

ANALISA PENYALIRAN AIR TAMBANG BATU KAPUR PT. SEMEN BATURAJA (PERSERO) DI PABRIK BATURAJA

Yuliantini Eka Putri¹

Abstrak : Operasi penambangan batu kapur PT. Semen Baturaja (Persero) di Pabrik Baturaja merupakan tambang terbuka. Dengan diterapkannya sistem tambang terbuka maka seluruh kegiatan penambangan dipengaruhi oleh kondisi iklim, salah satunya adalah curah hujan. Curah hujan yang tinggi pada musim penghujan sering menyebabkan genangan air dan banjir pada lantai bukaan tambang (*pit bottom*)

Data-data yang diperoleh dalam tahap pengumpulan data kemudian dianalisis dengan membandingkan kondisi desain dengan kondisi aktual. Dengan demikian kita dapat mengetahui kondisi penyaliran air tambang batu kapur untuk produksi semen sekarang di PT. Semen Baturaja (Persero).

Dari hasil pengamatan dan perhitungan yang dilakukan, maka dapat diambil kesimpulan sebagai berikut :

- a. Debit air limpasan sebesar 4,38 m³/detik, debit air rembesan sebesar 0,03 m³/detik sehingga debit air total yang masuk ke tambang batu kapur sebesar 4,41 m³/detik.
- b. Dengan asumsi dalam sehari hujan turun dengan lebat selama 1 jam dan air rembesan mengalir setiap hari maka didapat volume air tambang per harinya yang masuk ke kolam penampung (*sump*) sebesar 19.790,18 m³/hari yang terdiri dari volume air hujan sebesar 1.430,18 m³/hari, volume air limpasan sebesar 15.768 m³/hari dan volume air rembesan sebesar 2592 m³/hari.
- c. Dengan jumlah air yang masuk ke tambang batu kapur sebesar 220.413 m³ maka diperlukan waktu \pm 10 hari pengeringan dengan menggunakan dua buah pompa berkapasitas 500 m³/jam.
- d. Usulan untuk dimensi saluran terbuka dengan bentuk trapesium dan tanpa pengerasan adalah :
 - 1) Saluran DTH I
 - Kedalaman saluran (y) = 0,8 m
 - Lebar dasar saluran (B) = 1 m
 - Lebar muka air (T) = 1,9 m
 - 2) Saluran DTH II
 - Kedalaman saluran (y) = 1,4 m
 - Lebar dasar saluran (B) = 1,8 m
 - Lebar muka air (T) = 3,3 m

Kata Kunci : Debit Air, Air Rembesan, Air Limpasan

Abstract : *Limestone mining operations of PT. Semen Balfour (Persero) in the Balfour factory is open pit. With the implementation of the entire system of open pit mining operations are affected by climatic conditions, one of which is rainfall. High rainfall in the rainy season often leads to standing water and flooding on the floor of the mine openings (pit bottom) The data obtained in the data collection phase was analyzed by comparing the design conditions with actual conditions. Thus we can determine the condition of the mine water penyaliran limestone for cement production at PT. Semen Balfour (Persero). From the observations and calculations performed, it can be concluded as follows:*

¹.Dosen Jurusan Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Baturaja

- a. Discharge of 4.38 m³/second water runoff, seepage water discharge of 0.03 m³/second so that the total water discharge into the limestone quarry m³/second 4.41.
- b. Assuming a day with heavy rain for 1 hour and drain seepage water every day the importance of the volume of mine water per day into storage ponds (sump) at 19790.18 m³/day consisting of rainwater volume of 1430.18 m³ / day, the volume of 15 768 m³/day of water runoff and seepage water volume of 2592 m³/day.
- c. With the amount of water entering the limestone quarry at 220 413 m³ of the required \pm 10 days drying time by using two pumps with a capacity of 500 m³/hr.
- d. The proposal to open the channel dimensions with trapezoidal shape and without hardening are:
 - 1) DTH Channel I
 - The depth of the channel (y) = 0.8 m
 - The width of the channel base (B) = 1 m
 - The width of water surface (T) = 1.9 m
 - 2) DTH Channels II
 - The depth of the channel (y) = 1.4 m
 - The width of the channel base (B) = 1.8 m
 - The width of water surface (T) = 3.3 m

Keyword : Debit Water, Water Seepage, Water Runoff

PENDAHULUAN

Operasi penambangan batu kapur PT. Semen Baturaja (Persero) di Pabrik Baturaja merupakan tambang terbuka. Dengan diterapkannya sistem tambang terbuka maka seluruh kegiatan penambangan dipengaruhi oleh kondisi iklim, salah satunya adalah curah hujan. Curah hujan yang tinggi pada musim penghujan sering menyebabkan genangan air dan banjir pada lantai bukaan tambang (*pit bottom*). Disamping itu, adanya rembesan dari air danau dan sungai yang masuk ke bukaan tambang juga mempengaruhi jumlah air yang masuk ke bukaan tambang.



Gambar 1. Kondisi Tambang Batu Kapur PT. Semen Baturaja (Persero) Yang Tergenang Air

Perumusan Masalah

Perumusan masalah yang akan dibahas pada penelitian ini adalah bagaimana menangani air tambang yang mengganggu operasi penambangan batu kapur terutama pada saat musim penghujan.

Berdasarkan permasalahan yang diuraikan, penulisan ini bertujuan :

- a. Menentukan debit dan volume air yang masuk ke lokasi tambang batu kapur PT. Semen Baturaja (Persero) Di Pabrik Baturaja.
- b. Menentukan waktu pemompaan.
- c. Menentukan bentuk dan dimensi saluran yang efisien untuk digunakan di lokasi tambang batu kapur PT. Semen Baturaja (Persero) Di Pabrik Baturaja.

Manfaat Penelitian

- a. Dapat memberikan alternatif solusi/hasil penelitian ini dapat dijadikan sebagai pertimbangan bagi PT. Semen Baturaja (Persero) dalam menangani masalah penyaliran air tambang.

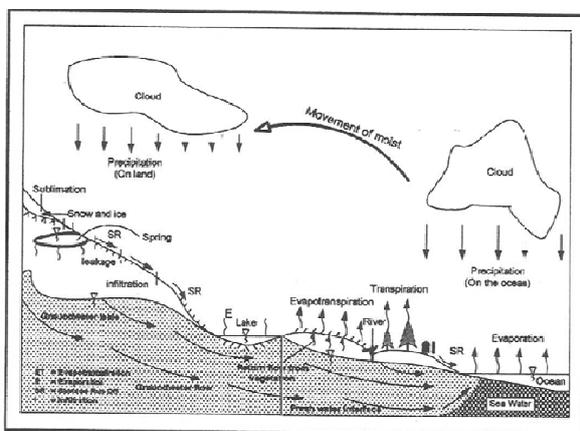
- b. Dapat menambah pengetahuan secara langsung maupun tidak langsung bagi pihak-pihak yang terkait.

