

STUDI PERBANDINGAN ANTARA KAPUR TOHOR (CaO) DENGAN *GREENHYDRO* LM-50 C PADA PENGOLAHAN AIR ASAM TAMBANG DI *SETTLING POND* AZALEA PT. KALTIM PRIMA COAL SANGATTA KABUPATEN KUTAI TIMUR, KALIMANTAN TIMUR

(Research Ratio Between Calcium Oxide (CaO) And Greenhydro Lm-50 C In Management Acid Mine Drainage At Azalea Settling Pond PT. Kaltim Prima Coal Sangatta Regency East Kutai East Borneo)

Wildania Sholikhah, Harjuni Hasan, Farah Dinna

Teknik Pertambangan, Fakultas Teknik, Universitas Mulawarman, Samarinda

Wildania.sholikhah@yahoo.co.id

Abstrak

Sistem penambangan yang digunakan di PT. KPC adalah system tambang terbuka. Mineral-mineral *sulfida* yang terkandung di batuan penutup dan batubara akan terekspos sehingga terjadi peningkatan kecepatan reaksi antara mineral-mineral tersebut dengan udara dan air yang kemudian menghasilkan air asam tambang. Dari hasil pengujian di laboratorium membuktikan bahwa kapur tohor cukup efektif untuk menetralkan air asam tambang dari pH rata-rata 2,93 menjadi 7,20, dengan dosis optimum kapur 0,104 g/L. Hasil uji coba *greenhydro* untuk menetralkan air asam tambang juga menunjukkan hasil yang positif dengan kadar 1,04 gr/l berhasil menaikkan pH rata-rata 2,93 menjadi 7,25. Pada *settling pond* azalea diperoleh nilai besi dan mangan masing masing 104,19 mg/L dan 20,89 mg/L. Setelah penambahan kapur tohor diperoleh masing-masing nilai pengukuran 6,13 mg/L; 4,38 mg/L dan sedimentasi 120 ml/L. Dan setelah penambahan *greenhydro* diperoleh masing-masing 4,75 mg/L; 3,14 mg/L dan sedimentasi 19 ml/L. Sehingga dapat dihitung jumlah kebutuhan kapur tohor pada kondisi sebenarnya sebanyak 6.624 kg/hari dan jumlah kebutuhan *greenhydro* sebanyak 43.200 L/hari. Penerapan yang dilakukan di lapangan menunjukkan hubungan debit aliran dengan penggunaan kapur tohor membentuk garis lurus. Apabila nilai debit aliran yang semakin besar maka kapur tohor yang dibutuhkan semakin banyak.

Kata Kunci: Air Asam Tambang (AAT), Kapur Tohor, *Greenhydro*, pH.

Abstract

Mining systems used in PT. KPC mine is an open systems. Sulfide minerals contained in waste rock and coal will be exposed so as to increase the rate of reaction between these minerals to air and water which then produces acid mine drainage. Based on the analysis done in the laboratory, it was found that calcium oxide was considerably effective to neutralize the acid mine drainage from the average pH of 2,93 to \pm 7,20, with the optimum dosage of 0,104 g/L. The result of *greenhydro* to neutralize mine acid drainage also shown a positive research with dosage 1,04 g/L succeed on raising the average pH 2,93 to 7,25. Concentrate of iron, and mangan from the settling pond azalea have each value about 104,19 mg/L and 20,89 mg/L. After increasing calcium oxide, obtained value in each measurement is 6,13 mg/L; 4,38 mg/L and sedimentation is 120 ml/L. And after increasing *greenhydro*, obtained value in each measurement is 4,75 mg/L; 3,14 mg/L and sedimentation 19 ml/L. Therefore, it could be calculated that the amount of calcium oxide in the actual condition would be 6.624 kg/day and the amount of *greenhydro* 43.200 L/day. The implementation in the field revealed the linear relationship between the runoff discharge and the use of calcium oxide. The bigger the amount of the runoff discharge, the more calcium oxide would be required.

Keywords: Acid Mine Drainage, calcium oxide (CaO), *Greenhydro*, Pouvoir Hydrogene (pH).

PENDAHULUAN

Tingginya produksi batubara di Kalimantan Timur didukung oleh kekayaan alam yang terpendam dalam bumi Etam, sehingga bermunculan tambang batubara. Dengan dibukanya tanah untuk tambang batubara akan menimbulkan berbagai implikasi, baik secara langsung maupun tidak langsung. Permasalahan yang sering timbul dalam pengelolaan tambang batubara adalah reklamasi tambang batubara, salah satunya yaitu air asam tambang (Susilo, 2012).

Adapun tujuan dari penelitian ini yaitu mengetahui penggunaan dosis kapur tohor dan *greenhydro* untuk menetralkan air asam tambang pada *settling pond* Azalea mengetahui perubahan tingkat keasaman (pH), konsentrasi logam terlarut besi (Fe), mangan (Mn), dan sedimentasi dengan menggunakan kapur tohor dan *greenhydro*. Dan mengetahui perbandingan efektifitas dan mengestimasi biaya penggunaan kapur tohor atau *greenhydro* dalam menetralkan tingkat keasaman (pH) dalam menurunkan konsentrasi logam terlarut besi (Fe), konsentrasi logam mangan (Mn), dan sedimentasi.

