

# RANCANGAN DIMENSI SETTLING POND BERDASARKAN DAERAH TANGKAPAN HUJAN PADA PIT B2A PT. SEBUKU BATUBAI COAL PULAU LAUT TENGAH KOTABARU KALIMANTAN SELATAN

Oleh:  
Eben Ezer Edoard Prasetyo  
Prodi Teknik Pertambangan UPN "Veteran" Yogyakarta  
No. Hp : 08567157344, email : ebenezeredoard@gmail.com

## Abstrak

Dalam rangka turut serta mengembangkan pemanfaatan batubara, PT. Sebuku Batubai Coal telah melaksanakan kegiatan pengembangan berdasarkan Ijin Usaha Pertambangan (IUP) Operasi Produksi, meliputi wilayah Kecamatan Pulau Laut Tengah, Kabupaten Kotabaru, Kalimantan Selatan.

Untuk mencegah keluarnya air bersama material pengotor seperti lumpur dan lainnya, dibutuhkan *settling pond* untuk mengendapkan material pengotor tersebut sebelum air keluar kembali ke pengaliran umum seperti sungai dan danau.

Sebelum pembuatan *settling pond* dilakukan pembuatan saluran terbuka agar debit air limpasan yang masuk kedalam Pit B2A tidak terlalu besar. Dalam pembuatan saluran terbuka di perlukan perhitungan koefisien limpasan sebagai berikut, untuk DTH I koefisien limpasan sebesar 0.466 sedangkan untuk DTH II koefisien limpasan sebesar 0.428 dan untuk DTH Pit B2A koefisien limpasan sebesar 0.9.

Sehingga *settling pond* memiliki 3 buah kompartemen yang masing-masing kompartemen memiliki panjang 6 m, lebar 15 m dan kedalaman 3 m dengan volume sebesar 810 m<sup>3</sup>. Dengan persentase tersebut maka material yang terlarut dalam air tidak semuanya terendapkan. Padatan yang berhasil diendapkan hanya 76,42 % dari total padatan yang masuk ke kolam. Padatan yang berhasil diendapkan dalam waktu sehari dengan jam hujan per hari adalah satu jam didapatkan sebesar 11.55 m<sup>3</sup>/hari.

Kata kunci : *Settling Pond*, DTH, Kompartemen, Total Padatan

## I. PENDAHULUAN

### I.1. Latar Belakang

Dalam rangka turut serta mengembangkan pemanfaatan batubara PT. Sebuku Batubai Coal telah melaksanakan kegiatan berdasarkan Ijin Usaha Pertambangan (IUP) Operasi Produksi.

Surat Keputusan Bupati Kotabaru untuk IUP Operasi Produksi PT. Sebuku Batubai Coal No. 545/63/IUPOP/D.PE/2010 dengan kode wilayah KTB. 1007 IUPOP 0094 yang terbit tanggal 7 Juli 2010, tentang Persetujuan Izin Usaha Pertambangan (IUP) Operasi Produksi dengan luas 5,140.89 hektar, meliputi wilayah Kecamatan Pulau Laut Utara dan Pulau Laut Tengah. Pada saat dimulainya kegiatan penambangan di Pit B2A ini akan menyebabkan beberapa dampak negatif terhadap lingkungan salah satunya keluarnya air bersama material pengotor seperti lumpur dan lainnya, maka untuk mengantisipasi yang dibutuhkan *settling pond* untuk mengendapkan material pengotor tersebut sebelum air keluar kembali ke pengaliran umum seperti sungai dan danau.

### I.2. Tujuan Penelitian

Tujuan dari penelitian ini ialah, menentukan daerah tangkapan hujan, besarnya debit air limpasan, ukuran saluran terbuka dan untuk merencanakan dan merancang dimensi *settling pond* yang sesuai dengan debit air limpasan yang masuk ke lokasi penambangan.

### I.3. Manfaat Penelitian

Menghasilkan rancangan dimensi *settling pond* dengan tepat agar dapat mengendapkan material pengotor sebelum air mengalir kembali ke pengaliran umum.

