

PERENCANAAN SISTEM PENYALIRAN TAMBANG BATUBARA PADA PIT BRAVO PT PRO SARANA CIPTA

Dewangga Jabal Putra^{1*}, Agus Triantoro², Rakhman Silvika Maksum³

¹ Mahasiswa Program Studi Teknik Pertambangan, Fakultas Teknik, Universitas Lambung Mangkurat

² Program Studi Teknik Pertambangan, Fakultas Teknik, Universitas Lambung Mangkurat

³ Site Manajer PT Pro Sarana Cipta

email: *dewangga.jabal@yahoo.co.id

ABSTRAK

PT Pro Sarana Cipta pada saat dilakukan penelitian belum memiliki *sump* dan sistem penyaliran yang memadai. Penelitian ini dilakukan untuk mengatasi masalah air limpasan yang masuk ke dalam *front* kerja dan dapat mengganggu aktifitas penambangan yang dilakukan pada pit Bravo.

Pada penelitian ini, perhitungan curah hujan rencana menggunakan metode Gumbel, perhitungan intensitas hujan dihitung dengan menggunakan metode *Monobe*, perhitungan debit limpasan menggunakan metode Rasional, perhitungan kapasitas dan ketahanan *sump* juga kebutuhan pompa menggunakan metode *water balance*, dan penentuan luas *catchment area* serta pembuatan rencana sistem penyaliran menggunakan *software Autocad Land Desktop 2009*.

Hasil perhitungan curah hujan rencana diperoleh nilai curah hujan rencana untuk periode ulang 5 tahun yaitu 156,07 mm, intensitas curah hujan per jam sebesar 22,42 mm/jam dengan debit limpasan sebesar 1,90 m³/detik. Luas *catchment area* sebesar 34 Ha. Air yang terakumulasi sesuai pompa yang direkomendasikan yaitu kombinasi pompa multiflo 160 dan pompa multiflo 180 sebesar 1.598,4 m³/hari. Desain volume *sump* sebesar 1.858,63 m³. *Sump* berbentuk trapesium, panjang 28 m kedalaman 4 m, panjang dasar (alas) 18,47 m dan lebar 20 m. Rancangan elevasi *inlet* 23 mdpl elevasi *outlet* 46 mdpl dengan panjang pipa 104,56 m.

Kata Kunci : Curah Hujan Rencana, Intensitas Hujan, Debit Limpasan, *Catchment Area*, Pompa, *Sump*

PENDAHULUAN

PT Pro Sarana Cipta merupakan perusahaan yang melakukan kegiatan penambangan batubara dengan daerah operasi yang terletak di daerah kabupaten Hulu Sungai Selatan. Pada Pit Bravo dengan menggunakan metode *open pit*, air merupakan masalah besar karena aliran air yang masuk ke dalam permukaan kerja (*front*) penambangan dapat menimbulkan berbagai macam masalah yang dapat mengganggu kegiatan penambangan dan menyebabkan terganggunya aktifitas penambangan seperti menurunnya efisiensi kerja karena kondisi area kerja becek dan licin serta genangan air sehingga air tersebut harus dikeluarkan melalui sistem penyaliran tambang.

Sistem penyaliran tambang dengan kolam (*sump*) sangat umum diterapkan di tambang terbuka. Air yang masuk ke dalam tambang dikumpulkan ke *sump* yang biasanya dibuat di dasar tambang dan dari *sump* tersebut air dipompa ke luar tambang. Maka perlu perencanaan yang matang dalam menentukan desain *sump* agar air yang ditampung tidak meluap. Dengan mengetahui kapasitas *sump*, maka dapat dibuat sistem pemompaan yang tepat dan ekonomis. Faktor utama sistem penyaliran tambang berkaitan dengan curah hujan, intensitas curah hujan rencana, debit limpasan permukaan, dan luas daerah tangkapan hujan (*catchment area*).

