

Kajian Teknis Sistem Penyaliran pada Tambang Batubara PIT 1 Utara Banko Barat PT. Bukit Asam (Persero) Tbk. Tanjung Enim Sumatera Selatan

Subiakto¹, Peter Eka Rosadi², Hartono³

Mahasiswa Jurusan Teknik Pertambangan FTM UPN "Veteran" Yogyakarta¹
subyakto07@gmail.com

Dosen Jurusan Teknik Pertambangan FTM UPN "Veteran" Yogyakarta^{2,3}
peterekarosadi@upnyk.ac.id
hartonointanrp@gmail.com

Abstrak

Operasi Penambangan pada Pit 1 Utara PT. Bukit Asam (Persero) Tbk dilakukan dengan sistem tambang terbuka dengan metode *Strip Mine*. Salah satu kegiatan pendukung dalam kegiatan penambangan adalah penyaliran untuk mencegah masuknya air (*Mine Drainage*) atau mengeluarkan air yang telah menggenangi daerah penambangan (*Mine Dewatering*). Air tambang yang tidak ditanggulangi dengan baik dapat mengganggu operasi penambangan. Kemajuan tambang menyebabkan sistem penyaliran tambang ikut berubah, sehingga perlu adanya kajian terhadap sistem penyaliran tambang. Analisis data curah hujan di lokasi penelitian pada tahun 2011 – 2015 dengan menggunakan distribusi *Gumbell*, diperoleh curah hujan rencana adalah 149,11 mm/hari, intensitas curah hujan sebesar 27,09 mm/jam dengan periode ulang hujan 5 tahun dan resiko hidrologi sebesar 89,3%. Daerah tangkapan hujan pada lokasi penelitian dibagi menjadi 2 daerah tangkapan hujan, yaitu DTH I = 101 Ha, dan DTH II = 12 Ha. Debit air yang masuk ke tambang adalah 7,39 m³/detik. Dimensi saluran terbuka yang digunakan berbentuk trapesium dengan dimensi lebar permukaan 6,05 m, lebar dasar 3,41 m, kedalaman saluran 2,36 m, dan panjang dinding saluran 2,38 m. Air yang terakumulasi pada sump dipompakan keluar menuju saluran terbuka dengan menggunakan 3 unit pompa Sulzer WPP53-200 dengan total debit sebesar 1050 m³/jam. Pipa yang digunakan yaitu pipa *polyethylene* dengan diameter 8 dan 10 inci. Kolam Pengendapan yang dibuat berbentuk persegi panjang dengan panjang 119 m, lebar 27 m, dan kedalaman 4 m.

Kata Kunci: curah hujan, daerah tangkapan hujan, saluran terbuka, kolam pengendapan.

1. Pendahuluan

Perkembangan industri secara global terus berkembang, dari tahun ke tahun dirasakan terus meningkat bukan hanya pada negara berkembang seperti Indonesia melainkan juga yang terjadi pada negara-negara maju. Peningkatan yang signifikan ini tidak terlepas dari kebutuhan manusia yang tak terbatas oleh dimensi waktu. Hal ini tidak lain untuk menunjang kehidupan personaliti ataupun kebutuhan komunitas manusia itu sendiri. Namun, didalam memenuhi kebutuhan yang tak terbatas tersebut haruslah didukung oleh sumber daya alam yang memadai, batubara merupakan salah satu sumber energi yang sekarang ini telah banyak digunakan baik didalam maupun diluar negeri.

Perkembangan ilmu pengetahuan dan teknologi saat ini telah memadai untuk dilakukannya suatu penambangan batubara secara sistematis dan terencana. Batubara merupakan sumber daya alam yang sangat potensial baik sebagai sumber energi maupun sebagai penghasil devisa negara. Indonesia memiliki cadangan batubara yang

cukup besar dan tersebar hampir di seluruh wilayah Nusantara. Salah satu penghasil batubara di Indonesia adalah PT. Bukit Asam (Persero) Tbk. Sistem penambangan yang diterapkan adalah sistem tambang terbuka dengan metode *strip mine* karena batubara merupakan endapan yang relatif horizontal dimana arah kemajuan tambangnya ke arah bawah dan akan membentuk cekungan yang cukup besar sehingga air akan terakumulasi di dalam cekungan tersebut dan akan menghambat aktifitas penambangan yang mengakibatkan tidak tercapainya target produksi. Air yang masuk ke lokasi penambangan sebagian besar berasal dari air limpasan maupun air tanah. Sehingga diperlukannya suatu bentuk upaya yang optimal untuk penanganan air yang masuk ke *pit* melalui suatu kajian teknis sistem penyaliran tambang dengan menganalisis semua aspek yang berpengaruh terhadap penanganan air yang masuk ke *pit*.