TINJAUAN PUSTAKA

Daur Hidrologi

“Joyce Martha, dalam bukunya - **Mengenal Dasar Dasar Hidrologi**”, daur hidrologi merupakan tahapan-tahapan yang dilakukan oleh air dari atmosfer ke bumi dan kembali lagi ke atmosfer. Tahapan tersebut adalah :

- a. Penguapan air dari permukaan bumi, baik yang berasal dari laut, air sungai, air tanah maupun air dari jaringan tumbuhan.
- b. Kondensasi uap air pada lapisan troposfer yang terbentuk dari awan.
- c. Perpindahan awan mengikuti arah angin
- d. Presipitasi dalam bentuk cair (hujan) atau padat (salju dan kristal es) yang mengembalikan air dari atmosfer ke permukaan bumi.
- e. Mengalirnya air mengikuti arah gravitasi (dari tempat yang tinggi ke tempat yang lebih rendah) baik dalam bentuk aliran permukaan maupun air bawah tanah.
- f. Terjadinya penguapan air baik yang berasal dari laut, air sungai dan air tanah menuju udara/atmosfer.



Gambar 2 Daur Hidrologi

Proses infiltrasi terjadi karena hujan yang jatuh di atas permukaan tanah sebagian atau seluruhnya akan mengisi pori-pori tanah. Pergerakan air ke dalam tanah disebabkan oleh gaya gravitasi. Kecepatan pergerakan aliran gravitasi bebas dibatasi oleh pori-pori. Air yang menjadi bagian dari tanah dan berada dalam pori-pori tanah disebut air tanah (*ground water*). Curah hujan yang mencapai permukaan tanah akan bergerak sebagai air limpasan (*run off*) atau sebagai infiltrasi. Kapasitas infiltrasi air hujan dari permukaan tanah ke dalam tanah sangat bervariasi dan tergantung kondisi tanah. Faktor-faktor yang mempengaruhi infiltrasi yaitu :

- a. Faktor tanah
Faktor-faktor yang berkaitan dengan keadaan atau sifat fisik tanah yang meliputi ukuran butir, derajat penggumpalan dan struktur tanah.
- b. Vegetasi (tumbuh-tumbuhan)
Tumbuh-tumbuhan berpengaruh terhadap keadaan tanah. Keberadaan tumbuh-tumbuhan menyebabkan permukaan tanah semakin berpori. Hal ini memudahkan air meresap ke dalam tanah. Faktor-faktor lain yang juga mempengaruhi infiltrasi adalah kemiringan tanah dan suhu air.

Untuk mengetahui debit air rembesan dihitung dengan persamaan :

$$Q = \frac{V}{t} \dots\dots\dots (1)$$

Dimana :

- Q = Debit air rembesan (m³/detik)
- V = Volume (m³)
- t = Waktu (detik)

Limpasan (Run Off)

Limpasan (*run off*) adalah semua air yang mengalir akibat dari hujan yang bergerak dari tempat yang tinggi ke tempat yang lebih rendah,

tanpa memperhatikan asal atau jalan yang ditempuh oleh air tersebut.

Debit air limpasan dapat dihitung dengan persamaan rasional yaitu :

$$Q = 0,278 \times A \times I \times c \dots\dots\dots (2)$$

Dimana :

- Q = Debit air limpasan (m³/detik)
- A = Luas *catchment area* (km²)
- I = Intensitas curah hujan (mm/jam)
- c = Koefisien limpasan

Dalam penggunaan persamaan di atas ada beberapa asumsi yaitu :

- a. Frekuensi hujan sama dengan frekuensi limpasan
- b. Hujan terdistribusi secara merata ke seluruh daerah *catchment area*
- c. Debit maksimal merupakan fungsi intensitas hujan dan tercatat pada akhir waktu konsentrasi.

Dalam penentuan koefisien limpasan faktor yang harus diperhatikan adalah :

- a. Kerapatan vegetasi
Daerah dengan vegetasi yang rapat, akan memberikan nilai c yang kecil, karena air hujan yang masuk tidak dapat langsung mengenai tanah, melainkan akan tertahan oleh tumbuh-tumbuhan, sedangkan tanah yang gundul akan memberi nilai c yang besar.
- b. Tata guna lahan
Lahan persawahan atau rawa-rawa akan memberikan nilai c yang kecil daripada daerah hutan atau perkebunan, karena pada daerah persawahan misalnya padi, air hujan yang jatuh akan tertahan pada petak-petak sawah, sebelum akhirnya menjadi limpasan permukaan.
- c. Kemiringan tanah
Daerah dengan kemiringan yang kecil (<3%), akan memberikan nilai c yang kecil, daripada daerah dengan kemiringan tanah sedang sampai curam untuk keadaan yang

sama. Besarnya koefisien limpasan dapat dilihat pada tabel 1

Tabel 1 Koefisien Limpasan (c) Pada Berbagai Kondisi

Macam Permukaan	Koefisien Limpasan
Lapisan batubara (<i>coal seam</i>)	1,00
Jalan pengangkutan (<i>haul road</i>)	0,90
Dasar pit dan jenjang (<i>pit floor & bench</i>)	0,75
Lapisan tanah penutup (<i>fresh overburden</i>)	0,65
Lapisan tanah penutup yang telah ditanami (<i>revegetated</i>)	0,55
Hutan (<i>natural rain forest</i>)	0,50

Sumber : *Surface Water Hydrology*

Penyaliran Air Tambang

Pengertian dari penyaliran air tambang adalah suatu usaha yang diterapkan pada daerah penambangan untuk mencegah, mengeringkan, atau mengeluarkan air yang masuk ke lokasi penambangan agar kegiatan operasi penambangan tidak terganggu oleh air sehingga produktivitas tidak menurun.

Adapun kegiatan pekerjaan penyaliran air tambang adalah :

- a. Analisa air yang masuk ke daerah penambangan.
- b. Membuat saluran disekitar daerah penambangan.
- c. Membuat kolam penampung (*sump*) dan kolam pengendapan (*settling pond*).
- d. Memasang pompa sesuai dengan kebutuhan.