Dikarenakan belum adanya sistem penyaliran yang memadai pada lokasi penambangan PT Pro Sarana Cipta, hal ini yang melatar belakangi untuk melakukan penelitian tugas akhir

METODOLOGI

Analisis Intensitas Hujan

Intensitas hujan adalah banyaknya curah hujan per satuan waktu tertentu dan dinyatakan dengan satuan mm/jam. Dengan kata lain bahwa intensitas curah hujan menyatakan besarnya curah hujan dalam jangka pendek yang memberikan gambaran derasnya hujan perjam (Suripin, 2003 : 23-68).

$$I = \frac{R_{24}}{24} \left[\frac{24}{t} \right]^2$$

Dimana :

R_{24} = Curah hujan maksimum harian (mm/hari)

t = Lamanya hujan (jam)

I = Intensitas hujan (mm/jam)

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 (Suwandhi, 2004 : 9).

Debit Limpasan

Air limpasan permukaan adalah air hujan yang mengalir di atas permukaan tanah. Air limpasan ini secara garis besar dipengaruhi oleh elemen-elemen meteorologi yang diwakili oleh curah hujan dan elemen-elemen daerah pengaliran yang menyatakan sifat-sifat fisik dari daerah pengaliran (Budiarto, 1997 : 81).

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

Dimana :

Q = Debit (m³/detik)

C = Koefisien Limpasan

I = Intensitas curah hujan (mm/jam)

A = Luas daerah aliran (km²)

Volume Air di dalam Pit

Volume air di dalam *Pit* merupakan total jumlah air limpasan dan air tanah. Perhitungan yang dapat digunakan adalah volume air *pit* adalah air Limpasan permukaan ditambah air tanah

$$V = Q \times t$$

Dimana :

V = Volume *sump* (m^3)

Q = Debit air ($m^3/detik$)

T = Lamanya hujan (detik)

Rancangan Desain Sump

Pembuatan *sump* di daerah penambangan adalah untuk menampung limpasan air tambang yang terdapat di lokasi penggalian sebelum air itu dipompakan. Dalam perancangan dimensi *sump* pada tambang terbuka ada beberapa faktor yang berpengaruh, faktor – faktor tersebut antara lain debit air yang akan ditampung *sump*, permeabilitas tanah, waktu pengaliran, lebar *sump* itu sendiri dan masih banyak faktor-faktor lainnya sehingga untuk memudahkan perhitungan maka perancangan *sump* ini menggunakan analisis perbandingan volume air yang dapat ditampung *sump* dan debit aliran air yang masuk ke *sump*. Sedangkan jumlah air yang keluar dapat dianggap sebagai yang berhasil dipompa, karena penguapan dianggap tidak terlalu berarti.

Untuk menghitung volume air yang dapat ditampung *sump* dapat menggunakan rumus luas trapesium dikalikan lebar *sump* sebagai berikut :

$$\text{Volume Sump} = \left(\frac{1}{2} \times (t + b) \times d \right) \times L$$

Dimana :

t = panjang permukaan *sump* (m)

b = panjang dasar *sump* (m)

d = tinggi *sump* / kedalaman *sump* (m)

L = lebar permukaan *sump* (m)

(Budiarto, 1997 : 94).

Sistem Pemompaan

Pada *dewatering pump*, system pemasangan rangkaian pompa terbagi menjadi tiga macam, yaitu :

1. Sistem rangkaian pemompaan dengan satu unit pompa (Tunggal)

Metode ini merupakan salah satu rangkaian dalam sistem pemompaan pada *dewatering pump* yang mana mesin pompa yang digunakan adalah berjumlah satu

2. Sistem rangkaian pemompaan seri

Sistem seri merupakan dasar pompa multi tingkat (*multi stage pump*), dimana debit dari pompa pertama (tingkat pertama) dikirim ke pipa hisap pompa kedua dan seterusnya. Debit yang sama mewakili masing – masing pompa menerima tekanan perkuatan (*boost*) pompa berikutnya.

3. Sistem rangkaian pompa *parallel*

Stasiun pompa sering terdiri dari beberapa pompa yang dipasang secara *parallel*. Dalam susunan ini (Gambar 3.11.) pompa dapat dioperasikan secara individual atau bersama – sama. Tujuan dari pemasangan pompa *parallel* adalah untuk membuang air dengan debit yang bervariasi. Hal ini sering dialami ada sistem drainase di mana pada saat debit puncak jumlah air yang harus dibuang sangat besar, sementara pada kondisi normal jauh lebih kecil.

