang langsung masuk ke dalam bukaan tambang, air limpasan yang berasal dari daerah tangkapan hujan (DTH) disekitar area penambangan, dan air tanah. Pada aera penambangan di lokasi, sumber air tambang berasal dari air hujan yang langsung masuk ke dalam bukaan tambang. Sedangkan untuk airtanah diasumsikan tidak ada karena *pit bottom* area penambangan berada di atas level muka air tanah. Dengan demikian keberadaan air tanah tidak mengganggu kegiatan penambangan. Untuk mencegah air limpasan yang berasal dari bukaan tambang mengganggu kegiatan penambangan, maka air akan dialirkan menuju kolam pengendapan.

Penelitian ini bertujuan untuk merencanakan sistem drainase saluran terbuka pada area tambang komoditas tanah liat. Penelitian ini juga bermaksud untuk menganalisis faktor-faktor yang mempengaruhi sistem drainase saluran terbuka, seperti curah hujan, debit air, luas daerah tangkapan, dan kemiringan lahan. Dengan demikian, diharapkan penelitian ini dapat memberikan kontribusi bagi pengembangan dan pengelolaan sistem drainase saluran terbuka yang efektif dan efisien pada area tambang komoditas tanah liat.

METODE PENELITIAN

Metode penelitian yang digunakan dalam jurnal ini adalah sebagai berikut. Pertama, dilakukan studi literatur untuk mengkaji teori-teori dan standar yang berkaitan dengan sistem drainase saluran terbuka dan pertambangan tanah liat. Kedua, dilakukan pengumpulan data yang melipuri data lokasi, luas, dan kemiringan area tambang, curah hujan, koefisien air limpasan. Ketiga, setelah data terkumpul selanjutnya dilakukan perhitungan dengan persamaan manning untuk mendapatkan dimensi saluran.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Koefisien Air Limpasan

Berdasarkan kondisi topografi area penambangan yaitu perbukitan berlereng sedang sampai dengan grade 3-15% dan kondisi daerah penelitian yang berupa ladang atau tegalan dengan vegetasi ringan. Maka koefisien limpasan yang digunakan adalah 0,6.

Secara makro, evaluasi terhadap DAS dapat dilakukan dengan menghitung nisbah (ratio) debit maksimum-minimum dari tahun ke tahun. Penentuan koefisien limpasan dalam rancangan penyaliran tambang umumnya menggunakan *The Catcchment Average Volumetric Run Off Coeficient*. Faktor-faktor yang berpengaruh, antara lain kondisi pemukaan tanah, luas daerah tangkapan hujan, kondisi tanah penutup, dan lain-lain.

Tabel 1. Koefisien Air Limpasan Daerah Pengamatan

No.	Keadaan Topografi	Kondisi Daerah Air Limpasan	C
1.	Datar (<3 %)	Sawah dan rawa-rawa	0,2
		Hutan tropis dan perkebunan	0,3
		Permukiman	0,4
2.	Curam (3-15 %)	Hutan dan perkebunan	0,4
		Permukiman	0,5
		Vegetasi ringan	0,6
		Tanah gundul, daerah penimbunan	0,7
3.	Curam sekali (>15 %)	Hutan	0,6
		Permukiman	0,7
		Vegetasi ringan	0,8
		Tanah gundul dan daerah tambang	0,9

Data Curah Hujan Kabupaten Trenggalek

Perhitungan mengenai kondisi run-off air dan curah hujan akan sangat dipertimbangkan dalam pembuatan kolam pengendapatn maupun saluran drainase. Koefisien air limpasan adalah (run-off) bilangan yang menunjukkan perbandingan antara air limpasan dengan jumlah air hujan. Sedangkan Koefisien Regim Sungai (KRS) merupakan koefisien perbandingan anatara debit harian rata-rata maksimum dengan debit harian rata-rata minimum.

Tabel 2. Data Curah Hujan Kabupaten Trenggalek

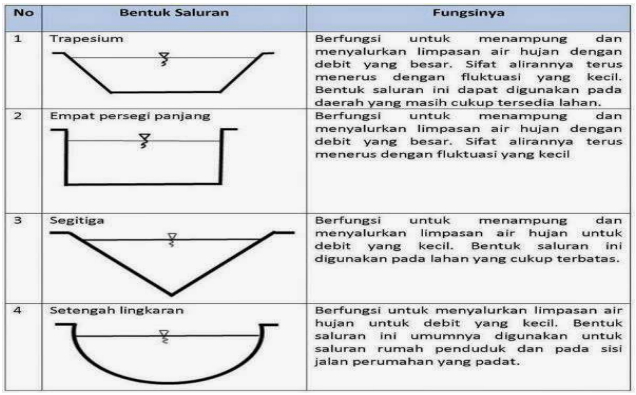
Bulan	**Curah Hujan Harian Kabupaten Trenggalek (mm)**			
	2014	**2017**	**2019**	**2020**
JAN	212	218	326	286
FEB	238	312	223	373
MAR	219	132	444	373
APR	86	166	209	161
MEI	68	195	26	225
JUN	22	208	20	166
JUL	12	122	13	39
AGUST	10	257	2	15
SEP	7	236	0	71
OKT	64	303	6	332