Melalui upaya penanganan air yang masuk ke *pit*, maka diharapkan permasalahan yang timbul akibat tidak terkontrolnya air yang masuk ke *pit*

dapat dihindari dan diminimalisir, sehingga aktifitas penambangan dapat berjalan dengan baik.

2. Metode

Dalam hal ini akan diuraikan tahap - tahap pemecahan yang ditemui selama melakukan penelitian. Adapun metode penelitian yang dilakukan adalah sebagai berikut:

a. Studi Literatur

Yaitu mencari dan mempelajari teori - teori yang berhubungan dengan masalah yang akan dibahas dilapangan melalui buku ataupun literatur-literatur. Selain itu juga dapat mempelajari penelitian yang pernah dilakukan sebelumnya, yang berupa laporan perusahaan.

b. Orientasi Lapangan.

Melakukan pengamatan secara menyeluruh dengan cara mengunjungi tempat - tempat yang berada di PT. Bukit Asam (Persero) Tbk, seperti mengamati lokasi kantor, lokasi kegiatan penambangan dan lokasi disekitar kegiatan penambangan.

c. Observasi Lapangan

Obervasi lapangan berupa pengamatan secara langsung di daerah penelitian terhadap hal-hal yang akan dikaji. Observasi lapangan yang dilakukan antara lain adalah pengamatan topografi, pola aliran air permukaan, saluran terbuka, kolam pengendapan, dan komponen - komponen lain yang berkaitan dengan penelitian.

d. Pengambilan Data

Data yang digunakan dalam penelitian ini adalah data primer dan data sekunder. Data primer adalah data yang diperoleh secara langsung dari hasil pengukuran atau pengamatan di lokasi penelitian. Data primer dalam penelitian ini antara lain adalah dimensi saluran terbuka, kolam pengendapan, dan kondisi topografi daerah penelitian. Data sekunder adalah data yang diperoleh dari perusahaan atau instansi lain yang terkait dalam penelitian ini. Data sekunder dalam penelitian ini antara lain adalah data curah hujan, peta topografi, peta geologi, dan spesifikasi pompa.

e. Pengolahan Data

Setelah data terkumpul, baik data primer maupun data sekunder, kemudian dilakukan perhitungan dan pengolahan data. Pengolahan data yang dilakukan yaitu perhitungan intensitas hujan, perhitungan debit air limpasan, perhitungan saluran terbuka, penentuan letak dan volume sumuran, perhitungan *total head* dan debit pompa, dan perhitungan waktu pengerukan kolam pengendapan. Setelah data diolah kemudian dilakukan analisis data, untuk membandingkan perolehan data aktual dan data dari hasil perhitungan, yang berguna bagi PT. Bukit Asam (Persero) Tbk.

f. Hasil Pengolahan Data

Hasil dari data curah hujan rencana digunakan untuk mendapatkan nilai intensitas curah hujan yang dihitung dengan menggunakan rumus *mononobe*. Setelah didapatkan data intensitas curah hujan dapat menentukan debit air limpasan dengan menggunakan rumus rasional. Untuk menghitung dimensi pada saluran terbuka dapat menggunakan rumus *manning*. Hasil dari data air limpasan digunakan untuk menghitung volume dan dimensi *sump*. Setelah itu menghitung total head yang dapat digunakan untuk menentukan debit pompa. Pemilihan pompa dilihat dari berbagai parameter seperti *head* total, jenis cairan yang dipompa, kapasitas pompa yang dibutuhkan untuk menghasilkan debit yang diinginkan. Hasil data debit pompa digunakan untuk menghitung waktu pengerukan endapan pada *settling pond*.

g. Kesimpulan dan Saran

Dari semua hasil pengolahan data yang diperoleh didapatkan beberapa perbandingan data yang berbeda dari data yang digunakan sekarang di lapangan, sehingga dapat diketahui masalah-masalah dari setiap parameter yang menyebabkan sistem penyaliran tambang tidak berfungsi dengan optimal untuk dijadikan suatu kesimpulan. Setelah itu memberikan suatu saran yang dapat menunjang kinerja sistem penyaliran untuk perusahaan.

