

# Konsep Pengendalian Air Asam Tambang dengan Memanfaatkan Kapur Tohor di PT MNO Provinsi Kalimantan Timur

**Dylan Dwi Prakoso\* Sri Widayati, Solihin**

Prodi Teknik Pertambangan, Fakultas Teknik, Universitas Islam Bandung, Indonesia.

\*[dylan.prakoso@gmail.com](mailto:dylan.prakoso@gmail.com)

**Abstract.** This mining business activity is carried out in stages starting from exploration, mining, processing, utilization and sales of minerals. The process of tackling Acid Mine Water in the settling pond so as not to cause water pollution, because those affected are the community around the mine area, water quality, soil quality and aquatic biota. Its formation is influenced by three main factors, namely water, oxygen and rock containing sulfide minerals. There are many factors that influence the formation of acid mine drainage, including the quality of the water, the pH value in the settling pond which is influenced by the Fe and Mn content. This situation occurs because the sulfur element present in the rock is oxidized naturally and is also supported by high rainfall which accelerates the change. sulfur oxides to acids. The active method carried out in the research area is divided into 4 parts, namely the inlet zone, treatment zone, deposition zone and also the outlet zone, in this zone water sampling is carried out so that testing can be carried out using lime. This is done in order to estimate the need for lime to increase the pH value to approach the minimum pH value of the Environmental Quality Standard. The method used is direct lime poured into the channel or stream in the inlet zone. From the test results of 1 liter of acid mine drainage with a discharge of 16.348.28 liters / day, the lowest pH is 4.4, then after being given lime with a dose of 0.00199 gr / l, the pH value of the acidic water becomes 7.0 and a pH value of 5, If 1 given a dose of 0.000998 gr / l lime, the PH value of the acid water becomes 7.1 which meets environmental quality standards. The time needed to collect water and sedimentation into the settling pond is 647 days.

**Keywords:** Settling Pond, Discharge, Lime Needs, Active Method.

**Abstrak.** Kegiatan usaha pertambangan ini dilakukan secara bertahap dari mulai eksplorasi, penambangan, pengolahan, pemanfaatan dan penjualan bahan galian. Proses penanggulangan Air Asam Tambang pada settling pond agar tidak menimbulkan pencemaran pada air, karena yang terkena dampaknya seperti masyarakat disekitar wilayah tambang, kualitas air, kualitas tanah dan biota perairan. Pembentuknya dipengaruhi oleh tiga faktor utama yaitu air, oksigen dan batuan yang mengandung mineral-mineral sulfida. Terdapat banyak faktor yang mempengaruhi terbentuknya air asam tambang, diantaranya adalah kualitas airnya nilai pH pada settling pond yang dipengaruhi oleh kandungan Fe dan Mn keadaan ini terjadi karena unsur sulfur yang terdapat di dalam batuan teroksidasi secara alamiah didukung juga dengan curah hujan yang tinggi

semakin mempercepat perubahan oksida sulfur menjadi asam. Metode aktif yang dilakukan pada daerah penelitian dibagi menjadi 4 bagian yaitu pada zona inlet, zona treatment, zona pengendapan dan juga zona outlet, pada zona tersebut dilakukan pengambilan sampel air agar dapat dilakukan pengujian menggunakan kapur. Hal ini dilakukan agar dapat mengestimasi keperluan kapur untuk menaikkan nilai pH agar mendekati nilai pH minimal dari Baku Mutu Lingkungan. Metode yang digunakan kapur langsung dicurahkan pada saluran atau aliran pada zona inlet. Dari hasil pengujian terhadap 1 liter air asam tambang dengan debit 16.348,28 liter/hari, pH terendah 4,4 maka setelah diberi kapur dengan dosis 0,00199 gr/l maka nilai pH air asam tersebut menjadi 7,0 dan nilai pH 5,1 diberi dosis kapur sebesar 0,000998 gr/l maka nilai PH air asam tersebut menjadi 7,1 memenuhi standar baku mutu lingkungan. Waktu yang dibutuhkan untuk menampung air dan sedimentasi yang masuk ke dalam settling pond adalah 647 hari.

