

**PERENCANAAN SISTEM PENYALIRAN TAMBANG AIR LAYA
TAHUN 2015 PT. BUKIT ASAM (PERSERO) TBK.
UNIT PENAMBANGAN TANJUNG ENIM
SUMATERA SELATAN**

SKRIPSI

*Diajukan Kepada Tim Penguji Skripsi Jurusan Teknik Pertambangan Sebagai Salah
Satu Persyaratan Guna Memperoleh Gelar Sarjana Teknik*



Oleh:

FHARDI SUGANDA
NIM 18708/2010

Konsentrasi : Tambang umum
Program Studi : S-1 Teknik Pertambangan

**JURUSAN TEKNIK PERTAMBANGAN
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS NEGERI PADANG**

2015

LEMBAR PERSETUJUAN SKRIPSI

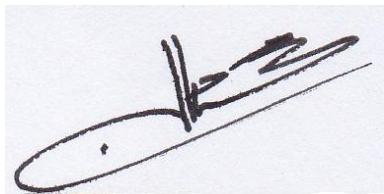
**PERENCANAAN SISTEM PENYALIRAN TAMBANG AIR LAYA
TAHUN 2015 PT BUKIT ASAM (PERSERO) TBK.
UNIT PENAMBANGAN TANJUNG ENIM
SUMATERA SELATAN**

Nama : Fhardi Suganda
NIM/TM : 18708 / 2010
Program Studi : S-1 Teknik Pertambangan
Jurusan : Teknik Pertambangan
Fakultas : Teknik

Padang, Februari 2015

Telah diperiksa dan disetujui oleh:

Pembimbing I



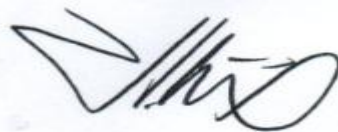
Drs. Tamrin Kasim, MT
NIP. 19530810 198602 1 001

Pembimbing II



Drs. Syamsul Bahri, MT
NIP. 19570101 198303 1 006

Mengetahui,
**Ketua Jurusan Teknik Pertambangan
Fakultas Teknik Universitas Negeri Padang**



Drs. Bambang Heriyadi, MT
NIP. 19641114 198903 1 002

LEMBAR PENGESAHAN TIM PENGUJI

Nama : Fhardi Suganda
Nim : 18708 / 2010

Dinyatakan Lulus Setelah Mempertahankan Skripsi di Depan Tim Penguji
Program Studi S1 Teknik Pertambangan Jurusan Teknik Pertambangan
Fakultas Teknik
Universitas Negeri Padang
Dengan Judul:

Perencanaan Sistem Penyaliran Tambang Air Laya Tahun 2015
PT. Bukit Asam (Persero) Tbk. Unit Penambangan Tanjung Enim
Sumatera Selatan

Padang, Februari 2015

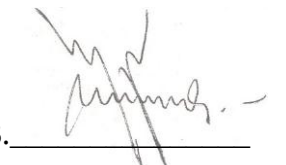
Tim Penguji

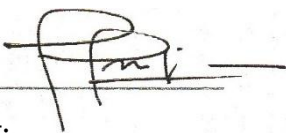
1. Ketua : Drs. Tamrin Kasim, MT
2. Sekretaris : Drs. Syamsul Bahri, MT
3. Anggota : Drs. Murad, MS, MT
4. Anggota : Drs. Sumarya, MT
5. Anggota : Yoszi Mingsi Anaperta, ST, MT

Tanda Tangan

1. 

2. 

3. 

4. 

5. 



SURAT PERNYATAAN TIDAK PLAGIAT

Saya yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : FHARDI SUGANDA
NIM/TM : 107108 / 2010
Program Studi : SI TEKNIK PERTAMBANGAN
Jurusan : Teknik Pertambangan
Fakultas : FT UNP

Dengan ini menyatakan, bahwa Skripsi/Tugas Akhir/Proyek Akhir saya dengan Judul
PERENCANAAN SISTEM PENYALIRAN TANZANG AIR LAYA TAHUN
2015 PT. BUKIT ASAM (PERFERO) TBE. UNIT PERTAMBANGAN
TANJUNG ENIM SUMATERA SELATAN

Adalah benar merupakan hasil karya saya dan bukan merupakan plagiat dari karya orang lain. Apabila suatu saat terbukti saya melakukan plagiat maka saya bersedia diproses dan menerima sanksi akademis maupun hukum sesuai dengan hukum dan ketentuan yang berlaku, baik di institusi UNP maupun di masyarakat dan negara.

Demikianlah pernyataan ini saya buat dengan penuh kesadaran dan rasa tanggung jawab sebagai anggota masyarakat ilmiah.

Diketahui oleh,

Ketua Jurusan Teknik Pertambangan

Drs. Bambang Heriyadi, MT
NIP. 19641114 198903 1 002

Saya yang menyatakan,

FHARDI SUGANDA



BIODATA



I. Data Diri

Nama Lengkap : FHARDI SUGANDA
BP / NIM : 2010 / 18708
Tempat / Tanggal Lahir : Padang / 29 Desember 1991
Jenis Kelamin : Laki-laki
Nama Ayah : APRIL RUSLI
Nama Ibu : AFRIDA
Jumlah Bersaudara : 3 (tiga) Orang
Alamat Tetap : Jl. Sawah Like RT.06/RW.01 No. 22 Kecamatan Padang Besi, Kelurahan Lubuk Kilangan, Kota Padang, Provinsi Sumatra Barat, Indonesia

II. Data Pendidikan

Sekolah Dasar : SD Semen Padang (1998 - 2004)
Sekolah Menengah Pertama : SMPN 8 Padang (2004 – 2007)
Sekolah Menengah Atas : SMA Semen Padang (2007 – 2010)
Perguruan Tinggi : Universitas Negeri Padang

III. Data Tugas Akhir

Tempat Tugas Akhir : PT. Bukit Asam (Persero) Tbk.
Tanggal Tugas Akhir : 15 September – 19 Nopember 2014
Topik Tugas Akhir : “Perencanaan Sistem Penyaliran Tambang Air Laya Tahun 2015 PT. Bukit Asam (Persero) Tbk. Unit Penambangan Tanjung Enim Sumatera Selatan”
Tanggal Sidang Tugas Akhir : 24 Januari 2015

Padang, Februari 2015

(FHARDI SUGANDA)

2010 / 18708

HALAMAN PERSEMBAHAN

*“Dia memberikan hikmah (ilmu yang berguna) kepada siapa yang dikehendaki-Nya.
Barang siapa yang mendapat hikmah itu Sesungguhnya ia telah mendapat kebajikan yang banyak,
Dan tiadalah yang menerima peringatan melainkan orang-orang yang berakal”.*
(Q.S. Al-Baqarah: 269)

Ungkapan hati sebagai rasa Terima Kasihku

Alhamdulillahirabbil ‘alamin... Alhamdulillahirabbil ‘alamin... Alhamdulillahirabbil ‘alamin...

*Akhirnya aku sampai ke titik ini,
sepercik keberhasilan yang Engkau hadiahkan padaku ya Rabb
Tak henti-hentinya aku mengucapkan syukur pada_Mu ya Rabb
Serta shalawat dan salam kepada idola ku Rasulullah SAW dan para sahabat yang mulia
Semoga sebuah karya mungil ini menjadi amal shaleh bagiku dan menjadi kebanggaan
bagi keluargaku tercinta
Ku persembahkan karya mungil ini...
untuk ibuku tersayang yang tanpamu aku bukanlah siapa-siapa di dunia fana ini (AfRIDA)
yang telah memberikan segalanya untukku
serta orang yang menginjeksikan segala idealisme, prinsip, edukasi dan kasih sayang berlimpah
dengan wajah datar menyimpan kegelisahan ataukah perjuangan yang tidak pernah ku ketahui,
namun tenang temaram dengan penuh kesabaran dan pengertian luar biasa Ayahandaku tercinta
(APRIL RUSLI)*

*Kepada Kakak-Adikku (Feni Afriani), (Fiko Triyulianto), kepada bg Ilham serta kemenakan
cantik Makdang (Audreya) yang selalu membuat suasana dirumah bahagia, Terspesial kepada
Putri Ranti yang selalu menemani baik saat senang maupun sedih, Kepada rekan-rekan
seperjuangan S1 Tambang 2010 dan seluruh mahasiswa Tambang UNP, Kepada KSR PMI
UNIT UNP yang telah memberi warna berbeda di kehidupan kampus. dan seterusnya kepada
Pak Tamrin, Pak Syamsul, Pak Mustafa kamil, Pak Suratman, Pak mamat, Abang-abang dan
teman-teman dipolonia, putra, Fajra, Fauzi, Aldi, Seluruh Karyawan RENSIHID PT. Bukit
Asam (Persero) Tbk, dan seluruh Staff pengajar Teknik Pertambangan UNP. Terima kasih tiada
tara atas segala support yang telah diberikan selama ini. Akhir kata, semoga skripsi ini membawa
kebermanfaatan. Jika hidup bisa kucitakan di atas kertas, entah berapa banyak yang
dibutuhkan hanya untuk kuucapkan terima kasih... :)*

by: Fhardi Suganda

ABSTRAK

Fhardi Suganda: PERENCANAAN SISTEM PENYALIRAN TAMBANG AIR LAYA TAHUN 2015 PT. BUKIT ASAM (PERSERO) TBK. UNIT PENAMBANGAN TANJUNG ENIM SUMATERA SELATAN

PT. Bukit Asam Tbk Tanjung Enim melakukan kegiatan penambangan dengan sistem tambang terbuka (*surface mining*), yang menggunakan metode *open pit mine* sehingga akan terbentuk cekungan. Sistem penyaliran yang diterapkan pada lokasi Tambang Air Laya adalah sistem *mine dewatering* yaitu dengan membiarkan air masuk ke lokasi tambang untuk ditampung dalam kolam penampung (*sump*) dan kemudian dikeluarkan ke luar tambang dengan pompa. dan sistem *Mine Drainase* yaitu upaya pencegahan air untuk masuk ke dalam lokasi tambang dengan cara pembuatan saluran disekeliling pit sehingga air tersebut tidak masuk kedalam tambang.

Lokasi Tambang Air laya memiliki daerah tangkapan hujan (*Catchment area*) seluas 864,9 Ha. Tambang Air Laya memiliki 6 buah *sump* yaitu *Sump* Utara, *Sump* Barat, *Sump* Curug Pangkul, *Sump* MT4, *Sump* Selatan Prebench, *Sump* Selatan *Front*. Masing-masing memiliki dimensi *Sump* yang berbeda-beda. Sistem pemompaan yang dilakukan menggunakan pipa HDPE. Adapun pompa yang digunakan yaitu *multiflo* 420EX 10 unit yang terdapat pada *Sump* Barat 4 unit, *Sump* Utara 4 unit, *Sump* Curup Pangkul 2 unit. Penggunaan pompa *multiflo* 420E sebanyak 4 unit pada *Sump* Selatan Prebench 1 unit, *Sump* Selatan *Front* 3 unit, dan pompa *multiflo* 180 sebanyak 2 unit pada *Sump* MT4. Lumpur Hasil pemompaan harus diendapkan untuk menghindari pencemaran sungai sehingga harus dibuat kolam pengendapan lumpur (KPL) dengan kapasitas tampung KPL 53.625m³ dengan kandungan *total solid suspended* (TSS) hasil pemompaan masih dibawah ambang batas yang telah ditentukan. KPL lebih berfungsi untuk menentralisir logam berat dan PH air hasil pemompaan.