Daerah tangkapan hujan adalah suatu daerah dimana air hujan yang turun akan tertampung dan menuju ke suatu titik konsentrasi yang sama. Luas *catchment area* dapat ditentukan dengan peta topografi untuk daerah yang masih alami, sedangkan untuk daerah-daerah yang sudah terganggu digunakan peta situasi. Dari hasil pengamatan langsung di lapangan terhadap kemungkinan arah aliran air limpasan dan bentuk permukaan

bumi pada lokasi di peta topografi, maka lokasi penambangan dibagi menjadi dua daerah tangkapan hujan. (Lihat Tabel 2)

Tabel 2 Luas Daerah Tangkapan Hujan

No	Lokasi	Luas (km ²)
1	Daerah Tangkapan Hujan I	0,0798
2	Daerah Tangkapan Hujan II	0,4122

Sumber : Peta Rencana Tambang PT. Semen Baturaja (Persero)

Curah Hujan adalah jumlah atau volume air hujan yang jatuh pada satu satuan luas tertentu, dinyatakan dalam satuan mm. 1 mm berarti pada luasan 1 m² jumlah air hujan yang jatuh sebanyak 1 Liter. Sumber utama air permukaan pada suatu tambang terbuka adalah air hujan.

Perhitungan volume air hujan dapat dihitung dengan rumus :

$$V = X_r \times A \dots\dots\dots (2.3)$$

Dimana :

- V = Volume (m³)
- X_r = Curah hujan rencana (mm/hari)
- A = Luas permukaan (Km²)

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

Persamaan Gumbel tersebut adalah sebagai berikut:

$$X_r = \bar{X} + \frac{S}{S_n} (Y_t - Y_n) \dots\dots\dots (4)$$

Keterangan :

- X_r = Curah hujan rencana (mm/hari)
- \bar{X} = Curah hujan rata-rata (mm/hari)
- S = Standar deviasi nilai curah hujan dari data
- S_n = Standar deviasi dari reduksi variat, tergantung dari jumlah data (n)
- Y_t = Nilai reduksi variat dari variabel yang diharapkan terjadi pada periode ulang hujan (PUH)
- Y_n = Nilai rata-rata dari reduksi variat, tergantung dari jumlah data

Untuk menghitung nilai Y_n (*reduced mean*) dapat menggunakan rumus sebagai berikut :

$$Y_n = -\ln \left[-\ln \left\{ \frac{(n+1-m)}{n+1} \right\} \right] \dots\dots\dots (5)$$

Keterangan :

- n = jumlah sample
- m = urutan sample (m = 1,2,3,...)

Pertama dibutuhkan data curah hujan pada daerah yang bersangkutan, kemudian hitung rata-rata curah hujan. Setelah itu dihitung standar deviasi dari data untuk mendapatkan nilai curah hujan rencana pada periode ulang 5 tahun. Harga standar deviasi dari data didapatkan dengan persamaan sebagai berikut

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

Dimana :

- S = Standar deviasi
- n = Banyaknya data
- x = Total curah hujan n tahun

Distribusi Gumbel umumnya digunakan untuk analisis data maksimum, misalnya untuk analisis frekuensi banjir. Nilai Y_t adalah nilai dari faktor reduksi Gumbel, merupakan fungsi dari besarnya peluang atau periode ulang.

Tabel 3 Nilai Variabel Reduksi Gumbel

T (tahun)	Peluang	Yt
1	0,001	-1,930
2	0,50	0,366
5	0,80	1,510
10	0,90	2,250
20	0,95	2,970
50	0,98	3,900
100	0,99	4,600
200	0,995	5,290
500	0,998	6,210
1000	0,999	6,900

Sumber : Hidrologi Aplikasi Metode Statistik Untuk Analisa Data

Curah hujan biasanya terjadi menurut pola tertentu dimana curah hujan biasanya akan berulang pada suatu periode tertentu, yang dikenal dengan Periode Ulang Hujan. Periode ulang hujan adalah periode (tahun) dimana suatu hujan dengan tinggi intensitas yang sama kemungkinan bisa terjadi lagi. Kemungkinan terjadinya adalah satu kali dalam batas periode (tahun) ulang yang ditetapkan. Penetapan periode ulang hujan sebenarnya lebih ditekankan pada masalah kebijakan dan resiko yang perlu diambil sesuai dengan perencanaan. Menurut *Benyamin Lakitan, dalam bukunya "Dasar-Dasar Klimatologi"*, Acuan untuk menentukan periode ulang hujan (PUH) dapat dilihat pada tabel 4

Tabel 4 Acuan Untuk Menentukan Periode Ulang Hujan Rencana

Keterangan	Periode Ulang Hujan
Daerah terbuka	0,5
Sarana tambang	2 – 5
Lereng-lereng tambang dan penimbunan	5 – 10
Sumuran utama	10 – 25
Penyaliran keliling tambang	25
Pemindahan aliran sungai	100

Sumber : Dasar-Dasar Klimatologi

Intensitas curah hujan adalah jumlah hujan per satuan waktu yang relatif singkat, biasanya satuan yang digunakan adalah mm/jam. Intensitas curah hujan ditentukan berdasarkan rumus *mononobe*, karena data yang tersedia di daerah penelitian hanya terdapat data curah hujan harian.

Rumus *mononobe* :

$$I = \frac{R_{24}}{24} \left(\frac{24}{t} \right)^{2/3} \dots\dots\dots (7)$$

Keterangan :

- I = Intensitas curah hujan (mm/jam)
- t = Lama waktu hujan atau waktu konstan (jam)
- R₂₄ = Curah hujan maksimum (mm).

Dari kondisi lingkungan sekitar pada saat hujan turun maka derajat hujan dapat dibagi menjadi 5 bagian. Pada tabel 2.5 berikut ini dapat dilihat hubungan antara derajat hujan dengan intensitas hujan dan kondisi lingkungan saat terjadinya hujan.

Tabel 5 Derajat Dan Intensitas Hujan

Derajat Hujan	Intensitas Curah Hujan (mm/ment)	Kondisi
Hujan sangat lemah	0,02	Tanah agak basah
Hujan lemah	0,02 – 0,05	Tanah menjadi basah
Hujan normal	0,05 – 0,25	Bunyi curah hujan terdengar
Hujan deras	0,25 – 1,0	Air tergenang di seluruh permukaan tanah dan terdengar bunyi dari genangan
Hujan sangat deras	>1,0	Hujan seperti ditumpahkan, saluran drainase meluap

Sumber : Dasar-Dasar Klimatologi

Kolam penampung (*sump*) merupakan suatu tempat yang berfungsi sebagai penampungan air sebelum dipompakan ke luar tambang. Dimensi *sump* sangat tergantung dari jumlah air yang masuk dan keluar dari *sump*. Pembuatan dimensi *sump* dan debit pemompaan saling berhubungan. Penentuan dimensi *sump* dan debit pemompaan tergantung dari besarnya curah hujan dan luas *catchment*

area. Dari pengukuran pada peta topografi diketahui bahwa untuk dimensi kolam penampung (*sump*) yang ada sekarang ini memiliki luas permukaan 11.626,6 m² dan kedalaman 5 meter maka kapasitas kolam penampung (*sump*) tersebut adalah 58133 m³. Walaupun bentuknya dapat bermacam-macam, namun pada setiap kolam pengendap akan selalu ada 4 zona penting yang terbentuk karena proses pengendapan material padatan.

