

**Pengaruh Penggunaan Kapur Dalam Penetrulan Air Asam Tambang Dan Laju  
Pengendapan Kolam Apokayan PT A PT. Darma Henwa Tbk, Bengalon Coal Project**  
Achmad Muhajir Musyaffa<sup>1)</sup>, RR. Dina Asrifah<sup>2)</sup>, Suharwanto<sup>3)</sup>, Agus Bambang Irawan<sup>4)</sup>, Wisnu Aji Dwi  
Kristanto<sup>5)</sup>

<sup>1,2,3,4,5)</sup> Universitas Pembangunan Nasional “Veteran” Yogyakarta/Jurusan Teknik Lingkungan

<sup>a)</sup>Corresponding author: [dina\\_asrifah@upnyk.ac.id](mailto:dina_asrifah@upnyk.ac.id)

<sup>b)</sup> [114180080@student.upnyk.ac.id](mailto:114180080@student.upnyk.ac.id)

**ABSTRAK**

Indonesia merupakan negara penghasil batubara dengan total pendapatan pada tahun 2005 sebesar 61,366 miliar ton. Kebutuhan energi juga semakin meningkat sesuai dengan peningkatan jumlah penduduk dan perubahan gaya hidup, semakin banyak menggunakan energi terutama teknologi energi listrik, yang berkaitan dengan perkembangan sektor industri pertambangan yang sangat berhubungan langsung dengan lingkungan. Salah satu dampak langsung terhadap lingkungan adalah timbulnya air asam tambang atau *Acid Mine Drainage* (AMD). Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui tingkat pengaruh penggunaan dosis kapur terhadap laju pengendapan pada proses penetrulan air asam tambang dengan pengujian menggunakan metode uji laboratorium serta analisis statistika pada 4 parameter, yaitu pH (Keasaman), TSS (*Total Suspended Solid*), Besi (Fe), dan Mangan (Mn). Hasil penelitian menunjukkan adanya pengaruh signifikan yang searah antara dosis kapur dengan pH yang ditunjukkan dengan nilai sebesar 99,84%, dimana semakin tinggi dosis kapur maka akan semakin tinggi nilai pH. Signifikansi juga terjadi pada pengujian pengaruh dosis kapur dan lama waktu pengendapan terhadap nilai Mangan (Mn) dengan nilai “t hitung” < “t table” sebesar  $-2,642 < 2,365$  yang menunjukkan pengaruh signifikan berlawanan arah, dimana semakin kecil nilai Mn maka semakin besar nilai dosis kapur dan waktu pengendapan yang dibutuhkan.

**Kata Kunci:** Air Asam Tambang; Kapur; Fe; Mn; pH; Pendapanan; TSS

**ABSTRACT**

*Indonesia is a coal producing country with a total revenue in 2005 of 61.366 billion tons. Energy needs are also increasing in accordance with the increase in population and changes in lifestyle, increasingly using energy, especially electrical energy technology, which is related to the development of the mining industry sector which is directly related to the environment. One of the direct impacts on the environment is the emergence of acid mine drainage (AMD). This research aims to determine the level of influence of the use of lime doses on the deposition rate in the acid mine drainage neutralization process by testing using laboratory test methods and statistical analysis on 4 parameters, namely pH (Acidity), TSS (Total Suspended Solid), Iron (Fe), and Manganese (Mn). The results showed a significant effect in the same direction between the dose of lime and pH as indicated by a value of 99.84%, where the higher the dose of lime, the higher the pH value. Significance also occurs in testing the effect of lime dose and length of settling time on the value of Manganese (Mn) with a value of "t count" < "t table" of  $-2.642 < 2.365$  which shows a significant effect in the opposite direction, where the smaller the value of Mn, the greater the value of lime dose and settling time needed.*

**Keywords:** Acid Mine Drainage, Lime, Fe, Mn, pH, Settling, TSS

**PENDAHULUAN**

Indonesia merupakan salah satu negara yang memiliki penghasilan batubara yang besar dengan total pendapatan sebesar 61,366 miliar ton berdasarkan pendataan tahun 2005 oleh Pusat Sumber Daya Geologi, Departemen Energi dan Sumber Daya Mineral. Penggunaan terbesar digunakan sebagai energi listrik, yaitu sebesar 30% dengan menggunakan bahan bakar berupa Batubara (Said, 2018). Kondisi perkembangan kemajuan teknologi dan penggunaan energi listrik mempengaruhi perkembangan kemajuan sektor industri pertambangan, dimana industry pertambangan berhubungan langsung dengan

keadaan lingkungan yang ada disekitarnya. Salah satu dampak langsung terhadap lingkungan adalah timbulnya air asam tambang atau *Acid Mine Drainage* (AMD). Kondisi kegiatan pertambangan dengan jenis tambang terbuka atau *Open Pit* sangatlah berpotensi untuk membentuk air asam tambang dikarenakan kondisi tambang terbuka yang memungkinkan terjadinya paparan langsung material dengan kandungan Sulfida terhadap air dan udara (Anshariah, 2016).

Permasalahan pencemaran lingkungan akibat air asam tambang tidak hanya berasal dari proses pembentukan dari air hujan atau air tanah yang mengalami proses pencampuran dengan mineral Sulfida sehingga air bersifat asam Proses pelarutana atau pencampuran itu juga menghasilkan air asam tambang yang mengandung Besi (Fe) dan Mangan (Mn) dengan konsentrasi tinggi serta mengandung zat padatan tersuspensi (TSS) (Said, 2018). Maka daripada itu diperlukan adanya pengolahan baik secara aktif maupun pasif, salah satu pengolahan secara aktif adalah dengan penambahan bahan kimia pada sumber maupun aliran air asam tambang sehingga dapat meningkatkan pH dan pengendapan logam. Pengolahan memiliki permasalahan pada biaya yang cukup mahal (Skousen et al., 2015)

PT. Darma Henwa Tbk, Bengalon Coal Project merupakan sebuah Perusahaan kontraktor yang bergerak di sektor pertambangan. Pengelolaan air asam tambang merupakan salah satu kegiatan yang dilakukan oleh Perusahaan dalam bentuk pengolahan limbah kegiatan pertambangan batubara. Pengelolaan air asam tambang dilakukan dengan mengalirkan air asam tambang yang berasal dari cekungan PIT menuju kolam pengelolaan dan adapula yang dialirkan menuju kolam stabilisasi. Pengelolaan yang dilakukan terkhusus untuk PIT A dilakukan dengan pengaliran secara langsung menuju kolam pengelolaan, salah satunya adalah Kolam Apokayan. Kolam Apokayan saat ini memiliki aliran pasokan yang berasal dari limpasan air hujan sekitaran kolam dikarenakan PIT A saat ini mengalami pemberhentian operasi sementara. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengetahui bagaimana Tingkat pengaruh dosis kapur dan laju pengendapan yang dibutuhkan terhadap kondisi sampel air pada tiap parameter, yaitu pH, TSS (*Total Suspended Solid*), Besi (Fe), dan (Mangan Mn) sehingga dapat diketahui kondisi yang optimal untuk pengelolaan air asam tambang pada Kolam Apokayan.