Kata Kunci : Curah hujan, *Catchment area*, *sump*, pompa, Kolam Pengendapan Lumpur

ABSTRACT

Fhardi Suganda: The Planning of Mine Dewatering System in Tambang Air Laya 2015 PT. Bukit Asam (Persero) Tbk. the Mining Unit of Tanjung Enim South Sumatra

PT. Bukit Asam Tbk Tanjung Enim conduct the mining activities with the open pit system (surface mining), which uses the method of open pit mine in the form of basins. Mine dewatering system applied at the location of Mine Air Laya was mine dewatering system by allowing water into the mine site to be accommodated in the reservoir (sump) and then released outside of the mine with pumps. And Mine Drainage system that WAS preventing the water to get into the mine site by making the channel around the pit in order that the water does not get into the mine.

The Location of Mine Water laya has catchment area as large as 864.9 ha. Mine Air Laya has 6 pieces Sump they are North sump, West Sump, Sump curug Pangkul, Sump MT4, South Prebench Sump, Sump Front South. Each of them has the different dimensions Sump. Pumping system was performed by using HDPE pipe. The pump used were MULTIFLO 420EX 10 units located on West Sump 4 units, North Sump 4 units, Sump Curup Pangkul 2 units. The Use of MULTIFLO 420E pump 4 units in South Sump Prebench 1 unit, South Sump Front 3 units, and pump 80 MULTIFLO 2 units on Sump MT4. The results of Sludge pumping must be deposited in order to avoid contamination of the river, it must be made of mud settling ponds (MPA) with capacities of KPL 53. 625m³ with a total content of suspended solid (KPL) pumping results was still under the specified limits. KPL was more effective to neutralize the hard metals and water pH of pumping results.

Keywords: Rainfall, Catchment area, sump, pump, mud settling ponds

KATA PENGANTAR

Puji syukur kehadiran Allah SWT atas segala limpahan rahmat dan hidayah-Nya, sehingga penulis dapat menyelesaikan Tugas Akhir yang berjudul **“Perencanaan Sistem Penyaliran Tambang Air Laya Tahun 2015 PT. Bukit Asam (Persero) Tbk. Unit Penambangan Tanjung Enim Sumatera Selatan.”** dapat diselesaikan dengan sebaiknya, dan seterusnya sholawat dan salam penulis ucapkan kepada junjungan kita Nabi Muhammad SAW , keluarga, dan para sahabat-Nya.

Skripsi ini disusun sebagai salah satu syarat untuk menyelesaikan Program Strata 1 (S1) pada Program Studi Teknik Pertambangan Jurusan Teknik Pertambangan Fakultas Teknik Universitas Negeri Padang (UNP). Penulisan Skripsi ini didasarkan pada hasil penelitian di PT. Bukit Asam (Persero) Tbk.

Pada kesempatan ini penulis dengan segala kerendahan hati mengucapkan terimakasih kepada semua pihak yang telah membantu memberikan bimbingan kepada penulis terutama kepada:

1. Teristimewa kepada kedua orang tua, kakak, adik yang telah memberikan semangat dan dukungan pada penulis, sehingga penulis bisa menyelesaikan penyusunan Skripsi ini.
2. Bapak Drs. Tamrin Kasim, MT, Selaku Pembimbing I Skripsi, yang telah banyak memberikan bimbingan dalam penyusunan Skripsi ini.
3. Bapak Drs. Syamsul Bahri, MT, Selaku Pembimbing II Skripsi, yang telah banyak memberikan bimbingan dalam penyusunan Skripsi ini.

4. Bapak Drs. Bambang Heriyadi, MT, Ketua Jurusan Teknik Pertambangan Universitas Negeri Padang.
5. Bapak Suratman, ST, selaku pembimbing yang telah memberikan bimbingan ketika melaksanakan penelitian di PT. Bukit Asam Persero.Tbk.
6. Seluruh karyawan PT. Bukit Asam Persero.Tbk baik di lapangan atau di kantor. yang telah memberikan bimbingan dan arahan ketika melaksanakan penelitian di PT. Bukit Asam Persero.Tbk.
7. Seluruh dosen dan staf teknik pertambangan Universitas Negeri Padang.
8. Rekan-rekan seperjuangan Teknik Pertambangan Universtas Negeri padang angkatan 2010.
9. Serta semua pihak yang telah banyak membantu dalam penyusunan Skripsi ini.

Penulis sadar, dalam penulisan Skripsi ini belum sempurna dan terdapat kesalahan. Masukan dan saran sangat penulis harapkan agar Skripsi ini lebih baik kedepannya. Semoga Skripsi ini bermanfaat bagi kita semua dan bisa sebagai bahan pembelajaran.

Padang, Januari 2015

Penulis

Fhardi Suganda

Nim: 2010/18708

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL	i
HALAMAN PERSETUJUAN PEMBIMBING	ii
HALAMAN PENGESAHAN TIM PENGUJI	iii
BIODATA	iv
HALAMAN PERSEMBAHAN	v
ABSTRAK	vi
ABSTRACT	vii
KATA PENGANTAR.....	viii
DAFTAR ISI.....	x
DAFTAR TABEL	xiii
DAFTAR GAMBAR.....	xv
DAFTAR LAMPIRAN	xvi
BAB I PENDAHULUAN	
A. Latar belakang Masalah	1
B. Identifikasi Masalah.....	3
C. Pembatasan Masalah.....	4
D. Perumusan Masalah.	4
E. Tujuan Penelitian.	5
F. Kegunaan Penelitian.	6
BAB II TINJAUAN UMUM	
A. Deskripsi Perusahaan	7
1. Lokasi dan Geografi.....	7
2. Geologi Stratigrafi	10
3. Iklim dan Curah Hujan.....	18
B. Landasan Teori.....	19

1. Penyaliran Tambang	19
2. Curah Hujan	25
3. Saluran Tambang	29
4. Sumuran (<i>Sump</i>)	33
5. Pompa.....	35
6. KPL	44

BAB III METODOLOGI PENELITIAN

A. Studi literatur	46
B. Orientasi Dilapangan	46
C. Pengambilan data dilapangan	47
D. Pengolahan data	47
E. Analisa dan evaluasi hasil pengolahan data	48
F. Kesimpulan dan rekomendasi	48
G. Diagram Alir	49

BAB IV DATA DAN PENGOLAHAN

A. Daerah Tangkapan Hujan	51
1. Main Sump Utara	51
2. Main Sump Barat	51
3. Sump Curug Pangkul	52
4. Sump Selatan front.....	52
5. Sump Selatan prebench	52
6. Sump MT4	53
B. Curah Hujan	53
1. Periode ulang dan resiko hidrologi.....	57
2. Perhitungan <i>Reduced Mean</i> , <i>Reduced Variate</i> dan <i>Reduced Standard Deviation</i>	58
3. Perhitungan curah hujan rencana	60
4. Curah hujan rencana pada periode ulang berbeda.....	60
5. Penentuan intensitas curah hujan	61

C. Debit air yang masuk ke <i>front</i> penambangan	62
1. Debit Limpasan Air Hujan	62
2. Debit Air Tanah.....	63
3. Total debit yang masuk ke tambang.....	65
D. Sistem Pemompaan.....	65
E. Sumuran	73
F. Saluran Terbuka	77
G. Kolam Pengendapan Lumpur	82
1. Perhitungan persen <i>solid</i>	83
2. Dimensi KPL	84

BAB V KESIMPULAN DAN SARAN

A. Kesimpulan.	87
B. Saran.	90

DAFTAR PUSTAKA.	91
-----------------------------	-----------

Daftar Tabel

	Halaman
Tabel 1 : Data curah hujan untuk UPTE TAL periode 2006-2013.....	19
Tabel 2 : Beberapa Harga koefisien limpasan.....	24
Tabel 3 : Derajat dan intensitas curah hujan.....	28
Tabel 4 : Harga Koefisien Manning (n).....	31
Tabel 5 : Data Pemilihan Pompa	37
Tabel 6 : Pompa-pompa yang sesuai untuk kondisi pemakaian tertentu...	38
Tabel 7 : Kelas dan jenis pompa.....	44
Tabel 8 : Baku mutu air limbah penambangan batubara.....	45
Tabel 9 : Data Curah Hujan Bulanan di Daerah Penelitian Tahun 2006 – 2013.....	55
Tabel 10 : Data Curah Hujan Harian Maksimal Bulanan.....	56
Tabel 11 : Curah Hujan Harian Maksimum Per Tahun di Daerah Penelitian Tahun 2006 – 2013.....	57
Tabel 12 : Resiko Hidrologi pada Periode Ulang Berbeda.....	58
Tabel 13 : Analisis Data Curah Hujan di Daerah Penelitian Tahun 2006 – 2013.....	59
Tabel 14 : Curah Hujan Rencana Pada periode ulang berbeda.....	60
Tabel 15 : Penghitungan intensitas curah hujan.....	62
Tabel 16 : Perhitungan debit limpasan maksimum.....	63
Tabel 17 : Debit evapotranspirasi.....	65
Tabel 18 : Debit Total Air yang Masuk ke dalam <i>Sump</i>	65

Tabel 19	: <i>Head</i> Belokan pompa pada pipa <i>sump</i> Prebenc.....	70
Tabel 20	: Kebutuhan dan Spesifikasi Pompa pada Tambang Air Laya	72
Tabel 21	: Penentuan Volume <i>Sump</i>	73
Tabel 22	: Dimensi sump pada Tambang Air Laya.....	77
Tabel 23	: Debit yang mengalir pada saluran.....	80
Tabel 24	: Dimensi pada masing-masing saluran.....	82
Tabel 25	: Persentasi padatan dan air.....	84

Daftar Gambar

	Halaman
Gambar 1 : Peta daerah tanjung enim Sumatera Selatan.....	8
Gambar 2 : Lokasi tambang batubara PT BA tanjung enim.....	9
Gambar 3 : Sekuen stratigrafi dan kolom litologi.....	17
Gambar 4 : Daur Hidrologi.....	21
Gambar 5 : Penampang saluran trapezium.....	32
Gambar 6 : Penampang saluran segi empat.....	32
Gambar 7 : Penampang saluran setengah lingkaran	33
Gambar 8 : Diagram alir Penelitian.....	49
Gambar 9 : Grafik penentuan volume <i>sump</i>	73
Gambar 10 : Ilustrasi Penampang Kolam Pengendapan Lumpur.....	85

DAFTAR LAMPIRAN

	Halaman
Lampiran 1 Perhitungan Head Belokan pada Pompa	92
Lampiran 2 Grafik Head, Debit dan Efisiensi Pompa.....	95
Lampiran 3 Penentuan Volume Sump	100
Lampiran 4 Peta Rencana Sistem Penyaliran Tambang Air Laya 2015	
Lampiran 5 Bentuk Penampang pada Masing-masing Saluran	
Lampiran 6 Rencana Dimensi Kolam Pengendapan Lumpur	
Lampiran 7 Analisis Padatan Tersuspensi (TSS)	
Lampiran 8 Surat keterangan telah melaksanakan penelitian	

BAB I

PENDAHULUAN

A. Latar Belakang

Batubara merupakan sumber daya alam yang sangat potensial baik sebagai sumber energi maupun sebagai penghasil devisa negara. Di Indonesia, khususnya PT. Bukit Asam (Persero) Tbk, merupakan perusahaan pertambangan batubara di Tanjung Enim. Pencapaian target produksi pada tahun 2014 sejumlah 19,8 juta Ton. Namun pada realisasinya, volume produksi batubara PTBA baru mencapai 13,375 juta ton hingga Oktober 2014 yang berasal dari Tambang Air Laya (TAL) dan Non Air Laya (NAL). TAL merupakan pusat aktivitas penambangan batubara PTBA dengan penghasilan produksi paling besar.