Berdasarkan latar belakang di atas maka Masalah yang akan ditinjau adalah mengetahui dosis kapur tohor dan *greenhydro* yang digunakan dalam penanganan air asam tambang dan mengetahui bagaimana perubahan terhadap tingkat keasaman (pH), besi (Fe), mangan (Mn), sedimentasi dengan menggunakan kapur tohor dan *greenhydro*. Sehingga terjadi peningkatan tingkat keasaman (pH) dan laju penurunan logam besi (Fe), mangan (Mn), dan sedimentasi serta menghitung estimasi biaya penggunaan kapur tohor dan *greenhydro*.

Batasan masalah dari penelitian ini adalah sampel air yang diteliti merupakan air yang berasal dari *settling pond* azalea di PT KPC, parameter kandungan yang diteliti adalah tingkat keasaman (pH), kandungan logam besi (Fe), mangan (Mn), dan sedimentasi, penelitian ini dilakukan selama 30 kali pengambilan sampel dan pengujian.

Tabel 1. Koordinat geografis dan koordinat PT. KPC

No	Koordinat Geografis		Koordinat UTM	
	BT	LU	Easting (x)	Northing (y)
1	117°26'24"	0°14'24"	548961,042	26528,000
2	117°33'36"	0°14'24"	562314,435	26528,000
3	117°33'36"	0°22'48"	562314,435	42003,443
4	117°26'24"	0°22'48"	548961,042	42003,443

Lokasi penelitian berada di PT Kaltim Prima Coal Sangatta, Kalimantan Timur. Koordinat PT.

KPC, koordinat geografis dan koordinat UTM (*Universal Transverse Mercator*):

Untuk mencapai lokasi tersebut dapat melalui rute darat : Balikpapan–Samarinda–Bontang–Sangatta dengan total jarak 370 km, dengan rincian 150 km dari Samarinda dan 220 km dari Balikpapan, dengan kondisi jalan aspal agak rusak terutama jalur Samarinda–Bontang dan dapat ditempuh dengan kendaraan roda empat.

METODOLOGI PENELITIAN

Metode penelitian yang digunakan dalam penelitian ini adalah langsung dan tak langsung. Metode tersebut dibagi menjadi beberapa tahapan:

Tahap Pesiapan

Tahap persiapan meliputi studi pendahuluan, pembuatan proposal, survei awal dan perencanaan penelitian.

- Studi literatur
- Pembuatan proposal
- Survei awal

Tahap Penelitian

Tahap ini ditujukan untuk memperoleh data yang akan dianalisis. Pengambilan data dilapangan meliputi:

- Pengambilan Sampel di *Settling Pond*.
- Pengukuran Debit Aliran
- Uji Titrasi Sampel Air Asam Tambang
- Penentuan pH Air

Tahap Pasca Penelitian

Adapun tahap dalam pasca penelitian yaitu:

- Tahap Pengolahan Data
- Tahap Penyusunan Skripsi

HASIL DAN PEMBAHASAN

Curah Hujan

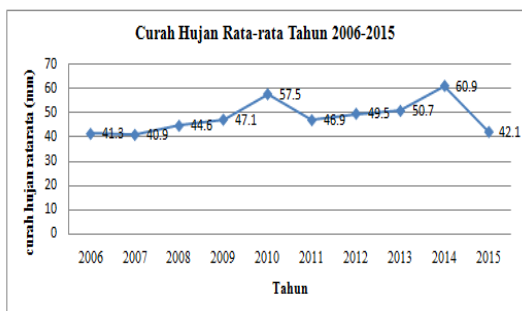
Data curah hujan yang digunakan adalah data sekunder yang menggunakan data hujan pada tahun 2006-2015. Data curah hujan diperoleh dari perusahaan PT Kaltim Prima Coal. Data yang diambil adalah data curah hujan harian.

Tabel 1. Data curah hujan pada tahun 2004 - 2005

BULAN	TAHUN (mm/tahun)									
	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015
Jan	39,0	55,5	36,0	51,0	92,5	38,5	44,0	30,0	30,0	103,0
Feb	75,0	33,5	63,5	38,5	49,0	37,0	116,0	78,0	19,0	79,0
Mar	33,0	56,0	33,0	81,5	58,0	56,0	30,0	57,0	27,0	65,5
Apr	57,0	44,5	30,0	37,0	67,0	47,0	51,0	100,0	61,0	35,5
Mei	51,0	37,0	40,0	66,0	71,0	63,0	26,0	53,0	62,5	23,5
Jun	38,0	34,5	29,5	42,0	57,5	33,0	72,0	47,0	81,0	28,5
Jul	13,5	35,5	70,0	32,0	45,0	13,0	49,0	38,0	31,0	21,0
Augs	45,0	40,2	32,0	25,0	27,0	46,0	34,0	42,0	27,0	39,0
Sept	24,0	43,0	30,0	26,0	21,0	25,0	23,0	18,0	91,0	0,0
Okt	1,0	39,0	34,0	48,0	82,0	108,0	12,0	36,5	51,5	9,0
Nov	47,5	41,5	74,0	63,0	64,0	48,0	78,5	37,0	85,0	67,0
Des	71,0	30,0	63,5	55,5	56,0	48,5	59,0	51,5	145,0	34,0
Rata-rata	41,3	40,9	44,6	47,1	57,5	46,9	49,5	50,7	60,9	42,1