## METODE

### Pengumpulan Data

Penelitian dilakukan di Kolam Apokayan PIT A PT. Darma Henwa Tbk, Bengalon Coal Project, Desa Keraitan, Kecamatan Bengalon, Kabupaten Kutai Timur, Provinsi Kalimantan Timur menggunakan data primer. Data primer ini didapatkan langsung dari hasil pengujian dan pengamatan di lapangan. Data kualitas air asam tambang didapatkan berdasarkan hasil laboratorium yang digunakan untuk menentukan kualitas air asam tambang. Parameter yang digunakan dalam penelitian ini yaitu **Peraturan Daerah Provinsi Kalimantan Timur Nomor 02 Tahun 2011 Tentang Pengelolaan Kualitas Air dan Pengendalian Pencemaran Air Lampiran 1.27**. Parameter dan Baku Mutu yang akan digunakan dalam penelitian ini dapat dilihat dalam **Tabel 1**.

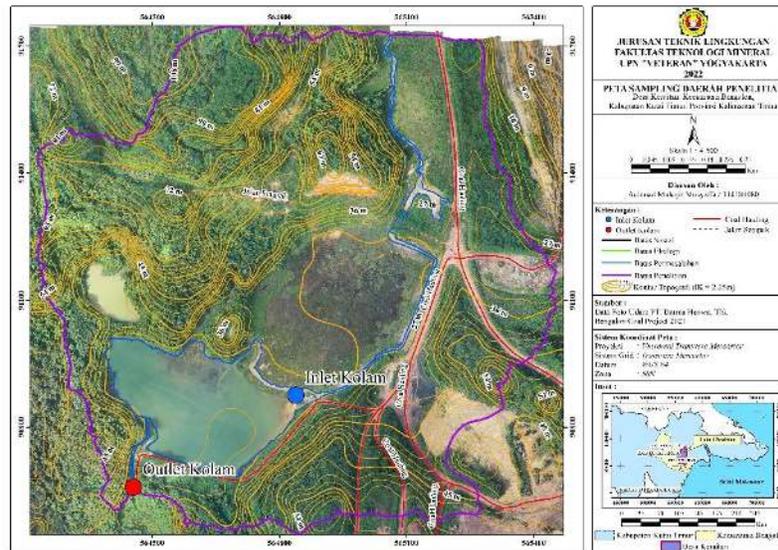
**Tabel 1.** Parameter dan Baku Mutu Air Asam Tambang

No	Parameter	Kadar Maksimum (mg/L)
1	TSS	300 (mg/L)
2	Besi Total (Fe)	7 (mg/L)
3	Mangan Total (Mn)	4 (mg/L)
4	pH	6,0 – 9,0

### Pengambilan Sampel

Teknik sampling merupakan pengambilan sampel untuk menentukan sampel yang akan digunakan dalam penelitian. Metode yang digunakan dalam penelitian adalah *Purposive Sampling* yang merupakan metode dengan mempertimbangkan beberapa kesesuaian dengan kriteria yang diinginkan untuk dapat menentukan jumlah sampel yang akan diteliti atau bisa diartikan juga sebagai penarikan sampel dengan mempertimbangkan kepentingan penelitian atau sesuai dengan tujuan yang dihendaki oleh peneliti

(Sugiyono, 2015). Pengambilan sampel juga dilakukan dengan teknik yang lebih spesifik adalah *Composite Sampling* yang mana merupakan teknik pengambilan sampel air pada pengulangan periode waktu tertentu pada titik sampling yang telah ditentukan terlebih dahulu (Udianto *et al.*, 2022). Pengambilan sampel dilakukan pada Titik Inlet dan Titik Outlet untuk mengetahui kondisi air asam tambang pada tiap periode 1 hari hujan dan pengujian akan dilakukan pada Titik Inlet untuk mengetahui pengaruh dosis kapur terhadap kualitas air asam tambang. Pengambilan sampel dapat dilihat pada **Gambar 1** berikut ini.



**Gambar 1.** Peta Daerah Penelitian

### Pengujian Dosis Kapur

Pengujian kapur akan dilakukan menggunakan metode *Jar Test* dengan alat seperti Gelas Beker bervolume 1 Liter, Pipet, dan alat pengaduk, sampel yang digunakan adalah Inlet air asam tambang bervolume sebanyak 1 Liter. Sampel air asam tambang kemudian akan ditetesi sebanyak 1 ml larutan kapur dengan campuran sebanyak 1 gram kapur kedalam 100ml aquades (Konsentrasi 10 gr/L) yang lalu diaduk menggunakan alat pengaduk manual hingga didapatkan pH air asam tambang berkisaran 8 lalu akan diamati laju pengendapannya seberapa lama waktu yang dibutuhkan untuk mengendapkan sedimen.



**Gambar 2.** Pengujian Dosis Kapur

### Analisis Matematis Pengaruh Kapur

Analisis matematis yang digunakan yaitu, analisis regresi linear sederhana dan berganda yang merupakan sebuah analisis statistika yang menggunakan hubungan dua variabel atau lebih dengan

tujuan memperoleh hubungan antara 1 variabel dependen dan 1 variabel independent sedangkan jika menggunakan 2 atau lebih variabel independent maka tekniknya disebut regresi linear berganda (Harlan, 2018). Analisis Regresi Linear sederhana digunakan untuk menganalisis hubungan antara dosis kapur dan nilai pH serta dosis kapur dan waktu pengendapan, sedangkan analisis regresi linear berganda akan digunakan untuk analisis hubungan antara dosis kapur dan waktu pengendapan terhadap parameter *Total Suspended Solid* (TSS), Besi (Fe), dan Mangan (Mn).