2.1. Air Permukaan

Besarnya debit air limpasan ditentukan dengan menggunakan rumus rasional.

Rumus Rasional :

$$Q = 0,278. C . I . A$$

Keterangan :

Q = debit air limpasan maksimum (m³/detik)

C = koefisien limpasan

I = Intensitas curah hujan (mm/jam)

A = Luas daerah tangkapan hujan (km²)

a. Analisis Curah Hujan

Analisis curah hujan dilakukan dengan menggunakan metode *Gumbell*. *Gumbell* beranggapan bahwa distribusi variable-variabel hidrologis itu tidak terbatas, sehingga digunakannya data - data distribusi dengan harga yang paling besar (maksimum).

Persamaan *Gumbell* :

$$Xr = \bar{X} + \frac{Sx}{Sn}(Yr - Yn) \text{ atau } Xt = \bar{X} + k . Sd$$

Keterangan :

Xr : Curah Hujan Rencana maksimum (mm/hari)

\bar{X} : Curah Hujan rata-rata (mm/hari)

Sd : *Standard deviation*

Sn : *Reduced Standard deviation*

Yr : *Reduced variate*

Yn : *Reduced mean*

b. Intensitas Curah Hujan

Perhitungan intensitas curah hujan dilakukan dengan menggunakan rumus *mononobe*.

Rumus *Mononobe* :

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

Keterangan :

I = Intensitas curah hujan (mm/jam)

t = Lama waktu hujan (jam)

R₂₄ = Curah hujan maksimum (mm)

c. Daerah Tangkapan Hujan (DTH)

Daerah tangkapan hujan adalah luas permukaan yang apabila terjadi hujan, maka air hujan tersebut akan mengalir ke daerah yang lebih rendah menuju ke titik pengaliran. Luas daerah tangkapan hujan ditentukan dengan menggunakan *software AutoCad 2007* pada komputer.

2.2. Analisis Sump

Sump berfungsi sebagai tempat penampungan air sebelum dipompa keluar tambang. Dimensi *sump* tergantung dari jumlah air yang masuk serta keluar dari *sump*. Rumus volume *sump* adalah :

$$V = (\text{Luas atas} + \text{Luas bawah}) \times \frac{1}{2} t$$

Sump ditempatkan pada elevasi terendah, jauh dari aktifitas penggalian batubara sehingga tidak mengganggu produksi batubara.

2.3. Analisis Pompa dan Pipa

Analisis pemompaan dan pemipaan dilakukan untuk mengetahui jumlah pompa dan pipa yang akan digunakan.

a. Julang (*Head*) pemompaan dan pemipaan

Julang (*Head*) adalah energi yang diperlukan untuk mengalirkan sejumlah air pada kondisi tertentu. Semakin besar debit air yang dipompa, maka head pompa juga akan semakin besar. *Head* total pompa ditentukan dari kondisi instalasi yang akan dilayani oleh pompa tersebut.

$$\text{Head total} = h_s + h_v + h_{f1} + h_{f2}$$

b. Durasi pemompaan

Durasi pemompaan yang digunakan adalah 21 jam/hari, dengan pertimbangan akan disediakan 3 jam sebagai waktu maintenance terhadap pompa.

c. Jumlah pompa dan pipa

Jumlah pompa disesuaikan dengan debit yang akan masuk ke dalam *sump*. Jenis pompa yang digunakan adalah Sulzer WPP53-200 dengan menggunakan pipa *polyethylene* berdiameter 8 dan 10 inchi.

2.4. Analisis Saluran Terbuka

Analisis dimensi saluran terbuka dilakukan dengan menggunakan rumus *manning*. Saluran terbuka berbentuk trapesium, karena lebih mudah dalam pembuatannya.

