

**KAJIAN *MINE DRAINAGE* MENGGUNAKAN
DISTRIBUSI GUMBELL SERTA PENGUKURAN
KUALITAS AIR PT. SEMEN PADANG
PROVINSI SUMATERA BARAT**
*(Study of Mine Drainage Using Gumbell Distribution and
Measurement of Water Quality PT. Cement Padang
West Sumatra Province)*

M. Tri Widodo¹, Muhammad Agri Finalta¹, Jarot Wiratama³
Mahasiswa Program Studi Teknik Pertambangan, Universitas Jambi
email: moh.triwidodo@gmail.com
Dosen Program Studi Teknik Pertambangan Universitas Jambi
email: jarot.mining@unja.ac.id

Abstrak

Aktivitas pertambangan tambang PT. Semen padang meliputi proses perintisan, pembersihan lahan, pengupasan tanah penutup, pembersihan area pengeboran, peledakan, pemuatan dan pengangkutan, peremuk, conveying dan storage. Data curah hujan yang akan terjadi tidak dapat diprediksi atau diperkirakan. Tujuan dari penulis ialah untuk mengetahui hasil penyajian data menggunakan distribusi gumbell sebagai acuan penentuan desain saluran terbuka di tambang serta pemantauan pengukuran kualitas air tambang PT. Semen padang. Data yang digunakan selama sepuluh tahun (2011-2020). Berasal dari data curah hujan milik tambang PT. Semen padang. Dari hasil perhitungan menggunakan metode mononobe didapatkan Intensitas curah hujan selama 1 jam sebesar 74,27124881928 mm/jam. Luasan catchment area masing-masing area yaitu 8,58 Ha, 8,86 Ha, dan 14,17 Ha, didapat besaran debit rencana CA I sebesar 1,417 m³/s, CA II 1,645 m³/s Dan CA III 2,634 m³/s. hal ini dapat menghitung dimensi pada 3 area tersebut dengan bentuk saluran terbuka trapesium. Pemantauan dan pengukuran kualitas air ini dilakukan untuk mengetahui outlet air yang dikeluarkan telah sesuai dengan baku mutu lingkungan yang berlaku akan tetapi masih terdapat sedimentasi di area drainase batugadang hasil penambangan pasir masyarakat sedikar, perlu dilakukan pengendalian terhadap drainase batugadang agar tidak mencemari kembali air sungai batang idas tersebut.

Kata Kunci: aktivitas pertambangan, curah hujan, debit air limpasan, intensitas curah hujan, kolam pengendapan lumpur, saluran terbuka.

Abstract

Mining activities of PT. Semen Padang covers the pioneering process, land clearing, overburden stripping, drilling area cleaning, blasting, loading and hauling, crushing, conveying and storage. Rainfall data that will occur cannot be predicted or predicted. The purpose of the author is to find out the results of data presentation using the Gumbell distribution as a reference for determining the design of an open channel in the mine and monitoring the measurement of mine water quality at PT. Semen Padang. Data used for ten years (2011-2020). Derived from rainfall data belonging to the mine of PT. Semen Padang. From the results of calculations using the mononobe method, the intensity of rainfall for 1 hour is 74,27124881928 mm/hour. The catchment area of each area is 8.58 Ha, 8.86 Ha, and 14.17 Ha. The planned discharge for CA I is 1.417 m³/s, CA II is 1.645 m³/s and CA III is 2.634 m³/s. it can calculate the dimensions of these 3 areas with a trapezoidal open channel shape. This monitoring and measurement of water quality is carried out to find out that the water outlet that is released is in accordance with the applicable environmental quality standards but there is still sedimentation in the Batugadang drainage area resulting from the Sedikar community sand mining, it is necessary to control the Batugadang drainage so as not to pollute the Batang Idas river water again

Keyword: *mining activities, open channels, rainfall, rainfall intensity runoff water discharge, silt deposition ponds.*

PENDAHULUAN

PT. Semen Padang merupakan salah satu perusahaan tambang yang bergerak dibidang penambangan batugamping sebagai bahan baku utama dalam pembuatan semen. Sehingga proses pengambilan bahan baku dengan menggunakan sistem tambang terbuka (*Surface Mining*). Dengan metode *side hill type*. Aktivitas penambangan batugamping meliputi perintisan, Pembersihan lahan, Pengupasan tanah penutup, pembersihan area pengeboran, Pengeboran, Peledakan, pemuatan dan

pengangkutan, peremukuan, *conveying*, dan *Storage*.