Head Total 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 pompa untuk mengalirkan sejumlah air seperti yang direncanakan dapat ditentukan dari kondisi instalasi yang

akan dilayani oleh pompa tersebut, sehingga julang total pompa dapat dituliskan sebagai berikut:

$$H = h_s + h_f$$

Keterangan :

H = *head* Total dinamik (*Total Dynamic Head*) (m)

h_s = *head* statis (m)

h_f = *head* gesekan (m)

Perhitungan berbagai julang pada pemompaan :

- a. *Head* Statis

$$h_s = h_2 - h_1$$

Keterangan :

h_s = *head* statis (m)

h_1 = elevasi sisi isap (m)

h_2 = elevasi sisi keluar (m)

- b. *Head* Gesekan

$h_f = (L : 100) \times \text{Head Loss}$ sesuai spesifikasi pipa

Keterangan :

h_f = *head* gesekan (m)

L = panjang pipa (m)

Air yang Terakumulasi

Hubungan antara aliran masuk, kapasitas pompa (aliran keluar) dan kapasitas kolam penampungan air dinyatakan dalam persamaan kontinuitas berikut :

$$Q_{ac} = Q_i - Q_o$$

Dimana :

Q_i = laju aliran masuk ($m^3/hari$)

Q_o = laju aliran keluar atau kapasitas pompa ($m^3/hari$)

Q_{ac} = air yang terakumulasi ($m^3/hari$)

(Suripin, 2004 : 206)

HASIL DAN PEMBAHASAN

Data Curah Hujan

Pada perancangan sistem penyaliran, data curah hujan merupakan hal yang sangat penting. Data curah hujan bulanan selama 10 tahun, yaitu tahun 2005 – 2014.

Tabel-1. Data Curah Hujan Rata - Rata Bulanan Tahun 2005 – 2014

Bulan	Curah Hujan (mm)									
	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014
Januari	137	104	86	99	94	79	99	106	107	95
Februari	130	106	113	108	96	54	90	97	57	88
Maret	96	96	135	125	63	91	82	103	156	97
April	139	75	72	93	58	90	94	107	129	84
Mei	80	47	141	21	75	87	42	57	80	79
Juni	54	82	108	80	42	68	27	36	63	61
Juli	18	54	58	28	28	27	14	73	82	29
Agustus	46	5	18	27	19	14	4	16	95	32
September	33	5	8	32	7	6	23	8	31	9
Oktober	162	17	21	15	38	27	80	84	80	3
November	154	114	99	117	66	49	67	89	167	67
Desember	139	130	92	111	89	107	84	126	77	149
Total	1168	843	951	854	675	699	688	902	1104	773
Rata-rata	97,3	70,3	79,3	71,2	56,3	58,3	57,2	75,2	92,0	64,4

Daerah Tangkapan Hujan (*Catchment Area*)

Luas daerah *catchment area* pada lokasi penelitian adalah sebesar 0,340 km^2 .

Curah Hujan Rencana

Berdasarkan data curah hujan yang diperoleh dari Badan Meteorologi Klimatologi dan Geofisika, dan setelah dilakukan perhitungan dengan menggunakan metode Gumbel maka diperoleh nilai curah hujan rencana untuk

periode 5 tahun yaitu 156,07 mm yang akan digunakan dalam penelitian ini.

Intensitas Curah Hujan Rencana

Intensitas curah hujan dikonversikan dari curah hujan harian menjadi curah hujan perjam. Berdasarkan hasil perhitungan intensitas curah hujan menggunakan rumus *Mononobe*, didapatkan intensitas curah hujan sebesar 22,42 mm/jam.