Rumus *Manning* :

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

Keterangan :

Q = debit pengaliran maksimum (m³/detik)

A = luas penampang (m²)

S = kemiringan dasar saluran (%)

R = jari-jari hidrolis (meter)

n = koefisien kekasaran dinding saluran menurut *manning*

2.5. Analisis Kolam Pengendapan

Air tambang hasil pemompaan dari *sump* selanjutnya dialirkan kedalam kolam pengendapan hal ini bertujuan untuk memisahkan padatan dengan air yang semula keruh menjadi jernih. Karena persen *solid* lebih kecil dari 40%, maka perhitungan kecepatan pengendapan dengan menggunakan hukum *stokes*.

$$V_t = \frac{g \times d^2 \times (\dots_c - \dots_{air})}{18\eta}$$

Keterangan :

V_t = kecepatan pengendapan (m/dtk)

g = gaya gravitasi (m/dtk²)

d = diameter partikel padatan (m)

..._c = kerapatan partikel padatan (kg/m³)

..._{air} = kerapatan air (kg/m³)

η = viskositas air (kg/m.dtk)

3. Hasil dan Pembahasan

3.1. Analisis Data Curah Hujan

Dalam penelitian ini pengolahan data curah hujan dilakukan untuk mendapatkan besarnya nilai curah hujan dan intensitas curah hujan. Berdasarkan perhitungan dapat ditentukan besarnya curah hujan rencana maksimum adalah sebesar 149,11 mm/hari dengan umur tambang 10 tahun. Data curah hujan yang digunakan di daerah penelitian adalah selama 5 tahun mulai dari tahun 2011 - 2015 dengan periode ulang hujan 5 tahun. Resiko hidrologi yang didapatkan dari perhitungan adalah 89,3%. Perhitungan intensitas curah hujan dilakukan dengan rumus *Mononobe*, dari hasil perhitungan didapatkan intensitas curah hujan 27,09 mm/jam.

Tabel 1 : Analisis Curah Hujan

Periode Ulang Tahun	2	3	4	5
Reduce Variate (Yr)	0,37	0,90	1,25	1,50
Reduce Mean (Yn)	1,70	0,90	0,37	-0,58
Reduce Standard Deviation (Sn)	0,89	0,89	0,89	0,89
Factor Reduced Variate (k)	-0,10	0,50	0,89	1,17
Standard Deviation (Sd)	31,13	31,13	31,13	31,13
CH Rata-Rata (X)	112,5	112,5	112,5	112,5
CH Rencana Harian (Xt) mm	109,30	128,13	140,19	149,11
Intensitas Curah Hujan (mm/jam)	19,86	23,28	25,47	27,09

3.2. Daerah Tangkapan Hujan (DTH)

Pada lokasi penelitian dibagi menjadi 2 (dua) DTH (Gambar 1), dengan nilai koefisien yang bervariasi.



Gambar 1. Peta Daerah Tangkapan Hujan

Penentuan luasan daerah tangkapan hujan didasarkan atas topografi DTH, rencana penambangan, dan arah aliran air permukaan, sehingga diperoleh 2 daerah tangkapan hujan, sedangkan penentuan nilai koefisien didasarkan atas ada tidaknya vegetasi, jenis tanah, kerapatan vegetasi, kemiringan lereng, dan tata guna lahan (Tabel 2).

Tabel 2 : Luas DTH dan Nilai Koefisien Limpasan

No	DTH	Luas			Koefisien
		m ²	Hektar	km ²	
1	DTH I	1.010.894	101	1,01	0,9
2	DTH II	127.851	12	0,12	0,6

3.3. Kolam Penampungan (Sump)

Sump berfungsi sebagai kolam penampung air sementara yang berfungsi untuk menampung air sebelum dipompa ke luar tambang. Sump pit 1 Utara (Gambar 2) berbentuk trapesium dengan luasan sebesar 1,86 Ha, dan kedalaman 12 m

dengan volume sebesar 211.560 m³. Dimensi sump dapat dilihat pada Tabel 3. Total debit air yang masuk ke dalam sump sebesar 26.604 m³/jam, adapun sisa volume air limpasan yang belum terpompa sebesar 46.044,43 m³.



Gambar 2. Sump Pit 1 Utara

Tabel 3 : Dimensi Sump

No	Dimensi Sump	Sump (m)
1	Panjang Permukaan	267
2	Lebar Permukaan	70
3	Panjang Dasar	260
4	Lebar Dasar	64
5	Kedalaman	12

3.4. Pompa dan Pipa

Sistem pemompaan aktual di Sump pit 1 Utara adalah sistem paralel dimana dipasang 3 jalur pemompaan. Pompa yang digunakan adalah pompa Sulzer WPP53-200 (Gambar 3), sebanyak 3 unit yang dipasang di sump pit 1 Utara dengan waktu pemompaan 21 jam/hari. Data debit pompa aktual dapat dilihat pada Tabel 4.



