

RANCANGAN DIMENSI PADA TAMBANG TERBUKA SEBAGAI UPAYA PENCEGAHAN KERUSAKAN LINGKUNGAN YANG DIAKIBAT OLEH AIR ASAM TAMBANG

Yudha Gusti Wibowo¹, Hutwan Syarifuddin²

¹Mahasiswa Magister Ilmu Lingkungan Universitas Jambi

²Kelompok Keahlian Magister Ilmu Lingkungan Universitas Jambi

yudhagustiwbowo26@gmail.com

ABSTRAK

The mining industry can cause various environmental problems related to biophysical aspects. One of the problems that often occurs in the mining industry is the formation of acid mine drainage (AMD). Some of the efforts that can be done to prevent the formation of AMD are to make a sump. The sump will also assist in water management efforts so as not to interfere with the production operation process. The source of water that enters the mining area comes from surface runoff water and direct rainfall. Sump in October made with base area of 500m², a width of 400m² and depth 10m. The sump was made with base area of 1000m², width 750m² and a depth of 10m in November. Sump in December is made with base area of 1000m², width of 755m³ and depth 10m with one side made to form a 45o slope to facilitate the maintenance sump.

Kata Kunci : *Environmental Problems, Mining Industry, AMD, Sump.*

1. PENDAHULUAN

Batubara adalah sisa tumbuhan dari jaman prasejarah yang berubah bentuk yang awalnya berakumulasi dirawa dan lahan gambut (World Coal Institute, 2016). Konsumsi batubara meningkat dua kali lipat sejak tahun 2010 dan pada tahun 2015 batubara menjadi bahan bakar dominan Indonesia (41,1% dari konsumsi energi) (BP Statistical, 2016).

Peningkatan penggunaan batubara sebagai bahan bakar di Indonesia turut memicu banyaknya perusahaan tambang di seluruh daerah di Indonesia, tercatat perusahaan batubara di provinsi Jambi sebanyak 1037 perusahaan dengan kapasitas produksi sebesar 5,6 juta ton. (Kementrian ESDM Provinsi Jambi, 2012).

Seluruh perusahaan tambang batubara di Provinsi Jambi menggunakan metode tambang terbuka, metode ini akan menyebabkan cekungan yang luas dan besar sehingga akan menyebabkan terakumulasinya air pada area penambangan.

Akumulasi air yang masuk ke lantai tambang berasal dari air limpasan permukaan, air hujan yang langsung masuk ke lantai tambang dan *seepages* pada dinding tambang (Badhurahman, 2017) sementara pada lokasi penelitian tidak ditemukan adanya *seepages* pada dinding tambang, hal ini dikarenakan sistem penambangan yang menggunakan metode *stripe mine* sehingga tidak ditemukan adanya *seepages*.

Kegiatan penambangan dengan menggunakan metode tambang terbuka akan merubah kondisi bentang alam sehingga akan mempengaruhi aspek biogeofisik (Marganingrum

& Noviardi, 2009). Dampak terhadap aspek kualitas air merupakan salah satu dampak penting yang diakibatkan oleh kegiatan pertambangan batubara (Gautama, 2012) utamanya apabila aspek kualitas air yang akan mempengaruhi daerah aliran sungai yang di akibatkan oleh air asam tambang (AAT) (Supriyon *et al*, 2015).

Desain *sump* yang direkomendasikan oleh peneliti berbentuk trapesium dengan salah satu sisi membentuk *slope* sebesar 45° untuk memudahkan *maintenance sump* apabila sump mengalami pendangkalan yang diakibatkan oleh material lumpur. *Slope* pada salah satu sisi akan memudahkan alat berat untuk melakukan pengambilan material lumpur yang sering menyebabkan pendangkalan *sump*, selain itu *slope* di salah satu sisi juga akan memudahkan dalam memindahkan pompa dalam proses *dewatering*.

Diperlukan perencanaan penyaliran yang baik agar air yang telah menggenangi maupun air yang akan masuk ke lokasi tambang dalam dikendalikan tanpa harus mengganggu aktivitas penambangan. Perencanaan sistem penyaliran yang baik meliputi; perencanaan sump yang mampu menampung volume air yang masuk ke dalam area penambangan, rancangan pompa dan *head* yang sesuai agar dapat mengalirkan air ke area kolam pengendapan untuk dilakukan pengolahan sebelum dikembalikan ke area badan sungai (Tumpol *et al*, 2014).