## II. LOKASI DAN KESAMPAIAN DAERAH

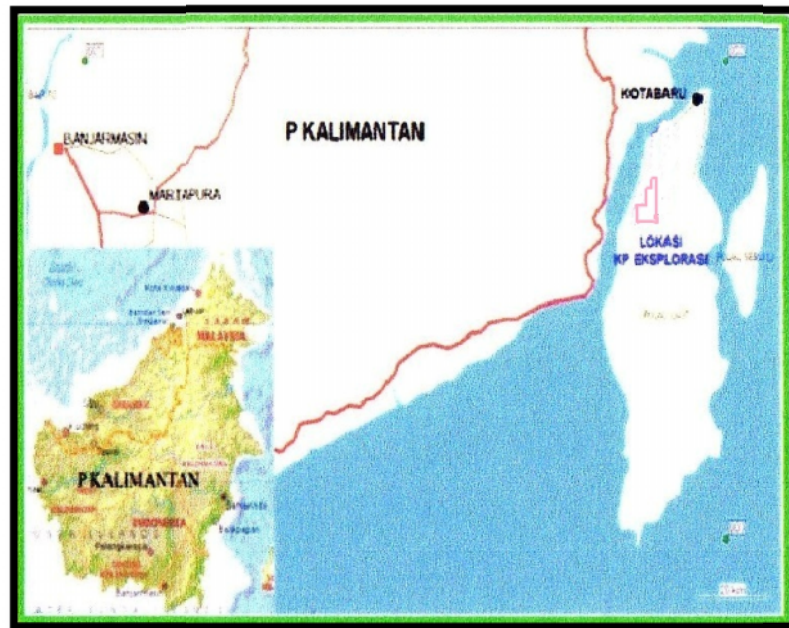
Lokasi penelitian meliputi Kecamatan Pulau Laut Tengah, Kabupaten Kotabaru, Provinsi Kalimantan Selatan, Luas IUPOP 5,140.89 hektar. Daerah penelitian secara administratif termasuk Pulau Laut Tengah

Kabupaten Kotabaru, Propinsi Kalimantan Selatan. Daerah penelitian terletak sekitar 170 km sebelah timur-tenggara Banjarmasin. Lokasi ini dapat dicapai dari Jakarta ke Banjarmasin dengan pesawat terbang. Kemudian dari Banjarmasin menggunakan pesawat terbang menuju kota baru dapat ditempuh kurang lebih 20 menit ke arah tenggara ke daerah penelitian atau dapat ditempuh dengan jalur alternatif kendaraan roda 4 dengan waktu tempuh kurang lebih 8 jam (Gambar II.1)

### III. HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN

#### III.1. Kondisi Topografi

Secara umum kondisi daerah eksplorasi detail PT. Sebuku Batubai Coal yang merupakan perbukitan bergelombang rendah sampai sedang. Di wilayah tersebut pada umumnya merupakan perkebunan pohon sengon, pinus, dan ramina. Perbukitan di bagian barat laut memiliki ketinggian antara 10 – 50 m di atas rata-rata permukaan air laut dan perbukitan di bagian tenggara memiliki ketinggian antara 30 – 50 m di atas rata-rata permukaan air laut.



Gambar II.1  
Lokasi Kesampaian Daerah

#### III.2. Curah hujan Rencana dan Intensitas Hujan

Daerah penelitian merupakan daerah dengan iklim tropis. Berdasarkan data curah hujan dari tahun 2001 hingga awal tahun 2011 dan setelah dilakukan perhitungan, maka didapatkan curah hujan rencana pada daerah penelitian untuk periode ulang hujan 3 tahun yaitu 13.11 mm/hari, dengan intensitas curah hujan adalah 4.95 mm/jam.

#### III.3. Luas DTH, Debit Air Limpasan dan Koefisien Limpasan

Pada daerah penelitian dibagi menjadi 3 daerah tangkapan hujan yang mengakibatkan perbedaan pada jumlah debit air limpasan serta pada koefisien limpasan, maka luas daerah tangkapan hujan, banyaknya debit air limpasan dan koefisien air limpasan adalah sebagai berikut (lihat tabel G.1)

Debit Air Limpasan :