**Kata Kunci: Settling Pond, Debit, Kebutuhan Kapur, Metode Aktif.**

## 1. Pendahuluan

PT MNO merupakan suatu perusahaan dibidang pertambangan batubara yang berlokasi di Kalimantan Timur. kegiatan usaha pertambangan ini dilakukan secara bertahap dari mulai eksplorasi, penambangan, pengolahan, pemanfaatan dan penjualan bahan galian. Pada tahap proses penambangan maka akan merubah keadaan bentang alam pada daerah kegiatan sehingga dapat menimbulkan air asam tambang, salah satunya yaitu perusahaan tambang batubara yang memiliki dampak negatif terjadinya air asam tambang.

Munculnya air asam tambang menyebabkan menurunnya kualitas air, sehingga air yang ada di sekitar lokasi penambangan menjadi tercemar. Tercemarnya air dengan kehadiran air asam tambang dapat mengganggu biota air, kelestarian lingkungan dan manusia yang memakai air tersebut untuk keperluan sehari-hari. Kualitas air menurun bisa disebabkan oleh adanya air sisa penambangan yang tidak netral yaitu yang mempunyai nilai pH yang rendah yang disebut air asam tambang (acid mine drainage). Air dengan kondisi seperti ini dapat mencemari kualitas air yang digunakan masyarakat dan juga lingkungan biotik ataupun lingkungan abiotik.

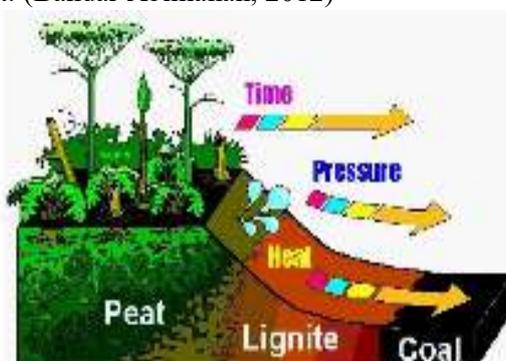
Maksud dari kegiatan penelitian ini adalah untuk menerapkan kapur tohor untuk menetralkan air asam tambang. Adapun tujuan penelitian ini adalah :

1. Mengetahui debit air yang masuk ke dalam *settling pond*;
2. Mengetahui kadar kapur tohor agar dapat menetralkan air asam tambang di *settling pond*;
3. Mengetahui waktu yang dibutuhkan untuk melarutkan kapur tohor agar kualitas air sesuai dengan baku mutu lingkungan.

## 2. Landasan Teori

Batubara secara umum adalah senyawa organik padat yang terbentuk dari sisa-sisa tumbuhan yang membusuk kemudian terendapkan pada suatu cekungan, umumnya pada daerah tropis. Proses keterbentukan batubara dimulai dari proses penggabutan yang dibantu oleh bakteri *anaerob* untuk membusukkan sisa-sisa tumbuhan kemudian barulah terjadi proses pembatubaraan. Pada proses penggabutan (peatification) terdapat dua teori yang digunakan dalam menjelaskannya, yaitu teori *insitu* dan *drift*. Teori *insitu* menjelaskan bahwa proses penggabutan terjadi pada cekungan yang berada di tempat sisa-sisa tumbuhan mati kemudian terendapkan. Sedangkan pada teori *drift* batubara terendapkan pada suatu cekungan yang berada jauh dari tempat asal tumbuhan mati, yakni karena adanya proses transportasi oleh suatu media, air misalnya. Dari uraian secara garis besar kedua teori tersebut dapat diketahui bahwa batubara yang terbentuk akan memiliki karakteristik yang berbeda, seperti pada teori *inistu*, karena terendapkan pada cekungan yang berada dekat sumber sisa-sisa

tumbuhan, maka ketebalan batubaranya relatif tebal dan pengotor yang ikut pada proses pengangkutan lebih sedikit dibanding batubara yang terbentuk dengan teori *drift* atau transportasi terlebih dahulu, karena tentu akan mengurangi ketebalan batubara serta lebih banyak pengotor yang ikut. (Bandar Abimanan, 2012)