Penelitian dilakukan pada *pit* Donggang Utara PT Manggala Alam Lestari (MAL), lokasi penelitian dipilih karena desain *sump* yang dimiliki oleh perusahaan belum tepat sehingga air yang

masuk ke area penambangan sering mengganggu kegiatan operasi produksi, lokasi penelitian belum pernah melakukan perhitungan terhadap desain *sump* yang tepat juga menjadi alasan peneliti melakukan penelitian pada lokasi tersebut.

Berdasarkan pengamatan di lapangan, desain *sump* yang dibuat oleh perusahaan hanya berbentuk persegi dengan luas yang tidak dilakukan perhitungan yang tepat. Penelitian ini hanya terbatas pada rancangan desain *sump* yang tepat.

2. METODE

Penelitian dilakukan pada *pit* Donggang Utara blok 332 PT Manggala Alam Lestari Kecamatan.

Tahapan pengolahan data yang dilakukan yaitu dengan pengukuran luas area tangkapan hujan, luas lantai tambang, *total head*, rpm (rotasi per menit) pompa dan analisis data sekunder berupa curah hujan tertinggi pada satu hari yang kemudian dianalisis dengan menggunakan software untuk menentukan volume air maksimal yang masuk ke dalam area penambangan pada durasi waktu 1 jam sampai dengan 24 jam. Penelitian dilakukan dengan mengambil data curah hujan selama satu tahun penuh agar desain *sump* dapat digunakan pada musim penghujan.

Volume maksimal air yang masuk kedalam area penambangan akan dianalisis dengan memasukan variabel kapasitas pompa untuk mendapatkan desain *sump* yang tepat. Beberapa perhitungan yang digunakan pada penelitian ini adalah:

1) Air Limpasan Permukaan

Besarnya volume air yang masuk kedalam area penambangan dihitung menggunakan metode rasional dengan menggunakan persamaan limpasan (Gautama, 1999).

$$Q = 10 \times C \times I(t) \times A \times t \dots \dots \dots (1)$$

Keterangan:

Q = Volume air limpasan maksimum (m³/s)

C = Koefisien limpasan (untuk tambang 0,6-0,9)

I = hujan rencana (mm/hari)

A = Luas area tangkapan hujan (A *Cathment Area* – A *floor*) (Ha)

t = waktu (jam)

a. Analisis Curah Hujan

Perhitungan nilai curah hujan dapat ditentukan dengan menggunakan persamaan *Mononobe* (Prahastini & Gautama, 2016).

$$I = \frac{R24}{24} \left(\frac{24}{t} \right)^{2/3} \dots \dots \dots (2)$$

Keterangan:

I = Rencana hujan (mm/jam)

R24 = Curah hujan maksimal dalam satu hari

b. Luas area tangkapan hujan (*catchment area*)

Daerah tangkapan hujan adalah daerah yang apabila terjadi hujan maka air akan mengalir masuk kedalam lokasi penambangan (Zanni *et al*, 2014). Luas area tangkapan hujan didapatkan dengan menggunakan *software* AutoCad 2008 dengan melakukan pengamatan pada daerah penelitian.

c. Direct Rainfall (Hujan yang langsung jatuh ke lantai tambang)

Besar volume hujan yang langsung jatuh ke lantai tambang dihitung dengan menggunakan metode rasional tanpa memasukan variabel koefisien limpasan (Badhurahman, 2017)

$$Q = 10 \times I(t) \times A(t) \dots \dots \dots (3)$$

d. Analisis Perencanaan Sump

Sump berfungsi sebagai tempat penampungan air sementara yang selanjutnya akan dipompa menuju *settling pond* (Zanni *et al*, 2014). *Sump* bertujuan agar air yang masuk ke dalam lokasi penambangan dapat terkonsentrasi pada satu titik sehingga tidak mengganggu kegiatan operasi produksi (Hermawan, 2017). Luas *sump* didapatkan dengan melakukan optimasi air yang masuk kedalam tambang (*Q_{input}*) dikurang dengan air yang mampu dipompa keluar *sump* (*Q_{output}*) (Badhurahman, 2017).