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

Luas daerah tangkapan hujan (A) = 0.95 km<sup>2</sup>  
 Intensitas curah hujan rata-rata (I) = 4.95 mm/jam (Lampiran A)  
 Koefisien limpasan (C) = 0.466 (Lampiran B)

$$Q = 0.278 \times C \times I \times A$$

$$= 0.278 \times 0.466 \times 4.95 \times 0.95$$

$$= 0.60 \text{ m}^3/\text{detik.}$$

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

$$\begin{aligned}
\text{Luas daerah tangkapan hujan (A)} &= 1.04 \text{ km}^2 \\
\text{Intensitas curah hujan rata-rata (I)} &= 4.95 \text{ mm/jam (Lampiran A)} \\
\text{Koefisien limpasan (C)} &= 0.428 \text{ (Lampiran B)} \\
Q &= 0.278 \times C \times I \times A \\
&= 0.278 \times 0.428 \times 4.95 \times 1.04 \\
&= 0.61 \text{ m}^3/\text{detik.}
\end{aligned}$$

3. Untuk daerah tangkapan hujan III didapatkan data - data sebagai berikut :

$$\begin{aligned}
\text{Luas daerah tangkapan hujan (A)} &= 1.06 \text{ km}^2 \\
\text{Intensitas curah hujan rata-rata (I)} &= 4.95 \text{ mm/jam (Lampiran A)} \\
\text{Koefisien limpasan (C)} &= 0.9 \text{ (Lampiran B)} \\
Q &= 0.278 \times C \times I \times A \\
&= 0.278 \times 0.9 \times 4.95 \times 1.06 \\
&= 1.30 \text{ m}^3/\text{detik.}
\end{aligned}$$

Koefisien Limpasan :

1. DTH I

Merupakan daerah disposal dan daerah hutan, dengan keadaan curam pada daerah bukaan tambang. Luas total 948,758.78 m<sup>2</sup>, dengan luas daerah disposal yaitu 209,547.81 m<sup>2</sup> dengan nilai koefisien limpasan sebesar 0.7 dan luas daerah hutan 739,210.97 m<sup>2</sup> dengan nilai koefisien limpasan sebesar 0.4. Maka dapat dihitung nilai koefisien DTH I adalah :

$$C = \frac{(209,547.81 \times 0.7) + (739,210.96 \times 0.4)}{948,758.78} = 0.466$$

2. DTH II

Merupakan daerah disposal dan daerah hutan, dengan keadaan curam pada daerah bukaan tambang. Luas total 1,039,407.51 m<sup>2</sup>, dengan luas daerah disposal yaitu 98,577.89 m<sup>2</sup> dengan nilai koefisien limpasan sebesar 0.7 dan luas daerah hutan 940,829.61 m<sup>2</sup> dengan nilai koefisien limpasan sebesar 0.4. Maka nilai koefisien DTH I adalah 0.428.

3. DTH III

Berupa daerah bukaan tambang yang memiliki luasan daerah 1,061,264.52 m<sup>2</sup>, sehingga nilai koefisien daerah ini sebesar 0.9.

Tabel G.1  
Luas DTH, Koefisien Limpasan dan Debit Air Limpasan

No.	DTH	C	I (mm/jam)	A (km <sup>2</sup> )	Q(m <sup>3</sup> /detik)
1	DTH I	0.466	4.95	0.95	0.60
2	DTH II	0.428	4.95	1.04	0.61
3	DTH III PIT	0.9	4.95	1.06	1.30

#### III.4. Sumber dan Jumlah Air Tambang

Pada umumnya sumber air tambang pada terbuka berasal dari air hujan yang langsung masuk ke bukaan tambang, air limpasan yang berasal dari daerah tangkapan hujan di sekitar bukaan tambang dan air tanah. Air hujan merupakan sumber utama air tambang pada bukaan tambang. Debit air hujan yang langsung masuk ke bukaan tambang adalah 1.5757m<sup>3</sup>/detik. Upaya untuk mencegah masuknya air limpasan dari daerah yang lebih tinggi dari bukaan tambang, dibuat saluran terbuka di sekitar bukaan tambang.

#### III.5. Saluran Terbuka

Bentuk saluran yang direncanakan adalah trapesium, terletak di luar bukaan tambang berfungsi untuk menghalau dan mengalirkan air limpasan dari tiap – tiap daerah tangkapan hujan yang selanjutnya dialirkan ke *Settling Pond*. Dimensi dari masing masing saluran terbuka adalah sebagai berikut (lihat tabel G.2).