Gambar 3. Pompa Sulzer WPP53-200

Tabel 4 : Data Debit Aktual

No	Pompa	Debit (Q)		
		(m ³ /s)	(m ³ /menit)	(m ³ /jam)
1	Sulzer WPP53-200 (72)	0,122	7,3	438
2	Sulzer WPP53-200 (69)	0,084	5,0	300
3	Sulzer WPP53-200 (66)	0,087	5,2	312
Total		0,293	17,5	1050

Pada instalasi perpipaan di *pit* 1 Utara Banko Barat menggunakan pipa HDPE (*high density polyethylene*). Pada jalur pipa pompa Sulzer WPP53-200 menggunakan pipa hisap (*rubber hose*) DN 200 mm dan total panjang pipa buangan sepanjang 350 meter. Untuk tipe, ukuran, dan panjang pipa yang digunakan pada instalasi perpipaan dapat dilihat pada Tabel 5.

Tabel 5 : Panjang dan Tipe Pipa Aktual

Lokasi Banko Barat	Pompa	Tipe Pipa HDPE (mm)	Panjang Pipa (m)
Sump Pit 1 Utara	Jalur I Sulzer (72)	Rubber Hose DN 200	6
		DN 200	100
		DN 250	250
	Jalur I Sulzer (69)	Rubber Hose DN 200	6
		DN 200	100
		DN 250	250
	Jalur I Sulzer (66)	Rubber Hose DN 200	6
		DN 200	100
		DN 250	250

3.4.1. Perbandingan Kapasitas Pompa Spesifikasi dan Aktual

Perbandingan kapasitas serta *head* aktual dan spesifikasi pompa Sulzer WPP53-200 sebanyak 3 pompa dapat dilihat pada Tabel 6.

Tabel 6 : Perbandingan Kapasitas serta Head Pompa Aktual dan Spesifikasi

Pompa	Kapasitas Pompa Spesifikasi	Kapasitas Pompa Aktual	Head Spesifikasi	Head Aktual
	(m ³ /menit)	(m ³ /menit)	(meter)	(meter)
Sulzer WPP53-200 (72)	12	7,3	110	87,07
Sulzer WPP53-200 (69)	12	5,0	110	72,42
Sulzer WPP53-200 (66)	12	5,2	110	75,98
Jumlah	36	17,5	330	235,47

Berdasarkan tabel di atas kapasitas aktual pemompaan lebih kecil dari kapasitas spesifikasi, hal ini dapat terjadi karena umur alat yang semakin tua yang mempengaruhi kinerja pompa, tetapi apabila pada kondisi kapasitas (debit) aktual dipakasakan melebihi kapasitas normal (kapasitas spesifikasi) dengan nilai *head* total lebih besar dari *head* maksimal pompa maka keadaan tersebut akan berpengaruh pada tingkat keausan pompa. Pengaruh nilai *rpm* (*revolutions per minute*), *head*, dan kapasitas pemompaan yang melebihi keadaan normal pompa yaitu akan menghasilkan getaran yang besar yang mengakibatkan kerusakan pada komponen pompa, menimbulkan suara yang bising, *casing* pompa yang cepat panas, dan pemakaian bahan

bakar solar yang cenderung lebih banyak saat pompa beroperasi.

3.4.2. Analisis Head, Efisiensi, dan Rpm pada Pompa

Berdasarkan data-data pengamatan di lapangan pada *pit* 1 utara, diperoleh nilai *head* dan *revolutions per minute* (*rpm*) pada masing-masing pompa sebagai berikut Tabel 7.

Tabel 7 : Perhitungan Head, Efisiensi, Rpm Pompa secara Teoritis

Pompa	Kapasitas Pompa Aktual	Head	Efisiensi	Revolutions Per Minute	Daya Pompa
	(m ³ /menit)	(meter)	(%)	(rpm)	(kW)
Sulzer WPP53-200 (72)	7,3	87,07	73	1350	142,75
Sulzer WPP53-200 (69)	5	72,4	65	1230	81,75
Sulzer WPP53-200 (66)	5,2	75,98	66	1280	88,84

3.4.3. Analisis Kebutuhan Pompa di Sump Pit 1 Utara

Pada *sump pit* 1 utara menggunakan tiga unit pompa dengan debit 1050 m³/jam untuk mengeluarkan air limpasan sebesar 26.604 m³/jam dengan waktu hujan sebesar 2,63 maka sisa volume air limpasan yang belum terpompa adalah sebesar 47.918,52 m³, dan waktu pemompaannya selama 21 jam. Dengan volume *sump* pada saat ini sebesar 211.560 m³ maka pompa yang ada masih mampu menjaga agar tidak terjadi luapan pada *sump pit* 1 Utara.