Pada Tambang Air Laya terbagi dalam beberapa lokasi penambangan, yaitu: TAL *extension* Utara, TAL *extension* Barat, TAL *extension* Selatan, TAL Timur, dan *Freebench*. Pada saat pertengahan Oktober 2014 di TAL *extension* Utara dan *inside Dump* MOT (*Monitoring of* tambang) terjadi longsor. Hal ini disebabkan oleh beberapa faktor diantaranya yaitu struktur geologi yang sangat kompleks dimana terdapatnya patahan, Geometri lerengnya dan efek getaran saat peledakan dilakukan. Selain itu pada pengupasan batubara di TAL *extension* Barat dan TAL *extension* Utara terjadi penggalian batubara yang melebihi perencanaan menyebabkan tanggul atau jalan pada

Sump Utara ketika hujan jebol sehingga batubara yang belum terambil tertimbun oleh lumpur kejadian ini dapat merugikan perusahaan.

Metode penambangan yang diterapkan PT. Bukit Asam (Persero) Tbk adalah metode *open pit* sehingga dalam melakukan penambangan akan membentuk cekungan yang cukup besar sehingga air akan terkonsentrasi di dalam cekungan tersebut dan akan menghambat aktivitas penambangan.

Air yang masuk ke lokasi penambangan sebagian besar berasal dari air hujan, untuk mengatasinya dilakukan dengan pemompaan. Sistem penyaliran yang diterapkan di tambang batubara PT. Bukit Asam adalah sistem *mine dewatering* yaitu dengan membiarkan air masuk ke lokasi tambang untuk ditampung dalam kolam penampung (*Sump*) dan kemudian dikeluarkan ke luar tambang dengan pompa yang selanjutnya di *treatment* terlebih dahulu untuk menetralkan kadar asam pada air hasil dari pemompaan. Sementara itu secara *Mine drainage* yaitu upaya pencegahan air untuk masuk ke dalam lokasi tambang dengan cara pembuatan saluran disekeliling *pit* (*Ring Kanal*) sehingga air tersebut mengalir mengelilingi *pit* dan seterusnya dialirkan ke sungai.

Berdasarkan data curah hujan bulanan (lihat tabel 1) pada bulan Juni sampai oktober diperoleh curah hujan yang rendah sehingga seluruh air yang masuk ke *Front* penambangan dipusatkan ke *Sump* Barat dan seterusnya dipompakan ke KPL Udongan. Sementara itu untuk *Sump-Sump* lainnya tidak tergenang air kecuali hanya pada saat hujan. Sementara itu rencananya pada tahun 2015 akan digunakannya kembali KPL Cikayib, KPL Suban dan KPL TKU maka akan diperlukannya perhitungan kebutuhan pompa dan pipa untuk

masing-masing KPL tersebut. Semakin luasnya bukaan tambang pada tahun 2015 sehingga akan memperluas *catchment area* maka akan diperlukan perencanaan penyaliran yang sesuai.

Berhubung dengan target produksi yang tinggi pada tahun 2015 yaitu 22,7 juta ton sehingga Tambang Air Laya direncanakan mencapai elevasi -73 untuk TAL Utara dan elevasi -50 untuk TAL Selatan dengan daerah tangkapan hujan (*catchment area*) mencapai 864 hektar yang terdiri dari 6 buah sumuran (*Sump*) diantaranya *Sump* barat, *Sump* utara, *Sump* MT4, *Sump* selatan *Front*, *Sump* selatan *prebench*, dan *Sump* curug pangkul. Dimana apabila system penyaliran tidak berjalan sebagaimana mestinya maka akan mengakibatkan masalah dalam kegiatan penambangan.

Oleh sebab itu agar kegiatan penambangan kedepannya tidak terganggu dan kondisi tempat kerja tetap aman, maka diperlukan perencanaan mengenai sistem penyaliran sehingga kegiatan penambangan dapat berjalan secara optimal.

B. Identifikasi Masalah

Dari latar belakang penelitian diatas, penulis dapat mengidentifikasi masalah sebagai berikut:

1. Pada pertengahan Oktober 2014 terjadi longsor di TAL *extension* Utara dan *inside dump* MOT (*monitoring of tambang*).
2. Terjadinya tanggul jebol pada *Sump* utara disebabkan oleh penambangan yang melebihi perencanaan.

3. Semakin luasnya daerah tangkapan hujan (*catchment area*) pada tahun 2015 maka akan diperlukan perencanaan tambang yang sesuai.
4. Air hasil pemompaan yang perlu ditreatment terlebih dahulu untuk menetralsir kadar asam (PH) sebelum dialirkan ke sungai.
5. Diperlukannya perhitungan pompa dan pipa untuk KPL cikayib, KPL Suban dan KPL TKU.

C. Pembatasan Masalah

Adapun penelitian dibatasi pada perencanaan sistem penyaliran tambang pada *Front* penambangan batubara PT. Bukit Asam (Persero) Tbk *pit* Tambang Air Laya (TAL) pada tahun 2015 meliputi bentuk dan ukuran *drainase*, *Sump*, kolam pengendapan lumpur , kebutuhan pompa. Disamping itu penghitungan curah hujan dirancang untuk periode ulang 2 tahunan.

D. Perumusan Masalah

Sistem penyaliran tambang memegang peranan penting dalam peningkatan produksi. Dengan adanya sistem penyaliran tambang yang baik, diharapkan target produksi perusahaan dapat terpenuhi. Berdasarkan uraian tersebut, maka permasalahannya adalah :

1. Berapakah dimensi saluran terbuka untuk mengatasi air limpasan pada *Front* penambangan *pit* Tambang Air Laya (TAL) tahun 2015?
2. Berapakah dimensi *Sump* untuk menampung air yang masuk ke *Front* penambangan *pit* Tambang Air Laya (TAL) tahun 2015 yang terdiri dari *Sump* Utara, *Sump* Barat, *Sump* Curugpangkul, *Sump* Selatan *Front*, *Sump* Selatan Prebench dan *Sump* MT4?

3. Berapa jumlah pompa dan spesifikasi pompa yang efektif untuk mengeluarkan air untuk setiap *Sump* pada *Front* penambangan *pit* Tambang Air Laya (TAL) tahun 2015?
4. Berapakah dimensi kolam pengendapan lumpur (KPL) yang dibutuhkan untuk mengendapkan lumpur hasil pemompaan dari *Sump* pada *pit* Tambang Air Laya (TAL) tahun 2015?

E. Tujuan Penelitian

Adapun tujuan yang diharapkan dari penelitian ini adalah dapat diperoleh sistem penyaliran tambang yang sesuai, diantaranya:

1. Mengetahui dimensi saluran terbuka yang sesuai dengan debit limpasan untuk masing masing saluran terbuka pada *Front* penambangan *pit* Tambang Air Laya (TAL) tahun 2015.
2. Mengetahui dimensi *Sump* yang dapat menampung air yang masuk kedalam *Front* penambangan *pit* Tambang Air Laya (TAL) tahun 2015 yang terdiri dari *Sump* Utara, *Sump* Barat, *Sump* Curugpangkul, *Sump* Selatan *Front*, *Sump* Selatan Prebench dan *Sump* MT4.
3. Mengetahui kebutuhan pompa dan spesifikasi pompa yang diperlukan untuk mengeluarkan air untuk setiap *Sump* pada *Front* penambangan *pit* Tambang Air Laya (TAL) tahun 2015.
4. Mengetahui dimensi kolam pengendapan lumpur yang sesuai untuk mengendapkan lumpur hasil pemompaan dari *Sump* pada *pit* Tambang Air Laya (TAL) tahun 2015.

F. Kegunaan Penelitian

Adapun beberapa manfaat yang diharapkan dapat diperoleh dari penelitian ini adalah sebagai berikut :

1. Menambah pengetahuan penulis dan pembaca mengenai sistem penyaliran tambang.
2. Sebagai bahan pertimbangan dan masukan bagi pihak PT. Bukit Asam Tbk. *pit* Tambang Air Laya (TAL) dalam melakukan sistem penyaliran tambang.

BAB II

KAJIAN TEORITIS

A. Deskripsi Perusahaan

1. Lokasi dan Geografi

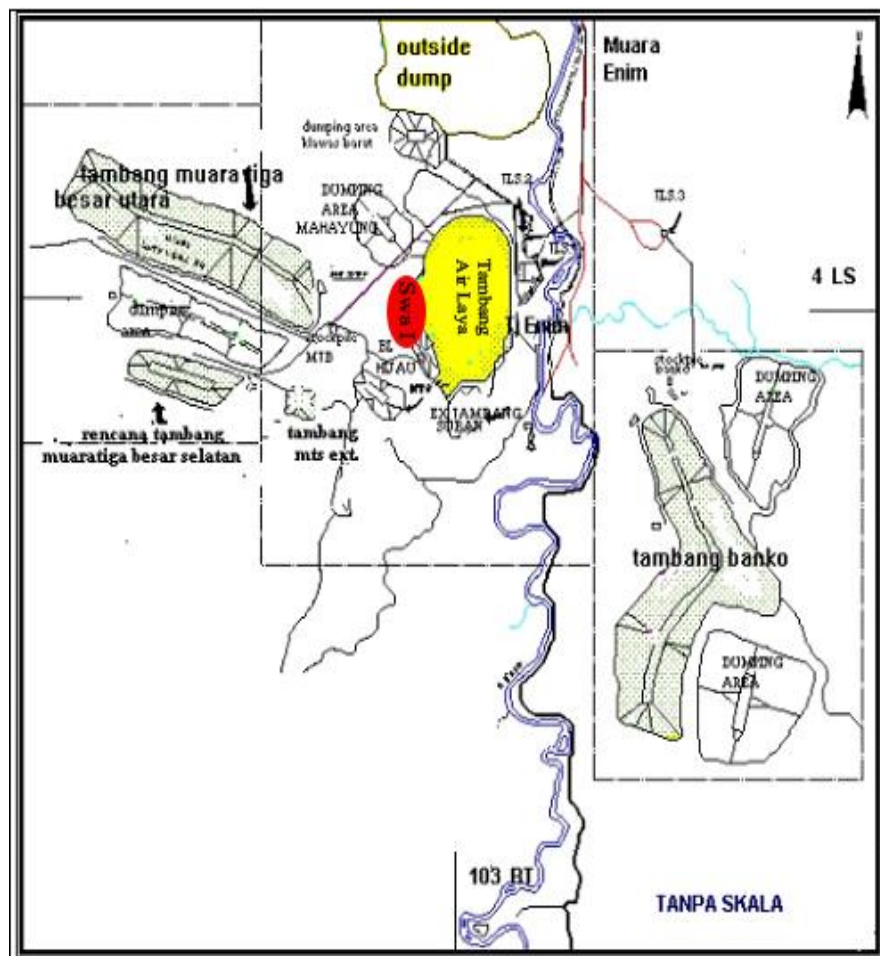
Wilayah Izin Usaha Pertambangan PT.Bukit Asam (Persero) Tbk terletak di Tanjung Enim, Kecamatan Lawang Kidul, Kabupaten Muara Enim, Provinsi Sumatera Selatan dengan jarak $\pm$ 200 km atau sekitar empat jam perjalanan ke arah barat daya dari pusat kota Palembang. PT.Bukit Asam (Persero) Tbk sendiri dapat dikatakan memiliki satu lokasi pertambangan dengan dua lokasi sebagai pelabuhan atau dermaga untuk memasarkan batubara (Gambar 1). Wilayah IUP PT.Bukit Asam (Persero) Tbk terletak pada posisi $103^{\circ} 45' \text{ BT} - 103^{\circ} 50' \text{ BT}$ dan $3^{\circ} 42' 30'' \text{ LS} - 4^{\circ} 47' 30''$ atau garis bujur 9.583.200 – 9.593.200 dan lintang 360.600 – 367.000 dalam sistem koordinat internasional .