1. Saluran Penyaliran dalam lokasi tambang

Untuk Saluran 1 (Q = 0.60 m<sup>3</sup>/detik)

Rumus *Manning* :

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

$$0.60 = 1/0.03 \times (1.73 \text{ d}^2) \times (0.0025)^{1/2} \times (d/2)^{2/3}$$

$$0.1389 = 0.0865 d^{8/3}$$

$$d^{8/3} = 1.606$$

$d = 1.194$  m, besarnya tinggi jagaan adalah 15 % dari 1.194 m, sehingga  $h = 1.373$  **dibulatkan 1.4 m**

Bila harga  $Z = \text{Cotg } 60^\circ = 0.58$

$$b = 1.1521 \times 1.194$$

$$= 1.373\text{m, } \mathbf{dibulatkan 1.4m}$$

$$A = 1.73 \times 1.194^2$$

$$= 2.47 \text{ m}^2$$

$$B = 1.373 + (2 \times 0.58 \times 1.194)$$

$$= 2.758 \text{ m, } \mathbf{dibulatkan 2.8 m}$$

$$a = 1.194 / \sin 60^\circ$$

$$= 1.379 \text{ m, } \mathbf{dibulatkan 1.4 m}$$

Maka dimensi Saluran 1 :

- Panjang sisi luar saluran (a) = 1.4 m
- Lebar dasar saluran (b) = 1.4 m
- Lebar permukaan (B) = 2.8 m
- Kedalaman (h) = 1.4 m

## 2. Saluran Penyaliran pada batas DTH I

Untuk Saluran 2 ( $Q = 0.61 \text{ m}^3/\text{detik}$ )

Rumus *Manning* :

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

$$0.61 = 1/0.03 \times (1.73 d^2) \times (0.0025)^{1/2} \times (d/2)^{2/3}$$

$$0.1366 = 0.0865 d^{8/3}$$

$$d^{8/3} = 1.579$$

$d = 1.187$  m, besarnya tinggi jagaan adalah 15 % dari 1.187 m, sehingga  $h = 1.365$  **dibulatkan 1.4 m**

Bila harga  $Z = \text{Cotg } 60^\circ = 0.58$

$$b = 1,1521 \times 1.187$$

$$= 1.365 \text{ m, } \mathbf{dibulatkan 1.4m}$$

$$A = 1.73 \times 1.187^2$$

$$= 2.43 \text{ m}^2$$

$$B = 1.365 + (2 \times 0.58 \times 1.187)$$

$$= 2.742 \text{ m, } \mathbf{dibulatkan 2.8m}$$

$$a = 1.187 / \sin 60^\circ$$

$$= 1.371 \text{ m, } \mathbf{dibulatkan 1.4 m}$$

Maka dimensi Saluran 2 :

- Panjang sisi luar saluran (a) = 1.4 m
- Lebar dasar saluran (b) = 1.4 m
- Lebar permukaan (B) = 2.8 m
- Kedalaman (h) = 1.4 m

Untuk Saluran 3 ( $Q = 1.30 \text{ m}^3/\text{detik}$ )

Rumus *Manning* :

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

$$1.30 = 1/0.03 \times (1.73 d^2) \times (0.0025)^{1/2} \times (d/2)^{2/3}$$

$$0.0641 = 0.0865 d^{8/3}$$

$$d^{8/3} = 0.741$$

$d = 0.89$  m, besarnya tinggi jagaan adalah 15 % dari 0.89 m, sehingga  $h = 1.024$  **dibulatkan 1.1 m**

Bila harga  $Z = \text{Cotg } 60^\circ = 0,58$

$$b = 1,1521 \times 0,89$$

$$= 1.024 \text{ m, } \text{dibulatkan } 1.1 \text{ m}$$

$$A = 1.73 \times 0.89^2$$

$$= 1.37 \text{ m}^2$$

$$B = 1.024 + (2 \times 0.58 \times 0.89)$$

$$= 2.056 \text{ m, } \text{dibulatkan } 2.1 \text{ m}$$

$$a = 0,89/\sin 60^\circ$$

$$= 1.028 \text{ m, } \text{dibulatkan } 1.1 \text{ m}$$

Maka dimensi Saluran 3 :