3.4.4. Alternatif Sistem Pemompaan pada Sump Pit 1 Utara

Berdasarkan perhitungan data curah hujan pada tahun 2011-2015, diperoleh total volume air yang masuk ke *sump pit* 1 utara sebesar 46.044,43 m³/hari sedangkan volume total pemompaan oleh pompa Sulzer WPP53-200 (72), pompa Sulzer WPP53-200 (69), dan pompa Sulzer WPP53-200 (66) sebesar 22.050 m³/hari. Jumlah pompa yang direkomendasikan untuk digunakan pada *sump pit* 1 utara apabila ingin dilakukan pengeringan yaitu lima unit, dengan penambahan dua unit pompa yang memiliki tipe dan spesifikasi pompa yang sama yaitu pompa Sulzer WPP53-200 jenis *engine* dengan debit di optimumkan menjadi 10 m³/menit.

Dengan penggunaan lima unit pompa pada *sump pit* 1 utara, instalasi perpipaan (*rubber hose* DN 200, pipa *outlet* DN 200, DN 250) dan jam jalan pompa 21 jam/hari, jam operasi pompa 7 jam/shift (3 shift/hari) dan 1 jam merupakan waktu untuk pendinginan mesin pompa pada saat pergantian shift, pengecekan radiator, dan pengisian bahan bakar solar pada pompa. Maka diperoleh volume pemompaan sebagai berikut :

Tabel 8 : Perhitungan Head, Efisiensi, Rpm Pompa secara Teoritis

Pompa	Kapasitas Pompa Aktual (m ³ /menit)	Head (meter)	Efisiensi (%)	Revolutions Per Minute (rpm)	Waktu Operasi (jam/hari)	Volume Pemompaan (m ³ /menit)
Suber WPP53-200 (72)	7,3	87,07	73	1350	21	9198
Suber WPP53-200 (69)	5	72,4	65	1230	21	6300
Suber WPP53-200 (66)	5,2	75,98	66	1280	21	6552
Suber WPP53-200	10	87,07	73	1350	21	12600
Suber WPP53-200	10	87,07	73	1350	21	12600
Jumlah						47.250

3.5. Saluran Terbuka

Saluran terbuka berfungsi sebagai wadah untuk mengalirkan *fluida* atau air limpasan yang jatuh ke permukaan tanah menuju ke suatu tempat tertentu. Letak saluran terbuka (Gambar 4) berada di sekitar *pit* 1 Utara. Saluran terbuka menggunakan penampang bentuk trapesium dengan tipe dinding saluran dari tanah. Dimensi saluran terbuka aktual dan saluran terbuka dari hasil perhitungan dapat dilihat pada Tabel 9.



Gambar 4. Saluran Terbuka

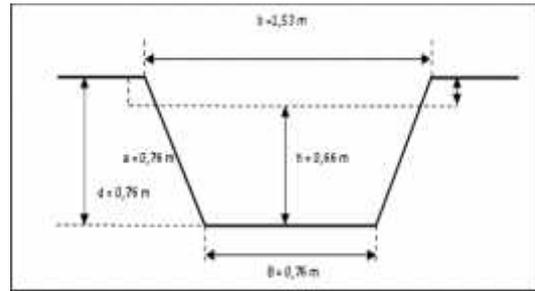
Tabel 9 : Perbandingan Dimensi Saluran Terbuka Aktual dan Perhitungan

No.	Dimensi Saluran Terbuka	Saluran Terbuka	
		Aktual (m)	Perhitungan (m)
1	Lebar Permukaan	6,05	1,53
2	Lebar Dasar	3,41	0,76
3	Kedalaman Air	1,36	0,66
4	Kedalaman Saluran	2,36	0,76
5	Panjang dinding saluran	2,38	0,76

Kedalaman saluran ditambah 15 % untuk menghindari terjadinya luapan banjir, sehingga kedalaman saluran menjadi = 0,76 meter. Setelah di hitung menggunakan persamaan manning menunjukkan adanya perbedaan antara dimensi teoritis dan dimensi aktual, dimana kedalaman saluran teoritis 0,76 meter dan kedalaman saluran aktual 2,36 meter hal ini disebabkan untuk mengantisipasi akan terjadinya luapan air dan pengendapan yang terjadi di saluran keliling sehingga sebaiknya dibuat kedalaman saluran

aktual 2,36 meter, dimensi saluran dari hasil perhitungan terdapat pada (Gambar 5).