Keempat zona yang ditunjukkan pada gambar adalah :

a. Zona masukan

Adalah tempat masuknya aliran air berlumpur kedalam kolam pengendapan dengan anggapan campuran antara padatan dan cairan terdistribusi secara merata.

b. Zona Pengendapan

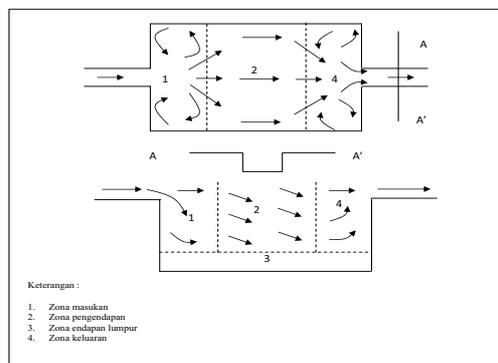
Tempat dimana partikel akan mengendap, material padatan disini akan mengalami proses pengendapan disepanjang saluran masing-masing check dam.

c. Zona Endapan Lumpur

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

d. Zona Keluaran

Tempat keluarnya buangan cairan yangt relative bersih, zone ini terletak pada akhir saluran.



Gambar 2 Zona-Zona Pada Kolam Pengendapan

Saluran Terbuka

Saluran terbuka berfungsi untuk menampung dan mengalirkan air ke kolam penampungan (*sump*) atau tempat lain. Bentuk penampungan saluran, umumnya dipilih berdasarkan debit air, tipe material serta kemudahan dalam pembuatannya. Sumber air utama pada tambang terbuka adalah air hujan, walaupun kadang kontribusi air tanah juga tidak dapat diabaikan dalam menentukan debit air. Dalam merancang bentuk saluran, beberapa hal yang perlu diperhatikan antara lain ; dapat mengalirkan debit air yang direncanakan, mudah dalam penggalian saluran serta tidak lepas dari penyesuaian dengan bentuk topografi dan jenis tanah. Bentuk dan dimensi saluran juga harus memperhitungkan efektifitas dan ekonomisnya.

Dalam sistem penyaliran itu sendiri terdapat beberapa bentuk penampang saluran yang dapat digunakan. Bentuk penampang saluran diantaranya bentuk segi empat, bentuk segi tiga dan bentuk trapesium. Dalam menentukan dimensi saluran terbuka berbentuk trapesium (saluran ekonomis), maka luas penampang basah saluran (A), jari-jari hidrolis (R), lebar dasar saluran (B), lebar muka air (T), dan kemiringan dinding saluran (m) mempunyai hubungan yang dapat dinyatakan sebagai berikut :

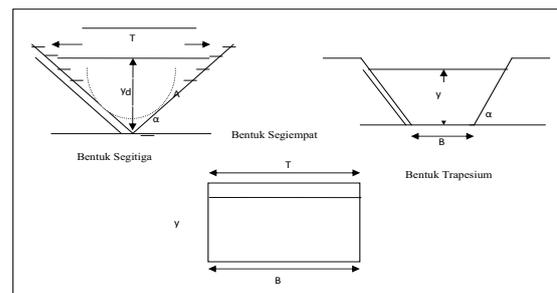
$$- A = (B + my)y \dots\dots\dots (8)$$

$$- R = y/2 \dots\dots\dots (9)$$

$$- B = 1,24 y \dots\dots\dots (10)$$

$$- T = 2y \sqrt{1 + m^2} \dots\dots\dots (11)$$

$$- m = 1/tg \alpha \dots\dots\dots (12)$$



Gambar 3 Bentuk-Bentuk Penampang Saluran

Kemiringan dinding saluran tergantung pada macam material atau bahan yang membentuk tubuh saluran. Kemiringan dinding saluran yang sesuai dengan bahan yang membentuk tubuh saluran.

Tabel 6 Koefisien Kekerasan Dinding Saluran Menurut Manning

Tipe Dinding Saluran	n
Besi tuang dilapis	0,014
Kaca	0,010
Saluran beton	0,013
Bata dilapis mortar	0,015
Pasangan batu disemen	0,025
Saluran tanah bersih	0,022
Saluran tanah	0,030

Sumber : Modul Perencanaan Bangunan Air

Kemiringan dasar saluran, ditentukan dengan pertimbangan bahwa, suatu aliran dapat mengalir secara alamiah tanpa terjadi pengendapan lumpur pada dasar saluran, dimana menurut *Pfleider (1968)* kemiringan antara 0,25 – 0,5 % sudah cukup untuk mencegah adanya pengendapan lumpur berupa adanya pengendalian. Dalam hal ini maka harga $S = (0,25 \%)$ yang merupakan kemiringan dasar pit pada lokasi penambangan.

Kapasitas Debit Saluran Terbuka

Kapasitas debit saluran terbuka dapat dihitung dengan menggunakan rumus “Manning” yaitu :

$$V = 1/n \times R^{2/3} \times S^{1/2} \dots\dots\dots (13)$$

$$Q = A \times V \dots\dots\dots (14)$$

$$Q = A \times 1/n \times R^{2/3} \times S^{1/2} \dots\dots\dots (15)$$

Keterangan :

Q = Debit pengaliran (m³/detik)

A = Luas penampang basah (m²)

S = Kemiringan dasar saluran (%)

R = Jari-jari hidrolis (m)

n = Koefisien kekerasan dinding saluran menurut Manning

Kapasitas debit saluran rencana haruslah lebih besar dari debit air limpasan untuk mencegah air meluap dari saluran yang dapat menyebabkan banjir.

Pemompaan

Pompa digunakan untuk memindahkan air dari tempat yang rendah ke tempat yang tinggi. Perhitungan kapasitas pompa didasarkan pada kemampuan pompa dan kehilangan tinggi angkat akibat distribusi pengaliran sampai air dikeluarkan pada ujung pompa.