**Gambar 1.** Tahap Pengangkutan dan Pembatubaraan

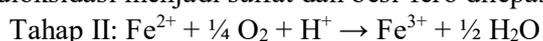
Air asam tambang atau dalam bahasa asing Acid Mine Drainage (AMD) adalah air yang terbentuk di lokasi penambangan dengan pH rendah ( $\text{pH} < 6$ ) sebagai dampak adanya suatu potensi keasaman batuan sehingga menimbulkan masalah bagi kualitas air, dimana pembentukannya dipengaruhi oleh tiga faktor utama yaitu air, oksigen dan batuan yang mengandung mineral-mineral sulfida. Dalam kegiatan penambangan terbentuknya air asam tambang tidak dapat dihindari. Hal ini disebabkan karena pada dasarnya penambangan merupakan kegiatan pembongkaran mineral dari batuan induk untuk kemudian diangkut, diolah dan dimanfaatkan sehingga dalam proses penambangan terjadi penyingkapan batuan. (Nurisman, 2012)

AAT yang terbentuk dari oksidasi mineral mengandung besi sulfur, seperti pirit ( $\text{FeS}_2$ ) dan piritit ( $\text{FeS}$ ) oleh oksidator seperti air, oksigen dan karbondioksida dengan bantuan katalis bakteri dan produk-produk lain sebagai akibat dari reaksi oksidasi tersebut (Fahrudin, 2010). Reaksi tersebut dapat dinyatakan dengan persamaan reaksi seperti berikut :



Pyrite + Oxygen + Water  $\rightarrow$  Ferrous Iron + Sulfate + Acid

Reaksi pertama adalah reaksi pelapukan dari *pyrite* (pirit) disertai proses oksidasi. Sulfur dioksidasi menjadi sulfat dan besi-fero dilepaskan.



Ferrous Iron + Oxygen + Acidity  $\rightarrow$  Ferric Iron + Water

Reaksi kedua terjadi konversi dari besi-fero menjadi besi-feri yang mengkonsumsi satu mol keasaman. Laju reaksi lambat pada  $\text{pH} < 5$  dan kondisi abiotik. Bakteri *thiobacillus* akan mempercepat proses oksidasi. *Thiobacillus Ferrooxidans* adalah suatu bakteri gram-negative, acidophilic, autotrophic yang mampu menggunakan besi atau berbagai senyawa sulfur tereduksi sebagai sumber energi (Vishniac dan Wijayanti, 2002). Mikroorganisme ini telah menunjukkan peranannya yang besar dalam menghasilkan air asam tambang. Mikroorganisme ini juga mampu mengoksidasi ion besi dalam bentuk fero jadi feri.



Ferric Iron + Water  $\rightarrow$  Ferric Hydroxide (yellowboy) + Acid

Reaksi ketiga adalah hidrolisis dari besi. Hidrolisis adalah reaksi yang memisahkan molekul air. Tiga mol keasaman dihasilkan dari reaksi ini. Pembentukan presipitasi ferri hidroksida tergantung pH, yaitu lebih banyak pada pH di atas 3,5.

Mineral Sulfida merupakan kelompok mineral yang tersusun dari kombinasi antara logam atau semi-logam dengan belerang, misalnya Pirit, Galena, Kalkopirit, Kalkosist, dan lain sebagainya. Pembentukan mineral sulfida berawal dari proses hidrotermal atau lokasi pembentukannya dekat dengan gunung api yang memiliki kandungan sulfur yang tinggi. Pembentukan mineralnya biasa terjadi di bawah kondisi air tempat terendapnya unsur sulfur.

Proses tersebut biasanya dikenal sebagai alterasi mineral dengan sifat pembentukan yang terkait dengan hidrotermal. Mineral Sulfida sering disebut juga besi sulfida terbentuk dari kombinasi antara sulfur (belerang) dengan komposisi kimianya

46.6% Fe dan 53.4% S, seringkali mengandung (dalam jumlah yang kecil) unsur-unsur Co, Ni, As, Al kadang-kadang Cu, Au, Ag (Kusumawati T.A 2013).

**Tabel 1.** Mineral Sulfida

FeS <sub>2</sub>	<i>Pyrite</i>
Cu <sub>2</sub> S	<i>Chalcocite</i>
CuS	<i>Cuvelite</i>
CuFeS <sub>2</sub>	<i>Chalcopyrite</i>
MoS <sub>2</sub>	<i>Mollybdenite</i>
Nis	<i>Millerite</i>
PbS	<i>Galena</i>
ZnS	<i>Sphalerite</i>
FeAsS	<i>Arsenopyrite</i>