- Panjang sisi luar saluran (a) = 1.1 m
- Lebar dasar saluran (b) = 1.1 m
- Lebar permukaan (B) = 2.1 m
- Kedalaman (h) = 1.1 m

Tabel G.2  
Dimensi Saluran Terbuka

Saluran	Kemiringan Dinding Saluran 'α' (derajat)	Panjang sisi luar saluran 'a'(meter)	Lebar dasar saluran 'b' (meter)	Lebar Permukaan 'B' (meter)	Kedalaman saluran 'H' (meter)
I	60	1.4	1.4	2.8	1.4
II	60	1.4	1.4	2.8	1.4
III	60	1.1	1.1	2.1	1.1

### III.6. Sumuran

Sumuran yang akan dibuat merupakan sumuran sementara, perhitungan dimensi sumuran dihitung berdasarkan data debit air limpasan yang mengalir menuju bukaan tambang.

Debit air tambang yang masuk bukaan tambang sebesar 1.5757 m<sup>3</sup>/detik. Total waktu pemompaan direncanakan 7.5 jam/hari. Volume air tambang yang masuk sumuran dengan asumsi durasi hujan selama satu jam dengan lebat diperoleh:

$$\text{Volume air tambang yang masuk sumuran} = 1.5757 \text{ m}^3/\text{detik} \times 3600 \text{ detik} = 5,672.52 \text{ m}^3$$

$$\text{Volume air tambang yang dipompa} = 241.2 \text{ m}^3/\text{jam} \times 7,5 \text{ jam} = 5,427 \text{ m}^3 \text{ (menggunakan 3 pompa)}$$

$$\text{Volume air tambang yang belum terpompa} = 5,672.52 \text{ m}^3 - 5,427 \text{ m}^3 = 245.52 \text{ m}^3$$

Disebabkan volume air tambang yang belum terpompa sebanyak 272.52 m<sup>3</sup>, banyak air yang menggenangi di area lubang bukaan terutama di dasar pit (*pit bottom*). Dibutuhkan volume sump yang mampu menampung air yang belum terpompa di dasar pit (*pit bottom*), tetapi jika dimensi sump di dasar pit (*pit bottom*) terlalu besar maka akan membutuhkan luasan sump yang luas di dasar pit. Volume sumuran yang dibuat juga ditentukan dengan alat gali yang akan digunakan. Alat gali yang digunakan *exavator KOMATSU PC200* dengan spesifikasi sebagai berikut:

- Kapasitas mangkok munjung = 1 m<sup>3</sup>
- Jangkauan kedalaman penggalian = 6,620 m
- Jangkauan gali mendatar = 9,875 m

Dimensi dari sumuran yang dibuat :

$$\text{Panjang} = 10 \text{ m}$$

$$\begin{aligned} \text{Lebar} &= 7 \text{ m} \\ \text{Dalam} &= 4 \text{ m} \\ \text{Volume sumuran} &= p \times l \times t \\ &= 10 \text{ m} \times 7 \text{ m} \times 4 \text{ m} \\ &= 280 \text{ m}^3 \end{aligned}$$

Sumuran ini akan menampung sementara air tambang yang belum terpompa sebesar 245.52 m<sup>3</sup>.

### III.7. Pompa

Pompa digunakan untuk mengeluarkan air dari sumuran menuju ke *Settling Pond*. Pompa yang direncanakan digunakan adalah pompa merk Multiflo tipe MVC-290 dengan jumlah kebutuhan pompa 3 buah. Julang total pompa sebagai berikut (lihat tabel G.3)