Bukit-bukit lain yang termasuk dalam wilayah kuasa penambangan PT.Bukit Asam (Persero) Tbk antara lain Bukit Serelo, Bukit Munggu, Bukit Tapuan dan Bukit Murman yang pada umumnya berkomposisi batuan andesit. Sungai yang mengalir di daerah ini adalah Sungai Enim di sebelah timur dan Sungai Lawai di sebelah barat.



Sumber : PT Bukit Asam

GAMBAR 1
PETA DAERAH TANJUNG ENIM SUMATERA SELATAN



Sumber : Perencanaan jangka panjang PT BA

GAMBAR 2
LOKASI TAMBANG BATUBARA PTBA TANJUNG ENIM

2. Geologi dan Stratigrafi

a. Geologi

Lapisan batubara dalam daerah izin usaha pertambangan (IUP) PT.Bukit Asam (Persero) Tbk Unit Pertambangan Tanjung Enim menempati tepi barat bagian dari Cekungan Sumatera Selatan, dimana cekungan ini merupakan bagian dari Cekungan Sumatera Tengah dan Selatan. Lapisan batubara pada daerah ini tersingkap dalam sepuluh lapisan batubara yang terdiri dari lapisan tua sampai muda, yakni Lapisan Petai, Lapisan Suban, Lapisan Mangus dan tujuh lapisan gantung (*hanging seam*).

Tambang Air Laya merupakan bagian dari Antiklinorium Muara Enim dari Cekungan Sumatera Selatan. Litologi utama yang dijumpai adalah Formasi Muara Enim sebagai pembawa batubara yang didominasi batuan lempung lanauan dengan umur Mio-Pliosen. Dapat pula dijumpai endapan sungai tua yang berumur kuartar dan tanah timbunan lama (*old dump*).

Struktur geologi yang berkembang antara lain : antiklin yang membentuk kubah, sesar normal lebih dari lima puluh meter di sisi timur, sesar minor yang mempunyai pola radial akibat adanya intrusi di bawah Tambang Air laya dan kekar-kekar. Pengaruh intrusi ini terhadap sesar di Tambang Air Laya juga mengakibatkan banyak sesar yang tidak menerus sampai bagian bawah dari lapisan batuan yang ada sehingga tambang air laya ini merupakan daerah yang rawan longsor.

Keadaan ini dimungkinkan akibat adanya dua proses geologi yang terjadi di Tambang Air Laya, yaitu :

- 1) Adanya gaya tektonik pada kala Pliosen dengan arah utama Utara Selatan.
- 2) Adanya intrusi batuan beku andesit. Hal ini dapat dibuktikan dengan adanya peningkatan rank batubara semakin dekat dengan intrusi. Siklus pengendapan terbagi dalam dua fase, fase pertama yaitu fase transgresi menghasilkan kelompok Telisa yang terdiri dari formasi Talang Akar, Formasi Baturaja dan Formasi Gumai. Kelompok Telisa ini diendapkan secara tidak selaras diatas bauan – batuan yang berumur tersier. Fase kedua yaitu Fase regresi menghasilkan endapan kelompok Palembang yang terdiri dari formasi Air Benakat, Formasi Muara Enim dan Formasi Kasai.

a) Formasi Muara Enim

Merupakan indikasi yang mengandung batubara (*coal measure*) dicirikan dengan adanya batu lempung, batu lanau dan batu pasir yang dominan. Di daerah Air Laya, Formasi Muara Enim tertinggi oleh endapan Sungai Tua secara tidak selaras. Endapan sungai – sungai yang berumur kuarter ini belum mengalami pemadatan secara sempurna.

b) Formasi Kasai

Formasi ini dicirikan oleh tufa yang berwarna putih, seperti yang tersingkap di daerah Suban maupun Klawas. Terdiri dari interbed tuff, batu pasir tufaan, batu lanau tufaan, batu lempeng tufaan dan batubara tipis. Lingkungan pengendapannya dari darat sampai transisi dengan ketebalan 500 – 1000 meter.

c) Formasi Talang Akar

Formasi ini terdiri dari anggota gritsand (grm) dan anggota transisi lokasi tipenya di Sumur Limau kurang lebih barat daya Prabumulih dengan nama asal “ Talang Akar Stage “. Anggota gritsand dari batu pasir kasar hingga sangat kasar dengan interkalasi serpih dan lanau yang diendapkan di lingkungan fluvial hingga delta. Anggota ini diendapkan tidak selaras di atas formasi lahat selama oligosen dalam ketebalan 550 meter.

d) Formasi Baturaja

Formasi ini terdiri dari batu gamping terumbu dan batu gamping detritus, ke arah cekungan berubah fasies menjadi serpih, napal dengan sisipan tipis batu gamping dari formasi gumai. Formasi terletak tidak selaras di atas batuan pra tersier. Ketebalan formasi ini pada daerah paparan adalah 60 – 75 meter , tetapi apabila terletak diatas batuan dasar, variasinya akan lebih besar antara 60 – 120 meter, bahkan pada singkapan bukit Gerbah mencapai 520 meter. Formasi ini berumur miosen awal.

e) Formasi Gumai

Puncak Transgesi pada cekungan Sumatera Selatan dicapai pada waktu pengendapan Formasi Gumai sehingga formasi ini mempunyai penyebaran yang sangat luas pada cekungan Sumatera Selatan. Formasi ini diendapkan selaras di atas Formasi Baturaja dan anggota transisi foraminifera dengan sisipan batu pasir gampingan pada bagian bawah dan sisipan batu gamping pada bagian tengah dan atasnya. Ketebalan formasi ini mencapai 200 – 500 meter.

f) Formasi Air Benakat

Litologi satuan ini adalah serpih gampingan yang kaya akan foraminifera di bagian bawahnya, makin ke atas dijumpai batu pasir yang mengandung glaukonit. Pada puncak satuan ini pasirnya meningkat, kadang dijumpai sisipan tipis batubara atau sisa – sisa tumbuhan. Formasi ini diendapkan pada lingkungan neritik yang berangsur – angsur menjadi laut dangkal dan prodelta. Diendapkan selaras di atas formasi Gumai pada miosen tengah hingga miosen akhir dengan ketebalan kurang dari 60 meter.

b. Stratigrafi

Proses intrusi batuan beku andesit merupakan faktor utama terbentuknya pola struktur Tambang Air Laya. Litologi yang dijumpai di daerah Tambang Air Laya termasuk dalam Formasi Muara Enim, dimana lapisan Batubara yang ekonomis untuk ditambang terdiri dari lima lapisan, sedangkan lima lapisan yang lain merupakan lapisan tipis (dibawah 0,5 meter) yang tidak ekonomis untuk ditambang (Gambar 3). Diantara lapisan batubara terdapat *interburden*. Ketebalan lapisan kurang lebih 50 meter. Stratigrafi batuan lapisan yang ada di daerah Tambang Air Laya adalah sebagai berikut:

1) Lapisan Tanah Penutup (*overburden*)

Merupakan material yang terdiri dari tanah liat, batu pasir halus, batu lanau, bentonit, dan tanah timbunan bekas Tambang Lama. Pada lapisan ini juga terdapat konstruksi *iron stone* yang berbentuk cakram dan juga terdapat lapisan batubara gantung dengan ketebalan 0,5 meter. Sedangkan ketebalan lapisan *overburden* ini berkisar antara 85 – 50 meter.

2) Lapisan Batubara A1 (mangus atas)

Umumnya lapisan ini dicirikan oleh adanya material pengotor berupa tanah liat (*clay*), adapun ketebalan lapisan ini antara 15 – 20 cm. Sedangkan ketebalan lapisan batubara A1 sekitar 8-10 meter.

3) Lapisan Interburden A1 – A2

Lapisan ini dicirikan oleh adanya material tufaan berwarna putih dan abu – abu. Secara keseluruhan lapisan ini memperlihatkan adanya struktur graded bedding dengan batu pasir konglomerat pada bagian dasar dan batu pasir halus pada bagian atas . Ketebalan lapisan ini bervariasi antara 4 - 6 meter.

4) Lapisan Batubara A2 (Mangus Bawah)

Lapisan ini memiliki ciri khusus yaitu adanya lapisan silikat yang keras di bagian atas dengan ketebalan 0,2 – 0,5 meter dan adanya berkas tanah liat pada bagian tengah. Ketebalan lapisan ini yaitu $\pm$ 11,20 meter.

5) Lapisan Interburden A2 – B1

Lapisan ini terdiri dari batu lanau, lempungan dan batu pasir, yang dikenal dengan nama Suban *Marker Seam*. Ketebalan lapisan ini antara 9 – 12 meter.

6) Lapisan Batubara B1 (Suban Atas)

Lapisan batubara ini tidak memiliki ciri khusus, biasanya dikenal dari jaraknya dari lapisan batubara A2. Ketebalan lapisan ini adalah antara 11 – 12 meter.

7) Lapisan Interburden B1 – B2

Lapisan ini terdiri atas lapisan batu pasir karbonat hitam dengan ketebalan sekitar 3 meter.

8) Lapisan Batubara B2 (Suban bawah)

Lapisan batubara ini merupakan lapisan batubara yang paling tipis, mengandung satu lapisan batu lempung. Adapun ketebalan batubara pada lapisan ini bervariasi antara 3 – 5 meter.

9) Lapisan Interburden B2 – C

Terdiri atas lapisan lempung dan lapisan batu pasir yang mengandung lensa – lensa lanau. Lapisan ini mempunyai ketebalan antara 30 – 40 meter.

10) Lapisan Batubara C (Lapisan Petai)

Lapisan ini merupakan lapisan tunggal dan umurnya tidak memiliki lafosen tunggal dan umumnya tidak memiliki lapisan pengotor. Ketebalan lapisan batubara pada lapisan ini berkisar antara 7 meter, tetapi pada bagian Timur Laut dan Barat Laut Tambang Air Laya ketebalan batubara dapat 9 meter.

11) Lapisan di bawah lapisan Batubara Petai (C)

Lapisan ini umumnya terdiri dari lapisan batu pasir berbutir halus sampai sedang dan kadang – kadang dijumpai material glaukonit serta batu lempung.