Sistem pengolahan aktif adalah pengolahan air asam tambang dengan menggunakan bahan kimia alkali untuk meningkatkan pH air, menetralkan keasaman dan pengendapan logam. Meskipun efektif, pengolahan aktif mahal bila biaya peralatan, bahan kimia, dan tenaga kerja dianggap sebagai pertimbangan (Skousen, 1990). Pengolahan kimia mungkin akan dilakukan dalam jangka panjang jika masalah air asam tambang (AMD) terjadi selama waktu penambangan atau setelah reklamasi, rencana untuk mengolah air pembuangan harus dikembangkan. Pengolahan AMD meliputi netralisasi keasaman dan presipitasi ion logam untuk memenuhi persyaratan baku mutu lingkungan. Pengolahan air asam tambang secara aktif (active treatment) umumnya menggunakan bahan kimia yang mengandung kapur, bisa dalam bentuk CaCO<sub>3</sub>, Ca(OH)<sub>2</sub>, CaO atau penambahan soda kaustik (NaOH) dan amoniak (NH<sub>3</sub>).

*Settling pond* berfungsi sebagai tempat menampung air tambang sekaligus untuk mengendapkan partikel-partikel padatan yang ikut bersama air dari lokasi penambangan, kolam pengendapan ini dibuat dari lokasi terendah dari suatu daerah penambangan, sehingga air akan masuk ke *settling pond* secara alami dan selanjutnya dialirkan ke sungai melalui saluran pembuangan. Dengan adanya *settling pond*, diharapkan air yang keluar dari daerah penambangan sudah bersih dari partikel padatan sehingga tidak menimbulkan kekeruhan pada sungai atau laut sebagai tempat pembuangan akhir. Selain itu juga tidak menimbulkan pendangkalan sungai akibat dari partikel padatan yang terbawa bersama air.

Bentuk *settling pond* biasanya hanya digambarkan secara sederhana, yaitu berupa kolam berbentuk empat persegi panjang, tetapi sebenarnya dapat bermacam-macam bentuk disesuaikan dengan keperluan dan keadaan lapangannya. Walaupun bentuknya dapat bermacam-macam, namun pada setiap *settling pond* akan selalu ada 4 zona penting yang terbentuk karena proses pengendapan material padatan. Keempat zona tersebut adalah :

1. Zona masukan (inlet)

Zona masukan merupakan tempat masuknya air lumpur kedalam *settling pond* dengan anggapan campuran padatan-cairan yang masuk terdistribusi secara seragam.

2. Zona pengendapan (settlement zone)

Zona pengendapan merupakan tempat partikel padatan akan mengendap. Batas panjang zona ini adalah panjang dari kolam dikurangi panjang zona masukan dan keluaran.

3. Zona endapan lumpur (sediment)

Zona endapan lumpur merupakan tempat partikel padatan dalam cairan (lumpur) mengalami sedimentasi dan terkumpul di bagian bawah kolam.

## 4. Zona keluaran (outlet)

Zona keluaran merupakan tempat keluaran buangan cairan yang jernih. Panjang zona ini kira-kira sama dengan kedalaman kolam pengendapan, diukur dari ujung kolam pengendapan.

## 3. Hasil Penelitian dan Pembahasan

**Perhitungan Curah Hujan Rencana**

Pada perhitungan curah hujan ini data yang digunakan adalah pengulangan intensitas hujan untuk periode 5 tahun dikarenakan faktor umur dan kemajuan tambang dengan durasi waktu hujan (T) daerah tersebut. Durasi curah hujan (T) tertinggi pada lokasi penelitian adalah 0,93 jam, sehingga dengan menggunakan jam hujan tersebut dapat menghasilkan intensitas curah hujan yang dianggap sebagai keadaan terburuk saat hujan turun.

Tabel 2. Perhitungan Nilai Curah Hujan Rencana (CHR)

Periode Ulang Hujan (Tahun)	Yt	CHR	
		mm/hari	mm/jam
2	0,37	11,36	0,4731731
3	0,90	13,63	0,5680957
5	1,50	16,17	0,673819
6	1,70	17,03	0,7095859
7	1,87	17,96	0,7483333
10	2,25	19,61	0,8170833