$$Sump = Q_{input} - Q_{output} \dots \dots \dots (4)$$

Dimensi *sump* dibuat dengan bentuk *inverted trapezium* karena memudahkan dalam proses pembuatan dan sesuai untuk dilakukan dengan alat gali dan muat yang tersedia di lapangan (Adrian & Bochori, 2012). Persamaan yang digunakan adalah *frustum of cone* dikarenakan memiliki nilai eror yang jauh lebih kecil dan dasar dari segala perhitungan bangun dimensi tiga dengan luas alas dan atap yang berbeda (Badhurahman, 2017).

$$V = \frac{(Luas\ alas + \sqrt{Luas\ alas \times Luas\ atas} + Luas\ atas)}{3} \times h \dots \dots (5)$$

Keterangan:

h = tinggi

Sump diletakkan pada elevasi terendah (Saputra *et al*, 2006) dan dibuat pada area yang tidak mengganggu kegiatan operasi produksi.

e. Analisis Perencanaan Pompa dan Pipa

Analisis perencanaan pemompaan dan pipa dibuat dengan mengetahui *head* total (*H_{total}*) yang dibutuhkan (Siahaan *et al*, 2017). Terdapat dua cara dalam menentukan *head* yaitu dengan menggunakan persamaan Bernouli (Saputra *et al*, 2014) atau menggunakan perhitungan berdasarkan nilai kehilangan yang disebabkan beda ketinggian,

belokan, kecepatan aliran dan faktor lainnya (Zanni *et al*, 2014).

$$H_{total} = h_f + h_s + h_{scut} + H_s + H_v + H_p \dots \dots \dots (6)$$

Keterangan:

- H_{total} = Julang total, julang yang harus disediakan oleh pompa.
- h_f = Julang friksi, kerugian julang yang diakibatkan gesekan pipa
- h_s = Julang *shock*, kerugian julang yang diakibatkan belokan pipa
- h_{scut} = Julang isap, kerugian julang pada katup isap
- H_s = Julang static, julang yang digunakan untuk mengatasi perbedaan ketinggian
- H_v = Julang kecepatan, julang yang digunakan untuk mengatasi perbedaan kecepatan pada katup isap dan keluaran
- H_p = Julang tekanan, julang yang diakibatkan adanya perbedaan tekanan pada katup isap dan katup keluaran.

f. Analisis total head

1). Julang Gesekan

Julang ini dihasilkan akibat adanya gesekan antara fluida dengan bagian pelapis dalam dari pipa (*lining*). Julang ini dapat dihitung dengan Persamaan 7 (Prahastini & Gautama, 2016).

$$h_f = \frac{fL}{D} \times \frac{v^2}{2g} \dots \dots \dots (7)$$

Keterangan:

- h_f = Julang gesekan (m)
- f = Koefisien gesek (Dilihat pada moody chart)
- L = panjang pipa/saluran (m)
- D = Diameter saluran/pipa (m)
- V_2 = kecepatan aliran fluida di dalam pipa/saluran (m/s)
- G = percepatan gravitasi (m/s²)

2). *Shock head lost*

Julang ini dihasilkan oleh percabangan, belokan dan perubahan diameter pipa. Julang ini dapat dihitung dengan menggunakan Persamaan 8.

$$h_s = (n \cdot f_2) \times \left(\frac{v^2}{2g}\right) \dots \dots \dots (8)$$

Keterangan:

- h_s = Julang *shock* akibat belokan (m)
- f = koefisien belokan pipa/saluran
- n = jumlah belokan pipa
- v = kecepatan aliran fluida di dalam pipa (m/s)
- g = percepatan gravitasi (m/s²)

Nilai koefisien belokan pipa/saluran (f_2) dapat dihitung dengan menggunakan persamaan Darcy (Persamaan 9).

$$f_2 = 0,946 \cdot \sin^2\left(\frac{\theta}{2}\right) + 2,047 \cdot \sin^4\left(\frac{\theta}{2}\right) \dots \dots (9)$$

dengan θ adalah besar sudut belokan pada saluran/pipa ($^\circ$).

3). Julang pada katup isap (*head lost of suction velve*)

Kerugian julang akibat katup isap disebabkan karena bentuk katup isap yang disesuaikan dengan kondisi operasi. Julang ini dapat dihitung dengan menggunakan Persamaan 10.

$$h_{scut} = f_3 \times \frac{v^2}{2g} \dots \dots \dots (10)$$

Keterangan:

- h_{scut} = Kerugian julang akibat katup isap (m)
- f_3 = koefisien katup isap
- v = kecepatan aliran fluida pada pipa/saluran (m/s)
- g = percepatan gravitasi (m/s²)

4). Julang static (*static head*)

Julang statik (H_s) merupakan julang yang diakibatkan oleh perbedaan ketinggian antara *inlet* dan *outlet* pipa relative terhadap datum, dapat dihitung dengan Persamaan 11.

$$H_s = Z_{outlet} - Z_{inlet} \dots \dots \dots (11)$$

Z_{outlet} adalah elevasi *relative outlet* terhadap permukaan laut (mdpl) dan Z_{inlet} merupakan elevasi *relative inlet* terhadap permukaan laut (mdpl).