Analisis lainnya adalah Analisis Korelasi *Pearson* Bivariat untuk mengetahui bagaimana tingkat korelasi antar parameter yang diamati dan diujikan. Analisis Korelasi digunakan untuk mengetahui kecenderungan hubungan antara variabel yang satu dengan variabel lainnya, berdasarkan jumlah variabel yang digunakan yaitu sebanyak 2 (*Bivariate*) (Budiwanto, 2017)

Analisis yang dilakukan dibantu dengan software yang bernama SPSS (*Statistical Product for Service Solution*) atau nama lainnya dulu adalah *Statistical Packedge for Social Sciences* merupakan sebuah program yang digunakan untuk menganalisis data dan perhitungan statistic secara parametrik dan non-parametrik secara cepat dan akurat hingga memiliki pemaparan yang baik dalam bentuk grafik dan tabel, bersifat dinamis dan mudah dihubungkan dengan aplikasi lainnya (Fauziah & Karhab, 2019)

**Tabel 2.** Klasifikasi Nilai Analisis Korelasi *Pearson*

Nilai r	Interpretasi
0,900 s.d.1,000 (-0,900 s.d. -1,000)	Korelasi Sangat Tinggi
0,700 s.d. 0,900 (0,700 s.d. 0,900)	Korelasi Tinggi
0,500 s.d. 0,700 (-0,500 s.d. -0,700)	Korelasi Sedang
0,300 s.d. 0,500 (-0,300 s.d. -0,500)	Korelasi Rendah
0,000 s.d. 0,300 (-0,000 s.d. -0,300)	Korelasi Tidak Berarti

Sumber: Mundir (2012)

## HASIL DAN PEMBAHASAN

### Kualitas Air Asam Tambang Kolam Apokayan

Hasil dari pengamatan dan pengujian menunjukkan bahwa kualitas air asam tambang yang masuk melalui *Inlet* kolam memiliki kualitas yang sangat melebihi batas baku mutu yang telah di tetapkan dalam **Peraturan Daerah Provinsi Kalimantan Timur Nomor 02 Tahun 2011 Tentang Pengelolaan Kualitas Air dan Pengendalian Pencemaran Air Lampiran 1.27** sedangkan pada bagian *Outlet* kolam memiliki kondisi yang sangat memenuhi baku mutu dengan nilai yang terlapau sangat kecil jika dibandingkan baku mutu yang telah di tetapkan. Hasil pengamatan dan pengujian dapat dilihat pada **Tabel 3.** berikut ini.

**Tabel 3.** Kualitas Air Asam Tambang pada Inlet dan Outlet Kolam Apokayan

Hari	Inlet					Outlet				
	Debit (m <sup>3</sup> /s)	pH	TSS (mg/L)	Fe (mg/L)	Mn (mg/L)	Debit (m <sup>3</sup> /s)	pH	TSS (mg/L)	Fe (mg/L)	Mn (mg/L)
1	0,580	5,480	13600	16328	5415	0,580	7,650	2	0,120	1,300
2	1,000	4,360	23300	28064	9307	1,000	8,030	3	0,170	1,100
3	0,550	5,420	12700	15307	5077	0,550	7,360	5	0,190	1,400
4	0,430	4,620	18710	18452	12535	0,430	7,540	3	0,170	1,200
5	0,820	4,370	35700	35185	23902	0,820	7,630	2	0,140	1,100
6	0,270	4,870	11600	11415	7754	0,270	7,520	4	0,170	1,300

Hari	Inlet					Outlet				
	Debit (m <sup>3</sup> /s)	pH	TSS (mg/L)	Fe (mg/L)	Mn (mg/L)	Debit (m <sup>3</sup> /s)	pH	TSS (mg/L)	Fe (mg/L)	Mn (mg/L)
7	0,440	4,790	19030	18765	12747	0,440	7,960	8	0,130	1,300
8	0,450	5,170	19510	19234	13066	0,450	7,810	1	0,240	1,300
9	0,060	5,100	2379	2345	1593	0,060	7,820	1	0,130	1,200
10	0,130	4,270	15730	293	107	0,130	7,460	2	0,140	1,300

Keterangan :

: Melebihi Baku Mutu

### Pengujian Dosis Kapur Terhadap Air Asam Tambang

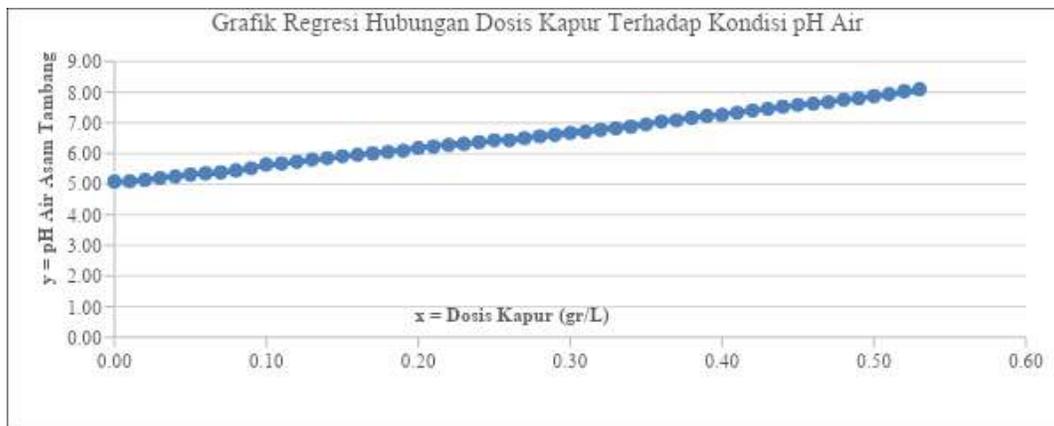
Pengujian menunjukkan hasil dosis kapur yang optimal untuk menetralkan air asam tambang dengan kondisi pH Awal 5,14 dengan volume 1 liter adalah 53 ml larutan kapur dan jika dikonversikan secara konsentrasi didapatkan nilai 0,530 gr/L untuk mencapai nilai pH akhir sebesar 8,10. Hasil pengujian dapat diamati pada **Tabel 4.** berikut ini.