Sistem tambang terbuka memiliki pengaruh besar terhadap keadaan cuaca setempat. Terutama air hujan yang akan masuk ke bukaan tambang dapat mengganggu aktivitas pertambangan serta kegiatan mobilitas alat mekanis tambang.

Permasalahan yang disebabkan oleh air dapat diatasi dengan membuat suatu metode penyaliran tambang yang baik dan benar untuk menanggulangi air yang akan memasuki area tambang. Tak hanya itu, agar perusahaan dapat mencapai target produksi. Perencanaan sistem penyaliran tambang ini dilakukan agar mempermudah dan memperbaiki kegiatan proses penambangan.

Sistem penyaliran tambang merupakan suatu usaha yang dilakukan untuk mencegah masuknya air atau mengeluarkan air yang telah masuk ke *front* tambang. Kegiatan ini bertujuan untuk mencegah terganggunya aktivitas pertambangan akibat terdapatnya genangan air dalam jumlah yang besar terutama di musim penghujan. Air yang menggenangi daerah tambang segera dialirkan atau dikeluarkan dari area tersebut menggunakan saluran terbuka menuju luar area tambang.

Dalam penentuan besaran debit air yang akan masuk ke dalam daerah tambang dikenal dengan berbagai pendekatan yaitu distribusi gumbell, Tujuan dari penelitian ini yaitu mengetahui besaran luas *catchment area*, intensitas curah hujan, koefisien limpasan, debit air limpasan dan pengelolaan air tambang.

Senyawa-senyawa yang terdapat di dalam batubakar antara lain $\pm 52\%$ CaO, $\pm 15\%$ SiO₂, $\pm 3\%$ Al₂O₃, dan $\pm 1\%$ MgO dan oksida lainnya. Beberapa aktivitas penambangan area bukit karang putih memiliki pengaruh terhadap daerah aliran sungai sekitar tambang ketika hujan tiba seperti pengupasan tanah penutup, pengeboran, peledakan hal ini dapat menyebabkan ketika kondisi peledakan mengalami *missfire* menyebabkan tidak semua bahan peledak terledakkan dengan baik dan ketika terjadinya hujan akan terlarut dengan air limpasan. Selain itu material batubakar juga banyak berjatuh ketika dilakukan pengiriman menggunakan "*Belt Conveyor*" yaitu alat transportasi material hasil penambangan dikirim menuju *Storage*, hal ini dapat menyebabkan terjadinya pencemaran air sungai.

Manfaat dari penelitian ini yaitu untuk memberikan besaran dimensi saluran terbuka berdasarkan hasil perhitungan distribusi gumbell dan pengelolaan air tambang sebelum. Penelitian ini dilakukan karena sebagai acuan untuk membuat besaran dimensi saluran terbuka, fungsi kolam pengendapan lumpur di area tambang serta pengelolaan air tambang sebelum dikeluarkan menuju bantaran sungai sekitar tambang PT. Semen Padang.

Penulis hanya berfokus pada kajian *mine drainage* serta pengelolaan air tambang area pit limit hingga kompartemen barat untuk mengetahui besaran PH, *Total Suspended soil (TSS)* Pada PT. Semen Padang dan penelitian ini dilaksanakan di PT. Semen Padang yang berlokasi di Kelurahan Indarung, Kecamatan Lubuk Kilangan, Kota Padang, Provinsi Sumatera Barat. Penelitian ini dilakukan selama satu bulan yaitu dari 03 Mei 2021-06 Juni 2021.

METODOLOGI

Metode Pengumpulan Data

Observasi lapangan dilakukan dengan pengamatan secara langsung di daerah penelitian. Observasi lapangan yang dilakukan yaitu mengamati situasi dan topografi daerah penelitian, Kompartemen pengendapan lumpur, kondisi front tambang, serta komponen-komponen yang berkaitan dengan penelitian.