Untuk mengetahui waktu pemompaan dapat dihitung dengan persamaan sebagai berikut :

Waktu yang dibutuhkan (jam) =

$$\frac{\text{Volume air yang dipompakan (m}^3\text{) } \dots\dots\dots (16)}{\text{Kapasitas pompa (m}^3\text{/jam)}}$$

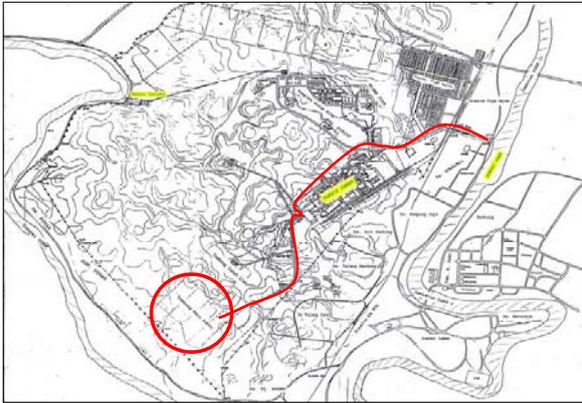
METODOLOGI PENELITIAN

Prosedur penelitian adalah dengan melakukan observasi lapangan di lokasi tambang batu kapur PT. Semen Baturaja (Persero) di Pabrik Baturaja yang menjadi objek penelitian. Selanjutnya penulis melakukan pengumpulan data baik dari sumber literature, data-data dari pihak yang terkait dengan penelitian ini dan pengumpulan data dari lapangan.

Lokasi Penelitian

Lokasi penelitian ini adalah tambang batu kapur PT. Semen Baturaja (Persero) di Pabrik Baturaja, Jalan Raya Tiga Gajah Kelurahan Sukajadi Kecamatan Baturaja Timur Kabupaten Ogan Komering Ulu

Propinsi Sumatera Selatan Kode Pos 32117 Telepon +62 735 320344. Adapun lokasi penelitian dapat dilihat pada gambar berikut :



Gambar 3.2 Peta Lokasi Pabrik Baturaja PT. Semen Baturaja (Persero)

Waktu penelitian ini pada tanggal 15 April - 24 Mei 2013.

Metode Pengumpulan Data

Metode pengumpulan data yang dipakai dalam penulisan penelitian ini adalah sebagai berikut

a. Observasi Lapangan

Dalam pembuatan penelitian ini, penulis terjun langsung ke lokasi Pabrik, dimana tempat terjadi proses penambangan batu kapur tersebut dan mencari informasi-informasi yang berkaitan dengan masalah.

b. Studi Literatur

Dalam pembuatan penelitian ini, selain dengan cara observasi lapangan, juga berdasarkan studi literatur yang berhubungan dengan penyaliran air tambang batu kapur yang ada di Pabrik Baturaja PT. Semen Baturaja (Persero).

Analisa Data

Data-data yang diperoleh dalam tahap pengumpulan data kemudian dianalisis dengan membandingkan kondisi desain dengan kondisi aktual. Dengan demikian kita dapat mengetahui

kondisi penyaliran air tambang batu kapur untuk produksi semen sekarang di PT. Semen Baturaja (Persero).

PEMBAHASAN

Analisis sumber air yang masuk ke tambang batu kapur

Air yang masuk ke dalam lokasi tambang batu kapur di PT. Semen Baturaja (Persero) adalah **Air hujan yang langsung masuk ke kolam penampungan (*sump*)**

Air limpasan

Lokasi penambangan batu kapur PT. Semen Baturaja (Persero) memiliki topografi berbukit bukit dengan ketinggian +40 mdpl sampai +60 mdpl. Dengan kondisi seperti ini menyebabkan air limpasan akan bergerak langsung dan mengalir ke lokasi penambangan karena elevasi lokasi penambangan lebih rendah daripada elevasi daerah di sekitarnya.

Sumber air limpasan ini sebagian besar berasal dari air hujan dan hanya sebagian kecil dari rembesan air tanah. Semakin besar intensitas curah hujan maka semakin besar kuantitas air limpasannya. Kondisi penambangan ini menyebabkan air limpasan masuk ke penambangan batu kapur.

Air rembesan

Pada daerah Pesar terdapat dua formasi batuan yaitu formasi Baturaja dan formasi Gumai. Formasi Baturaja terdiri dari pasir kwarsa konglomerat dan terdapat sedikit lapisan batubara. Pasir kwarsa konglomerat ini merupakan lapisan batuan yang memiliki tingkat permeabilitas yang tinggi. Sebelah utara daerah penambangan mengalir sungai Kemane dengan elevasi rata-rata +40 mdpl, disebelah selatan daerah penambangan mengalir sungai Ogan dengan elevasi +30 mdpl. Metode penambangan yang dilakukan oleh PT. Semen

Baturaja (Persero) adalah *quarry system* dengan mengalir ke arah bawah. Dengan metode ini maka *front* penambangan bergerak terus membentuk sebuah cekungan. Elevasi penambangan terendah saat ini adalah level +14 mdpl. Elevasi front penambangan lebih rendah daripada elevasi daerah di sekeliling penambangan, maka secara gravitasi air tanah akan mengalir dari tempat yang lebih tinggi ke tempat yang lebih rendah dan terkonsentrasi di lokasi penambangan.

Hal ini disebabkan formasi Baturaja yang mempunyai permeabilitas tinggi untuk mengalirkan air tanah sehingga debit air tanah berupa rembesan air danau, rembesan air dari sungai Kemane dan sungai Ogan masuk ke lokasi penambangan sehingga semakin besar jumlahnya.