**Tabel 4.** Penguian Dosis Kapur pada Sampel Air Asam Tambang Kolam Apokayan

Pengujian	Konsentrasi Larutan Kapur	Larutan Kapur		pH
		ml	gr/L	
1		0	0	5.08
2		1	0,01	5.10
3		2	0,02	5.14
4		3	0,03	5.20
5	1 gram kapur	4	0,04	5.25
6	/	5	0,05	5.31
7	100 ml aquades	6	0,06	5.35
8		7	0,07	5.38
9		8	0,08	5.45
10		9	0,09	5.52
11		10	0,10	5.64
12		11	0,11	5.67
13		12	0,12	5.73
14		13	0,13	5.80
15		14	0,14	5.85
16		15	0,15	5.91
17		16	0,16	5.96
18		17	0,17	6.00
19		18	0,18	6.05
20		19	0,19	6.09
21		20	0,20	6.18
22		21	0,21	6.22
23		22	0,22	6.28
24		23	0,23	6.32
25		24	0,24	6.37
26		25	0,25	6.43
27		26	0,26	6.43
28		27	0,27	6.50
29		28	0,28	6.56
30		29	0,29	6.61
31	1 gram kapur	30	0,30	6.67
32	/	31	0,31	6.71

Pengujian	Konsentrasi Larutan Kapur	Larutan Kapur		pH
		ml	gr/L	
33	100 ml aquades	32	0,32	6.77
34		33	0,33	6.82
35		34	0,34	6.87
36		35	0,35	6.95
37		36	0,36	7.04
38		37	0,37	7.08
39		38	0,38	7.16
40		39	0,39	7.23
41		40	0,40	7.26
42		41	0,41	7.33
43		42	0,42	7.40
44		43	0,43	7.46
45		44	0,44	7.53
46		45	0,45	7.59
47		46	0,46	7.63
48		47	0,47	7.67
49		48	0,48	7.76
50		49	0,49	7.80
51		50	0,50	7.87
52		51	0,51	7.94
53		52	0,52	8.03
54		53	0,53	8.10
<b>Total</b>		<b>53 ml</b>	<b>0,530 gr/L</b>	<b>pH Akhir</b>

Hasil pengujian dosis kapur yang telah dilakukan kemudian akan digunakan sebagai dasar perhitungan Analisis Regresi Linear Sederhana antara parameter **Dosis Kapur** dan **pH (Keasaman)** yang nantinya persamaan dari perhitungan dapat digunakan sebagai acuan untuk menentukan dosis yang tepat untuk mencapai tingkatan pH (Keasaman) tertentu sesuai kebutuhan. Hasil perhitungan menunjukkan persamaan  $y = 5,6416x + 5,0244$  dengan nilai  $x$  (**Dosis Kapur**) berada pada kondisi yang positif, hal ini menunjukkan adanya hubungan yang searah antara kedua parameter, sehingga bisa dikatakan bahwa semakin tinggi nilai **Dosis Kapur** maka semakin tinggi pula nilai **pH (Keasaman)** air asam tambang. Selain itu juga dapat diamati bahwa nilai  $R^2$  (Signifikansi) memiliki nilai 0,9984 atau secara persentase diartikan signifikansi bernilai sebesar 99,84%



Gambar 3. Grafik Persamaan Dosis Kapur dan pH Air Asam Tambang Kolam Apokayan

### Pengaruh Penggunaan Kapur Terhadap Waktu Pengendapan

Pengujian pengaruh penggunaan **Dosis Kapur** terhadap laju **Waktu Pengendapan** menunjukkan 3 hasil laju pengendapan yang berbeda. Bisa diamati pada dosis kapur optimal (0,530 gr/L) menunjukkan laju pengendapan membutuhkan selama 80 menit sedangkan tanpa adanya penambahan kapur, air asam

tambang kolam Apokayan laju pengendapan membutuhkan waktu hingga 200 menit. Kemudian pada percobaan **Dosis Kapur Optimal Digandakan** (1,060 gr/L) laju pengendapan sangat signifikan dalam memangkas waktu pengendapan yang awalnya 200 menit tanpa penambahan kapur dan 80 menit pada **Dosis Kapur Optimal**. Namun hal tersebut berarti juga akan menambah tingkat pemakaian kapur dan juga jumlah sedimentasi akibat campuran air asam yang membawa substansi ditambah dengan jumlah kapur yang juga akan mengendap.

**Tabel 5.** Pengujian Waktu Pengendapan Terhadap Dosis Kapur

Dosis	Waktu	TSS (300mg/L)	pH (6-9)	Fe (7 mg/L)	Mn (4 mg/L)
<b>Tanpa Penambahan Kapur</b>					
0 gr/L	0 Menit	106900 mg/L	5,08	105400	71600
	20 Menit	2350 mg/L	5,08	15.26	126
	40 Menit	1048 mg/L	5,08	10.43	86
	60 Menit	328 mg/L	5,08	7,47	38
	80 Menit	164 mg/L	5,08	5,58	27
	100 Menit	158 mg/L	5,08	4,04	9.7
	120 Menit	96 mg/L	5,08	3,07	7.3
	140 Menit	88 mg/L	5,08	0.67	6,1
	160 Menit	79 mg/L	5,08	2,4	5.5
	180 Menit	75 mg/L	5,08	1,81	4,6
200 Menit	72 mg/L	5,08	1,27	3,8	
<b>Dosis Optimal</b>					
0,530 gr/L	0 Menit	106900 mg/L	5,08	105400 mg/L	71600 mg/L
	20 Menit	144 mg/L	8,10	1,68 mg/L	7,5 mg/L
	40 Menit	98 mg/L	8,10	1,02 mg/L	4,3 mg/L
	60 Menit	89 mg/L	8,10	0,81 mg/L	4,2 mg/L
	80 Menit	67 mg/L	8,10	0,75 mg/L	3,7 mg/L
<b>Dosis Optimal x 2</b>					
1,060 gr/L	0 Menit	106900 mg/L	5,08	105400 mg/L	71600 mg/L
	20 Menit	53 mg/L	9,48	0,5 mg/L	3,4 mg/L

Keterangan : **Melebihi Baku Mutu**

Analisis berikutnya adalah pengaruh **Dosis Kapur** terhadap **Waktu Pengendapan** dimana hasil analisis menunjukkan persamaan  $y = -169,81x + 203,33$  dengan nilai  $x$  (**Dosis Kapur**) berada pada kondisi negatif hal ini menunjukkan adanya hubungan yang berketerbalikan antara kedua parameter, sehingga bisa dikatakan bahwa semakin tinggi nilai **Dosis Kapur** maka semakin rendah pula nilai **Waktu Pengendapan** air asam tambang. Selain itu juga dapat diamati bahwa nilai  $R^2$  (Signifikansi) memiliki nilai 0,9959 atau secara persentase diartikan signifikansi bernilai sebesar 99,59%. Persamaan ini juga dapat digunakan sebagai acuan untuk mencari waktu pengendapan yang diinginkan sesuai dengan keperluan. Persamaan dapat dilihat pada **Gambar 4.** dibawah ini.