Sumber: PT. Kaltim Prima Coal

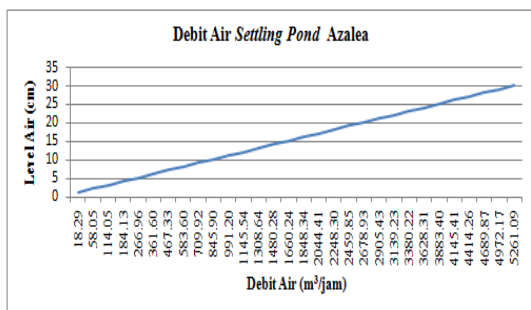
Berdasarkan data curah hujan rata-rata diatas dapat diketahui bahwa tingkat hujan tertinggi berada pada tahun 2014 sedangkan tingkat hujan terendah terjadi pada tahun 2007, dapat dilihat pada grafik sebagai berikut:



Gambar 1. Grafik data curah hujan tahun 2005-2015

Debit Limpasan

Pengukuran debit air ini dilakukan untuk mendukung proses penghitungan jumlah dosis kapur tohor dan *greenhydro* yang akan digunakan untuk menetralkan air asam tambang pada *settling pond* Azalea. Berikut adalah hasil debit air *settling pond* Azalea:



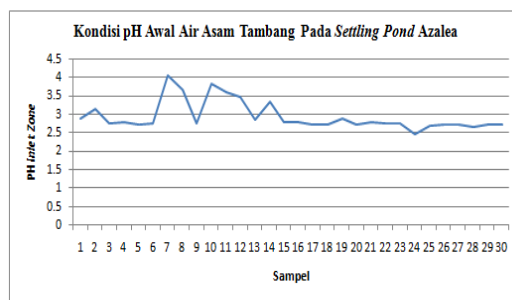
Gambar 2. Grafik debit air *settling pond* azalea

Kapasitas *Settling Pond* Azalea

Settling pond azalea mempunyai 3 *compartement* atau 3 bagian yang masing-masing berfungsi sebagai *sedimen trap* yang mempunyai karakteristik fisik yaitu dengan volume penampungan masing-masing. Kapasitas kolam adalah 116.303,21 m³ dan memiliki volume actual keseluruhan sebesar 19.178 m³, dan kedalaman kolam sekitar 15,29 meter.

pH Air Asam Tambang

Pada analisis sampel dilakukan pada *inlet settling pond* Berdasarkan hasil yang telah diuji lapangan diperoleh pH dibawah baku mutu air limbah dapat dilihat pada Gambar 3.



Gambar 3. Kondisi pH awal air asam tambang pada *settling pond* azalea

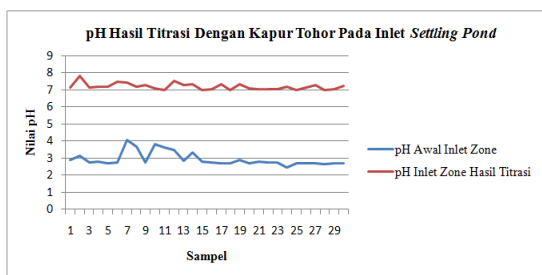
Dari Gambar 3, pengukuran pH lapangan didapat pH 2,46 sampai 4,05 dikatakan tidak memenuhi standar karena pH rendah.

Hasil Uji Titrasi Penambahan Kapur Tohor (CaO)

Tabel 2. Hasil uji tritaksi air asam tambang dengan kapur tohor

Uji ke-	pH awal	Larutan Kapur Tohor (ml)	pH Hasil Titrasi
1	2,89	2	7,16
2	3,13	1,5	7,8
3	2,75	1,6	7,13
4	2,78	3,1	7,19
5	2,71	3,2	7,21
6	2,76	5,2	7,46
7	4,05	9,9	7,4
8	3,65	9,6	7,2
9	2,75	0,4	7,3
10	3,82	0,92	7,1
11	3,61	1,1	7
12	3,46	2,3	7,51
13	2,84	2,9	7,27
14	3,33	1,7	7,31
15	2,78	3,19	7,02
16	2,77	3,13	7,04
17	2,71	3,77	7,32
18	2,72	3,03	7,02
19	2,87	3,54	7,34
20	2,72	3,61	7,09
21	2,78	3,01	7,04
22	2,74	5,03	7,04
23	2,74	4,58	7,04
24	2,46	17,81	7,2
25	2,69	5,01	7,01
26	2,72	4,31	7,14
27	2,72	5,62	7,27
28	2,65	4,5	7,02
29	2,71	8,9	7,07
30	2,71	4,51	7,25