5). Julang Kecepatan (*velocity head*)

Julang kecepatan (H_v) adalah julang yang dihasilkan karena perbedaan kecepatan fluida pada *inlet* dan *outlet*, karena kecepatan fluida pada *inlet* sangat kecil (dianggap nol). Julang kecepatan dapat dihitung dengan Persamaan 12.

$$H_v = \frac{v^2}{2g} \dots \dots \dots (12)$$

Keterangan:

- H_v = Julang kecepatan (m)
- v = kecepatan aliran fluida pada pipa/saluran (m/s)
- g = percepatan gravitasi (m/s²)

Kecepatan yang diizinkan adalah sebesar 1,00-1,25m/s dikarenakan kecepatan lebih rendah akan menyebabkan padatan terendapkan didalam pipa sedangkan kecepatan lebih tinggi akan menyebabkan pipa cepat mengalami aus.

6). Julang Tekanan (*pressure head*)

Julang ini diakibatkan oleh perbedaan dimensi *inlet and outlet*, julang ini juga diakibatkan oleh perbedaan tekanan atmosfer pada *inlet* dan *outlet*.

Pada kondisi julang tidak terkungkung, julang ini bernilai nol.

7). Durasi Pompa

Durasi pompa dalam satu hari direncanakan selama 22 jam pemompaan dan 2 jam *maintenance* sebagai upaya perawatan pompa.

8). Jumlah Pompa dan Pipa

Jenis pompa yang digunakan adalah Sykes CP150i yang dikombinasikan dengan *sunny hose* sepanjang 100m.

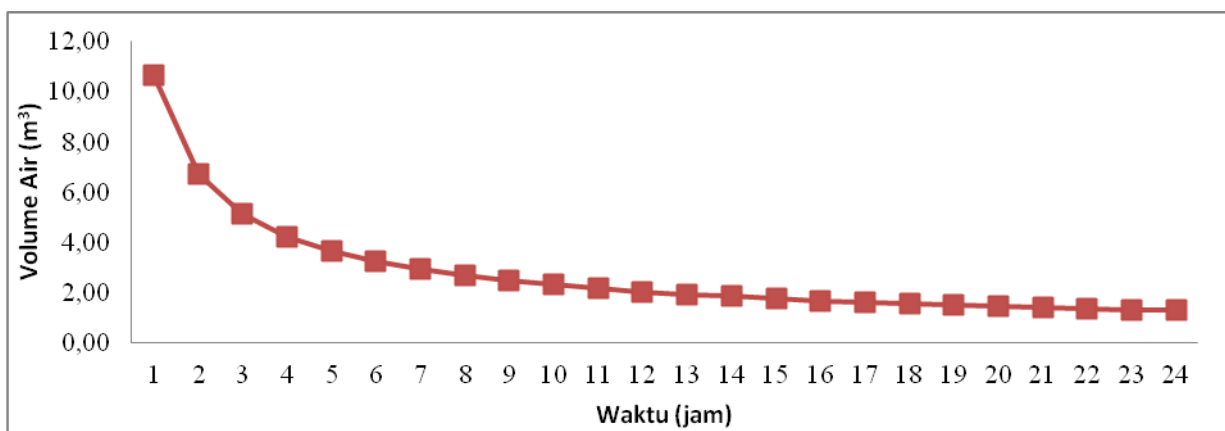
3. PEMBAHASAN

Data Curah Hujan Pit DU

Nilai curah hujan maksimum yang terdapat pada lokasi penelitian bernilai 37mm/hari, nilai curah hujan maksimum

selanjutnya dimasukkan ke dalam persamaan Mononobe (persamaan 2) untuk mendapatkan nilai hujan selama 24 jam.