Debit Air Limpasan

Setelah diketahui besar intensitas curah hujan rencana, luas daerah tangkapan hujan, dan nilai koefisien limpasan maka debit air limpasan dapat diketahui dengan menggunakan rumus Rasional. Nilai koefisien limpasan yang digunakan adalah 0,9 dengan pertimbangan permukaan daerah penelitian adalah lahan terbuka daerah tambang. Maka didapatkan debit air limpasan sebesar 1,90 m³/detik.

Volume Air Limpasan

Volume air limpasan yang masuk ke dalam *sump* dapat diperoleh dengan perhitungan debit air limpasan dikalikan dengan durasi hujan. Dari hasil perhitungan dengan debit air limpasan sebesar 1,90 m³/detik dengan durasi hujan selama 1,47 jam diperoleh volume air limpasan sebesar 10.054,8 m³.

Analisis Pompa

Analisis pompa diperlukan untuk mengetahui kemampuan sebuah pompa baik dalam batas maksimum *total head* yang mampu diatasinya maupun batas maksimum kapasitas pemompaannya dalam satu waktu.

1. Pompa yang Tersedia

Pompa yang tersedia di PT PSC yaitu pompa Multiflo 160. Dari data perhitungan, maka diperoleh kapasitas pompa, yaitu 172,8 m³/jam, dengan waktu kerja pompa selama 18 jam perhari, diperoleh debit pompa per hari, yaitu 3.110,4 m³/hari.

2. Pompa Rencana Simulasi

a. Pompa Multiflo 180

Dari data perhitungan pada pompa multiflo 180, maka diperoleh kapasitas pompa, yaitu 297 m³/jam, dengan waktu kerja pompa selama 18 jam perhari, diperoleh debit pompa per hari, yaitu 5.346 m³/hari.

b. Pompa Multiflo 290

Dari data perhitungan pada pompa multiflo 290, maka diperoleh kapasitas pompa, yaitu 351 m³/jam, dengan waktu kerja pompa selama 18 jam perhari, diperoleh debit pompa per hari, yaitu 6.318 m³/hari.

3. Pompa Kombinasi Antara Pompa yang Tersedia dengan Pompa Simulasi

a. Pompa Multiflo 160 (yang tersedia) dan Pompa Multiflo 180 (Simulasi)

Dari data perhitungan kombinasi pompa multiflo 160 dan pompa multiflo 180, maka diperoleh kapasitas pompa, yaitu 469,8 m³/jam, dengan waktu kerja pompa selama 18 jam perhari, diperoleh debit pompa per hari, yaitu 8.456,4 m³/hari.

b. Pompa Multiflo 160 (yang tersedia) dan Pompa Multiflo 290 (Simulasi)

Dari data perhitungan kombinasi pompa multiflo 160 dan pompa multiflo 290, maka diperoleh kapasitas pompa, yaitu 523,8 m³/jam, dengan waktu kerja pompa selama 18 jam perhari, diperoleh debit pompa per hari, yaitu 9.428,4 m³/hari.

Perhitungan Air yang Terakumulasi

1. Air yang terakumulasi dengan Pompa yang Tersedia

Air yang terakumulasi sesuai pompa yang dimiliki oleh PT PSC yaitu pompa multiflo 160 sebesar 6.944,4 m³/hari.

2. Air yang terakumulasi dengan Pompa Rencana Simulasi

a. Air yang terakumulasi dengan Multiflo 180

Air yang terakumulasi dengan pompa yang disimulasikan yaitu pompa multiflo 180 sebesar 4.708,8 m³/hari.

b. Air yang terakumulasi dengan Multiflo 290

Air yang terakumulasi dengan pompa yang disimulasikan yaitu pompa multiflo 290 sebesar 3.736,8 m³/hari.

3. Air yang terakumulasi dengan Kombinasi Pompa yang Tersedia dan Pompa Simulasi

a. Air yang terakumulasi dengan Pompa Multiflo 160 (yang tersedia) dan Pompa Multiflo 180 (Simulasi)

Air yang terakumulasi dengan kombinasi pompa multiflo 160 dan pompa multiflo 180 sebesar 1598,4 m³/hari.