**SEKUEN STRATIGRAFI DAN KOLOM LITOLOGI
DAERAH TANJUNG ENIM DAN SEKITARNYA**

(Tanpa Skala)

Skala waktu Geologi	Formasi			Divisi Lapisan Batubara	Nama Lapisan Batubara	Litologi	Ketebalan (m)		Diskripsi
							Rerata	Kisaran	
TERTIARY	MIO-PLIOC	PALEMBANG GROUP	KASAI FORMATION	KAF	NIRU				Gravel, pasir, lanau, lempung dan lain-lain
					JELAWATAN				Lapisan Gantung
					ENIM				Batulempung, lapisan silikaan, lapisan bentonitik, bentonitik, sisipan tipis lapisan batulanau.
					KEBON				
					BENUANG				
	MIO-PLIOC	PALEMBANG GROUP	MUARA ENIM FORMATION	MEMBER B (MP. B)	BURUNG				
						A1	8.10	5.0 - 13.25	Batubara A1, sisipan lapisan tipis batulanau tufaan.
						A2		0.50 - 4.00	Batulempung bentonitik, Batupasir tufaan.
							10.70	9.80 - 14.75	Batubara A2, pada bagian atas tersilikaan.
								15.00 - 23.00	Batulempung, batulanau dan sisipan batupasir.
MIOCENE	MIO-PLIOC	PALEMBANG GROUP	AIR BENAKAT FORMATION	MEMBER A (MP. A)	MANGUS				Lapisan Suban.
					MANGUS	B1		8.0 - 14.45	Batubara B1, sisipan tipis batulempung lanauan kadang-kadang karbonan.
					SUBAN	B2	17.00	2.0 - 5.0	Batulempung dan batulanau..
					PETAI			3.0 - 5.8	Batubara B2, lensa batulempung karbonan pada bagian bawah.
					MERAPI			25.00 - 44.00	Batupasir dengan batulanau. Intrusi batuan beku andesit bentuk sil.
	MIOCENE	PALEMBANG GROUP	BAF	M1		C1		5.00-14.60	Batulempung
							13.00	0.80 - 11.40	Batubara C/C1, sisipan tipis batulempung / batulanau karbonan
								0.5-10.10	Batulempung - batulanau
						C2			Batubara C2, sisipan tipis batulempung / batulanau karbonan.
					KELADI			> 100	Batulempung, batulanau, batupasir.

Remark :

	Batulempung		Batubara		Andesit
	Batupasir		Gravel dll		
	Bentonit		Batulanau		

Sumber : Geologi – Eksplorasi Rinci PT BA

GAMBAR 3
SEKUEN STRATIGRAFI DAN KOLOM LITOLOGI DAERAH
TANJUNG ENIM

3. Iklim dan Curah Hujan

Seperti kebanyakan daerah di Indonesia, Unit Perambangan Tanjung Enim memiliki iklim tropis dengan kelembaban dan temperatur rata – rata berkisar 28 °C, temperatur minimum lebih kurang 24 °C dan temperatur maksimum lebih kurang 28°C sedangkan kelembaban udara rata – rata berkisar 57 % sampai dengan 85 % dengan kelembaban relatif maksimum berkisar 98 % terjadi pada pagi hari dan kelembaban relatif minimum berkisar 35 % terjadi pada siang hari (Tabel 4). Pada umumnya daerah UPTE terdiri atas dua musim yaitu musim hujan dan musim kemarau. Musim hujan terjadi pada bulan November sampai dengan bulan April dan musim kemarau terjadi pada bulan Mei sampai dengan bulan Oktober.

Tabel 1
Data Curah Hujan Untuk UPTE TAL Periode 2006-2013

Bulan	TAL 2006-2013								ch rata2 bulanan
	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	
Januari	474	401	414	310	429	193	225	465.6	363.95
Februari	576	375	147	167	497	201	383	255.6	325.2
Maret	92	163	276	274	398	227	167	302.8	237.475
April	314	543	428	335	374	360	164	327	355.625
Mei	203	152	124	188	333	346	254	714.1	289.2625
Juni	94	101	142	87	128	119	101	92	108
Juli	138	89	17	90	132	38	44	444	124
Agustus	15	69	83	86	131	20	23	110	67.125
September	17	184	142	107	191	52	105	233	128.875
Oktober	39	192	337	210	245	186	298	224	216.375
November	207	366	178	148	336	505	321	319	297.5
Desember	441	426	391	457	154	314	714	414	413.875
total	2610	3061	2679	2459	3348	2561	2799	3901.1	2927.2625

Sumber : Rencana Sipil dan Hidrologi PT BA

B. Landasan Teori

1. Penyaliran Tambang

Penyaliran tambang merupakan penanganan air yang masuk kedalam daerah penambangan. Hal ini dilakukan untuk menjaga kelangsungan aktifitas penambangan agar tidak terganggu oleh air yang jumlahnya melebihi di *front* penambangan, apalagi ketika musim hujan datang maka air semakin meningkat sehingga sangat mempengaruhi aktifitas penambangan.

Rudy (1999:4-1) menyatakan bahwa penanganan masalah air dalam suatu tambang terbuka dapat dibedakan menjadi dua jenis yaitu:

- a. *Mine drainage* adalah suatu upaya untuk mencegah masuk/mengalirnya air ke areal front kerja. Hal ini umum dilakukan untuk penanganan air tanah dan air yang berasal dari sumber air permukaan.

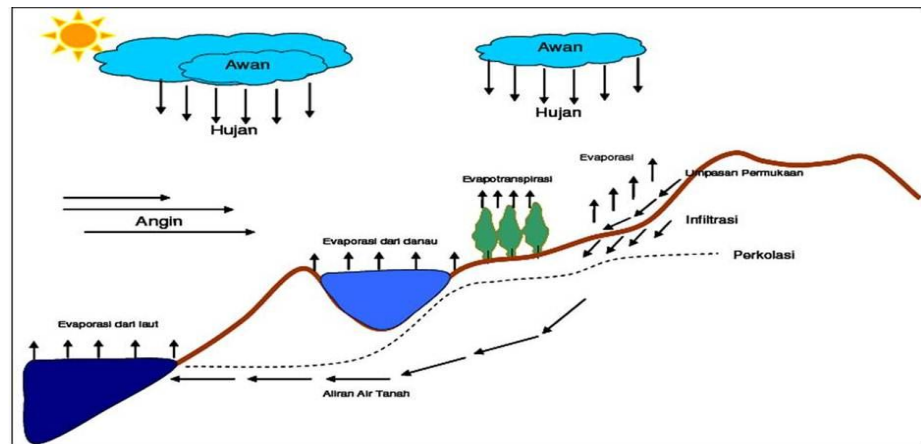
- b. *Mine dewatering* merupakan usaha yang dilakukan untuk mengeluarkan air yang telah masuk ke dalam areal penambangan, terutama untuk penanganan air hujan.

Air pada lokasi tambang dapat bersumber dari:

- a. Air permukaan, yaitu air yang mengalir di permukaan tanah. Jenis air ini meliputi air limpasan permukaan yang berasal dari air hujan.
- b. Air bawah tanah, yaitu air yang terdapat di bawah permukaan tanah

1) Daur Hidrologi

Air yang berada di dalam maupun di permukaan bumi mengalami proses yang membentuk daur. Secara umum daur hidrologi terjadi karena air yang menguap ke udara dari permukaan tanah dan laut akan terkondensasi dan kembali jatuh ke bumi (Soemarto, 1995:25). Kejadian ini disebut presipitasi yang dapat berbentuk hujan, salju, atau embun. Peristiwa perubahan air menjadi uap air dan bergerak dari permukaan tanah ke udara disebut evaporasi, sedangkan penguapan air dari tanaman disebut transpirasi. Jika kedua proses ini terjadi secara bersama-sama maka disebut evapotranspirasi. Untuk lebih jelasnya kita lihat daur hidrologi pada (gambar 4) di bawah ini.



Sumber : Soemarto, 1995

Gambar 4

Daur Hidrologi

2) Presipitasi

Presipitasi adalah nama umum dari uap yang mengkondensasi dan jatuh ke tanah dalam rangkaian proses siklus hidrologi (Sosrodarsono dan Takeda, 1983). Presipitasi dapat berbentuk dua wujud, yaitu:

- a) Presipitasi cair, seperti hujan dan embun.
- b) Presipitasi beku, seperti salju dan hujan es.

Faktor-faktor yang mempengaruhi presipitasi adalah:

- a) Adanya uap air di atmosfer.
- b) Faktor-faktor meteorologis seperti suhu, air, suhu udara, kelembaban, kecepatan angin, tekanan dan sinar matahari.
- c) Rintangan yang disebabkan oleh gunung dan lain-lain.

3) Infiltrasi

Proses masuknya air hujan ke dalam lapisan permukaan tanah dan turun ke permukaan air tanah disebut infiltrasi (Sosrodarsono dan Takeda, 1983).

Sosrodarsono dan Takeda (1983) menyatakan bahwa faktor-faktor yang mempengaruhi infiltrasi adalah:

- a) Dalamnya genangan di atas permukaan tanah dan tebal lapisan yang jenuh.
- b) Kelembapan tanah
- c) Pemampatan oleh curah hujan
- d) Penyumbatan oleh bahan-bahan yang halus
- e) Pemampatan oleh orang dan hewan
- f) Struktur tanah
- g) Tumbuh-tumbuhan
- h) Udara yang terdapat dalam tanah
- i) Lain-lain

4) Evapotranspirasi

Evapotranspirasi merupakan gabungan dari evaporasi dan transpirasi. Evaporasi adalah proses pertukaran molekul air di permukaan menjadi molekul uap air di atmosfer akibat panas. Transpirasi adalah proses penguapan pada tumbuh-tumbuhan melalui sel-sel stomata. Faktor yang mempengaruhi evapotranspirasi adalah:

- a) Faktor-faktor meteorologis terutama matahari karena 95 % evapotranspirasi terjadi pada siang hari.
 - b) Jenis tumbuhan, karena evapotranspirasi dibatasi oleh persediaan kelembaban air yang diperlukan oleh tumbuh-tumbuhan serta ukuran stomata.
 - c) Jenis tanah, karena kadar kelembaban tanah membatasi persediaan air yang disediakan tumbuhan.
 - d) Genangan air terbuka.
- 5) Limpasan (*Run Off*)

Limpasan adalah semua air yang mengalir di permukaan tanah akibat hujan, yang bergerak dari tempat yang lebih tinggi ke tempat yang lebih rendah, memperlihatkan asal atau jalan yang ditempuh sebelum mencapai saluran.

Koefisien limpasan dapat dipengaruhi oleh beberapa hal yaitu faktor-faktor tutupan tanah, kemiringan lahan, intensitas hujan dan lamanya hujan. Koefisien ini merupakan suatu konstanta yang menggambarkan dampak proses infiltrasi, penguapan dan intersepsi pada daerah tersebut.

Penghitungan debit limpasan, dengan menggunakan rumus Rasional sebagai berikut:

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

Sumber: Sagoya Rudy, "Sistem Penyaliran Tambang", 1999

Keterangan:

Q = Debit limpasan (m^3 /detik)

C = Koefisien limpasan (Tabel 1)

I = Intensitas curah hujan (mm/jam)

A = Luas *catchment area* (km^2)

Beberapa harga koefisien dapat dilihat pada tabel 2.