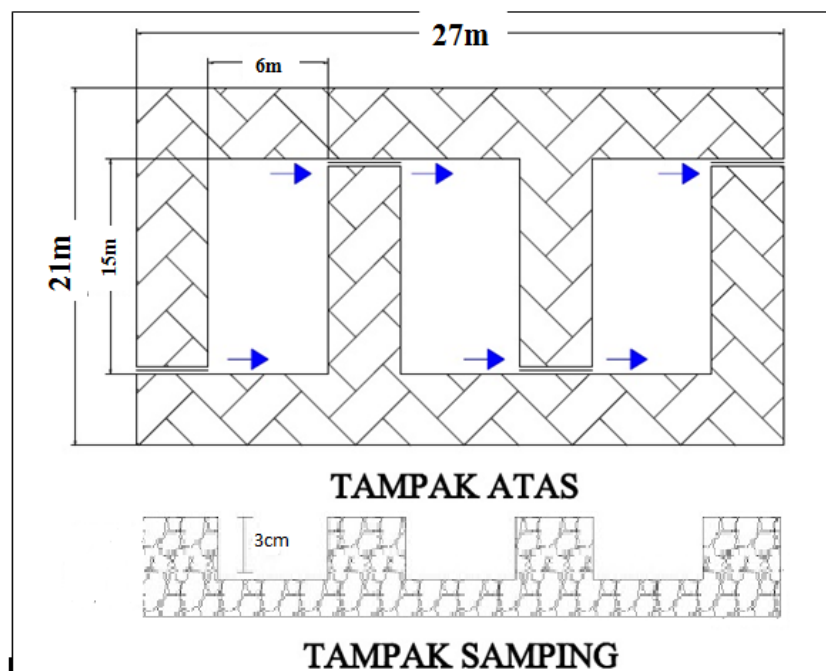
Tabel G.3

Rancangan Spesifikasi Pemompaan	
Pompa	Mutiflo MVC-290
Julang Statis (m)	41.5
Julang Gesekan (m)	23.704
Julang Kecepatan (m)	7.03
Julang Belokan (m)	2.84
Julang Katup Isap (m)	1.54
Julang Total (m)	76.614
Efisiensi (%)	67%
Debit (m <sup>3</sup> /jam)	241.2

### III.8. *Settling Pond*

*Settling pond* berfungsi sebagai tempat penampungan air sekaligus untuk mengendapkan partikel – partikel padatan yang ikut bersama air dari lokasi penambangan. Ada 3 *Settling pond* berukuran sama yang di rencanakan yaitu 2 *settling pond* untuk saluran terbuka dan 1 *settling pond* untuk bukaan tambang. Ada 3 buah *settling pond* yang direncanakan pada PIT B2A. Masing – masing *Settling pond* memiliki 3 buah kompartemen yang masing-masing kompartemen memiliki panjang 6 m, lebar 15 m dan kedalaman 3 m (gambar III.1). Maka volume *settling pond* bisadi hitung sebagai berikut:

$$\begin{aligned} \text{Volume settling pond} &= 3 \times (p \times l \times t) \\ &= 3 \times (6 \times 15 \times 3) \\ &= 810 \text{ m}^3 \end{aligned}$$



Gambar III.2

### III.9. Persentase Pengendapan

Persentase pengendapan dihitung untuk dapat mengetahui kapan saat tepat *settling pond* dibersihkan dari partikel – partikel yang mengendap agar tidak terjadi pendangkalan pada *settling pond*. Waktu yang tepat untuk membersihkan *settling pond* ialah (lihat tabel G.4)

Dengan persentase tersebut maka material yang terlarut dalam air tidak semuanya terendapkan. Padatan yang berhasil diendapkan hanya 76,42 % dari total padatan yang masuk ke kolam. Padatan yang berhasil diendapkan dalam waktu sehari dengan jam hujan per hari adalah satu jam:

$$= 0.0042 \text{ m}^3/\text{detik} \times 3600 \times 76.42 \% \\ = 11.55 \text{ m}^3/\text{hari}$$

$$\text{Waktu pengerukan} = \frac{\text{volume kolam pengendapan}}{\text{volume total pada tan yang berhasil diendapkan}} \\ = \frac{810 \text{ m}^3}{11.55 \text{ m}^3 / \text{hari}} \\ = 70.43 \text{ hari} \\ = 70 \text{ hari}$$

$$\text{Waktu pengerukan optimal} = \text{waktu pengerukan} \times 50\% \\ = 70 \text{ hari} \times 50 \% \\ = 35 \text{ hari (untuk } \textit{settling pond} \text{ PIT B2A)}$$

Tabel G.4  
Waktu Pengerukan

<i>Settling Pond</i>	Waktu (hari)
I	5
II	5
III PIT	35

## IV. KESIMPUNAN DAN SARAN

Berdasarkan uraian dan penjelasan pada bab sebelumnya maka dapat ditarik kesimpulan sebagai berikut :