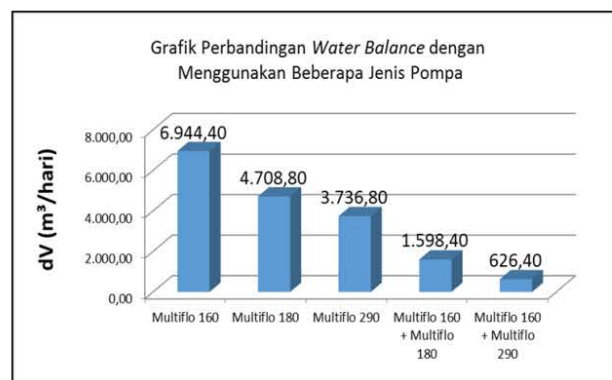
b. Air yang terakumulasi dengan Pompa Multiflo 160 (yang tersedia) dan Pompa Multiflo 290 (Simulasi)

Air yang terakumulasi dengan kombinasi antara pompa multiflo 160 dengan pompa multiflo 290 sebesar 626,4 m³/hari.

Perencanaan Sump dan Pompa

1. Volume Sump

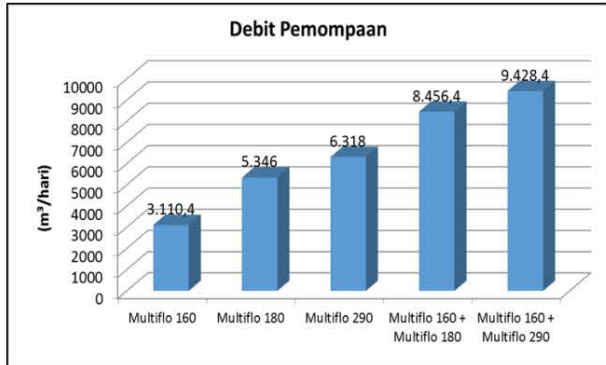
Pada Gambar-1 terlihat grafik bahwa semakin besar debit pompa maka akan semakin kecil volume *water balance sump* tersebut. *Sump* didesain dengan nilai patokan *water balance* pompa yang disarankan yaitu kombinasi pompa multiflo 160 dengan pompa multiflo 180. Pada kombinasi pompa multiflo 160 dengan pompa multiflo 180, volume *water balance* sebesar 1598,4 m³/hari. Jadi volume desain *sump* adalah sebesar 1.858,63 m³.



Gambar-1. Perbandingan Water Balance dengan Menggunakan Beberapa Jenis Pompa

2. Debit Pemompaan

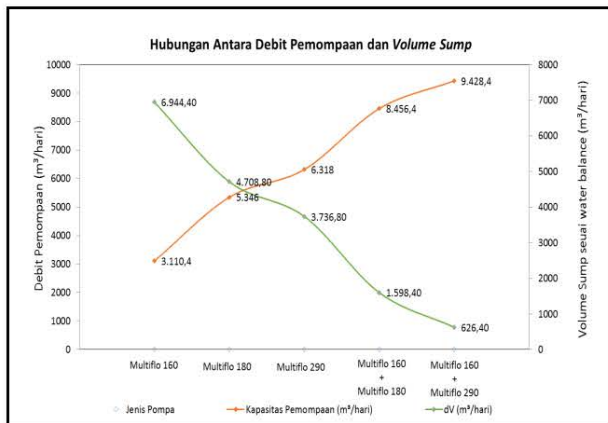
Pada Gambar-2 terlihat bahwa semakin besar kapasitas pompa yang digunakan maka akan semakin besar juga debit pemompaannya. Pompa multiflo 160 memiliki debit yang paling kecil diantara pompa yang lainnya karena pompa multiflo 160 memiliki kapasitas yang kecil yaitu 3.110,4 m³/hari. Sedangkan kombinasi pompa multiflo 160 dengan pompa multiflo 290 memiliki debit yang paling besar karena memiliki kapasitas besar yaitu 9.428,4 m³/hari.