Curah hujan tertinggi berada pada $t=1$ jam dengan intensitas curah hujan rencana sebesar 12,83 mm/jam dan curah hujan terendah berada pada $t=24$ jam dengan intensitas curah hujan sebesar 1,54 mm/jam. Nilai hujan perjam akan digunakan sebagai variable untuk mendapatkan nilai volume air limpasan permukaan dan volume hujan yang langsung jatuh kedalam pit tambang. Grafik curah hujan untuk *pit* utara dapat dilihat pada gambar 1.



Gambar 1. Grafik Curah Hujan Saat t=1 s.d t=24 jam

Pemompaan dan Pemipaan (*Pumping and Piping system*)

Analisis perencanaan pemompaan dan pemipaan dibuat dengan mengetahui *head* total yang dibutuhkan (Siahaan et al., 2017). Terdapat dua cara dalam menentukan *head* yaitu dengan menggunakan persamaan Bernouli (Saputra et al, 2014) dan menggunakan perhitungan berdasarkan nilai kehilangan yang disebabkan beda ketinggian, belokan, kecepatan aliran dan faktor lainnya (Zanni et al, 2014). Pit utara PT Manggala Alam Lestari menggunakan pompa berjenis Caterpillar CP150i dengan kombinasi menggunakan *hose* berjenis *sunny hose* dengan panjang 100m dengan *total head* sebesar:

Tabel 1. Total Head

Jenis Julang	Nilai
--------------	-------

Hf	1,4788
Hs	0,52
hs	0,023
Hscut	20,02
Hv	0,138
Hpressure	0
Total	22,35

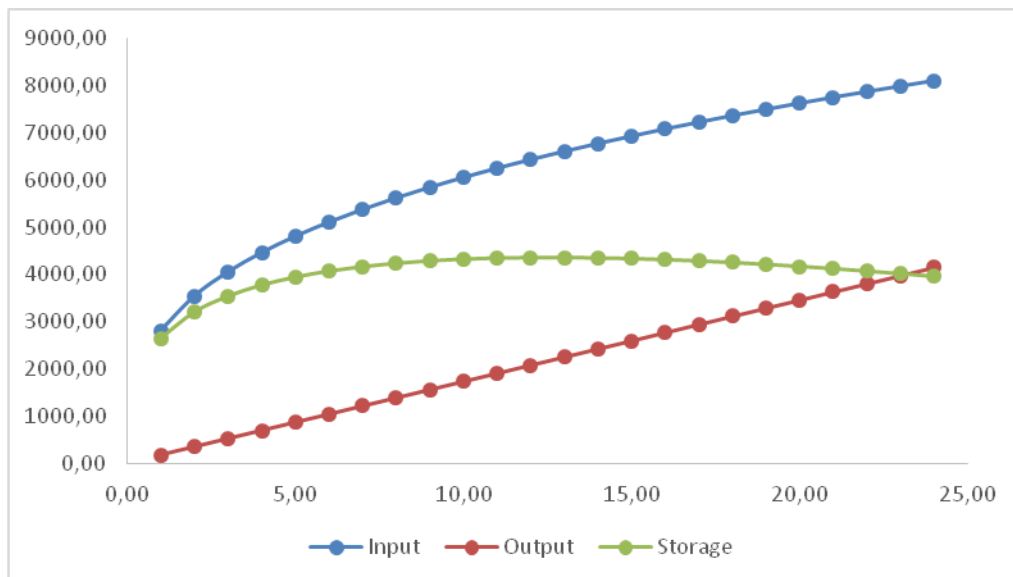
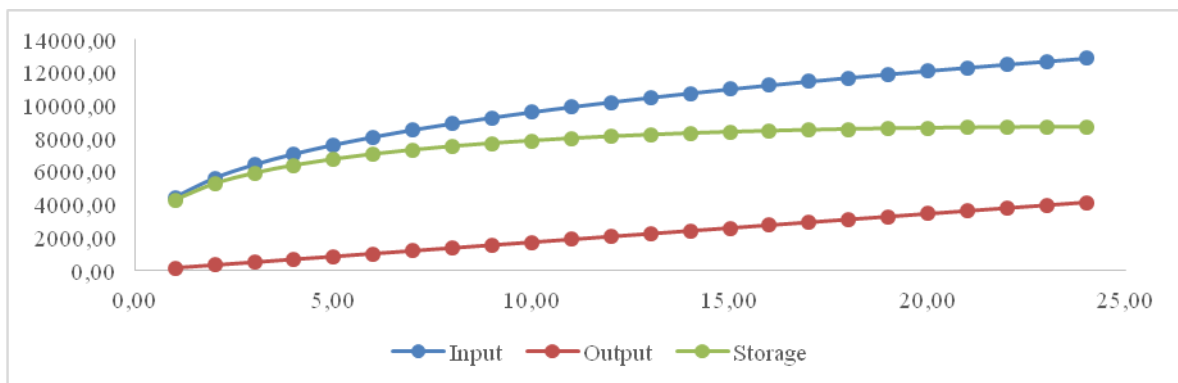
Debit pompa yang didapatkan berdasarkan spesifikasi bernilai 174 l/s atau setara dengan 626,4 m³/jam namun secara perhitungan aktual yang didapatkan debit pompa hanya mencapai 48,06 l/s atau setara 173,02 m³/jam. Perbedaan debit aktual dan spesifikasi disebabkan usia pompa yang sudah tidak optimal.