Hasil dari perhitungan diatas, menjelaskan kapur tohor sebanyak 5 gram ditimbang dan setelah itu dilarutkan ke dalam air aquades sebanyak 100 ml. Konsentrasi dari larutan menjadi 50000 ppm, kemudian diambil per-ml dari larutan tersebut dan dimasukkan ke dalam air asam tambang sebanyak 500 ml. jadi setiap 1 ml larutan yang diambil mengandung 50 ppm. Nilai perubahan pH hasil titrasi air asam tambang dengan kapur tohor pada inlet dengan penambahan dosis rata – rata yaitu 0,104 g/L didapatkan grafik yang digambarkan sebagai berikut:



Gambar 4. Grafik pH hasil citrasi air asam tambang dengan kapur tohor pada inlet zone

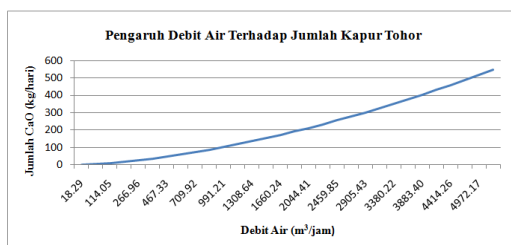
Kebutuhan Penggunaan Kapur Tohor (CaO)

Berdasarkan data dosis optimal yang telah diuji di laboratorium dan besaran debit air jumlah kapur tohor yang harus ditambahkan dapat dilihat pada Tabel 3.

Tabel 3. Jumlah kebutuhan kapur toho (CaO)

No	Level Air (cm)	Debit Air (L/jam)	Jumlah CaO di Lapangan (kg/jam)	Jumlah CaO Actual (kg/jam)
1	1	18294.80	1.90	-
2	2	58052.50	6.04	-
3	3	114049.00	11.86	-
4	4	184129.00	19.15	-
5	5	269927.00	27.76	-
6	6	361597.00	37.61	-
7	7	467333.00	48.60	-
8	8	583595.00	60.69	-
9	9	709915.00	73.83	-
10	10	845898.00	87.97	-
11	11	991205.00	103.09	-
12	12	1145339.00	119.14	-
13	13	1308641.00	136.10	-
14	14	1482078.00	153.85	-
15	15	1666242.00	172.67	-
16	16	1848344.00	192.23	-
17	17	2044414.00	212.62	-
18	18	2248296.00	233.82	-
19	19	2459845.00	255.82	-
20	20	2678930.00	278.61	270
21	21	2905427.00	302.18	-
22	22	3139225.00	326.48	270
23	23	3380218.00	351.54	270
24	24	3628306.00	377.34	-
25	25	3883399.00	403.87	270
26	26	4145410.00	431.12	-
27	27	4414259.00	459.08	-
28	28	4689869.00	487.75	-
29	29	4972170.00	517.11	-
30	30	5261094.00	547.15	-

Gambar 5 menggambarkan hubungan debit air dengan jumlah kapur tohor (CaO) yang membentuk garis lurus yang saling berhubungan, artinya apabila semakin tinggi nilai debit air maka jumlah dosis kapur tohor yang dibutuhkan juga semakin banyak.



Gambar 5. Grafik pengaruh debit air terhadap jumlah kapur tohor (CaO)

Dosis kapur tohor dilapangan rata-rata sebesar 276 kg/jam. Sehingga dapat dilakukan perhitungan terhadap kebutuhan kapur tohor dan biaya yang harus dikeluarkan. Berikut

perhitungannya:

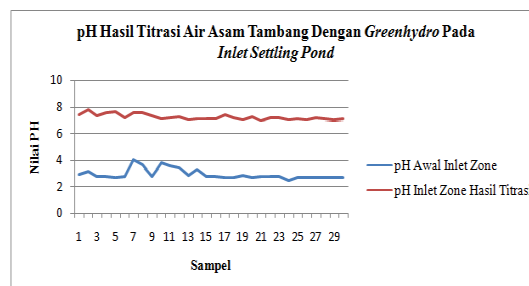
$$\begin{aligned} \text{Dosis CaO} &= 276 \text{ kg/jam} \times 24 \text{ jam} \\ &= 6624 \text{ kg/hari} \\ \text{Harga 1 kg} &= \text{Rp } 2.015,- \\ \text{Harga CaO/hari} &= 6624 \text{ kg/hari} \times \text{Rp } 2.015,- \\ &= \text{Rp } 13.347.360/ \text{ hari} \\ \text{Harga CaO/bulan} &= \text{Rp } 13.347.360 \times 30 \text{ hari} \\ &= \text{Rp } 400.420.800/ \text{ bulan} \\ \text{Harga CaO/tahun} &= \text{Rp } 400.420.800 \times 12 \text{ bulan} \\ &= \text{Rp } 4.805.049.600 \end{aligned}$$