Tabel 2
Beberapa Harga Koefisien Limpasan

No	Kemiringan	Tutupan atau Jenis Lahan	Nilai C
1.	Datar < 3 %	Sawah, rawa	0,2
		Hutan, perkebunan	0,3
		Perumahan dengan kebun	0,4
2.	Menengah 3%- 5%	Hutan, perkebunan	0,4
		Perumahan	0,5
		Tumbuhan yang jarang	0,6
		Tanpa tumbuhan, daerah penimbunan	0,7
3.	Curam > 15%	Hutan	0,6
		Perumahan, kebun	0,7
		Tumbuhan yang jarang	0,8
		Tanpa tumbuhan, daerah tambang	0,9-1

Sumber: Rudy Sayoga, "Sistem Penyaliran Tambang", 1999

2. Curah Hujan

Curah hujan adalah banyaknya hujan terjadi pada suatu daerah atau satuan luas. Tinggi curah hujan merupakan faktor yang sangat penting dalam perencanaan sistim penyaliran, karena besar kecilnya curah hujan pada suatu daerah tambang akan mempengaruhi besar kecilnya air tambang yang harus ditanggulangi.

Angka-angka curah hujan yang diperoleh merupakan data yang tidak dapat digunakan secara langsung untuk perencanaan pembuatan sarana pengendalian air tambang, tetapi harus diolah terlebih dahulu untuk mendapatkan data yang lebih akurat. Curah hujan merupakan data yang paling utama dalam perencanaan penyaliran tambang terbuka.

Pengamatan curah hujan dilakukan dengan alat pengukur curah hujan. Ada dua jenis alat pengukur curah hujan yaitu alat ukur manual dan otomatis. Alat ini biasanya diletakan di tempat terbuka agar air hujan yang jatuh tidak terhalangi oleh bangunan atau pepohonan. Data tersebut berguna pada saat penentuan hujan rancangan.

Analisa terhadap curah hujan ini dapat dilakukan dua metode, yaitu:

- a. *Annual Series*, yaitu dengan mengambil satu data maksimum setiap tahunnya yang berarti bahwa hanya besaran maksimum setiap tahun saja yang dianggap berpengaruh dalam analisa data penelitian.
- b. *Partial Duration Series*, yaitu dengan menentukan lebih dahulu batas awal tertentu curah hujan, selanjutnya data yang lebih besar dari batas bawah tersebut diambil dan dijadikan data yang akan dianalisa.

1) Curah Hujan Rancangan

Pengolahan data curah hujan dimaksudkan untuk mendapatkan data curah hujan yang siap pakai untuk suatu perencanaan sistem 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:

$$X_t = X + k \cdot S$$

(*“Diktat Perencanaan Drainase Tambang Terbuka PT Bukit Asam”*)

$$k = (Y_t - Y_n) / S_n$$

Keterangan :

X_t = Curah hujan rencana (mm/hari) ;

k = *Reduced variate factor*

X = Curah hujan rata – rata (mm/hari) ;

Y_t = *Reduced variate*

Y_n = *Reduced mean*

S = *Standart deviation*

S_n = *Reduced standart deviation*

Dari perumusan distribusi Gumbel di atas, hanya harga curah hujan rata-rata dan Standar deviasi nilai curah hujan yang diperoleh

dari hasil pengolahan data. Sedangkan harga-harga selain itu diperoleh dari tabel tetapan, dalam hubungannya dengan jumlah data dan periode ulang hujan.

2) Intensitas Curah Hujan

Intensitas curah hujan adalah jumlah hujan yang dinyatakan dalam tinggi hujan atau volume hujan dalam satuan waktu. Nilai intensitas hujan tergantung lama curah hujan dan frekuensi hujan dan waktu konsentrasi. Dalam menentukan intensitas curah hujan dapat dicari dengan rumus berikut:

$$I = \frac{R}{24} \times \left(\frac{24}{tc} \right)^{2/3}$$

(Rudy Sayoga, "Diktat Kuliah Penyaliran Tambang")

Harga tc dapat dicari dengan menggunakan rumus:

$$Tc = 0,0195 (L^{0,77} \times S^{-0,385})$$

(Rudy Sayoga, "Diktat Kuliah Penyaliran Tambang 4-2")

Keterangan:

I = Intensitas curah hujan (mm/jam)

R = Curah hujan rancangan (mm/hari)

tc = Lama waktu konsentrasi (jam)

L = Panjang aliran (km)

H = Beda elevasi (km)

S = Slop/kemiringan

Berdasarkan tinggi rendahnya nilai intensitas curah hujan, hujan dapat diklasifikasikan ke dalam beberapa tingkatan yang dapat dilihat pada (tabel 3).

Tabel 3
Derajat dan Intensitas Curah Hujan

No	Derajat Hujan	Intensitas Curah Hujan (mm/jam)	Kondisi
1.	Hujan sangat lemah	$< 0,02$	Tanah agak basah atau dibasahi sedikit
2.	Hujan lemah	$0,02 - 0,05$	Tanah menjadi basah semuanya
3.	Hujan normal	$0,05 - 0,25$	Bunyi curah hujan terdengar
4.	Hujan deras	$0,025 - 1,00$	Air tergenang di seluruh permukaan tanah dan terdengar bunyi dari genangan
5.	Hujan sangat deras	$>1,00$	Hujan seperti ditumpahkan, seluruh drainase meluap

Sumber: Rudy Sayoga, "Sistem Penyaliran Tambang", 1999

3) *Catchment Area*

Catchment area merupakan suatu areal atau daerah tangkapan hujan dimana batas wilayah tangkapannya ditentukan dari titik-titik elevasi tertinggi, sehingga akhirnya merupakan suatu poligon tertutup yang mana polanya disesuaikan dengan kondisi topografi dengan mengikuti kecenderungan arah gerak air. Air yang jatuh ke permukaan sebagian akan meresap ke dalam tanah (*infiltrasi*), sebagian ditahan oleh tumbuhan (*intersepsi*), dan sebagian akan mengisi liku-liku permukaan bumi dan akan mengalir ketempat yang lebih rendah.

Daerah tangkapan hujan merupakan suatu daerah yang dapat mengakibatkan air limpasan permukaan (*run off*) mengalir ke suatu tempat (daerah penambangan yang lebih rendah). Dalam menentukan batasan *catchment area* dapat dibatasi pada wilayah areal penambangan saja, sedangkan daerah di luar areal penambangan bisa saja termasuk kedalam *catchment area* jika elevasi diluar areal penambangan lebih tinggi dari areal penambangan. Namun di luar areal penambangan dalam penanggulangan air limpasan dapat dibuat saluran pengelak.

3. Saluran Tambang

Pembuatan saluran tambang dilakukan untuk air limpasan permukaan pada suatu daerah dan mengalirkannya ke tempat pengumpulan (sumuran) atau tempat lainnya. Saluran ini juga digunakan untuk mengalirkan air hasil pemompaan keluar areal penambangan (sungai).

Rudy Sayoga (1999:4-2) menyatakan saluran tambang harus memenuhi persyaratan-persyaratan sebagai berikut:

- a. Dapat mengalirkan debit air yang direncanakan.
- b. Kemiringan sedemikian sehingga tidak terjadi pengendapan/sedimentasi
- c. Kecepatan air sedemikian sehingga tidak merusak saluran (erosi)
- d. Kemudahan dalam penggalian.

Bentuk penampang saluran air umumnya dapat dipilih berdasarkan debit air, tipe material pembentuk saluran serta kemudahan dalam pembuatannya. Saluran air dengan penampang segi empat atau segi tiga umumnya untuk debit kecil sedangkan untuk penampang trapesium untuk debit yang besar.

Bentuk penampang yang paling sering dan umum di pakai adalah bentuk trapesium, sebab mudah dalam pembuatannya, murah, efisien dan mudah dalam perawatannya serta stabilitas kemiringannya (z) dapat disesuaikan menurut keadaan topografi dan geologi. Perhitungan kapasitas pengaliran suatu saluran air dilakukan dengan rumus Manning.

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

(Sumber: Rudy Sayoga, "Sistem Penyaliran Tambang", 1999 4-3)

Keterangan:

Q = Debit aliran pada saluran (m^3 /detik)

R = Jari-jari hidrolik = $\frac{A}{P}$

S = Kemiringan dasar saluran (%)

P = Keliling basah

A = Luas penampang

n = Koefisien Manning yang menunjukkan kekerasan dinding saluran

Harga Koefisien Manning dapat dilihat pada tabel 4.

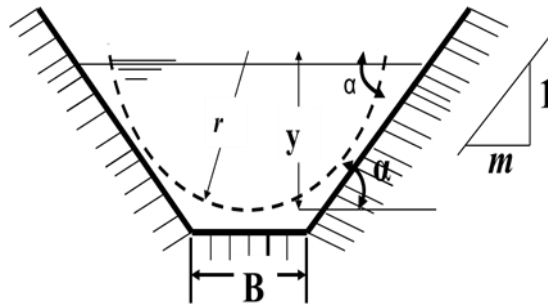
Tabel 4
Harga Koefisien Manning (n)

No	Tipe Elemen	(n)
1.	Semen	0,010 - 0,014
2.	Beton	0,011 - 0,016
3.	Bata	0,012 - 0,020
4.	Besi	0,013 - 0,017
5.	Tanah	0,020 - 0,030
6.	Gravel	0,022 - 0,035
7.	Tanah yang ditanami	0,025 - 0,040

Sumber: Rudy Sayoga, "Sistem Penyaliran Tambang", 1999

Dimensi penampang yang dapat dikatakan efisien, yaitu apabila dapat mengalirkan debit aliran secara maksimum. Beberapa jenis penampang efisien yang paling sering digunakan adalah sebagai berikut:

1) Penampang Saluran Trapesium



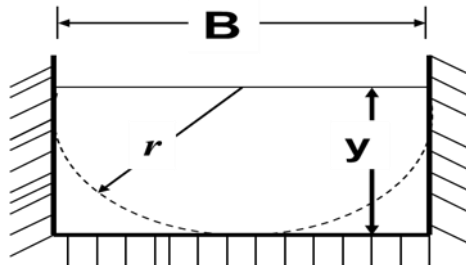
Sumber: Bambang Triatmodjo, "Hidraulika II", 2008

Gambar 5 Penampang Saluran Trapesium

Keterangan : B = Lebar dasar saluran $\tan \alpha$ = Kemiringan tebing

Y = Kedalaman saluran

2) Penampang Saluran Segi Empat

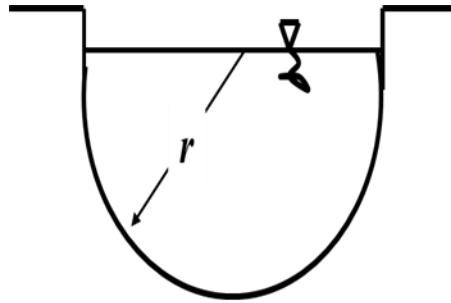


Sumber: Bambang Triatmodjo, "Hidraulika II", 2008

Gambar 6 Penampang Saluran Segi Empat

Keterangan: b = Lebar dasar saluran y = Kedalaman saluran

3) Penampang Saluran Setengah Lingkaran



Sumber: Bambang Triatmodjo, "Hidraulika II", 2008

Gambar 7 Penampang Saluran Setengah Lingkaran

Keterangan: r = Jari – jari lingkaran

Saluran dalam areal penambangan berfungsi untuk mengeluarkan air limpasan ke luar tambang, selain itu saluran juga terdapat di luar areal penambangan. Saluran yang berada di luar areal penambangan ini dikatakan sebagai saluran pengelak. Saluran pengelak merupakan saluran yang berfungsi untuk mencegah masuknya air limpasan kedalam areal penambangan.