Bulan	Curah Hujan Harian Kabupaten Trenggalek (mm)			
	2014	**2017**	**2019**	**2020**
NOV	208	396	80	259
DES	285	195	185	311
Total	1431	2740	1534	2609
Rata-rata	119	228	128	217
Max	285	396	444	373
Jumlah Curah Hujan Total				8134
Curah Hujan Rata-Rata				173
Curah Hujan Maksimal (x) (mm/hari)				444

Sumber : BPS Kabupaten Trenggalek, 2020

Bentuk Penampang Saluran

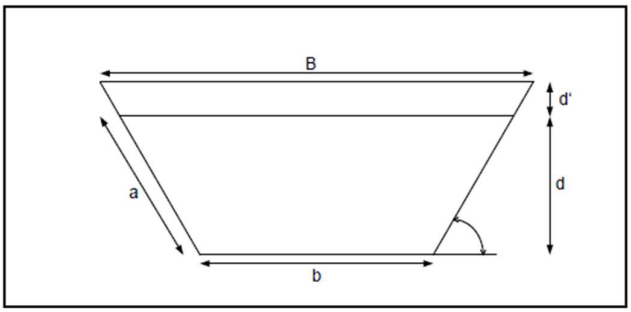
Bentuk penampang saluran pada muka tanah umumnya ada beberapa macam, antara lain bentuk trapesium, empat persegi panjang, segitiga, dan setengah lingkaran. Beberapa bentuk saluran dan fungsinya dijelaskan pada gambar dibawah ini:



No	Bentuk Saluran	Fungsinya
1	Trapesium	Berfungsi untuk menampung dan menyalurkan limpasan air hujan dengan debit yang besar. Sifat alirannya terus menerus dengan fluktuasi yang kecil. Bentuk saluran ini dapat digunakan pada daerah yang masih cukup tersedia lahan.
2	Empat persegi panjang	Berfungsi untuk menampung dan menyalurkan limpasan air hujan dengan debit yang besar. Sifat alirannya terus menerus dengan fluktuasi yang kecil
3	Segitiga	Berfungsi untuk menampung dan menyalurkan limpasan air hujan untuk debit yang kecil. Bentuk saluran ini digunakan pada lahan yang cukup terbatas.
4	Setengah lingkaran	Berfungsi untuk menyalurkan limpasan air hujan untuk debit yang kecil. Bentuk saluran ini umumnya digunakan untuk saluran rumah penduduk dan pada sisi jalan perumahan yang padat.

Gambar 1. Bentuk-bentuk umum Saluran Terbuka dan Fungsinya

Pemilihan bentuk penampang tersebut didasarkan pada debit air tambang, jenis batuan atau tanah dimana saluran terbuka akan dibuat dan cara pembuatannya. Saluran drainase yang akan digunakan sendiri ialah saluran terbuka berbentuk trapesium, dikarenakan bentuk trapesium mudah dibuat dan mampu mengalirkan debit air tambang dalam jumlah besar.



Gambar 2. Contoh Penampang Saluran Terbuka Berbentuk Trapesium

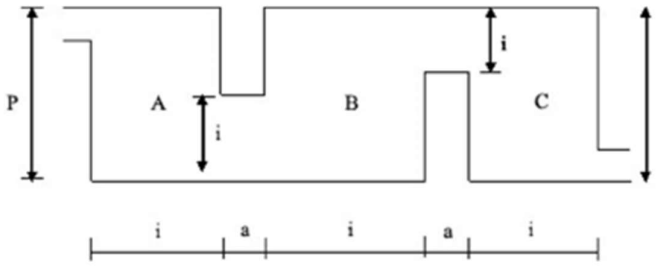
Bentuk Kolam Pengendap

Bentuk kolam pengendapan umumnya hanya digambarkan secara sederhana berupa kolam berbentuk empat persegi panjang. Padahal, sebenarnya bentuk kolam pengendapan bermacam-macam tergantung dari kondisi lapangan dan keperluannya. Walaupun bentuknya bermacam-macam, setiap kolam pengendapan akan selalu mempunyai empat zona penting yang terbentuk karena proses pengendapan material padatan (*solid particle*). Empat zona tersebut adalah sebagai berikut:

- Zona Masukan, tempat dimana air lumpur masuk ke dalam kolam pengendapan dengan asumsi campuran air dan padatan terdistribusi secara seragam. Zona ini panjangnya 0,5-1 kali kedalam kolam (Huisman, 1977).
- Zona Pengendapan, tempat dimana partikel padatan (solid) akan mengendap. Panjang zona pengendapan adalah panjang kolam pengendapan di kurangi panjang zona masuk dan keluaran (Huisman, 1977).
- Zona Endapan, tempat dimana partikel padatan dalam cairan (lumpur) mengalami pengendapan.
- Zona Keluaran, tempat krluarnya buangan cairan jernih. Panjang zona ini kira-kira sama dengan kedalaman kolam pengendapan, diukur dari ujung lubang pengeluaran (Huisman, 1977).