**Debit Air**

Untuk mengetahui debit air yang masuk ke dalam *Settling Pond* yang berasal dari *catchment area* dapat dihitung dengan menggunakan rumus rasional. Metode ini hanya berlaku untuk daerah yang memiliki kondisi permukaan yang relatif homogen dan untuk daerah-daerah tambang terbuka. Dapat dilihat contoh perhitungan untuk debit air dengan periode ulang intensitas curah hujan selama 5 tahun yaitu

$$\begin{aligned}
 Q &= C \cdot I \cdot A \\
 &= 0,278 \times 0,9 \times 0,673 \text{ mm/jam} \times 0,029 \text{ km}^2 \\
 &= 0,004883 \text{ m}^3/\text{detik} \\
 &= 4,883 \text{ liter/detik}
 \end{aligned}$$

**Perhitungan Waktu Penuh Kolam Pengendap**

Untuk menghitung waktu penuh kolam pengendap, terlebih dahulu hitung volume kolam pengendapan

$$\begin{aligned}
 (V_k) / \text{settling pond yaitu : } V_k &= p \times b \times h \\
 &= 25 \text{ m} \times 15 \text{ m} \times 4 \text{ m} \\
 &= 1.500 \text{ m}^3
 \end{aligned}$$

Setelah diketahui volume kolam maka dapat diketahui waktu penuh kolam (Wp) dengan menggunakan rumus berikut :

$$\begin{aligned}
 W_p &= V_k / V_{st} \\
 &= 1.500 \text{ m}^3 / 2,3184 \text{ m}^3/\text{hari} \\
 &= 646,99 \text{ hari} \\
 &= 647 \text{ hari}
 \end{aligned}$$

**Pemakaian Kapur Tohor**

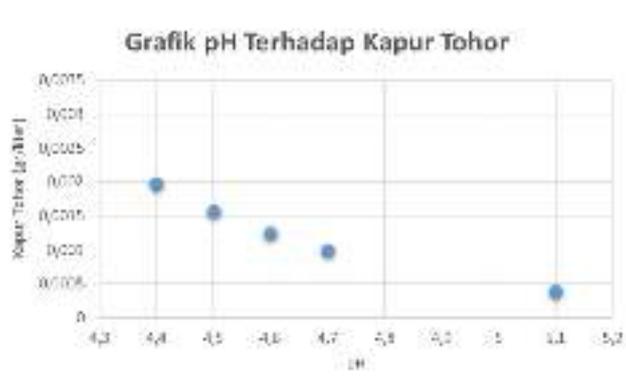
1 liter air asam membutuhkan  $1,581 \times 10^{-3}$  gr kapur tohor agar dapat melarutkan air asam tambang yang memiliki nilai pH tidak sesuai dengan baku mutu lingkungan, setelah mengetahui dosis perliter dan debit air yang masuk ke dalam area *settling pond*, maka jumlah kapur tohor yang diperlukan untuk satu hari sebagai berikut :

$$\begin{aligned}
 \text{Kapur Tohor dalam Sehari} &= \text{Kapur tohor per liter} \times \text{debit air per hari} \\
 &= 1,581 \times 10^{-3} \text{ gr/liter} \times 16.348,28 \text{ liter/hari} \\
 &= 25,847 \text{ gr/hari}
 \end{aligned}$$

**Tabel 3.** Perhitungan Kapur Tohor

Kapur Tohor (gram/liter)	pH Zona <i>Inlet</i>	pH Zona <i>Outlet</i>	Kebutuhan Kapur (gram/hari)
0,001581	4,5	7,1	25,847
0,000997	4,7	6,9	16,299
0,000397	5,1	7,0	6,490
0,001255	4,6	7,3	20,517
0,00199	4,4	7,0	32,533

Sebelum dilakukan penambahan kapur tohir air yang berada di *settling pond* masih bersifat asam dengan pH rata-rata 4. Setelah dilakukan pengapuran pH air asam tambang yang berada di *settling pond* akan normal yaitu dengan pH 7 dengan dosis kapur yang tepat. Dapat dilihat grafik pH terhadap Kapur Tohor ini :



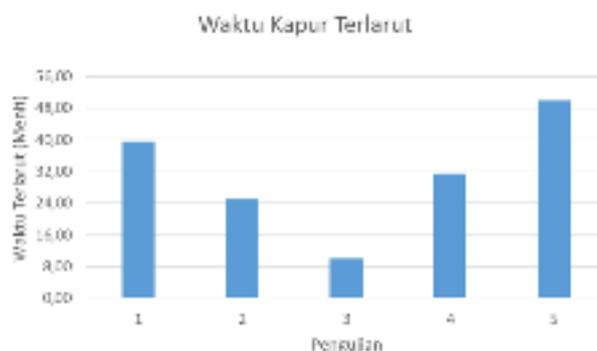
**Gambar 2.** Grafik pH Terhadap Kapur Tohor