Dalam penelitian ini data curah hujan yang dipergunakan ialah selama 10 tahun (2011-2020) yang didapatkan dari unit perencanaan tambang PT. Semen Padang provinsi Sumatera Barat. Kemudian data tersebut akan diolah menggunakan distribusi gumbell dan beberapa rumus yang mendukung metode penelitian diatas ialah rumus mononobe, rumus rasional, rumus manning, rumus persamaan matematika.

Menurut Endriantho, 2013 fungsi dari penyaliran tambang ialah mencegah terjadinya masalah yang timbul akibat air yang akan memasuki front kerja dan meminimalisir sehingga tidak mengganggu kegiatan aktivitas penambangan batubakar meskipun cuaca ekstrim. Penanganan masalah air pada lokasi penambangan dengan jumlah besar dapat dibedakan menjadi 2 metode, yaitu *mine drainage* dan *mine dewatering*.

Mine drainage merupakan suatu upaya pencegahan masuknya air ke lokasi penambangan dengan dilakukan pembuatan saluran terbuka atau paritan keluar tambang menuju sisi lembah disisi bukit, yang mana bertujuan untuk mencegah agar air tidak masuk ke front penambangan. Sedangkan *mine dewatering* merupakan suatu upaya dalam mengeluarkan air yang telah memasuki front penambangan terutama air hujan dengan pompa. (Wolkersdorfer, 2008)

Distribusi Gumbell

Metode Gumbell merupakan suatu metode yang dipergunakan dalam menganalisis data curah hujan. Metode ini menggunakan nilai ekstrim atau nilai maksimum maupun minimum dalam periode tertentu. Analisis data curah hujan rencana akan menggunakan distribusi gumbell, dengan cara *annual series*. Distribusi gumbell dianggap sebagai metode paling tepat dikarenakan dengan curah hujan maksimum setiap hari untuk berbagai periode waktu dan periode hujan yang akan terulang (Suripin, 2004) Perhitungan curah hujan menggunakan distribusi gumbell adalah sebagai berikut:

$$X_t = \bar{x} + \frac{\partial}{\partial n}(Y_t - Y_n) \dots \dots \dots (1)$$

Keterangan:

- X_t = Nilai Curah hujan rencana (mm/hari)
- \bar{x} = Curah Hujan maksimum Rata-rata 2011-2020 (mm/hari)
- ∂ = Simpangan baku (Standart Deviation) Data sampel curah hujan.
- ∂n = Standar deviasi dari *reduce variate*, nilai tergantung dari jumlah data
- Y_n = Rata-rata *reduced mean* terhadap semua sampel.
- Y_t = Nilai *reduced variate* dari variable yang diharapkan terjadi pada periode ulang tertentu.

Dari persamaan metode gumbell nilai curah hujan rata-rata, standart deviasi, nilai curah hujan yang diperoleh hasil dari pengolahan data. Sedangkan nilai selain itu diperoleh dari tabel ketetapan dalam hubungannya dengan jumlah data dan periode ulang hujan.

Intensitas Curah hujan

Intensitas curah hujan merupakan tinggi atau dalamnya air hujan yang diukur diatas permukaan horizontal dengan satuan milimeter persatuan waktu, dapat juga dinyatakan dalam mm/jam, mm/min, dan mm/sec. Biasanya satuan yang digunakan adalah mm/jam, intensitas curah hujan ditentukan berdasarkan rumus monnonobe, rumus monnonobe sebagai berikut:

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

Keterangan:

- I = Intensitas Curah Hujan (mm/jam)
- R_{24} = Curah Hujan Rencana (mm/hari)
- t = Waktu Hujan (jam)

Debit air limpasan

Perhitungan debit air limpasan dapat dilihat sebagai berikut dengan menggunakan rumus rasional, yaitu :

$$Q = 0,278 \cdot C \cdot I \cdot A \dots \dots \dots (3)$$

Keterangan:

- Q = Debit air limpasan (m³/detik)
- I = Intensitas curah hujan (mm/jam)
- C = Koefisien limpasan
- A = Luas daerah tangkapan hujan (km²)