Perhitungan debit dan volume air yang masuk ke lokasi penambangan

Debit air limpasan

Perhitungan debit air limpasan dilakukan dengan menggunakan rumus rasional sebagai berikut :

$$Q = 0,278 \times A \times I \times c$$

Berdasarkan peta topografi pada bukaan tambang, luas masing-masing daerah tangkapan hujan (DTH) sebesar :

$$\text{DTH I} = 79.771,39 \text{ m}^2 = 0,0798 \text{ km}^2 \text{ (dibulatkan)}$$

$$\text{DTH II} = 412.204,19 \text{ m}^2 = 0,4122 \text{ km}^2 \text{ (dibulatkan)}$$

Perhitungan debit air limpasan :

a. DTH I

Untuk daerah tangkapan hujan I didapatkan data-data sebagai berikut :

$$\text{Luas daerah tangkapan hujan (A)} = 0,0798 \text{ km}^2$$

$$\text{Intensitas curah hujan rata-rata (I)} = 42,65 \text{ mm/jam (lihat lampiran 6)}$$

Koefisien limpasan (c) = 0,75 (lihat tabel 2.1)

Sehingga debit air limpasan DTH I adalah:

$$\begin{aligned} Q &= 0,278 \times A \times I \times c \\ &= 0,278 \times 0,0798 \times 42,65 \times 0,75 \\ &= 0,71 \text{ m}^3/\text{detik} \end{aligned}$$

b. DTH II

Untuk daerah tangkapan hujan II didapatkan data-data sebagai berikut :

$$\text{Luas daerah tangkapan hujan (A)} = 0,4122 \text{ km}^2$$

$$\text{Intensitas curah hujan rata-rata (I)} = 42,65 \text{ mm/jam (lihat lampiran 6)}$$

$$\text{Koefisien limpasan (c)} = 0,75 \text{ (lihat tabel 2.1)}$$

Sehingga debit air limpasan DTH II adalah:

$$\begin{aligned} Q &= 0,278 \times A \times I \times c \\ &= 0,278 \times 0,4122 \times 42,65 \times 0,75 \\ &= 3,67 \text{ m}^3/\text{detik} \end{aligned}$$

Jumlah debit air limpasan

$$\begin{aligned} &= 0,71 \text{ m}^3/\text{detik} + 3,67 \text{ m}^3/\text{detik} \\ &= 4,38 \text{ m}^3/\text{detik} \end{aligned}$$

Debit air rembesan

Sumber air rembesan ini berasal dari air danau dan air sungai yang ada didekat daerah penambangan. Pengukuran debit rembesan air danau dan sungai ini dilakukan langsung pada sumber air yang terdapat pada DTH. Dimana air ini keluar melalui rekahan-rekahan batuan pada lereng bukaan tambang dan mengalir pada paritan kecil. Adapun alat yang digunakan dalam pengukuran ini adalah alat sederhana yang terdiri dari stopwatch, meteran, kertas dan alat tulis.

Diketahui :

a. Air Danau

$$\text{Volume (V)} = 98.000 \text{ cm}^3 = 0,098 \text{ m}^3$$

$$\text{Waktu (t)} = 3,7 \text{ detik}$$

$$Q = \frac{\text{volume}}{t}$$

$$\begin{aligned} \text{Debit rembesan air danau (Q)} &= 0,098 \text{ m}^3 \\ &\quad 3,7 \text{ detik} \\ &= 0,0264 \text{ m}^3/\text{detik} \end{aligned}$$

b. Air Sungai

$$\begin{aligned} \text{Volume (V)} &= 14.000 \text{ cm}^3 = 0,014 \text{ m}^3 \\ \text{Waktu (t)} &= 2,84 \text{ detik} \end{aligned}$$

$$Q = \frac{\text{volume}}{t}$$

$$\begin{aligned} \text{Debit rembesan air sungai (Q)} &= 0,014 \text{ m}^3 \\ &\quad 2,84 \text{ detik} \\ &= 0,0049 \text{ m}^3/\text{detik} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Jumlah debit air rembesan} \\ &= 0,0264 \text{ m}^3/\text{detik} + 0,0049 \text{ m}^3/\text{detik} \\ &= 0,03 \text{ m}^3/\text{detik} \end{aligned}$$

Maka debit air total yang masuk ke bukaan tambang dari perhitungan adalah sebagai berikut:

$$\begin{aligned} \text{Q air tambang} &= \text{Q air limpasan} + \text{Q air} \\ &\quad \text{rembesan} \\ &= 4,38 \text{ m}^3/\text{detik} + 0,03 \text{ m}^3/\text{detik} \\ &= 4,41 \text{ m}^3/\text{detik} \end{aligned}$$

Volume air yang masuk ke kolam penampung (sump)

Volume air yang masuk ke kolam penampung (sump) adalah volume air hasil dari penjumlahan volume air hujan yang langsung masuk ke kolam penampung (sump), volume air limpasan dan volume air rembesan.

a. Air hujan

Perhitungan volume air hujan yang langsung masuk ke dalam kolam penampungan (sump) dapat dihitung dengan rumus :

$$V = X_r \times A$$

Dimana :

- V = Volume (m³)
- X_r = Curah hujan rencana (mm/hari)
- A = Luas permukaan sump (Km²)

Diketahui :

$$\text{CH Rencana (X}_r\text{)} = 123,01 \text{ mm/hari (lihat lampiran 5)}$$

$$\text{Luas permukaan sump (A)} = 11.626,6 \text{ m}^2$$

Dengan demikian volume air hujan yang langsung masuk kedalam kolam penampungan (sump) adalah :

$$\begin{aligned} V &= X_r \times A \\ &= 123,01 \text{ mm/hari} \times 10^{-3} \text{ m/mm} \\ &\quad \times 11.626,6 \text{ m}^2 \\ &= 1.430,18 \text{ m}^3/\text{hari} \end{aligned}$$

b. Air limpasan

Dengan asumsi dalam sehari hujan turun dengan lebat selama 1 jam maka volume air limpasan yang masuk kedalam kolam penampungan (sump) sebesar :

$$\begin{aligned} \text{V air limpasan per hari} &= 4,38 \text{ m}^3/\text{detik} \times \\ &\quad 3600 \text{ detik/1 jam} \times 1 \text{ jam/hari} \\ &= 15.768 \text{ m}^3/\text{hari} \end{aligned}$$

c. Air rembesan

Dengan keadaan air rembesan mengalir setiap hari, maka volume air rembesan sebesar :

$$\begin{aligned} \text{V air rembesan per hari} &= 0,03 \text{ m}^3/\text{detik} \times \\ &\quad 3600 \text{ detik/1 jam} \times 24 \text{ jam/hari} \\ &= 2.592 \text{ m}^3/\text{hari} \end{aligned}$$

d. Volume total

$$\begin{aligned} V &= \text{V air hujan} + \text{V air limpasan} + \text{V air} \\ &\quad \text{rembesan} \\ &= 1.430,18 \text{ m}^3/\text{hari} + 15.768 \text{ m}^3/\text{hari} + \\ &\quad 2.592 \text{ m}^3/\text{hari} \\ &= 19.790,18 \text{ m}^3/\text{hari} \end{aligned}$$

Perhitungan waktu pemompaan

PT. Semen Baturaja (Persero) memiliki tiga unit pompa air dengan karakteristik type Centrifugal Pump KSB AJAX 200-500 A10C2 dua unit dan type Centrifugal Pump Tsurumi PA 150-40 satu unit dan setiap unit pompa mempunyai kapasitas 500 m³/jam. Tetapi yang dioperasikan hanya dua unit pompa yaitu satu unit type Centrifugal Pump KSB AJAX 200-500

A10C2 dan satu unit type Centrifugal Pump Tsurumi PA 150-40, sedangkan satu unit pompa lainnya tidak dioperasikan karena ada berbagai masalah teknis. Spesifikasi pompa air yang dimiliki oleh PT. Semen Baturaja (Persero) dapat dilihat pada tabel 2.