Saluran tersebut dapat mengalirkan air sebanyak 0,8317 m³/detik. Dengan demikian, dimensi saluran yang ada saat ini mampu dilalui air limpasan hasil pemompaan yaitu air dari pemompaan sebesar 0,2917 m³/detik, karena dimensi saluran rencana hasil perhitungan teoritis masih lebih kecil dari saluran aktual yang ada saat ini, hanya saja kedalaman saluran saat ini perlu dilakukan pendalaman dan perawatan karena mengalami pendangkalan.



Gambar 5. Dimensi Saluran Hasil Perhitungan

3.6. Kolam Pengendapan

Pembuatan kolam pengendapan bertujuan untuk menampung air dari tambang yang mengandung material (lumpur) sebelum di alirkan ke perairan umum (sungai). Hal ini dilakukan agar partikel-partikel material halus yang tersuspensi di dalam air diendapkan terlebih dahulu sebelum dialirkan ke perairan umum, sehingga nantinya tercipta suatu penambangan yang berwawasan lingkungan. Dimensi Kolam pengendapan berbentuk persegi panjang, dengan memiliki 4 kompartemen yang berkedalaman masing-masing 4 m. Besarnya debit total yang masuk sebesar 0,8317 m³/detik sehingga persen solid yang didapatkan yaitu 0,20 %, sedangkan volume dari kolam pengendapan 12.852 m³. Salah satu kompartemen kolam pengendapan *pit* 1 utara dapat dilihat (Gambar 6).



Gambar 6. Kolam Pengendapan

Air tambang hasil pemompaan dari sump *pit* 1 Utara selanjutnya dialirkan kedalam kolam pengendapan hal ini bertujuan untuk memisahkan padatan dengan air yang semula

keruh menjadi jernih. Diketahui TSS (*Total Suspended Solid*) sebesar 402 mg/l, dan debit total yang masuk kolam pengendapan sebesar 0,8317 m³/detik dengan persen solid sebesar 0,20 %. Karena persen solid lebih kecil dari 40%, maka perhitungan kecepatan pengendapan dengan menggunakan hukum *stokes* (Tabel 10).

Tabel 10 : Perhitungan dengan Hukum Stokes

TSS (mg/l)	Berat Jenis Padatan pp (Kg/m ³)	Viskositas (Kg/ms)	Solid (%)	Air (%)	Ukuran Partikel (m)	Kecepatan Pengendapan (m/s)
402	2000	0,00000131	0,002	0,998	0,000002	0,00166

Pada lokasi kolam pengendapan *pit* 1 Utara terdapat 4 kompartemen dengan volume kompartemen 1 sebesar 12636 m³, dan kompartemen 2,3,4 sebesar 12852 m³. Dimensi masing-masing kompartemen dapat dilihat pada Tabel 11.

Tabel 11 : Dimensi Kompartemen

Kompartemen	Dimensi				
	Panjang Atas (m)	Panjang Bawah (m)	Lebar (m)	Kedalaman (m)	Volume (m ³)
1	117	115	27	4	12636
2	119	117	27	4	12852
3	119	117	27	4	12852
4	119	117	27	4	12852

Dari hasil perhitungan didapatkan lama pengerukan kolam pengendapan adalah selama 116 hari sekali pada kompartemen 1, dan 118 hari sekali pada kompartemen 2,3,4. dengan debit total yang masuk sebesar 0,8317 m³/detik. Partikel mengendap dengan baik dikarenakan waktu yang dibutuhkan material untuk keluar dari kolam pengendapan (th) lebih kecil dari waktu pengendapan partikel atau $tv < th$.