Hasil Uji Titiasi Penambahan Greenhydro

Tabel 4. Hasil uji titrasi air asam tambang dengan greenhydro

Uji ke-	pH awal	Greenhydro (ml)	pH Hasil Titiasi
1	2.89	0.48	7.43
2	3.13	0.61	7.81
3	2.75	0.65	7.31
4	2.78	0.46	7.6
5	2.71	0.58	7.68
6	2.76	0.65	7.23
7	4.05	0.41	7.56
8	3.65	0.65	7.59
9	2.75	0.21	7.37
10	3.82	0.34	7.09
11	3.61	0.26	7.23
12	3.46	0.26	7.3
13	2.84	0.32	7.04
14	3.33	0.24	7.08
15	2.78	0.5	7.11
16	2.77	0.47	7.1
17	2.71	0.5	7.41
18	2.72	0.45	7.18
19	2.87	0.44	7.07
20	2.72	0.46	7.3
21	2.8	0.42	6.96
22	2.74	0.44	7.16
23	2.74	0.5	7.16
24	2.46	1.52	7.04
25	2.69	0.54	7.13
26	2.72	0.52	7.05
27	2.72	0.6	7.17
28	2.65	0.59	7.09
29	2.71	0.55	7.03
30	2.71	0.64	7.08
Rata-rata	2.93	0.51	7.25

Nilai perubahan pH hasil titrasi air asam tambang dengan kapur tohor pada inlet dengan penambahan dosis rata – rata yaitu 1,02 ml/L didapatkan grafik yang digambarkan sebagai berikut:



Gambar 6. Grafik pH hasil titrasi air asam tambang dengan greenhydro pada inlet settling pond

Kebutuhan Penggunaan Greenhydro

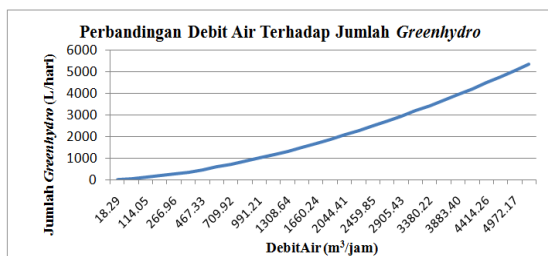
Penggunaan greenhydro pada settling pond berbanding lurus dengan dosis optimal dan debit air kolam. Oleh karena itu, pengukuran debit air kolam sangat penting. Debit air akan mempengaruhi laju reaksi dan jumlah kapur tohor yang akan di

butuhkan di lapangan. Debit saluran akan berdampak pada jumlah air yang masuk ke dalam kolam tempat *treatment*. Berdasarkan data dosis optimal yang telah diuji di laboratorium dan besaran debit air jumlah *greenhydro* yang harus ditambahkan dapat dilihat pada Tabel 5.

Tabel 5. Jumlah kebutuhan *greenhydro*

No	Level Air (cm)	Debit Air (L/jam)	Jumlah <i>Greenhydro</i> di Lapangan (L/jam)	Jumlah <i>Greenhydro</i> Actual (L/jam)
1	1	18294.8	18.66	-
2	2	58052.5	59.21	-
3	3	114049	116.33	-
4	4	184128	187.81	-
5	5	246957	272.3	-
6	6	361597	368.83	-
7	7	467333	476.68	-
8	8	583595	595.27	-
9	9	709915	724.11	-
10	10	845898	862.82	-
11	11	991205	1011.03	-
12	12	1145539	1168.45	-
13	13	1308641	1334.81	-
14	14	1480278	1509.88	-
15	15	1660242	1693.45	-
16	16	1848344	1885.31	-
17	17	2044414	2085.3	-
18	18	2248296	2293.26	-
19	19	2459845	2509.04	-
20	20	2678930	2732.51	-
21	21	2905427	2963.54	-
22	22	3139225	3202.01	-
23	23	3380218	3447.82	-
24	24	3628306	3700.87	-
25	25	3883399	3961.07	-
26	26	4145410	4228.32	-
27	27	4414259	4502.54	-
28	28	4689869	4783.67	-
29	29	4972170	5071.61	-
30	30	5261094	5366.32	1800

Gambar 7 menggambarkan hubungan debit air dengan jumlah *greenhydro* yang membentuk garis lurus yang saling berhubungan, artinya apabila semakin tinggi nilai debit air maka jumlah dosis *greenhydro* yang dibutuhkan juga semakin banyak.



Gambar 7. Grafik perbandingan debit air terhadap jumlah kebutuhan *greenhydro*

Dosis yang digunakan dalam perhitungan biaya yaitu dosis *actual* percobaan di lapangan. Dapat dilakukan perhitungan terhadap kebutuhan *greenhydro* dan biaya yang harus dikeluarkan. Berikut perhitungannya:

$$\begin{aligned} \text{Dosis} &= 1800 \text{ L/jam} \times 24 \text{ jam} \\ &= 43200 \text{ L/hari} \\ \text{Harga 1000 liter} &= \text{Rp. } 22.000.000,- \\ \text{Harga 1 liter} &= \text{Rp. } 22.000,- \\ \text{Harga / hari} &= 43200 \text{ liter/hari} \times \text{Rp } 22.000,- \\ &= \text{Rp } 950.400.000/ \text{ hari} \\ \text{Harga/bulan} &= \text{Rp } 950.400.000 \times 30 \text{ hari} \\ &= \text{Rp } 28.512.000.000 / \text{bulan} \\ \text{Harga/tahun} &= \text{Rp } 28.512.000.000 \times 12 \text{ bulan} \\ &= \text{Rp } 342.144.000.000 / \text{ tahun} \end{aligned}$$