Tabel 2 Spesifikasi Pompa Air Di PT. Semen Baturaja (Persero)

Spesifikasi	Pompa I	Pompa II
Jenis	Centrifugal	Centrifugal
Tipe	KSB AJAX 200-500 A10C2	Tsurumi PA 150-40
Head maks	90	45
Kapasitas	500 m ³ /jam	500 m ³ /jam
Discharge	200 mm	150 mm
Impeller dia.	500 mm	425 mm
Speed	1480 rpm	1450 rpm
Power	132 kW	90 kW
Frequency	50 Hz	50 Hz
Panjang pipa	500 m	500 m
Dia.pipa	8 inch	8 inch

Sumber : Data Lapangan

Dengan jumlah pompa yang ada saat ini yaitu berjumlah dua unit, maka waktu pemompaan yang dibutuhkan untuk mengeluarkan air dari *sump* adalah :

$$\begin{aligned} \text{Waktu yang dibutuhkan} &= \text{Volume air yang harus dipompakan} \\ &\quad \text{Kapasitas pompa} \times 2 \\ t &= \frac{19.790,18 \text{ m}^3}{(500 \text{ m}^3/\text{jam} \times 2)} = 19,79 \text{ jam} \end{aligned}$$

Perhitungan jumlah diatas adalah jumlah jam kerja pompa pada masa curah hujan tidak terlalu lama (1 jam). Namun apabila curah hujan tinggi keadaan lokasi penambangan pernah tergenang air hingga batas level + 14 mdpl dengan kedalaman air rata-rata 2 meter, maka besarnya jam kerja pompa adalah :

$$\begin{aligned} \text{Luas area level} + 14 &= 81.140 \text{ m}^2 \\ \text{Kedalaman rata-rata} &= 2 \text{ m} \\ \text{Volume sump} &= 58.133 \text{ m}^3 \end{aligned}$$

Jumlah air yang menggenangi (level + 14) + volume *sump* :

$$\begin{aligned} &= (\text{Luas area level} + 14 \text{ mdpl} \times \text{kedalaman rata-rata}) + \text{volume sump} \\ &= (81.140 \text{ m}^2 \times 2 \text{ m}) + 58.133 \text{ m}^3 \\ &= 162.280 \text{ m}^3 + 58.133 \text{ m}^3 \\ &= 220.413 \text{ m}^3 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Waktu yang dibutuhkan} &= \\ &= \frac{\text{Volume air yang harus dipompakan}}{\text{Kapasitas pompa} \times 2} \\ t &= \frac{220.413 \text{ m}^3}{(500 \text{ m}^3/\text{jam} \times 2)} \\ &= 220,41 \text{ jam} \end{aligned}$$

Dengan asumsi jam kerja pompa 24 jam per hari dan tidak terjadi kerusakan pompa dan penambahan volume air selama pemompaan berlangsung maka air dapat dikeringkan dalam jangka waktu sebagai berikut :

$$\frac{220,41 \text{ jam}}{24 \text{ jam}} = 9,18 \text{ hari} = 10 \text{ hari}$$

Perhitungan dimensi saluran terbuka

Dengan pertimbangan bahwa daerah penambangan mempunyai luas daerah yang cukup besar maka perlu membuat saluran terbuka untuk mengalirkan air agar terkumpul pada kolam penampung (*sump*). Saluran terbuka yang dibuat direncanakan untuk mengalirkan air limpasan dan air rembesan. Debit untuk saluran terbuka tergantung pada jumlah debit pada masing-masing daerah tangkapan hujan. Bentuk penampang saluran yang dipilih adalah trapesium dan tanpa pengerasan karena mudah dalam pembuatannya, murah, efisien dan mudah dalam perawatannya serta stabilitas kemiringan dindingnya dapat disesuaikan menurut keadaan daerah. Untuk dimensi saluran terbuka (saluran ekonomis) berbentuk trapesium, sudut kemiringan dinding saluran dibuat sebesar 60°, maka harga m sebesar:

$$\begin{aligned} m &= \frac{1}{\text{tg } 60^\circ} \\ &= 0,58 \end{aligned}$$

Sehingga :

$$B = 1,24 y$$

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

$$= (1,24 y + 0,58 y)y$$

$$= 1,82 y^2$$

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

$$= 2y \sqrt{1 + 0,58^2}$$

$$= 2,31 y$$

$$R = \frac{y}{2}$$

$$= 0,5 y$$

Perhitungan debit pengaliran saluran air ditentukan dengan menggunakan rumus manning, sebagai berikut :

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

$$Q = A \cdot V$$

$$\text{Sehingga : } Q = A \cdot 1/n \cdot R^{2/3} \cdot S^{1/2}$$

a. Untuk Saluran pada DTH I

Diketahui :

$$Q = 0,71 \text{ (m}^3\text{/detik)}$$

$$A = 1,82y^2 \text{ (m}^2\text{)}$$

$$S = 0,25 \text{ (\%)}$$

$$R = 0,5y \text{ (meter)}$$

$$n = 0,03 \text{ (lihat tabel 2.6)}$$

Maka :

$$Q = A \cdot 1/n \cdot R^{2/3} \cdot S^{1/2}$$

$$0,71 = (1,82 y^2) \times 1/0,03 \times (0,5 y)^{2/3} \times (0,0025)^{1/2}$$

$$0,71 = 1,51 y^{8/3}$$

$$y^{8/3} = 0,47$$

$$y = 0,75 \text{ m} = \mathbf{0,8 \text{ m}} \text{ (dibulatkan)}$$

$$B = 1,24 y$$

$$= 1,24(0,8)$$

$$= 0,99 \text{ m} = \mathbf{1 \text{ m}} \text{ (dibulatkan)}$$

$$T = 2,31 y$$

$$= 2,31(0,8) \text{ m}$$

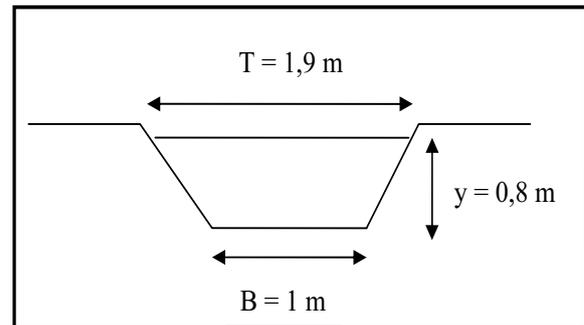
$$= 1,84 \text{ m} = \mathbf{1,9 \text{ m}} \text{ (dibulatkan)}$$