Tabel 12 : Perhitungan dengan Hukum Stokes

Kompartemen	Kecepatan Pengendapan (m/s)	Waktu Pengendapan Partikel (menit)	Kecepatan Mendatar Partikel (m/s)	Waktu Yang Dibutuhkan Partikel Keluar Kolam (menit)	Persentase Pengendapan (%)	Padatan Yang Berhasil Diendapkan (m ³ /hari)	Waktu Pengerukan (hari)
1	0,00166	40,10	0,00770	253,25	86,33	108,56	116
2	0,00166	40,10	0,00770	257,58	86,53	108,81	118
3	0,00166	40,10	0,00770	257,58	86,53	108,81	118
4	0,00166	40,10	0,00770	257,58	86,53	108,81	118

Jadi, dimensi kolam pengendapan yang ada saat ini sudah cukup baik untuk menampung air pemompaan dan mengendapkan lumpur sehingga sudah memenuhi syarat ketika air yang keluar diharapkan sudah cukup layak untuk memasuki aliran sungai dan tidak membahayakan lingkungan.

4. Kesimpulan

Dari hasil pengamatan mengenai "Kajian Teknis Sistem Penyaliran Tambang pada *Sump Pit* 1 Utara Banko Barat", maka dapat diperoleh kesimpulan sebagai berikut:

- Total volume air yang masuk ke *sump pit* 1 Utara Banko Barat yaitu sebesar 26.604 m³/jam.
- Sump pit* 1 Utara Banko Barat saat ini dengan volume sebesar 211.560 m³, sehingga *sump* masih mampu menampung air limpasan yang masuk ke *sump pit* 1 utara.
- Pada *sump pit* 1 Utara Banko Barat menggunakan 3 unit pompa dengan total debit pemompaan sebesar 1.050 m³/jam, dan untuk alternatif pengeringan *sump* maka diperlukan penambahan 2 unit pompa Sulzer WPP53-200 dengan jam jalan pompa 21 jam/hari.
- Berdasarkan dimensi saluran terbuka aktual dan hasil perhitungan secara teoritis, bahwa saluran terbuka sudah memenuhi syarat dan perlu memperhatikan perawatan saluran agar mengantisipasi terjadinya pendangkalan.
- Dimensi kolam pengendapan yang ada saat ini sudah cukup baik untuk menampung air pemompaan dan air limpasan sehingga sudah memenuhi syarat ketika air yang keluar diharapkan cukup layak untuk memasuki aliran sungai dan tidak membahayakan lingkungan.

Ucapan Terima Kasih

Penulis mengucapkan terima kasih kepada segenap Pimpinan dan Karyawan PT. Bukit Asam (Persero) Tbk. atas kesempatan dan bimbingan yang diberikan untuk melaksanakan tugas akhir.

Daftar Pustaka

- Bambang Triatmodjo, 2009, Hidrogeologi Terapan, Beta Offset, Yogyakarta.
- Cassidy, S., 1973, Elements of Practical Coal Mining, Society of Mining Engineers, New York, hal. 174-176.
- Chay Asdak, 2004, Hidrologi dan Pengelolaan Daerah Aliran Sungai, Gadjah Mada University Press, Yogyakarta.
- Chow, Ven Te, 1985, Hidrolika Saluran Terbuka (Bahasa Indonesia), Erlangga, Jakarta, Indonesia.
- Currie, John M., 1973, Unit Operations in Mineral Processing, Department of Chemical and Metallurgical Technology, British Columbia.

- I Made Kamiana, Teknik Perhitungan Debit Rencana Bangunan Air, Graha Ilmu, Yogyakarta.
- Partanto Prodjosumarto, 1994, Rancangan Kolam Pengendapan Sebagai Perlengkapan Sistem Penirisan Tambang, Bandung.
- Rudy S. Gautama, 1999, Sistem Penyaliran Tambang, Institut Teknologi Bandung.
- Satuan Kerja Eksplorasi Rinci. 2014. Dokumen Laporan Eksplorasi PT BA,Tbk. PT. Bukit Asam (Persero), Tbk. Tanjung Enim.
- Satuan Kerja Analisis Batubara. 2014. Dokumen Laporan Batubara PT BA,Tbk. PT. Bukit Asam (Persero), Tbk. Tanjung Enim.
- Sularso, 2006, Pompa dan Kompresor, PT Pradnya Paramita, Jakarta.
- Sunarijanto, dkk. 2008. Batubara, Panduan Bisnis PT BA,Tbk. PT Bukit Asam (Persero), Tbk. Jakarta
- Suripin, 2004, Sistem Drainase Perkotaan yang Berkelanjutan, Andi Offset, Demangan Baru, Yogyakarta.