Kolam Pengendap yang dibuat agar dapar berfungsi lebih efektif, harus memenuhi beberapa persyaratan teknis, seperti:

- Sebaiknya bentuk kolam pengendapan dibuat berkelok-kelok (zig-zag), agar kecepatan aliran lumpur relatif rendah, sehingga partikel padatan cepat mengendap.
- Geomrtri kolam pengendapan harus disesuaikan dengan ukuran *backhoe* yang biasanya dipakai untuk melakukan perawatan kolam pengendapan, seperti mengeruk lumpur dalam kolam, memperbaiki tanggul kolam, dan pekerjaan lain dalam perawatan kolam pengendapan.



Gambar 3. Sketsa Bentuk Kolam pengendapan di Lokasi

Perhitungan Dimensi

Pembuatan kolam pengendapan untuk penambangan harus didasarkan pada perhitungan dimensi kolam, hal ini bertujuan untuk mengetahui daya tampung kolam pengendapan sehingga dapat menampung air limpasan yang ada. Dimensi kolam pengendapan dapat dihitung dengan cara sebagai berikut:

- *Catcthment area* (Daerah Tangkapan Hujan) daisumsikan 105% dari luas IUP OP = 48.800 m^2 × 105% = 51.240 m^2
- Curah hujan rata-rata di Kabupaten Trenggalek (BPS Kab. Trenggalek) =173 mm/bulan= 0.173 m/bulan
  - Volume Air Limpasan = Catchment area × Curah Hujan × Koef. Air Limpasan
    = 51.240 m^2 × 0.173 m/bulan × 0.6
    = 5.318 m^3/bulan = 177.29 m^3/hari
  - Volume air selama 50 jam atau 2 hari = 177.29 m^3/hari × 2 hari = 354.5 m^3
- Debit air limpasan

Qr = Debit Limpasan (m^3/detik)

C = Koefisien pengaliran = 0,8

I = Intensitas hujan (mm/jam) = 0.00026 m/jam

A = Luas daerah pengaliran (m^2) = 48.800 m^2

$$Qr = \frac{1}{3.600} \times C \times I \times A$$

$$Qr = \frac{1}{3.600} \times 0.8 \times 0.00026 \times 48.800$$

$$Qr = 0.00282\ m^3/detik$$

$$Qr = 10.15\ m^3/jam$$

- Bentuk saluran penampang yang dipergunakan adalah penampang lintang ekonomis dengan bentuk penampang trapesium dengan kemiringan sisi a = 60°. Nilai m= 1/tg × a, dapat diketahu persamaan sebagai berikut: m = 1/tg × 60 = 0,58
  - Subtitusikan nilai m kedalam persamaan berikut:

$$B + 2my = 2y\sqrt{1 + m^2}$$

$$B + (2 \times 0.58 \times y) = 2y\sqrt{1 + 0.58^2}$$

$$B + 1.16y = 2.31y$$

$$B = 1.15y$$

  - Setelah diperolej nilai B, kemudian dapat disubtitusikan kedalam persamaan berikut:

$$A = y(B + my)$$

$A = y(1.15y + 0.58y)$

$A = 1.73y^2$

$P = B + 2y\sqrt{1 + m^2}$

$P = 1.15y + 2y\sqrt{1 + 0.58^2}$

$P = 1.15y + 2.31y$

$P = 3.46y$

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

$R = \frac{1.73y^2}{3.46}$ = R= 0.34y

$T = 2y\sqrt{1 + m^2}$

$T = 2y\sqrt{1 + 0.58^2}$

$T = 2.31y$

Dimana:

A= Luas tampang basah

P= Keliling basah

R= Jari-jari hidrolis

T= Lebar muka air

- Saluran terbuka digunakan untuk mengalirkan debit limpasan dari CA-1 dan debit pemompaan dari CA-2 dan CA-3 menuju kolam pengendapan lumpur. Perhitungan dimensi saluran dapat dilakukan dengan menggunakan rumus Manning sebgaia berikut:

$Q = A \times V$ atau $Q = \frac{1}{n} \times R^{2/3} \times S^{1/2} \times A$

$S = \frac{Beda\ Elevasi\ (H)}{Panjang\ Saluran\ (L)}$

$S = \frac{165-137}{300}$

$S = \frac{28}{300}$ = S= 0.093

- Penentuan dimensi atau ukursan saluran merupakan masalah yang cukup penting dalam merancang sebuah sistem penyaliran tambang yang baik. Saluran yang direncanakan dalam penelitian ini yaitu saluran buatan dengan tipe dinding ssaluran tanah, sehingga dapat diketahui nilai koefisien Manning (n) untuk dinding saluran tanah berdasarkan tabel harga koefisien Manning dan diperoleh nilai n = 0,03. Jadi dimensi saluran dapat ditentukan dengan persamaan sebagai berikut:

$Q = A \times V$

$$V = \frac{1}{n} \times R^{2/3} \times S^{1/2}$$

$$V = \frac{1}{0.03} \times (0.34y^{2/3}) \times (0.093^{1/2})$$

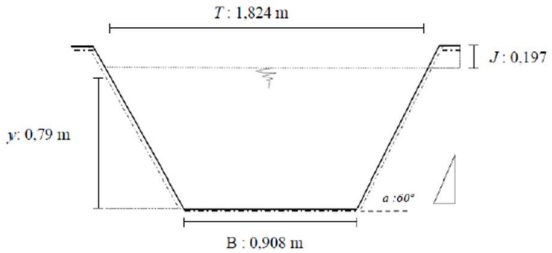
$$V = 3.00016y$$

$$Q = 0.00282\ m^3/detik$$

$$0.00282 = 3.00016y \times 1.73y^3$$

$$Y = 0.79$$

- Setelah diperoleh nilai y, maka dapat diketahui dimensi saluran yang dibutuhkan:
  - Lebar dasar saluran (B) = 1.15y
    = 1.15 × (0.79)
    = 0.908 m
  - Kedalaman aliran (y) = 0.79 m
  - Luas tampang basah (A)= 1.73 y^2
    = 1.73 × $(0.79)^2$
    = 1.07 m
  - Keliling basah (P) = 2.46 y
    = 2.45 × (0.79) = 1.943 m
  - Jari-jari hidrolis (R) = y/2
    = 0.79/2
    = 0.39 m
  - Lebar muka air (T) = 2.31y
    = 2.31 × (0.79)
    = 1.824 m
  - Tinggi jagaan (J) = 25% × y
    = 0.25 × 0.79
    = 0.197 m



Gambar 4. Dimensi Saluran Terbuka

KESIMPULAN

Dimensi saluran terbuka direncanakan memiliki lebar dasar saluran = 0.908 m, kedalaman aliran = 0.79 m, luas tampang basah= 1.07 m, keliling basah= 1.943 m, jari-jari hidrolis= 0.39 m, lebar muka air= 1.824 m, dan tinggi jagaan= 0,197 m. Kapasitas kolam pengendap direncanakan minimal 1.25 × volume air limpasan. Pada lokasi penambangan, kolam pengendap memiliki kapasitas 360 m^3, dengan jumlah kolam pengendap sebanyak 1 kolam agar pengendapan berjalan lebih efektif. Dimensi masing-masing kolam pengendap yaitu memiliki panjang 15 meter, lebar 8 meter, dan kedalaman 3 meter. Air yang berada di settling pond atau kolam pengendapkemudian dialirkan menuju anak sungai melalui saluran drainase dengan harapan air yang keluar dari lokasi penambangan sudah jernih dan tidak membahayakan lingkungan.

REFERENCES

[1] BPS Kabupaten Trenggalek. (2020). Statistik Daerah Kabupaten Trenggalek Tahun 2020. https://trenggalekkab.bps.go.id/

[2] Endra Setiawan dkk. (2016). Kajian Teknis Sistem Penyaliran pada Tambang Batubara di Pt Small PT. Pipit Mutiara Jaya Site Berbatu Provinsi Kalimantan Utara. Jurnal Teknologi Pertambangan, 1 2.

[3] Fajriyah, S. A., & Wardhani, E. (2020). Analisis Hidrologi untuk Penentuan Metode Intensitas Hujan di Wilayah Kecamatan Bogor Barat, Kota Bogor. Serambi Engineering, 900-913.

[4] Huisman, L. (1977). Sedimentation and Flotation Mechanical Filtration. Jakarta: Delft University of Technology. Delft. Syarif Hidayatullah.

[5] Isnaeni dkk. (2016). Kajian Teknis Dimensi Kolam Pengendapan di Settling Pond 71 C PT. Perkasa Inakakerta Kecamatan Bengalon Kabupaten Kutai Timur Provinsi Kalimantan Timur. Jurnall Teknologi Pertambangan 1, 2.

[6] Soemarto, C. (1995). Hidrologi Teknik Edisi Ke - 2. Jakarta: Erlangga.