4. Sumuran (*Sump*)

Sumuran berfungsi sebagai penampung air sebelum dipompa ke luar tambang. Dengan demikian, dimensi sumuran ini sangat tergantung dari jumlah air yang masuk serta keluar dari sumuran (Rudy, 1999:4-4).

Jumlah air yang masuk ke dalam *sump* merupakan jumlah air yang dialirkan oleh saluran-saluran, jumlah limpasan permukaan yang langsung mengalir ke sumuran dan curah hujan yang jauh di *sump*. Sedangkan jumlah air yang keluar dapat dianggap sebagai kapasitas pompa, karena penguapan

tidak terlalu berarti. Dengan adanya masukan (*input*) dan keluaran (*output*) maka dapat ditentukan dimensi *sump*.

a. Tata Letak Sumuran

Tata letak sumuran dipengaruhi oleh sistim penyaliran tambang yang digunakan serta disesuaikan dengan letak geografis daerah tambang dan kestabilan lereng tambang. Berdasarkan tata letak sumuran (*sump*), sistim penyaliran tambang dapat dibedakan menjadi:

- 1) Sistim Penyaliran Terpusat. Pada sistim ini *sump* ditempatkan pada setiap jenjang atau *bench*. Sistim pengaliran dilakukan dari jenjang paling atas menuju jenjang-jenjang yang berada di bawahnya, sehingga airnya akan terpusat pada *main sump* untuk kemudian dikeluarkan dari areal penambangan.
- 2) Sistim Penyaliran Tidak Terpusat. Sistim ini diterapkan untuk daerah tambang yang relatif dangkal dengan keadaan geografis daerah luar tambang yang memungkinkan untuk mengalirkan air secara langsung dari *sump* ke luar tambang.

b. Jenis Sumuran dan Penempatannya

Berdasarkan penempatannya, *sump* dapat dibedakan menjadi beberapa jenis, yaitu:

- 1) *Travelling Sump*. *Sump* ini berada pada areal penambangan. Tujuan dibuatnya *sump* ini adalah untuk menanggulangi air permukaan. Jangka waktu penggunaan *sump* ini relatif singkat dan selalu ditempatkan sesuai dengan kemajuan tambang.

2) *Sump* Jenjang. *Sump* ini dibuat secara terencana baik dalam pemilihan lokasi maupun volumenya. Penempatan *sump* ini adalah pada jenjang tambang dan biasanya dibagian tepi lereng tambang. *Sump* ini disebut sebagai *sump* permanen karena dibuat untuk jangka waktu yang cukup lama dan biasanya dari bahan kedap air dengan tujuan untuk mencegah meresapnya air yang dapat menyebabkan longsornya jejang.

3) *Main Sump*. *Sump* ini dibuat sebagai tempat penampungan air terakhir. Pada umumnya *sump* dibuat pada elevasi terendah dari dasar tambang.

5. Pompa

a. Pengertian Pompa

Pompa adalah suatu peralatan mekanik yang digerakkan oleh tenaga mesin yang digunakan untuk memindahkan dan mensirkulasikan cairan (fluida) dari suatu tempat ke tempat lainnya, dimana cairan tersebut hanya mengalir apabila terdapat perbedaan tekanan.

Selain dapat memindahkan cairan, pompa juga dapat berfungsi untuk meningkatkan kecepatan, tekanan dan ketinggian suatu cairan. Pompa mempunyai bermacam-macam bentuk dan kegunaan. Dalam penggunaannya pompa dapat dikelompokkan berdasarkan beberapa hal yaitu berdasarkan pemakaian, prinsip kerja, cairan yang dialirkan serta berdasarkan material atau bahan konstruksinya.

b. Spesifikasi Pompa

Dalam memilih sebuah pompa untuk suatu maksud tertentu, terlebih dahulu harus diketahui kapasitas aliran serta *head* yang diperlukan untuk mengalirkan zat cair yang akan dipompa. Selain dari pada itu, agar pompa dapat bekerja tanpa mengalami kavitasi, perlu di perkirakan berapa tekanan minimum yang tersedia pada sisi masuk pompa yang terpasang pada instalasi. Atas dasar tekanan isap yang ada maka putaran pompa dapat ditentukan.

Kapasitas aliran, head dan putaran pompa dapat ditentukan, apabila terjadi perubahan kondisi operasional, maka putaran dan ukuran pompa yang akan dipilih harus diperhitungkan kembali. Di bawah ini merangkum data - data yang diperlukan untuk pemilihan sebuah pompa yaitu sebagai berikut :

Tabel 5
Data Pemilihan Pompa

No	Data yang diperlukan	Keterangan
1	Kapasitas	Diperlukan keterangan tentang kapasitas minimum dan kapasitas maksimum
2	Kondisi isap	Tinggi isap dari permukaan air isap ke level pompa. Tinggi fluktuasi permukaan air isap. Tekanan yang bekerja pada permukaan isap. Kondisi isap pipa
3	Kondisi keluar	Tinggi permukaan air keluar ke level pompa. Tinggi fluktuasi permukaan air permukaan air permukaan. Besarnya tekanan pada permukaan air keluar. Kondisi pipa keluar
4	Head total pompa	
5	Jenis cairan yang dipompa	Air tawar, air laut, minyak, dll. Berat jenis, viskositas, kandungan padatan, temperatur, dll
6	Jumlah pompa	
7	Kondisi kerja	Kerja terus menerus, terputus – putus, jumlah jam kerja dalam setahun
8	Penggerak	Motor listrik, motor bakar torak, turbin uap
9	Poros tegak atau	

	mendatar	
10	Tempat instalasi	
11	Lain – lain	

Sumber : Sularso & Tahara, “Pompa dan Kompresor” 2006

Sebagai langkah optimalisasi dalam penggunaan pompa dapat dilakukan dengan melakukan pemilihan pompa yang sesuai dengan keadaan atau kondisi yang ada. untuk menentukan jenis pompa yang sesuai untuk keadaan atau kondisi yang ada dapat dilihat pada tabel 6 di bawah ini :

Tabel 6
Pompa – pompa yang Sesuai untuk Kondisi Pemakaian Tertentu

No	Kondisi pemakaian	Pompa yang sesuai
1	Untuk luas ruangan yang terbatas	Pompa tegak
2	Untuk sumur dalam	Pompa tegak dengan motor di atas atau motor di bawah
3	Untuk fluktuasi yang besar pada permukaan air hisap	Pompa tegak
4	Untuk ruang pompa yang dapat terendam air	Pompa tegak dengan rantai ganda
5	Untuk memompa air limbah dan berlumpur Untuk penguat (booster)	Pompa volut dengan jenis sumuran kering (dry pit) Pompa <i>inline</i> dengan ukuran kecil

6	Untuk mencegah pengotoran air yang dipompa	Pompa volut mendatar atau pompa tegak dengan pelumas air
7	Untuk mengurangi kebisingan	Pompa dengan motor terendam, pompa tegak jenis tromol sumuran
8	Bila kebocoran keluar pompa tidak di izinkan	Pompa motor berselubung

Sumber : Sularso & Tahara, “*Pompa dan Kompresor*” 2006

Dalam memilih sebuah pompa yang di digunakan perlu diketui beberapa hal sebagai berikut :

1) Sifat – sifat zat cair

Kemampuan sebuah pompa akan berubah – ubah tergantung pada karakteristik zat cair yang akan dialirkan, maka hal ini harus diperhatikan sebelum memilih suatu pompa tertentu.

2) Tahanan (*Head*) Pompa

Dalam pemompaan dikenal istilah julang (*head*), yaitu energi yang diperlukan untuk mengalirkan sejumlah air pada kondisi tertentu. Semakin besar debit air yang dipompa, maka *head* juga akan semakin besar. Head total pada pompa merupakan penjumlahan dari head angkat (statis) dan berapa kerugian dengan kondisi yang direncanakan

$$H = h_s + \Delta h_p + h_f + h_{sv} + h_v$$

(Sumber: Sularso, 2000: 26)

Keterangan:

H = Head total pompa (m)

h_s = Head statis merupakan perbedaan tinggi antara tinggi air di sump dengan titik buangan (m)

Δh_p = Perbedaan head tekan yang bekerja pada permukaan air (m)

h_f = kerugian pada jalur pipa yang sangat panjang (m)

h_{sv} = kerugian akibat fitting-fitting (belokan) pada pipa (m)

h_v = Head kecepatan pada ujung pipa keluar (m)

Untuk menentukan head total pompa terlebih dahulu harus ditentukan kerugian yang terjadi pada instalasi pompa yang digunakan.

a) *Head statis* (h_s)

Head statis merupakan perbedaan elevasi muka air di sisi keluar dan di sisi isap.

$$h_s = \text{elevasi sisi keluar} - \text{elevasi sisi isap}$$

(Rudy Sayoga Gautama, 1999: 5-2)

b) Perbedaan tekanan atmosfer pada permukaan air (Δh_p)

$$\Delta h_p = h_{pa} - h_{pb}$$

(Sularso, 2000: 26)

$$h_{pa} = 10,33 (1 - 0,0065 \times h_a / 288)^{5,256}$$

$$h_{pb} = 10,33 (1 - 0,0065 \times h_b / 288)^{5,256}$$

Keterangan:

Δh_p = perbedaan tekanan pada permukaan air (m)

h_{pa} = tekanan pada permukaan air yang akan dipindahkan

h_{pb} = tekanan pada permukaan air buangan

h_a = elevasi sisi isap (m)

h_b = elevasi sisi keluar (m)

10,33 = tekanan udara pada ketinggian 0 m

c) Head Gesekan (h_f)

Rumus ini umumnya digunakan untuk menghitung Head Gesekan pada pipa, dapat menggunakan persamaan Hazen-Williams.

$$H_f = \frac{10,666 Q^{1,85}}{C^{1,85} D^{4,85}} \times L$$

(Rudy Sayoga Gautama, 1999: 5-3)

keterangan:

H_f = Julang kerugian (m)

Q = laju aliran (m^3/s)

D = diameter pompa (m)

L = panjang pipa (m)

C = koefisien

d) Kerugian head pada belokan (fitting-fitting) (h_{sv}).

$$f = \left[0,131 + 1,847 \left(\frac{D}{2R} \right)^{3,5} \right] \times \left(\frac{\theta}{90} \right)^{0,5}$$

(Sumber : Sularso & Tahara, "Pompa dan Kompresor" 2006)

Keterangan :

D = Diameter dalam Pipa (m)

R = Jari jari lengkung sumbu belokan (m)

θ = Sudut belokan (derajat)

e) Kerugian head kecepatan ujung keluar (h_v)

$$h_v = \frac{v^2}{2 \times g}$$

(Sularso,2000: 27)

Keterangan:

g = percepatan gravitasi (9,8 m/s²)

v = kecepatan aliran rata-rata di dalam pipa (m/s)

4) Konstruksi Pompa

Konstruksi sebuah pompa agar dapat memindahkan cairan adalah sebagai berikut :

a) Mesin Penggerak (Motor)

Penggerak yang pada prosesnya merubah energi listrik menjadi energi mekanik yang diperlukan untuk menggerakkan pompa. Energi ditransmisi ke pompa oleh suatu belt ke pully penggerak pompa.

b) Pompa

Penggerak energi mekanik untuk menggerakkan atau mengalirkan cairan yang diproses melalui pompa pada kapasitas cairan yang diperlukan serta untuk memindahkan energi kedalam cairan yang di proses, yang dapat dilihat dengan bertambahnya tekanan cairan pada lubang keluar pompa.

c) Sistem pipa masuk dan keluar

Sistem pipa ini berfungsi untuk memindahkan cairan yang masuk dan keluar dari pompa.