Dimensi Saluran Terbuka

Perhitungan dimensi saluran terbuka dapat menggunakan rumus *manning* untuk menghitung dimensi pada saluran terbuka dapat dilihat sebagai berikut:

$$Q = \frac{1}{n} x(R)^{2/3} x(S)^{1/2} x(A) \dots \dots \dots (4)$$

Keterangan :

- Q = Debit air (m³/detik)
- R = Jari-jari hidrolis (m)
- A = Luas penampang basah (m²)
- n = nilai kekasaran dinding saluran menurut *Manning*
- S = Kemiringan saluran (%)

Kolam pengendapan sedimen

Kolam pengendapan merupakan suatu tempat yang dipergunakan untuk menampung dan

mengendapkan air larian maupun air hujan yang berasal dari area penambangan untuk mengurangi partikel padatan yang akan dikeluarkan ke area aliran sungai didekat tambang. Berdasarkan bentuknya kolam pengendapan dapat disesuaikan dengan keadaan lapangan, secara sederhana kolam pengendapan memiliki 4 zona yaitu zona masukan, zona pengendapan, zona pengendapan lumpur, dan zona keluaran.

Perhitungan kolam pengendapan dapat dihitung menggunakan persamaan matematika sebagai berikut:

$$\text{Volume Total} = (X^2 + Y^2) 0,5 Z \dots\dots\dots(5)$$

$$Y_{12} = \frac{-b + \sqrt{b^2 - 4ac}}{2a} \dots\dots\dots(6)$$

Pengelolaan air tambang

Kegiatan pengelolaan air tambang pada tambang PT. Semen padang dilakukan dengan pengujian kualitas air pada tiap kompartemen tambang. Pengujian dilakukan dengan pengambilan sampel air pada tiap titik penataan untuk memastikan air yang akan dikeluarkan tambang tidak melebihi nilai baku mutu lingkungan (BML) berdasarkan sifat aspek fisika maupun kimia pada kompartemen, bak penampungan dan sungai internal.

Pengujian kualitas air dilakukan secara internal maupun eksternal, pengujian ini dilakukan untuk mengetahui nilai *total suspended soil* dan *ph* air, dengan alat ukur *Partech 740 portable suspended solids* dan *ph meter*, Parameter pengujian kualitas air tambang mengacu pada peraturan menteri lingkungan hidup republik indonesia No.5 tahun 2014 (Lampiran XLVIII). Golongan Idan Kualita s Air berdasarkan peraturan gubernur sumatera barat No 5 Tahun 2008 untuk air kelas II.



Gambar 1. Partech 740 Portable



Gambar 2. PH meter

HASIL DAN PEMBAHASAN

1. Data Curah hujan maksimum

Data curah hujan 10 tahun (2011-2020) dapat dilihat pada Tabel 1. Data tersebut akan digunakan dalam pengolahan data lebih lanjut menggunakan distribusi *Gumbell*.

Tabel 1. Data curah hujan maksimum 2011-2020

Tahun	Curah hujan maksimum 2011-2020
2011	167 mm
2012	165 mm
2013	147 mm
2014	114 mm
2015	167 mm
2016	247 mm
2017	187 mm
2018	166 mm
2019	157 mm
2020	202 mm

2. Hasil Pengolahan Distribusi Gumbell

Untuk menghitung nilai curah hujan rencana dengan menggunakan distribusi gumbell dengan persamaan 1. Dengan data acuan pada tabel 1, maka hasil dari pengolahan data dapat dilihat pada Tabel2.

Tabel 2. Curah hujan rencana distribusi *Gumbell*

Periode Ulang	6 Tahun
Nilai Reduce Variate (Yr)	1,7
Nilai Reduce Mean (Yn)	2,35
Nilai Reduced Standart Deviasi (Sn)	1
Faktor Reduced Variate (k)	1,7
Nilai Standart Deviasi (SD)	35,12
Curah Hujan Maksimum Rata-rata (X) (mm)	171,9
Curah Hujan Rencana Maksimum (Xt) (mm/hari)	214,21
Intensitas Curah Hujan (mm/jam)	74,26

Berdasarkan Tabel 2. Nilai curah hujan rencana sebesar 214,21 mm/hari dengan menggunakan distribusi gumbell dengan periode ulang 6 tahun, periode ulang hujan yaitu perkiraan hujan yang akan kembali terjadi dengan angka yang serupa dengan angka maksimum dalam waktu 6 tahun.