Jadi dimensi salurannya adalah :

a. Kedalaman saluran (y) = 0,8 m

b. Lebar dasar saluran (B) = 1 m

c. Lebar muka air (T) = 1,9 m



Gambar 9 Dimensi Saluran Terbuka DTH I

b. Untuk Saluran pada DTH II

Diketahui :

$$Q = Q \text{ air limpasan} + Q \text{ air rembesan} \\ = 3,67 \text{ m}^3\text{/detik} + 0,03 \text{ m}^3\text{/detik} = 3,7 \text{ m}^3\text{/detik}$$

$$A = 1,82y^2 \text{ (m}^2\text{)}$$

$$S = 0,25 \text{ (\%)}$$

$$R = 0,5y \text{ (meter)}$$

$$n = 0,03 \text{ (lihat tabel 2.6)}$$

Maka :

$$Q = A \cdot 1/n \cdot R^{2/3} \cdot S^{1/2}$$

$$3,7 = (1,82 y^2) \times 1/0,03 \times (0,5 y)^{2/3} \times (0,0025)^{1/2}$$

$$3,7 = 1,51 y^{8/3}$$

$$y^{8/3} = 2,45$$

$$y = 1,39 \text{ m} = \mathbf{1,4 \text{ m}} \text{ (dibulatkan)}$$

$$B = 1,24 y$$

$$= 1,24(1,4)$$

$$= 1,73 \text{ m} = \mathbf{1,8 \text{ m}} \text{ (dibulatkan)}$$

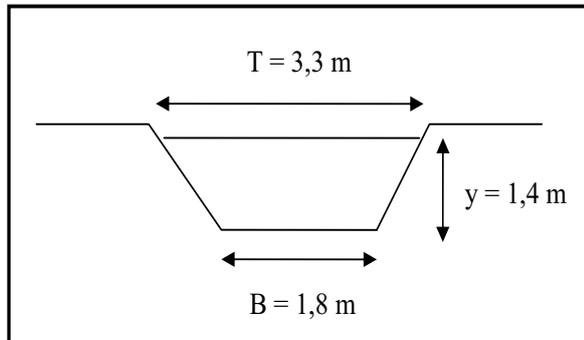
$$T = 2,31 y$$

$$= 2,31(1,4) \text{ m}$$

$$= 3,23 \text{ m} = \mathbf{3,3 \text{ m}} \text{ (dibulatkan)}$$

Jadi dimensi salurannya adalah :

- a. Kedalaman saluran (y) = 1,4 m
- b. Lebar dasar saluran (B) = 1,8 m
- c. Lebar muka air (T) = 3,3 m



Gambar 10 Dimensi Saluran Terbuka DTH II

KESIMPULAN DAN SARAN

Dari hasil pengamatan dan perhitungan yang dilakukan, maka dapat diambil kesimpulan sebagai berikut :

- a. Debit air limpasan sebesar $4,38 \text{ m}^3/\text{detik}$, debit air rembesan sebesar $0,03 \text{ m}^3/\text{detik}$ sehingga debit air total yang masuk ke tambang batu kapur sebesar $4,41 \text{ m}^3/\text{detik}$.
- b. Dengan asumsi dalam sehari hujan turun dengan lebat selama 1 jam dan air rembesan mengalir setiap hari maka didapat volume air tambang per harinya yang masuk ke kolam penampung (*sump*) sebesar $19.790,18 \text{ m}^3/\text{hari}$ yang terdiri dari volume air hujan sebesar $1.430,18 \text{ m}^3/\text{hari}$, volume air limpasan sebesar $15.768 \text{ m}^3/\text{hari}$ dan volume air rembesan sebesar $2592 \text{ m}^3/\text{hari}$.
- c. Dengan jumlah air yang masuk ke tambang batu kapur sebesar 220.413 m^3 maka diperlukan waktu ± 10 hari pengeringan dengan menggunakan dua buah pompa berkapasitas $500 \text{ m}^3/\text{jam}$.
- d. Usulan untuk dimensi saluran terbuka dengan bentuk trapesium dan tanpa pengerasan adalah :

1) Saluran DTH I

- Kedalaman saluran (y) = 0,8 m
- Lebar dasar saluran (B) = 1 m
- Lebar muka air (T) = 1,9 m

2) Saluran DTH II

- Kedalaman saluran (y) = 1,4 m
- Lebar dasar saluran (B) = 1,8 m
- Lebar muka air (T) = 3,3 m

Saran

Dari hasil pengamatan dan perhitungan yang dilakukan, maka dapat diberikan saran sebagai berikut :

- a. PT. Semen Baturaja (Persero) perlu menambahkan satu unit pompa sebagai cadangan untuk membantu pompa yang sudah ada dan selalu siap digunakan jika terjadi kerusakan pompa atau pada saat curah hujan tinggi.
- b. Perlu dilakukan pemantauan secara teratur dan pemeliharaan terhadap saluran terbuka karena sering tumbuh tanaman/rerumputan atau terjadi pengendapan lumpur yang membuat saluran tersebut tersumbat.

DAFTAR PUSTAKA

- Joyce Martha, “**Mengenal Dasar-Dasar Hidrologi**”, Penerbit Nova, 1990, Bandung.
- Benyamin Lakitan, “**Dasar-Dasar Klimatologi**”, Cet. Ke-2, PT. Raja Grafindo Persada, 1997, Jakarta.
- Prof. Dr. Ir. Bambang Triatmodjo, CES., DEA, “**Hidraulika II**”, edisi 2003.
- Browsing Di Internet (www. Perencanaan Saluran), “**Modul Perencanaan Bangunan Air**”.

Alfikriansyah, “**Kajian Hidrologi Tambang**”,
Penelitian 2009, Universitas Sriwijaya

_____, (2013), “**Arsip Dan Brosur**”, PT.
Semen Baturaja (Persero)

_____, (1994-2012), “**Laporan Curah
Hujan Kabupaten Ogan Komering Ulu
(OKU)**”, Dinas Pertanian Dan Pangan
Holtikultura Kabupaten Ogan Komering
Ulu (OKU).