**Waktu yang Dibutuhkan Agar Kapur Tohor Terlarut**

Semakin banyak kapur yang digunakan untuk menetralkan air asam tambang semakin lama waktu yang dibutuhkan untuk melarutkan kapur dan semakin kecil kapur yang digunakan semakin cepat untuk menetralkan air

**Tabel 4.** Perhitungan Waktu Kapur Tohor Terlarut

No	Kapur Tohor (gram/liter)	Waktu Terlarut (menit)
1	0,001581	39,53
2	0,000998	24,94
3	0,000397	9,93
4	0,001256	31,40
5	0,001991	49,76



**Gambar 3.** Waktu Kapur Terlarut

#### 4. Kesimpulan

Berdasarkan pembahasan dalam penelitian ini, peneliti menyimpulkan beberapa hasil penelitian sebagai berikut:

1. Sumber air yang masuk ke area settling pond berasal dari catchment area seluas 2,90 Ha dengan debit air yang masuk ke area settling pond sebesar 0,004883 m<sup>3</sup>/detik.
2. Dari hasil pengujian terhadap 1 liter air asam tambang dengan debit 16.348,28 liter/hari, pH terendah 4,4 maka setelah diberi kapur dengan dosis 0,00199 gr/l maka nilai pH air asam tersebut menjadi 7,0 dan nilai pH 5,1 diberi dosis kapur sebesar 0,000998 gr/l maka nilai PH air asam tersebut menjadi 7,1 memenuhi standar baku mutu lingkungan.
3. Hasil dari pemberian kapur dapat mengetahui waktu yang dibutuhkan agar kapur terlarut dengan kadar kapur 0,000397 gr/liter membutuhkan waktu selama 10 menit 33 detik sedangkan kadar kapur tertinggi 0,001991 gr/liter membutuhkan waktu selama 50 menit 16 detik.

#### 5. Saran

1. Perlu adanya perhatian dalam pemberian kapur disesuaikan dengan kadar pH yang masuk ke area settling pond agar tidak memberikan kapur secara berlebihan.
2. Pemberian kapur yang dirancang adalah berdasarkan perhitungan teoritis dan dijadikan standar minimal agar sesuai dengan baku mutu lingkungan batas pH 6 sampai 9.

#### Daftar Pustaka

- [1] Abimanan, Bandar. 2012. Air Asam Tambang. Universitas Sriwijaya
- [2] Gautama R., S., 2012. Pengelolaan Air Asam Tambang. Bimbingan Teknis Reklamasi dan Pascatambang pada Kegiatan Pertambangan Mineral dan Batubara, KESDM, Yogyakarta.
- [3] Kepmen. 2003. Keputusan Menteri Negara Lingkungan Hidup Nomor 113 Tahun 2003 Tentang Baku Mutu Air. Jakarta
- [4] Kusumawati, T.A. 2013. Sintesis Nanopartikel Pigmen Oksida Besi Hitam (Fe<sub>3</sub>O<sub>4</sub>) Merah (Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub>) dan Kuning (FeOOH) Berbasis Pasir Besi Tulungagung. Skripsi. Malang: Jurusan Fisika FMIPA Universitas Negeri Malang.
- [5] Muchjidin. 2006. Pengendalian Mutu dalam Industri Batubara, Penerbit ITB, Bandung Sayoga. [6] Nurisman, E., Cahyadi, R., Hadriansyah. 2012. Studi Terhadap Dosis Penggunaan Kapur Tohor Pada Proses Pengolahan Air Asam Tambang Pada Kolam Pengendap Lumpur Tambang Air Laya PT Bukit Asam (Persero), tbk. Jurnal Teknik Patra Akademika. Politeknik Akamigas Palembang.
- [7] Sayoga, R. 2012. Pengelolaan Air Asam Tambang. Jurnal Indonesian Network for Acid Drainage. Hal 3.
- [8] Triatmodjo, Bambang. 2008. Hidrologi Terapan. Beta Ofset, Jakarta.