Rancangan Dimensi Sump Pit DU Bulan Oktober

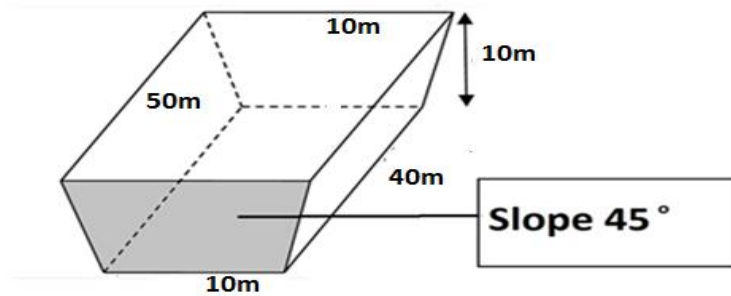
Hasil optimasi *sump* pada bulan Oktober harus mampu menampung 2137,46m³ air dalam satu hari, nilai hujan maksimum sebesar 37 mm/hari, hasil optimasi *sump* maksimum berada pada t=6 jam sehingga *design sump* pada bulan oktober berbentuk *inverted trapezium* dengan luas alas 400 m² (40m x 10m) dan luas atas sebesar 500 m² (50m x 10m) dengan kedalaman 10 m, *sump* akan mampu menampung air dengan total volume 4.490,712m³. Grafik optimasi *sump* dan *design sump* dapat dilihat pada gambar 2 dan gambar 3.

Rancangan Dimensi Sump Pit DU Bulan November

Design sump pada bulan November berbentuk *inverted trapezium* dengan perluasan dari dengan luas alas 1000 m² (100m x 10m) dan luas atas sebesar 750 m² (75m x 10m) dengan kedalaman 10m. Hasil optimasi *sump* harus mampu menampung 8612,62m³ air dalam satu hari dengan nilai hujan maksimum sebesar 37 mm/hari, hasil optimasi *sump* maksimum berada pada t=13 jam dengan total volume yang mampu ditampung oleh *sump* sebesar 8720,0847m³. Grafik optimasi *sump* dan *design sump* untuk bulan November dapat dilihat pada gambar 4 dan gambar 5.



Gambar 2. Grafik Optimasi *sump* pada bulan Oktober

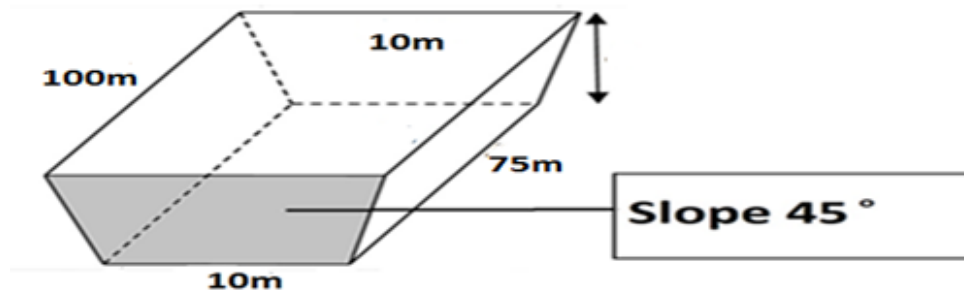


Gambar 3. Desain *sump* pada bulan Oktober

Rancangan Dimensi Sump Pit DU Bulan Desember *Design sump* pada bulan November berbentuk *inverted trapezium* dengan perluasan dari dengan luas alas 755m^2 ($75,5\text{m} \times 10\text{m}$) dan luas atas sebesar 100m^2 ($100\text{m} \times 10\text{m}$) dengan kedalaman 10m. Hasil optimasi *sump* harus mampu menampung $8723,62\text{m}^3$ air dalam satu

hari rencana hujan maksimum sebesar 37 mm/hari, hasil optimasi *sump* maksimum berada pada $t=20$ jam dengan total volume yang mampu ditampung oleh *sump* sebesar $8746,3579\text{m}^3$. Grafik optimasi *sump* dan *design sump* dapat dilihat pada gambar 6 dan gambar 7