Perbandingan Dosis Kapur Tohor (CaO) terhadap Konsentrasi Logam Berat

Keefektifan kapur tohor untuk menurunkan Fe dan Mn didapatkan dari laboratorium dengan volume sampel sebanyak 500 ml sebagai berikut:

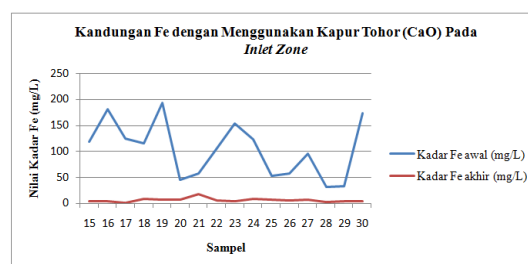
Tabel 6. Kandungan logam berat dengan kapur tohor pada inlet zone

Sampel	Larutan Kapur Tohor (ml)	pH Awal	pH Akhir	Kadar Fe awal (mg/L)	Kadar Fe akhir (mg/L)	Kadar Mn awal (mg/L)	Kadar Mn akhir (mg/L)
15	5,52	2,78	7,02	119	4	17,8	12,7
16	5,41	2,77	7,04	181	4	25,9	8,2
17	4,59	2,71	7,32	125	1	16,7	5,5
18	4,49	2,72	7,02	115	9	18,9	8,9
19	5,81	2,87	7,34	193	7	15,2	4,1
20	6	2,72	7,09	45	7	20,2	4,3
21	4,71	2,78	7,04	58	17	27,8	4,6
22	6,2	2,74	7,04	107	5	17,2	5,1
23	6,2	2,74	7,04	154	4	16	3,2
24	22,01	2,46	7,2	123	9	25,2	0,9
25	8,8	2,69	7,01	54	7	23,7	2,9
26	9,21	2,72	7,14	58	6	27,5	4,1
27	8,7	2,72	7,27	96	7	21	2,1
28	8,4	2,65	7,02	32	3	19,4	2,1
29	6,41	2,71	7,07	33	4	21,2	0,8
30	9	2,71	7,25	174	4	20,6	0,6
Rata-rata	7,59	2,72	7,12	104,19	6,13	20,89	4,38

Hasil pengujian untuk kandungan nilai Fe pada air asam tambang dengan menggunakan kapur tohor didapatkan kandungan Fe semakin menurun dari 104,19 menjadi 6,13 mg/L dapat dilihat pada grafik sebagai berikut:

Sedangkan pengujian untuk kandungan Mn pada air asam tambang dengan menggunakan kapur tohor adalah nilai Mn semakin rendah dari 20,89 mg/L menjadi 4,38 mg/L dapat dilihat pada grafik sebagai berikut:

Pada grafik 4.9 dapat dilihat, untuk kandungan Mn dengan menggunakan kapur tohor dengan kadar Mn awal berkisar antara 14-28 mg/L turun menjadi 0,6-13 mg/L.



Gambar 8. Grafik kandungan Fe dengan menggunakan kapur tohor pada *inlet zone*

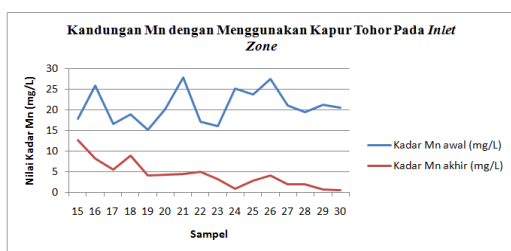
Perbandingan Dosis *Greenhydro* terhadap Konsentrasi Logam Berat

Keefektifan *greenhydro* untuk menurunkan Fe dan Mn didapatkan dari laboratorium dengan volume sampel sebanyak 500 ml sebagai berikut:

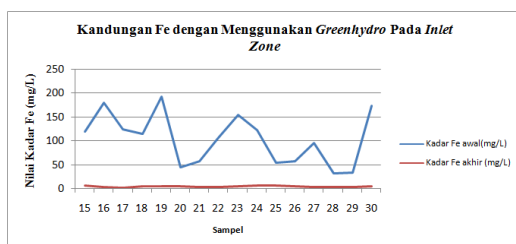
Tabel 7. Kandungan logam berat dengan menggunakan *greenhydro* pada inlet

Sampel	<i>Greenhydro</i> (ml)	pH Awal	pH Akhir	Kadar Fe awal (mg/L)	Kadar Fe akhir (mg/L)	Kadar Mn awal (mg/L)	Kadar Mn akhir (mg/L)
15	0,50	2,78	7,11	119	7	17,80	11,00
16	0,47	2,77	7,10	181	4	25,90	7,50
17	0,50	2,71	7,41	125	2	16,70	2,10
18	0,45	2,72	7,18	115	5	18,90	6,10
19	0,44	2,87	7,07	193	5	15,20	3,20
20	0,46	2,72	7,30	45	5	20,20	2,70
21	0,43	2,78	7,20	58	3	27,80	5,00
22	0,89	2,74	7,16	107	3	17,20	4,50
23	0,50	2,74	7,16	154	6	16,00	1,60
24	1,52	2,46	7,04	123	7	25,20	1,50
25	0,54	2,69	7,13	54	7	23,70	1,50
26	0,52	2,72	7,05	58	6	27,50	1,80
27	0,60	2,72	7,17	96	3	21,00	0,40
28	0,59	2,65	7,09	32	4	19,40	0,50
29	0,55	2,71	7,03	33	4	21,20	0,50
30	0,64	2,71	7,08	174	5	20,60	0,40
Rata-rata	0,60	2,72	7,14	104,19	4,75	20,89	3,14