Gambar-2. Grafik Kapasitas Pemompaan Beberapa Jenis Pompa

3. Hubungan Antara Debit Pemompaan dan Volume Sump

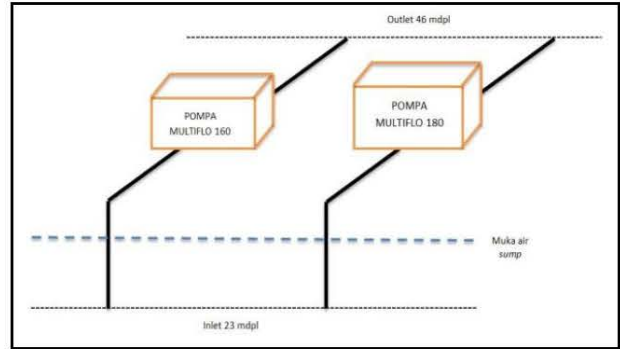
Pada gambar-3 terlihat grafik hubungan antara debit pemompaan dan volume *sump* yang menyatakan bahwa semakin besar debit pemompaan maka volume *sump* akan semakin kecil.



Gambar-3. Grafik Hubungan Kapasitas Debit Pemompaan dengan Volume Sump

4. Rekomendasi Pompa

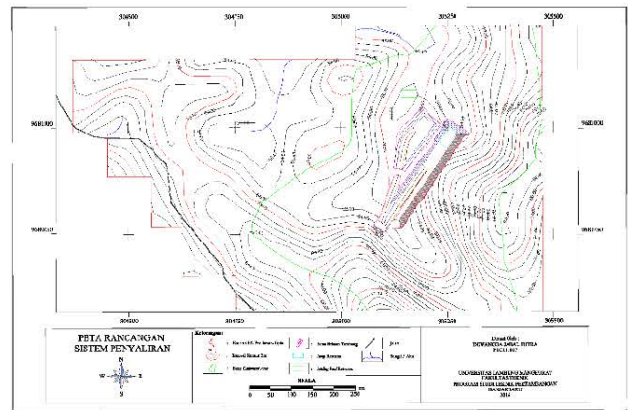
Rekomendasi pompa adalah kombinasi antara pompa multiflo 160 dengan multiflo 180 dengan debit pemompaan 8.456,4 m³/hari. Instalasi rangkaian pemompaan yang akan dibuat adalah sistem pemompaan tunggal. Jadi 2 pompa tersebut akan diinstalasi masing – masing secara tunggal.



Gambar-4. Instalasi Pompa

Rancangan Sistem Penyaliran Tambang

Pada rancangan sistem penyaliran pada pit Bravo pada PT PSC direkomendasikan dirancang dengan membuat *sump* di dalam *front* tambang (*pit*). Sistem ini diterapkan untuk membuang air tambang dari lokasi kerja. Air tambang dikumpulkan pada *sump* kemudian dipompa keluar. Rancangan elevasi *inlet* 23 mdpl dan elevasi *outlet* 46 mdpl dengan panjang pipa 104,56 m.



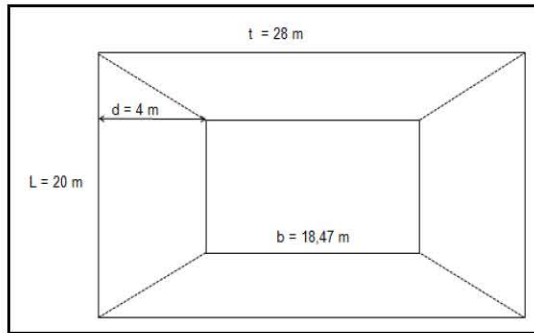
Gambar-5. Rancangan sistem penyaliran pada Pit Bravo

Penentuan Bentuk dan Dimensi Sump

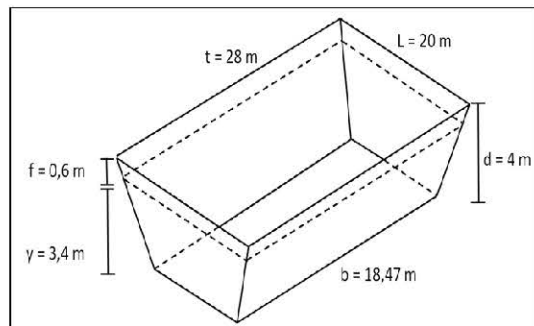
Pada rancangan sistem penyaliran ini akan dibuat dengan nilai patokan *water balance* dengan kombinasi antara pompa multiflo 160 dengan multiflo 180 karena sebagai rekomendasi pompa yang disimulasikan. Volume *sump* akan dirancang dengan volume 1.858,63 m³, *sump* berbentuk trapesium dan dimensi sebagai berikut :