**Gambar 4.** Grafik Persamaan Dosis Kapur Terhadap Waktu Pengendapan  
Air Asam Tambang Kolam Apokayan

**Pengaruh Penggunaan Dosis Kapur dan Waktu Pengendapan**

**Perhitungan nilai t Tabel**

Penentuan kondisi signifikansi Dosis Kapur dan Waktu Pengendapan Terhadap Parameter *Total Suspended Solid* (TSS), Besi (Fe), dan Mangan (Mangan) akan ditentukan oleh nilai t Hitung dengan metode perhitungan “t Partial” pada hasil perhitungan yang mana jika nilai t Hitung > t Tabel maka dinyatakan bahwa parameter *Independent* (Dosis Kapur dan Waktu Pengendapan) berengaruh terhadap parameter *Dependent* (TSS atau Fe atau Mn). Kemudian nilai t Tabel didapatkan dari Tabel Distribusi t Tabel yang ditentukan oleh *df residual* yang tiap persamaannya memiliki nilai yang sama (*df residual* = 7) dengan nilai  $\alpha$  (kepercayaan penelitian) sebesar 0,05. Kemudian variabel n adalah jumlah sampel yang digunakan.

$$t \text{ Tabel} = \frac{\alpha}{2} ; df \text{ Residual} \tag{1}$$

$$t \text{ Tabel} = \frac{0,05}{2} ; 7$$

$$t \text{ Tabel} = 0,025 ; 7$$

Keterangan :

$\alpha$  = Tingkat kepercayaan penelitian

**Tabel 6.** Nilai t Tabel Digunakan

df	$t_{0,05}$	$t_{0,025}$	$t_{0,01}$	$t_{0,005}$	$t_{0,001}$
1	3,078	6,314	12,71	31,82	63,66
2	1,886	2,920	4,308	6,965	18,85
3	1,638	2,353	3,182	4,541	10,13
4	1,533	2,132	2,776	3,747	8,610
5	1,476	2,015	2,571	3,365	7,259
6	1,440	1,943	2,447	3,143	6,581
7	1,415	1,895	2,365	2,998	6,223
8	1,387	1,850	2,306	2,896	5,965
9	1,368	1,819	2,262	2,821	5,749
10	1,357	1,796	2,231	2,764	5,599

**Analisis Regresi Linear Berganda Dosis Kapur dan Waktu Pengendapan Terhadap TSS**

Hasil pengujian parameter **Dosis Kapur** dilapangan dan lama **Waktu Pengendapan** berdasarkan perhitungan Regresi Linear Sederhana sebelumnya terhadap *Total Suspended Solid* (TSS) Outlet Kolam Apokayan menghasilkan nilai “t” sebesar -0,621 dan  $-0,605 < 2,365$ . Nilai “t” yang dihasilkan berada di kondisi “t Hitung” < “t Tabel” sehingga kondisi tersebut dinyatakan dalam keadaan yang “**Tidak Signifikan**”, selain itu juga nilai “t” berada pada kondisi negatif yang menunjukkan hubungan

parameter yang berketerbalikan. Semakin tinggi nilai parameter **Dosis Kapur** dan **Waktu Pengendapan** maka semakin rendah nilai parameter **Total Suspended Solid (TSS)**.

**Coefficients<sup>a</sup>**

Model		Unstandardized Coefficients		Standardized Coefficients	t	Sig.
		B	Std. Error	Beta		
1	(Constant)	388803.623	642140.364		.605	.564
	Kapur (X1)	-345.442	556.649	-5.585	-.621	.555
	Waktu (X2)	-1912.161	3158.115	-5.449	-.605	.564

a. Dependent Variable: TSS (Y)

**Gambar 5.** Hasil Analisis Dosis Kapur dan Waktu Pengendapan Terhadap Total Suspended Solid (TSS)

#### Analisis Regresi Linear Berganda Dosis Kapur dan Waktu Pengendapan Terhadap Fe

Hasil pengujian parameter **Dosis Kapur** dilapangan dan lama **Waktu Pengendapan** berdasarkan perhitungan Regresi Linear Sederhana sebelumnya terhadap **Besi (Fe) Outlet** Kolam Apokayan menghasilkan nilai “t” sebesar -0,533 dan  $-0,531 < 2,365$ . Nilai “t” yang dihasilkan berada di kondisi “t Hitung” < “t Tabel” sehingga kondisi tersebut dinyatakan dalam keadaan yang “**Tidak Signifikan**”, selain itu juga nilai “t” berada pada kondisi negatif yang menunjukkan hubungan parameter yang berketerbalikan. Semakin tinggi nilai parameter **Dosis Kapur** dan **Waktu Pengendapan** maka semakin rendah nilai parameter **Besi (Fe)**.

**Coefficients<sup>a</sup>**

Model		Unstandardized Coefficients		Standardized Coefficients	t	Sig.
		B	Std. Error	Beta		
1	(Constant)	5883.472	11076.894		.531	.612
	Kapur (X1)	-5.120	9.602	-4.873	-.533	.610
	Waktu (X2)	-28.935	54.477	-4.854	-.531	.612

a. Dependent Variable: Fe (Y)

**Gambar 6.** Hasil Analisis Dosis Kapur dan Waktu Pengendapan Terhadap Besi (Fe)

#### Analisis Regresi Linear Berganda Dosis Kapur dan Waktu Pengendapan Terhadap Mn

Hasil pengujian parameter **Dosis Kapur** dilapangan dan lama **Waktu Pengendapan** berdasarkan perhitungan Regresi Linear Sederhana sebelumnya terhadap **Mangan (Mn) Outlet** Kolam Apokayan menghasilkan nilai “t” sebesar -2,623 dan  $-2,642 > 2,365$ . Nilai “t” yang dihasilkan berada di kondisi “t Hitung” > “t Tabel” sehingga kondisi tersebut dinyatakan dalam keadaan yang “**Signifikan**”, selain itu juga nilai “t” berada pada kondisi negatif yang menunjukkan hubungan parameter yang berketerbalikan. Semakin tinggi nilai parameter **Dosis Kapur** dan **Waktu Pengendapan** maka semakin rendah nilai parameter **Mangan (Mn)**.