5) Klasifikasi Pompa

Berdasarkan klasifikasi standar yang sering dipakai. Ada tiga kelas yang digunakan sekarang ini, sentrifugal, rotari, dan torak reciprocating. Istilah ini hanya berlaku pada mekanik fluida bukan pada desain pompa itu sendiri, Ini penting karena banyak pompa yang dijual untuk keperluan yang khusus, hanya dengan melihat detail dan desain yang terbaik saja, sehingga masalah yang berdasarkan kepada kelas dan jenis pompa menjadi sejumlah yang berbeda – beda sesuai dengan pompa tersebut. Untuk lebih jelas dapat dilihat klasifikasi pompa, di bawah ini :

Tabel 7
Kelas dan Jenis Pompa

Kelas	Jenis
Sentrifugal	Ikat. Difuser. Turbin-regeneratif. Turbin-vertikal. Aliran-campur. Aliran aksial (Propeller)
Rotary	Roda gigi. Baling-baling. Skrup. Kuping. Kumparan blok
Reciprocating	Aksi langsung. Tenaga. Diafragma. Piston rotary

Sumber : Sularso & Tahara, "Pompa dan Kompresor" 2006

6. Kolam Pengendapan Lumpur

Kolam pengendapan lumpur merupakan sarana untuk menghindari pencemaran perairan umum oleh air limpasan limpasan dari tambang yang mengandung material padat akibat erosi. Dimana baku mutu air limbah kegiatan penambangan batubara sudah di atur dalam KEPMEN Lingkungan Hidup No. 113 Tahun 2003 untuk lebih jelas bisa dilihat pada table dibawah ini :

Tabel 8
Baku Mutu Air Limbah Kegiatan Penambangan Batubara

Parameter	Satuan	Kadar Maksimum
pH		6-9
Residu Tersuspensi	Mg/l	400
Besi (Fe) Total	Mg/l	7
Mangan (Mn) Total	Mg/l	4

Sumber: KEPMEN Lingkungan Hidup No. 113 Tahun 2003

Kolam pengendapan lumpur ditempatkan pada ujung buangan pipa yang berfungsi untuk mengendapkan air hasil pemompaan sebelum akhirnya dialirkan ke perairan umum. Dimensi kolam pengendap ini tergantung dari debit air tambang yang dipompa, kecepatan partikel mengendap, jadwal pengurasan kolam pengendap. Mengacu pada kecepatan pengendapan partikel lumpur yang terbawa, kolam pengendap biasanya memerlukan area yang luas untuk mendapatkan bentuk ideal, apalagi jika pada kolam tersebut tidak dilakukan pengurasan. Pertimbangan untuk kolam pengendap tanpa pengurasan ini adalah daya tampung kolam terhadap lumpur sampai batas waktu digunakannya kolam pengendap ini. Jika area untuk kolam pengendap ini tidak terlalu luas maka dibuatlah jadwal pengurasan secara rutin pada kolam pengendap tersebut.

BAB V

KESIMPULAN DAN SARAN

A. Kesimpulan

Berdasarkan uraian dari penjelasan pada bab-bab sebelumnya maka dapat ditarik beberapa kesimpulan sebagai berikut:

1. Kebutuhan dan spesifikasi pompa yang sesuai diperoleh sebagai berikut:
 - a. Pada *Sump* utara dibutuhkan 4 unit pompa Multiflo MF-420EX dengan debit pemompaan $0.411\text{m}^3/\text{detik}$.
 - b. Pada *Sump* barat dibutuhkan 4 unit pompa Multiflo MF-420EX dimana bekerja dengan system seri. Pompa yang berada di *Sump* ini memiliki debit $0.429\text{ m}^3/\text{detik}$.
 - c. Pada *Sump* MT4 dibutuhkan 2 unit pompa Multiflo MF-180 dengan debit pemompaan $0.2224\text{m}^3/\text{detik}$.
 - d. Pada *Sump* Selatan *Front* dibutuhkan 3 unit pompa Multiflo MF-420E dengan debit total pemompaan $0.4788\text{ m}^3/\text{detik}$.
 - e. Pada *Sump* Selatan prebench dibutuhkan 1 unit pompa Multiflo MF-420E dengan debit total pemompaan $0,19\text{ m}^3/\text{detik}$.
 - f. Pada *Sump* Curug Pangkul dibutuhkan 2 unit pompa Multiflo MF-420EX dengan debit total pemompaan $0,344\text{ m}^3/\text{detik}$.
2. Dalam menentukan dimensi *Sump* maka diambil selisih terbesar antara debit limpasan dengan debit pemompaan, dari hasil pengolahan data diperoleh dimensi *Sump* sebagai berikut:

- a. *Sump* Utara dengan luas permukaan *Sump* 235 x 235, luas dasar *Sump* 229 x 229, kedalam 5 meter dengan kapasitas tampung 266323,26 m³
 - b. *Sump* Barat dengan luas permukaan *Sump* 256 x 256, luas dasar *Sump* 250 x 250, kedalam 5 meter dengan kapasitas tampung 317599,98 m³.
 - c. *Sump* Selatan *Front* dengan luas permukaan *Sump* 233 x 233, luas dasar *Sump* 227 x 227, kedalam 5 meter dengan kapasitas tampung 263624,61 m³.
 - d. *Sump* Selatan Prebench dengan luas permukaan *Sump* 157 x 157, luas dasar *Sump* 151 x 151, kedalam 5 meter dengan kapasitas tampung 97045,62 m³.
 - e. *Sump* curug pangkul dengan luas permukaan *Sump* 248 x 248, luas dasar *Sump* 242 x 242, kedalam 5 meter dengan kapasitas tampung 297490,59 m³.
 - f. *Sump* MT4 dengan luas permukaan *Sump* 161 x 161, luas dasar *Sump* 155 x 155, kedalam 5 meter dengan kapasitas tampung 124486,51 m³.
3. Saluran terbuka yang direncanakan akan dipakai untuk jangka waktu yang cukup lama setelah dilakukan perhitungan diperoleh dimensi *drainase* sebagai berikut:
- a. Saluran 1 dengan lebar dasar (b) 1,042m, lebar permukaan(B) 2,066m, kedalaman (h) 0,898m dengan debit 1,366 m³/detik.
 - b. Saluran 2 dengan lebar dasar (b) 1,053 m, lebar permukaan(B) 2,087m, kedalaman (h) 0,907m dengan debit 1,367 m³/detik.
 - c. Saluran 3 dengan lebar dasar saluran(b) 1,81m, lebar permukaan(B) 3,58m, kedalaman (h) 1,56m dengan debit 5,817 m³/detik.

- d. Saluran 4 dengan lebar dasar saluran(b) 1,374m, lebar permukaan(B) 2,724m, kedalaman (h) 1,185m dengan debit 2,833 m³/detik.
 - e. Saluran 5 dengan lebar dasar saluran (b) 0,682m, lebar permukaan(B) 1,352m, kedalaman (h) 0,588m dengan debit 0,431 m³/detik.
 - f. Saluran 6 dengan lebar dasar saluran (b) 0,670m, lebar permukaan(B) 1,328m, kedalaman (h) 0,577m dengan debit 0,411 m³/detik.
 - g. Saluran dengan lebar dasar saluran (b) 0,711m, lebar permukaan(B) 1,41m, kedalaman (h) 0,613m dengan debit 0,481 m³/detik.
 - h. Saluran 8 dengan lebar dasar saluran (b) 0,628m, lebar permukaan(B) 1,246m, kedalaman (h) 0,542m dengan debit 0,347 m³/detik.
4. Air hasil pemompaan sebelum dialirkan ke sungai terlebih dahulu harus ditreatment untuk mengurangi kandungan zat berbahaya dari air itu sendiri, maka diperlukan kolam pengendapan lumpur untuk menetralsir kandungan zat berbahaya tersebut diperoleh dimensi KPL dengan volume KPL 53.625
5. Dari nilai perhitungan persentase lumpur (TSS) diperoleh nilai masih dibawah ambang batas sehingga kolam pengendapan lumpur saat ini lebih berfungsi untuk menetralsir kandungan logam berat seperti (Fe,Mn) dan PH pada air hasil pemompaan.

B. Saran

1. Setelah melakukan penghitungan kebutuhan pompa dan spesifikasi pompa maka diperlukan untuk menambahkan 2 unit pompa MF-180 dan 8 unit pompa MF-420EX
2. Diperlukannya penambahan pipa HDPE dengan diameter 400 mm sepanjang 2338 meter untuk *Sump* selatan *Front*, *Sump* curugpangkul, dan *Sump* utara.
3. Mengenai penempatan pompa diusahakan memiliki jarak terdekat dengan KPL atau sisi pipa buang yang bertujuan untuk mengurangi head dan penghematan penggunaan panjang pipa.
4. Agar dilakukan perawatan rutin terhadap pompa, saluran, KPL *drainase* agar dapat meminimalisir terjadinya kerusakan.

DAFTAR PUSTAKA

- Anonim. "Hidrologi Mempelajari siklus air." [http://www.ilmusipil. Com /hidrologi -mempelajari-siklus-air](http://www.ilmusipil.Com/hidrologi-mempelajari-siklus-air) (diakses tanggal 10 Juni 2014)
- Anonim. "Evapotranspirasi." <http://id.wikipedia.org/wiki/Evapotranspirasi> (diakses tanggal 10 Juni 2014)
- Sayoga , Rudi. 1999. *Sistem Penyaliran Tambang*. Jurusan Teknik Pertambangan, FTM, ITB.
- Sularso, Tahara. 2000. *Pompa dan Kompresor*. Pradnya Paramita, Jakarta.
- Suyono Sosrodarsono, Ir, Kensaku Takeda, 1978. *Hidrologi Untuk Pengairan*. Jakarta, PT. Pradnya Paramita.
- Triatmodjo, Bambang. 1993. *Hidraulika II*. Yogyakarta, Beta Offset.
- A.Muri Yusuf.(2005).*Metodologi Penelitian*. UNP Press: Padang.
- Setiadi dkk. *Menentukan Persemaan Kecepatan Pengendapan Pada sedimentasi*. Tidak diterbitkan. Surabaya: Universitas Katolik Widya Mandala
- Tedi Agung Cahyadi.(2007). *Rancangan Teknik Sistem Penyaliran Tambang Terbuka PT. Mykoindo Daya Gemilang di Kecamatan Kokap, Kabupaten Kulon Progo Daerah Istimewa Yogyakarta*. Laporan penelitian ini tidak diterbitkan. Yogyakarta: UPN
- Andi Ronald Khomeini. (2012). *Kajian Teknis Sistem Penirisan Tambang pada Tambang Air Laya(TAL) Guna Menanggulangi Air Tambang di Blok I Utara PT Bukit Asam (Persero) Tbk Tanjung Enim*. Laporan penelitian ini tidak diterbitkan. Palembang: UNSRI