Tabel-2. Rekomendasi dimensi Sump

Panjang atas (t)	28 m
Panjang bawah *) (b)	18,47 m
Lebar atas (L)	20 m
Tinggi/kedalaman sump (d)	4 m
Kemiringan penampang saluran (α)	40°
Kedalaman aliran (y)	3,4 m
Tinggi jagaan (f)	0,6 m



Gambar-6. Dimensi *sump* tampak atas



Gambar-7. Dimensi rencana *sump*

Kesimpulan

Adapun kesimpulan dari penelitian yang telah dilakukan adalah sebagai berikut:

1. Dari perhitungan yang dilakukan didapatkan luas daerah tangkapan hujan sebesar 34 Ha.
2. Intensitas curah hujan sebesar 22,42 mm/jam dengan debit limpasan sebesar 1,90 m³/detik.
3. Pompa yang tersedia di PT PSC yaitu pompa Multiflo 160, dari data perhitungan maka diperoleh kapasitas pompa yaitu 3.110,4 m³/hari. Kombinasi pompa multiflo 160 dan pompa multiflo 180 yang berkapasitas pompa 8.456,4 m³/hari, dibuat dengan rangkaian masing-masing secara tunggal, direkomendasikan dalam sistem penyaliran PT PSC.
4. Ketahanan sump untuk menampung air sesuai *water balance* sebesar 1.598,4 m³/hari dan desain volume *sump* yang direkomendasikan sebesar 1.858,63 m³.
5. Rancangan sistem penyaliran direkomendasikan membuat *sump* di dalam *pit*, dengan berbentuk trapesium, panjang 28 m kedalaman 4 m, panjang dasar (alas) 18,47 m dan lebar 20 m, elevasi *inlet* 23 mdpl elevasi *outlet* 46 mdpl dengan panjang pipa 104,56 m.

Saran

Adapun saran yang dapat diberikan adalah sebagai berikut:

1. Sebagai alternatif penyelesaian, pada perencanaan sistem penyaliran di pit bravo PT Pro Sarana Cipta, penulis menyarankan menggunakan rekomendasi yang diberikan
2. Sebaiknya dilakukan pemompaan yang intensif agar air yang ada pada *sump* tidak meluap keluar pada musim penghujan
3. Dilakukan perawatan berkala pada pompa agar kondisi pompa tetap terjaga atau tidak *break down*

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Budiarto, 1997, *Sistem Penirisan Tambang*, Jurusan Teknik Pertambangan, Fakultas Teknologi Mineral, Universitas Pembangunan Nasional Veteran, Yogyakarta.
- [2] Hadi, S., 2001, *Statistik Jilid 2*, Penerbit Andi, Yogyakarta.
- [3] Heryanto, R dan Sanyoto, P, 1994, *Peta Geologi Lembar Amuntai*.
- [4] Nurhakim, 2005, *Draft Bahan Kuliah Tambang Terbuka*, Program Studi Teknik Pertambangan FT UNLAM, Banjarbaru.
- [5] Suripin, 2003, *Sistem Drainase Perkotaan yang Berkelanjutan*, Penerbit ANDI, Semarang.
- [6] Suwandhi, A., 2004, *Perencanaan Sistem Penyaliran Tambang*, Diklat Perencanaan Tambang Terbuka, Unisba.
- [7] Suyono dan Takeda K., 2003, *Hidrologi untuk Pengairan*, PT Pradnya Paramita, Jakarta.
- [8] Triatmodjo, B., 1992, *Hidrolika I*, Beta Offset, Yogyakarta, 218 hal.