3. Intensitas curah hujan

Berdasarkan hasil perhitungan menggunakan persamaan 2, didapatkan nilai intensitas curah hujan dalam 1 jam sebesar 74,26 mm/jam berdasarkan rumus monnonobe, besaran intensitas curah hujan dalam 1 jam pada tahun 2 adalah 058,07003845 mm/jam, pada tahun 6 adalah 74,26335234 mm/jam, dan pada tahun 10 intensitas curah hujan dalam 1 jam adalah 80,95983553 mm/jam.

4. Debit air limpasan

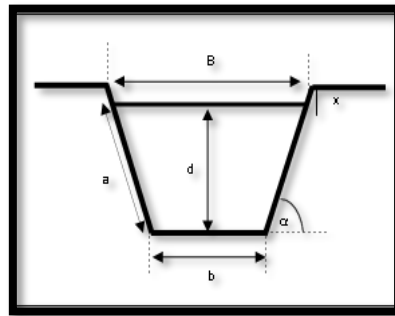
Debit air limpasan dilakukan perhitungan dengan menggunakan persamaan 3, berdasarkan hasil perhitungan dengan menggunakan metode gumbell didapatkan besaran debit pada CA I 1,417238028 m³/s, pada CA II 1,646424248 m³/s, dan pada CA III 2,633163837 m³/s

5. Saluran Terbuka

Saluran terbuka memiliki tujuan untuk mengalirkan dan menampung air menuju ketempat kolam pengendapan, bentuk saluran, umumnya dipilih berdasarkan debit air, tipe material dan kemudahan dalam pembuatannya. Sumber air utama dalam tambang ialah air hujan, serta air tanah tak dapat diabaikan begitu saja dalam menentukan debit air. Untuk merancang bentuk saluran terbuka, beberapa hal perlu diperhatikan seperti mengalirkan debit air yang direncanakan dan mudah

dalam pembuatannya, jenis tanah tidak lepas dari penyesuaian dalam bentuk dimensi saluran yang efektifitas dan ekonomis. (Gautama, 1999)

Dalam penampang saluran terbuka dibuat harus tahan terhadap gerusan aliran air, sehingga tidak menimbulkan erosi pada dinding saluran. Lebih muda dalam pembuatannya, murah dan mudah dalam perawatannya, dinding saluran tidak mudah longsor. Dan stabilitas ke miringan dinding dapat disesuaikan berdasarkan keadaan daerah. Bentuk penampang saluran trapesium sebagai berikut:

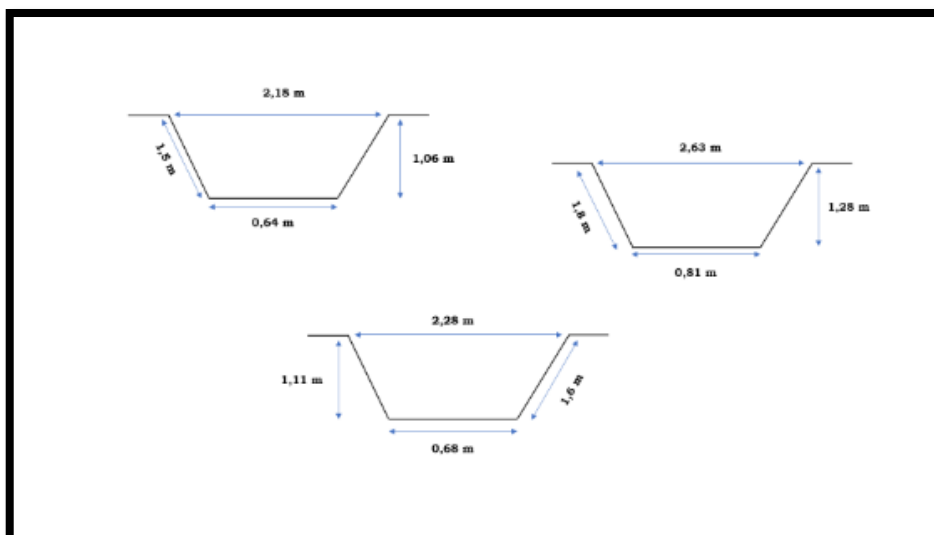


Gambar 3. Saluran terbuka

Dimensi saluran terbuka dibuat menyesuaikan dengan debit air limpasan pada daerah tangkapan hujan, tinggi jagaan pada saluran terbuka yaitu 20% dari kedalaman air yang memiliki peranan untuk mengantisipasi meluapnya air. Perhitungan dimensi saluran terbuka dilakukan menggunakan persamaan 4, dimensi saluran aktual masih tidak beraturan maka dari itu dilakukan perhitungan menggunakan rumus *manning*. Dapat dilihat pada Tabel 3.

Tabel 3. Hasil perhitungan dimensi saluran menggunakan distribusi *Gumbell*

Dimensi	DTH 1	DTH 2	DTH 3
Lebar permukaan saluran (I)	2,18 m	2,28 m	2,63 m
Tinggi Saluran (D)	1,06 m	1,11 m	1,28 m
Panjang sisi miring saluran (a)	1,5 m	1,6 m	1,8 m
Lebar dasar saluran (b)	0,64 m	0,68 m	0,81 m



Gambar 4. Dimensi saluran terbuka

Dari hasil yang didapatkan dalam merancang dimensi saluran terbuka perlu dilakukan pembuatan saluran terbuka pada daerah diatas agar luapan air ketika hujan lebat tidak menggenangi front kerja dan tidak menimbulkan genangan pada jalan hauling tambang PT. Semen Padang tersebut.

6. Kolam Pengendapan sedimentasi

Kolam Pengendapan merupakan kolam yang dibuat untuk menampung dan mengendapkan air limpasan yang berasal dari daerah penambangan maupun daerah sekitar penambangan. Setelah material padatan dibawa oleh air berhasil diendapkan maka air akan mengalir menuju saluran alami seperti sungai, danau maupun laut. Disamping tempat pengendapan, kolam pengendapan juga dapat berfungsi sebagai tempat pengontrolan kualitas air yang akan dialirkan keluar kolam pengendapan, baik itu kandungan material tersuspensi, kandungan material yang dapat membahayakan lingkungan. Dengan adanya kolam pengendapan diharapkan air yang keluar dari daerah penambangan benar benar air yang telah memenuhi ambang batas perizinan yang berlaku di perusahaan tersebut, sehingga dapat mengurangi dampak pencemaran lingkungan sekitar dari kegiatan penambangan.

Berdasarkan peta luas check dam IUP OP 206,96 Ha PT. Semen padang situasi bulan April 2021 kolam sedimentasi area kampung baru memiliki 2 kolam yang mana kolam 1 dengan luasan 2418,46 m² dan kolam 2 sebesar 7654,87 m² dengan kapasitas volume sebesar 30.220 m³. hasil perhitungan yang didapatkan total volume yang akan masuk ke area tersebut ialah sebesar 23481,50 m³ maka volume yang akan datang dapat tertampung dengan baik hanya saja perlu dilakukan perbaikan kondisi saluran terbuka zona keluarannya perlu diperbaiki agar dimensi salurannya seragam agar tidak meluap ketika hujan dengan intensitas tinggi.

Berdasarkan fungsi kolam pengendapan di area tambang PT. Semen padang, kolam pemngendapan di tambang batukapur memiliki tujuan untuk mengendapkan material tersuspensi seperti partikel halus hasil pengeboran yang terbawa oleh air ketika hujan lebat serta kejatuhan material hasil *conveying* dan akibat dari kegiatan peledakan akibat *miss fire* maka bahan peledak akan terakumulasi tercampur air dan mengalir ke area kompartemen tersebut. Maka dari itu pengelolaan air tambang pada PT. Semen padang berupaya agar air yang berasal dari area tambang mendekati normal atau sesuai ambang batas baku mutu yang dipersyaratkan pemerintah. Aktivitas pengelolaan sedimen perusahaan melakukan pembuatan dan pemeliharaan kolam pengendapan dilokasi tambang dengan 3 zona yaitu zona timur, Zona tengah dan zona barat. Kegiatan ini bertujuan untuk mengurangi konsentrasi sedimen, sehingga air yang akan dikeluarkan dari area tambang bersih dari partikel padatan serta tidak menimbulkan kekeruhan pada aliran sungai sebagai tempat pembuangan.