**Coefficients<sup>a</sup>**

Model		Unstandardized Coefficients		Standardized Coefficients	t	Sig.
		B	Std. Error	Beta		
1	(Constant)	56341.426	21325.732		2.642	.033
	Kapur (X1)	-48.481	18.487	-17.193	-2.623	.034
	Waktu (X2)	-277.087	104.882	-17.320	-2.642	.033

a. Dependent Variable: Mn (Y)

**Gambar 7.** Hasil Analisis Dosis Kapur dan Waktu Pengendapan Terhadap Mangan (Mn)

### Analisis Korelasi *Pearson* Bivariat

Hasil analisis korelasi *Pearson* bivariat menunjukkan hasil “**Korelasi Sangat Tinggi**” yang bernilai -0,999 ada pada korelasi parameter **Waktu** dan **Dosis Kapur** dengan nilai negatif yang artinya hubungan berkebalikan. Semakin tinggi nilai salah satu parameternya, maka semakin rendah parameter lainnya. Kemudian hasil yang menunjukkan “**Korelasi Rendah**” yang bernilai berkisar -0,319 hingga -0,474 ada pada korelasi parameter **Dosis Kapur** terhadap **TSS**, **Fe**, dan **Mn** dengan nilai negative yang artinya semakin tinggi parameter Dosis Kapur maka semakin rendah nilai TSS, Fe, dan Mn. Hasil lainnya menunjukkan “**Korelasi Tidak Berarti**” yang bernilai -0,058 ada pada korelasi parameter **Dosis Kapur** dan **pH** yang juga bernilai negatif sama seperti nilai sebelumnya.

**Correlations**

		Waktu	pH	Kapur	TSS	Fe	Mn
Waktu	Pearson Correlation	1	.088	-.999**	.466	.333	.461
	Sig. (2-tailed)		.808	.000	.175	.346	.180
	N	10	10	10	10	10	10
pH	Pearson Correlation	.088	1	-.058	.086	-.065	-.483
	Sig. (2-tailed)	.808		.874	.814	.857	.158
	N	10	10	10	10	10	10
Kapur	Pearson Correlation	-.999**	-.058	1	-.462	-.319	-.474
	Sig. (2-tailed)	.000	.874		.178	.369	.166
	N	10	10	10	10	10	10
TSS	Pearson Correlation	.466	.086	-.462	1	-.144	.349
	Sig. (2-tailed)	.175	.814	.178		.692	.324
	N	10	10	10	10	10	10
Fe	Pearson Correlation	.333	-.065	-.319	-.144	1	.221
	Sig. (2-tailed)	.346	.857	.369	.692		.539
	N	10	10	10	10	10	10
Mn	Pearson Correlation	.461	-.483	-.474	.349	.221	1
	Sig. (2-tailed)	.180	.158	.166	.324	.539	
	N	10	10	10	10	10	10

\*\* . Correlation is significant at the 0.01 level (2-tailed).

**Gambar 8.** Analisis Korelasi *Pearson* Bivariat Tiap Parameter Pengujian

### KESIMPULAN DAN SARAN

1. Parameter air asam tambang yang diujikan pada bagian *Inlet* belum memenuhi baku mutu yang ditentukan, sedangkan pada bagian *Outlet* Sudah memenuhi baku mutu yang telah ditentukan. Parameter yang diujikan dan diamati, antara lain adalah pH, *Total Suspended Solid* (TSS), Besi (Fe), dan Mangan (Mn)
2. Perbedaan laju pengendapan juga terdapat perbedaan pada tiap kondisinya, Dimana kondisi pertama tanpa adanya penambahan kapur laju pengendapan mencapai waktu selama 200 menit, sedangkan pada Dosis Optimal laju pengendapan mencapai waktu 80 menit serta pada kondisi Dosis Optimal Digandakan laju pengendapan mencapai 20 menit untuk mencapai baku mutu minimum sesuai dengan Peraturan Pemerintah Provinsi Kalimantan Timur No 02 Tahun 2011 Tentang Pengelolaan Kualitas Air dan Pengendalian Pencemaran Air Lampiran 1.27.

3. Pengaruh penggunaan dosis kapur menunjukkan hasil yang signifikan terhadap pH dan juga Waktu Pengendapan air asam tambang dalam menetralkan sampel pengujian dengan nilai signifikansi sebesar 0,9984 atau 99,84% dan juga 0,9959 atau 99,59%.
4. Hasil Analisis Regresi Linear Berganda menunjukkan nilai yang signifikan pada analisis parameter Dosis Kapur dan Waktu Pengendapan terhadap Mangan (Mn) dengan nilai “t Hitung” > “t Tabel” yang nilainya -2,623 dan -2,642 > 2,365. Hasil Analisis Korelasi *Pearson* Bivariat juga menunjukkan hasil “Korelasi Sangat Tinggi” pada korelasi antara parameter Waktu Pengendapan dan Dosis Kapur dengan nilai -0,999. Nilai negatif menunjukkan hubungan berketerbalikan, dimana semakin tinggi salah satu parameter maka semakin rendah parameter lain yang dipengaruhi.
5. Pengujian yang akan datang sebaiknya dilakukan kepada beberapa sampel, tidak hanya satu sampel yang mungkin nantinya akan merepresentasikan kondisi eksisting tiap sampel dalam kondisi yang berbeda beda. Terutama dalam hal empat (4) parameter utama yaitu pH, *Total Suspended Solid* (TSS), Besi (Fe), dan Mangan (Mn).

#### UCAPAN TERIMA KASIH

Ucapan terima kasih ditujukan penulis kepada Jurusan Teknik Lingkungan Universitas Pembangunan Nasional “Veteran” Yogyakarta atas fasilitas yang diberikan serta Ibu Dina Asrifah, S.T., M.Sc dan Bapak Agus Bambang Irawan, S.Si., M.Sc yang telah membimbing penulis dalam menyelesaikan penelitian ini.