Gambar 6. Grafik Optimasi *sump* pada bulan Desember



Gambar 7. Desain *sump* pada bulan Desember

REFERENSI

- Adrian Yogi, B. (2012). Perencanaan Teknis Penambangan Batubara Periode April September 2012 Pada Pit Optimasi Pada PT Cipta Kaditana pada Jobsite PT Titian Utama Bengkulu Utara. *Jurnal Rekayasa Sriwijaya*, 21 Juli 20(IV), 24–28.
- Badhurahman, A. (2017). Drainage vs Dewatering System. Bandung: ITB Bandung.
- BP. (2016). *BP Statistical Review 2016 - Indonesia's energy market in 2015*.
- Gautama, R. S. (2012). Pengelolaan Air Asam Tambang. Bandung: ITB Bandung.
- Hermawan, E. R. (2017). Pinang Pt . Kaltim Prima Coal Sangatta Kalimantan Timur Periode Tambang 2014-2017.

- Kementrian ESDM Provinsi Jambi. (2012). *Daftar Pemegang IUP Batubara Yang Telah Mendapatkan Sertifikat UIP CNC*.
- Marganingrum, D., & Noviardi, R. (2009). Pencemaran Air Dan Tanah Di Kawasan Pertambangan Batubara Di Pt. Berau Coal, Kalimantan Timur. *Riset Geologi Dan Pertambangan*, 20(1), 11–20.
- Prahastini, S. D., & Gautama, R. S. (2016). Perancangan Aplikasi Untuk Sistem Penyaliran Pada Tambang Terbuka, XIX(3).
- Saputra, A., Juniah, R., & Abro, M. A. (2014). Water Management System Tambang Pada Pit Pt Ulima Nitra Jobsite Pt Menambang Muara Enim Water Management System of Mine on Pit Pt Ulima Nitra. *Jurnal Fakultas Teknik Universitas Sriwijaya*.
- Saputra, M. R., Arief, T., Iskandar, H., & Raya. (2006). Kajian Teknis Sistem Penirisan Pada Pit Tambang Batubara Pt . Dizamatra Powerindo , Kabupaten Lahat – Provinsi Sumatera Selatan. *Jurnal Fakultas Teknik Universitas Sriwijaya*.
- Siahaan, R., Alam, P. N., Mutia, F., Studi, P., Pertambangan, T., Teknik, F., ... Aceh, B. (2017). Evaluasi Teknis Sistem Penyaliran Tambang Studi Kasus : PT . Bara Energi Lestari Kabupaten Nagan Raya , Aceh, 1(1), 30–37.
- Supriyono, Iskarni, P., & Barlian, E. (2015). Kajian Dampak Penambangan Batubara terhadap Kualitas Air dan Arah Kebijakan Mitigasi Sungai di Sub-DAS Hilir Sungai Bengkulu. *Jurnal Geografi Universitas Negeri Padang*, 4(2), 185–197.
- Tumpol Richardo Girsang, Eddy Ibrahim, M. (2014). Perencanaan Teknis Sistem Penyaliran Tambang Terbuka Di Pt. Bara Anugrah Sejahtera Lokasi Pulau Panggung Muara Enim Sumatera Selatan. *JP Vol. 1 No.2 Februari 2017, 1(September)*, 1–7.
- World Coal Institue. (2016). *Sumberdaya Batubara; Tujuan Lengkap Mengenai Batubara*. Retrieved from www.worldcoal.org
- Zanni Alur, Ashari Yunus, D. G. (2014). Pencegahan dan Penanggulangan Air Limpasan yang Masuk ke Kolam Blok Barat terhadap Pit Blok Timur Penambangan Batubara PT. Indoasia Cemerlang (PT. IAC) Desa Sungai Cuka, Kecamatan Kintap, Kabupaten Tanah Laut, Provinsi Kalimantan Selatan, 159–167