7. Pemantauan dan Pengukuran Kualitas air

Berdasarkan hasil pengukuran *Total suspended soil* pada bulan mei 2021, Parameter pengujian kualitas air kolam sedimen mengacu kepada peraturan menteri lingkungan hidup republik indonesia nomor 5 tahun 2014 (Lampiran XLVII) Golongan 1 dan golongan 2 sedangkan untuk pengujian kualitas air sungai berdasarkan peraturan gubernur sumatera barat nomor 5 tahun 2008 untuk air kelas II. Pada mei 2021 pengukuran kualitas air secara internal telah dilakukan setiap hari, dengan hasil total suspended solid maksimal 48 mg/l di kolam sedimen timur, 150 mg/l di kolam sedimen barat, 194 mg/l di drainase batu gadang dan untuk kolam sedimen tengah tidak mengalir. Hasil pengukuran menunjukkan diatas baku mutu lingkungan dikarenakan kondisi kegiatan masyarakat menggali pasir pada kolam sedimen batugadang serta kondisi hujan. Sedangkan hasil pengukuran ph meter secara internal telah dilakukan dengan hasil ph air 8,43 di kolam sedimen timur, 7,6 di kolam sedimen barat, 7,8 di drainase batu gadang dan untuk kolam sedimen tengah tidak mengalir, hasil menunjukkan bahwa ph air disekitar area tambang baik secara internal maupun internal telah sesuai dengan baku mutu lingkungan.

KESIMPULAN

Berdasarkan hasil perhitungan dengan menggunakan distribusi *Gumbell* didapatkan rancangan besaran dimensi saluran terbuka pada 3 area tambang tersebut dengan masing-masing besaran berdasarkan luasan area tangkapan hujan, tujuan dari pembuatan dimensi saluran terbuka pada area tambang tersebut dilakukan agar ketika hujan lebat tidak menggenangi front kerja tambang dan tidak menghambat aktivitas penambangan batukapur sehingga aktivitas penambangan dan produksi tambang batukapur berjalan dengan optimal dan tidak mengganggu kegiatan alat mekanis lainnya.

Untuk fungsi kolam pengendapan di tambang batubakar memiliki fungsi sebagai tempat pengendapan partikel halus hasil baik itu, pengeboran, pengangkutan, pengiriman material *conveying* serta kegagalan peledakan. Untuk mengurangi pengeruhan daerah aliran sungai sekitar tambang batubakar PT. Semen Padang, hal ini dipengaruhi penambangan pasir lainnya yang dilakukan oleh masyarakat sekitar daerah aliran sungai yang mencemari air sungai batubakar tersebut.

UCAPAN TERIMA KASIH

Ucapan terimakasih diberikan kepada PT. Semen Padang yang telah menjadi latar belakang dilakukannya penelitian, dan kepada seluruh pihak terkait yang telah memberikan dukungan dalam penyelesaian penelitian ini.

DAFTAR PUSTAKA

- Gautama, R. S. (1999). *Sistem Penyaliran Tambang*. Institut Teknologi Bandung.
- Hendratmoko, I. (2006). *Diktat Kuliah Sistem Penirisan Tambang*. Jurusan Teknik Pertambangan, Universitas Trisakti.
- Ramadhani, S. (2015). *Perencanaan Pemompaan Tahun 2016 dipit BPT. Mifa Bersaudara*.
- Suripin. (2004). *Sistem Drainage Perkotaan yang Berkelanjutan*. Jakarta.
- Syarifuddin, W. S. (2017). *Kajian Sistem Penyaliran Pada Tambang Kabupaten Tanah Bumbu Provinsi Kalimantan Selatan*.
- Verrina, G. D., & Dkk. (2013). *Analisa Run Off pada Sub DAS Lematang Hulu*. Fakultas Teknik Sipil Dan Lingkungan, Universitas Sriwijaya., Volume No.1.