#### DAFTAR PUSTAKA

- Anshariah, A. (2016). *Studi Pengelolaan Air Asam Tambang Pada Pt. Rimau Energy Mining Kabupaten Barito Timur Provinsi Kalimantan Tengah*. Jurnal Geomine, 1(1), 46–54.
- Budiwanto, S. (2017). *Metode Statistika: Untuk Mengolah Data Keolahragaan*. Malang : Fakultas Ilmu Keolahragaan : Universitas Negeri Malang.
- Fauziah, F., & Karhab, R. S. (2019). *Pelatihan Pengolahan Data Menggunakan Aplikasi SPSS Pada Mahasiswa*. Jurnal Pesut : Pengabdian Untuk Kesejahteraan Umat, 1(2), 129–136.
- Harlan, J. (2018). *Analisis Regresi Linear*. Journal of Chemical Information and Modeling, 53(9), 1–119.
- Mundir. (2012). *Statistika Pendidikan : Pengantar Analisis Data Untuk Penulisan Skripsi & Tesis*. Jember : STAIN Jember Press.
- Peraturan Daerah Kalimantan Timur Nomor 02 Tahun 2011 Tentang Pengelolaan Kualitas Air dan Pengendalian Pencemaran Air Lampiran 1.27
- Said, N. I. (2018). *Teknologi Pengolahan Air Asam Tambang Batubara “Alternatif Pemilihan Teknologi”*. Jurnal Air Indonesia, 7(2), 119–138.
- Skousen, J. G., Sexstone, A., & Ziemkiewicz, P. F. (2015). *Acid Mine Drainage Control and Treatment. Reclamation of Drastically Disturbed Lands*, May 2014, 131–168.
- Sugiyono. (2015). *Metode Penelitian Kombinasi (Mix Methods)*. Bandung : Alfabeta.
- Udianto, F., Kriswandana, F., & . R. (2022). *Pemetaan Kualitas Air Sungai Di Kawasan Industri Ngingas Sidoarjo Dijinjau Dari Parameter Bod Dan Tss Tahun 2021*. Jurnal Hygiene Sanitasi, 2(1), 31–35.

## Analisis Tingkat Pencemaran Kali Asem di Sekitar Tempat Pengolahan Sampah Terpadu Bantargebang, Kota Bekasi, Jawa Barat

Priza Tiara Titisari<sup>1)</sup>, Ika Wahyuning Widiarti<sup>2)</sup>, Johan Danu Prasetya<sup>3)</sup>, Tissia Ayu Algary<sup>4)</sup>, Aditya Pandu Wicaksono<sup>5)</sup>

<sup>1,2,3,4,5)</sup>Universitas Pembangunan Nasional “Veteran” Yogyakarta/Jurusan Teknik Lingkungan

<sup>a)</sup>Corresponding author: [ika.widiarti@upnyk.ac.id](mailto:ika.widiarti@upnyk.ac.id)

<sup>b)</sup> 114190028@student.upnyk.ac.id

### ABSTRAK

Kali Asem adalah salah satu cabang dari Sungai Bekasi yang secara fisik, terlihat perubahan warna, bau, dan terdapat limbah padat yang berada di badan air Kali Asem. Tujuan dilakukannya penelitian ini adalah untuk mengidentifikasi kualitas dan tingkat pencemaran Kali Asem yang ditinjau dari parameter pH, COD, BOD, fosfat, dan merkuri. Penelitian ini menggunakan metode survei dan pemetaan; metode uji laboratorium; menggunakan metode analisis kuantitatif dengan perhitungan indeks pencemaran secara matematis. Teknik sampling yang digunakan adalah *purposive sampling* dan pengambilan sampel menggunakan *grab sampling* yang dilakukan pada 10 titik *sampling*. Hasil penelitian menunjukkan bahwa limbah cair pada *outlet* pabrik karung masih memenuhi baku mutu yang berlaku, kecuali pada parameter COD yang memiliki nilai 1150 mg/L. Hasil uji pada air limbah dari *outlet* Instalasi Pengolahan Air Sampah menunjukkan bahwa nilai pH termasuk dalam pH asam dengan nilai 5,66. Kualitas air Kali Asem sesuai hasil pengujian parameter BOD, COD, fosfat, dan merkuri telah melampaui baku mutu sungai kelas II dari titik 1 - 10. Tingkat pencemaran di Kali Asem termasuk tercemar sedang dengan rentang nilai 5,89 – 8,5.

**Kata Kunci:** Kali Asem; Analisis Kuantitatif; Tingkat Pencemaran Air; TPST Bantargebang; Instalasi Pengolahan Air Sampah

### ABSTRACT

*Kali Asem is a branch of the Bekasi River which physically shows changes in color, smell, and there is solid waste in the Kali Asem water body. The aim of this research is to identify the quality and level of pollution of Kali Asem in terms of the parameters pH, COD, BOD, phosphate and mercury. This research uses survey and mapping methods; laboratory test methods; using quantitative analysis methods with mathematical calculations of pollution indices. The sampling technique used was purposive sampling and sampling using grab sampling which was carried out at 12 sampling points. The research results show that liquid waste at the sack factory outlet still meets the applicable quality standards, except for the COD parameter which has a value of 1150 mg/L. Test results on waste water from the Waste Water Treatment Plant outlet show that the pH value is included in acidic pH with a value of 5.66. The water quality of Kali Asem according to the test results for BOD, COD, phosphate and mercury parameters has exceeded class II river quality standards from points 1 - 10. The level of pollution in Kali Asem is moderately polluted with a value range of 5.89 - 8.5.*