1. Rata-rata curahhujantahunan di Kotabaruselamatahun2001 – 2010 tercatatsebesar 2,451.1 mm/hari, dan curah hujan harian 4.95 mm/jam, dan jam hujan harian sebesar 3.09 jam/hari.
2. Berdasarkanhasilplotingdaerahtangkapanhujan (DTH) padapetatopografi, daerahpeneliandaerahtangkapanhujandenganluas PIT B2A dibagimenjaditigabagian. DTH I sebesar 0.95 km<sup>2</sup>, DTH II 1.04 km<sup>2</sup>, dan DTH PIT B2A sebesar 1.06 km<sup>2</sup>
3. *Total Solid Suspended* didapatkan sebesar 277 mg/L .
4. Persen Soliddidapatkan sebesar 4,96 %
5. Debit air tambang didapatkan sebesar 2.275 m<sup>3</sup>/detik.
6. Dengan menggunakan hukum *stokes* diperoleh kecepatan pengendapan material sebesar 0.00992 m/detik.
7. Untuk DTH I koefisienlimpasansebesar 0.466 sedangkanuntuk DTH II koefisienlimpasansebesar 0.428 danuntuk DTH PIT B2A koefisienlimpasansebesar 0.9.
8. Untuk mengendapkan material padatan dengan diameter  $2 \times 10^{-6}$  m diperoleh dimensi *settling pond* dengan bentuk persegi panjang dan dibuat zig-zag.
9. Ada 3 *settling pond* yang memiliki 3 buahkompartemen yang masing-masingkompartemenmemilikipanjang6 m, lebar15 m dankedalaman 3 m

Setelah melihat dan melakukan rancangan *settling pond*, maka disarankan:

1. Perlu adanya alat pengukur data curah hujan di area penambangan.
2. Untuk mengurangi material yang keluar dari *sump* ke *settling pond* diusahakan inlet pompa jangan menyentuh permukaan lumpur.
3. Perlunya perawatan *settling pond* agar tidak terjadi pendangkalan pada *settling pond*.
4. Pembuatan gudang kapur , dan papan jadwal pengerukan.

5. Pembuatan pondasi beton pada jalur penyaliran air dan outlet pada *settling pond* untuk menghindari penggerusan.
6. Pada sisi outlet dipasang pintu yang bertujuan untuk menampung air agar dapat ditaburi kapur dan tawas.
7. Dibuat jalan khusus untuk keluar masuknya alat mekanis dan *Light vehicle* menuju *settling pond*.

## V. DAFTAR PUSTAKA

1. Anonymous, (2005), "*Specifications and Application Handbook*", 26<sup>th</sup> Edition, Komatsu., Japan.
2. Budiarto, MT, Ir. (1999), "Sistem Penyaliran Tambang", Jurusan Teknik Pertambangan Fakultas Teknologi Mineral UPN "Veteran" Yogyakarta.
3. Kusumandaru, Fibrianta, 2012, "Skripsi Rancangan Sistem Penyalira Tambang Pada Endapan Batubara Di Daerah Pulau Laut, Kotabaru, Provinsi Kalimantan Selatan PT. Sebuk Tanjung Coal. Yogyakarta.
4. Prodjosumarto, Pastanto, 1990, Rancangan Kolam Pengendapan Sebagai Pelengkap Sistem Penirsiran Tambang.
5. Sayoga G., Rudy , 1993, Diktat Kuliah Sistem Penyaliran Tambang, Jurusan Teknik Pertambangan ITB, Bandung.
6. S. Koesnaryo, 2011, Metodologi Penelitian dan Penulisan Ilmiah, Program Studi Teknik Pertambangan Fakultas Teknologi Mineral, UPN "Veteran" Yogyakarta.
7. Tim Penyusun,(2011), "Laporan Penyelidikan Hidrogeologi Pada Wilayah IUP PT. Sebuk Batubai Coal", Kotabaru, Kalimantan Selatan.
8. Thaib Siri, Hasywir, 2011, Buku Panduan Praktek Tambang Terbuka, Jurusan Teknik Pertambangan Fakultas Teknologi Mineral UPN "Veteran" Yogyakarta, Yogyakarta.
9. Wesli, 2008, Drainase Perkotaan, Graha Ilmu, Yogyakarta.