Hasil pengujian untuk kandungan nilai Fe pada air asam tambang dengan menggunakan *greenhydro* didapatkan kandungan Fe semakin rendah yaitu dari Fe awal 104,19 mg/L menjadi 4,75 mg/L dapat dilihat pada grafik sebagai berikut:

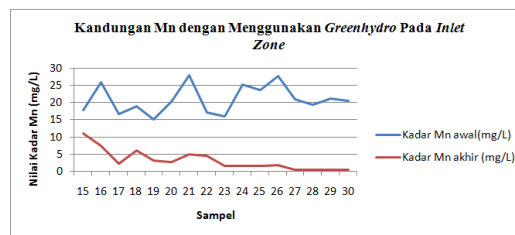


Gambar 9. Grafik kandungan Mn dengan kapur tohor dan *inlet zone*



Gambar 10. Grafik kandungan Fe dengan *greenhydro* pada *inlet zone*

Kandungan Mn pada air asam tambang dengan menggunakan *greenhydro* adalah nilai Mn semakin turun dari 20,89 mg/L menjadi 3,14 mg/L, sehingga didapatkan grafik sebagai berikut:



Gambar 11. Grafik kandungan Mn dengan *greenhydro* pada *inlet zone*

Pada grafik diatas dapat dilihat, bahwa untuk nilai Mn awal tidak memenuhi standar baku mutu air limbah yang ditetapkan yaitu 4 mg/L sedangkan nilai akhir Mn setelah dititrasi didapatkan nilai rata-rata 3,14 mg/l dan memenuhi baku mutu lingkungan.

Perbandingan Dosis Kapur Tohor dan *Greenhydro* terhadap Jumlah Sedimentasi

Sedimentasi adalah padatan yang dapat langsung mengendap jika air dibiarkan selama beberapa waktu. Uji sedimentasi ini dilakukan dengan skala laboratorium, yaitu dengan melakukan pengujian penetralan air asam tambang menggunakan kapur tohor tanpa dibuat larutan, dan pengujian penetralan *greenhydro* dengan perlakuan sama seperti pengujian pada kapur tohor yaitu hasil titrasi pada tabel 4.7. Hal ini dilakukan karena pada *actual* di PT. Kaltim Prima Coal pada proses penetralan air asam tambang dilakukan dengan cara membuang *chemical* langsung pada air asam tambang. Berikut hasil uji laboratorium, jumlah endapan kapur tohor dan *greenhydro*:

Tabel 8. Jumlah endapan kapur tohor dan *greenhydro* di laboratorium

Sample	Jumlah Endapan Kapur Tohor (ml/L)	Jumlah Endapan <i>Greenhydro</i> (ml/L)
1	120	16,00
2	122	16,00
3	118	23,60
4	118	15,80
5	121	21,60
6	119	21,00
7	119	7,00
8	120	13,00
9	118	13,40
10	122	6,20
11	122	37,00
12	122	17,80
13	120	17,80
14	120	31,80
15	119	21,20
Rata-rata	120	19,00

Dapat dilihat pada grafik dibawah perbandingan endapan kapur tohor dan *greenhydro* pada skala laboratorium.

Sehingga dapat dilakukan perhitungan biaya *maintenance* yang harus dikeluarkan. Berikut

adalah perhitungannya:

Rata-rata debit *actual* : 18.802,47 L/jam

Sedimentasi/jam : 0,12 L/L x 18.802,47 L/jam
: 2256,30 L/jam

: 2,256 m³/jam

Sedimentasi/hari : 2,256 x 24 jam

: 54,144 m³/hari

Biaya *maintenance*: Rp 52.000 / m³

Biaya /hari : 54,144 m³/hari x Rp 52.000

: Rp 2.815.488/ hari

Biaya /bulan : Rp 2.815.488 x 30 hari

: Rp 84.464.640

Biaya / tahun : Rp 84.464.640 x 12 bulan

: Rp 1.013.575.680

Sedangkan hasil endapan dari penetralan air asam tambang menggunakan *greenhydro* adalah 19 ml/L. Sehingga dapat dilakukan perhitungan biaya *maintenance* yang harus dikeluarkan untuk penetralan air asam tambang menggunakan *greenhydro*, berikut adalah perhitungannya:

Rata-rata debit *actual*: 18.802,47 L/jam

Sedimentasi/jam : 0,019L/L x 18.802,47L/jam

: 357,25 L/jam

: 0,357 m³/jam

Sedimentasi/hari : 0,357 x 24 hari

: 8,568 m³/hari

Biaya *maintenance* : Rp 52.000 / m³

Biaya /hari : 8,568 m³/hari x Rp 52.000

: Rp 445.536/ hari

Biaya /bulan : Rp 445.536 x 30 hari

: Rp 13.366.080

Biaya / tahun : Rp 13.366.080 x 12 bulan

: Rp 160.392.960

Penggunaan Kapur Tohor (CaO) dan *Greenhydro*

Tabel 9. Perbedaan penggunaan kapur tohor dan *greenhydro*

No.	Perbedaan	Kapur Tohor (CaO)	<i>Greenhydro</i>
1	Dosis optimum	0,104 g/L	1,02 ml/L
2	Dosis actual dilapangan	6624 kg/hari	43200 L/hari
3	Biaya <i>chemical</i> yang dikeluarkan	Rp 4.805.049.600 /tahun	Rp 342.144.000.000 /tahun
4	Biaya <i>maintenance</i> yang dikeluarkan	Rp 1.013.575.680 /tahun	Rp 160.392.960 /tahun
5	Bentuk	Padatan	Cairan

KESIMPULAN DAN SARAN

Berdasarkan dari hasil analisis mengenai kapur tohor (CaO) dan *greenhydro* untuk menetralkan air asam tambang, maka dapat disimpulkan sebagai berikut :

1. Dosis optimal kapur tohor (CaO) yang

dibutuhkan untuk menetralkan air asam tambang pada *settling pond* azalea adalah 0,104 g/L, sedangkan dosis optimal *greenhydro* adalah 1,02 ml/L. (laboratorium)

- Jumlah kebutuhan kapur tohor (CaO) untuk menetralkan air asam tambang adalah 0,104 g/L dengan pH awal *inlet* 2,93 menjadi 7,20, konsentrasi logam terlarut besi (Fe) awal 104,19 mg/L menjadi 6,13 mg/L, kadar mangan (Mn) awal 20,89 mg/L menjadi 4,38 mg/L, dan jumlah sedimentasi kapur tohor 120 ml/L, sedangkan jumlah kebutuhan *greenhydro* untuk menetralkan air asam tambang adalah 1,04 ml/L dengan pH awal *inlet* 2,93 menjadi 7,25, konsentrasi logam terlarut besi (Fe) awal 104,19 mg/L menjadi 4,75 mg/L, kadar mangan (Mn) awal 20,89 mg/L menjadi 3,14 mg/L, dan jumlah sedimentasi *greenhydro* 19 ml/L.
- Kebutuhan kapur tohor (CaO) sebanyak 6.624 kg/hari pada kondisi *actual* , biaya yang diperlukan untuk kapur tohor adalah Rp 4.805.049.600/tahun, biaya *maintenance* yang dikeluarkan untuk kapur tohor adalah Rp 1.013.575.680/tahun, Sedangkan kebutuhan *greenhydro* sebanyak 43.200 L/hari pada kondisi *actual*, biaya yang diperlukan untuk *greenhydro* adalah Rp 342.144.000.000/tahun dan biaya yang dikeluarkan untuk *maintenance greenhydro* adalah Rp. 160.392.960/tahun. Sehingga kapur tohor menjadi pilihan yang lebih tepat jika menginginkan jumlah kebutuhan rendah serta ekonomis.

UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis mengucapkan rasa terima kasih yang sebesar-besarnya atas bantuan dan bimbingan Bapak Dr.Ir. Harjuni Hasan, M.Si selaku dosen pembimbing 1, Ibu Farah Dinna Z,ST selaku dosen pembimbing 2, Bapak Eko Swandi dan Bapak Galih Prima selaku pembimbing lapangan PT.Kaltim Prima Coal, Keluarga tercinta untuk Bapak dan Ibu yang selalu mendoakan, serta angkatan S1 Teknik Pertambangan 2012 yang telah banyak membantu, serta semua pihak yang tidak dapat disebutkan satu persatu.

DAFTAR PUSTAKA

- Achmad, Rukaesih. 2004. *Kimia Lingkungan*. Andi : Yogyakarta.
- Asdak, Chay., 2007, *Hidrologi dan Pengolahan Daerah Aliran Sungai*. Gajah Mada University Press: Yogyakarta.

- Budiyono., Sumardiono, S.,2013. *Teknik Pengolahan Air*. Graha Ilmu : Yogyakarta.
- Chow, V.T., 1959. *Open-Channel Hydraulics*. McGraw-Hill Book Company: America.
- Effendi, Hefni., 2003, *Telaah Kualitas Air*, Kanisius : Yogyakarta.
- Nasir, Subriyer. Purba, Marlis. Sihombing, Otto. 2014. *Pengolahan Air Asam Tambang Dengan Menggunakan Membrane Keramik Berbahan Tanah Liat, Tepung Jagung Dan Serbuk Besi*. Jurnal Penelitian.
- Peraturan Menteri Negara Lingkungan Hidup Nomor 01 Tahun 2010 Tentang Tata Laksana Pengendalian Pencemaran Air.
- Sukandarrumidi, 2004, *Bahan Galian Industri*, Gajah Mada University Press : Yogyakarta.
- Susilo, A., dkk., 2012, *Status Riset Reklamasi Bekas Tambang Batubara*, alai Besar Penelitian Diptreokarpa : Samarinda.
- Wardhana Wisnu Arya, 1995, *Dampak Pencemaran Lingkungan*, Andi : Yogyakarta.