**Keywords:** *Asem River; Quantitative Analysis; Water Pollution Level; Bantargebang TPST; Waste Water Treatment Plant*

### PENDAHULUAN

Indonesia termasuk negara dengan jumlah penduduk yang tinggi dan menduduki peringkat empat dunia dengan jumlah penduduk banyak yang mengalami peningkatan per tahunnya (Indraswari dan Risni, 2017) Daerah Khusus Ibukota (DKI) Jakarta dan Kota Bekasi adalah dua contoh daerah di Indonesia yang padat penduduk. Laju pertumbuhan penduduk di DKI Jakarta dan Kota Bekasi terus bertambah dari tahun ke tahun. Berdasarkan data Badan Pusat Statistik DKI Jakarta 2023, jumlah penduduk DKI Jakarta tahun 2020 adalah 10.562.088 jiwa, pada tahun 2021 sebanyak 10.609.681 jiwa, dan 10.679.951 jiwa. Jumlah penduduk Kota Bekasi tahun 2020 adalah 2.650.000 jiwa, 2.690.000 jiwa tahun 2021, dan 2.488.000 jiwa pada tahun 2022 (Disdukcapil Kota Bekasi, 2023). Terkait dengan kepadatan jumlah penduduk, sampah yang dihasilkan oleh daerah ini juga banyak. Jumlah sampah yang dihasilkan DKI Jakarta dan Kota Bekasi tahun 2022 berturut – turut adalah 7.543,42 ton/hari (BPS Jakarta, 2023) dan

1.095,89 ton/hari (Badan Pusat Statistik 2023). Jumlah penduduk berbanding lurus dengan jumlah sampah yang dihasilkan. Jumlah penduduk yang tinggi menyebabkan meningkatnya berbagai kegiatan manusia. Berbagai kegiatan yang berlangsung dapat memberikan pengaruh positif untuk manusia dan lingkungan (Akhirul et al, 2020). Selain dampak positif, timbul juga dampak negatif akibat sisa yang dihasilkan dari kegiatan tersebut. Salah satu bagian dari lingkungan yang mendapatkan dampak adalah kali atau sungai.

Kali Asem merupakan salah satu cabang dari Sungai Bekasi yang mengalir melalui Kecamatan Bantargebang lebih tepatnya Kelurahan Cikiwul, Sumurbatu, Ciketingudik, Kota Bekasi, Jawa Barat. Kali tersebut diperuntukkan sebagai penyiraman tanaman, pemanfaatan dibidang peternakan, serta pembudidayaan ikan air tawar. Aliran Kali Asem mendapatkan dampak dari beberapa aktivitas atau kegiatan. Industri yang beroperasi adalah industri karung PT. X. Industri ini telah beroperasi sejak tahun 2015. Limbah atau air buangan dari pabrik karung dibuang menuju Kali Asem. Badan air Kali Asem merupakan tempat yang tersalur langsung dengan pipa pembuangan atau *outlet* dari pabrik karung ini. Air buangan yang dihasilkan oleh pabrik karung hanya difilter secara umum (tidak ada pengelolaan lanjutan). Kegiatan yang berlangsung di TPST Bantargebang serta TPAS Sumurbatu juga memengaruhi aliran air Kali Asem. TPST Bantargebang merupakan tempat pengelolaan dan pemrosesan sampah milik DKI Jakarta, namun terletak di Kelurahan Cikiwul, Ciketingudik, Sumurbatu, Kecamatan Bantargebang, Kota Bekasi, Jawa Barat. TPST Bantargebang beroperasi sejak tahun 1989 dan menerima sampah 7.000-an ton/hari (Laporan Final TPST Bantargebang, 2022). TPAS Sumurbatu merupakan tempat pembuangan sampah milik Kota Bekasi yang terletak di Kelurahan Sumurbatu, Kecamatan Bantargebang, Kota Bekasi, Jawa Barat. Sampah yang diterima per harinya adalah 1.800-an ton/hari (DLH Kota Bekasi, 2023).

Proses pengelolaan air yang kurang di pabrik karung menyebabkan terganggunya aliran dan kualitas Kali Asem yang melewatinya. Selain itu, kegiatan yang berlangsung di TPST Bantargebang dan TPAS Sumurbatu juga memengaruhi air Kali Asem. Tumpukan sampah pada kedua tempat pembuangan sampah tersebut menghasilkan air lindi yang secara langsung maupun tidak langsung memengaruhi kualitas air Kali Asem. *Outlet* dari Instalasi Pengelolaan Air Sampah (IPAS) di TPST Bantargebang disalurkan menuju badan air Kali Asem, sehingga dapat memengaruhi kandungan air Kali Asem. Keberadaan IPAS tidak menjadikan permasalahan air lindi teratasi. Aliran atau *run off* air lindi masih terjadi akibat proses yang berlangsung pada kedua tempat pembuangan sampah ini. Aliran air lindi berasal dari truk yang beroperasi mengangkut sampah menuju titik pembuangan sampah, juga berasal dari tumpukan sampah yang telah menggunung, terlebih di TPAS Sumurbatu yang masih menerapkan sistem *open dumping*. TPST Bantargebang sudah menerapkan sistem *sanitary landfill*, namun pada beberapa titik masih terjadi *run off* lindi. Aliran lindi tersebut mengalir langsung menuju badan air Kali Asem tanpa melalui proses pengelolaan terlebih dahulu. Penggunaan lahan berupa permukiman juga memengaruhi kandungan dan kualitas Kali Asem. Permukiman pemulung dan warga setempat melakukan aktivitas dan menghasilkan limbah domestik yang dapat memengaruhi air Kali Asem. Akibat dari kegiatan – kegiatan tersebut, terlihat adanya permasalahan lingkungan di sekitar Kali Asem dan di aliran Kali Asemnya. Secara fisik terlihat bahwa terdapat sampah padat dan fragmen plastik yang berada di badan Kali Asem, terjadi kekeruhan warna air, dan timbulnya bau. Kesadaran serta kepedulian masyarakat sangat diperlukan dalam langkah awal dalam pencegahan pencemaran lingkungan yang semakin tidak terkendali yang akan menimbulkan dampak negatif yang lebih parah lagi di masa yang akan datang, untuk itu masyarakat harus paham terhadap sumber dan dampak dari limbah yang digunakan secara terus menerus tanpa adanya pengelolaan lebih lanjut sebelum dibuang (Rismawati dan Moh, 2023). Tujuan dilakukannya penelitian ini adalah untuk mengidentifikasi kualitas dan tingkat pencemaran Kali Asem yang ditinjau dari parameter pH, COD, BOD, fosfat, dan merkuri.

## **METODE**

Penelitian dilakukan di badan Kali Asem sekitar TPST Bantargebang, Kota Bekasi, Jawa Barat. Pengumpulan data yang dibutuhkan pada penelitian ini menggunakan metode *purposive sampling*. Pengambilan air sampel dilakukan pada 10 titik di badan Kali Asem (sebelum, saat, dan setelah melewati