

**Artikel****Kajian Teknis dan Ekonomis Pengaruh Jenis Kapur dalam Upaya Pengelolaan Air Asam Tambang****Muhammad Agung Andika Oktafiansyah<sup>1\*</sup>, Muhammad Ikrar Lagowa<sup>1</sup>, dan Gindo Tampubolon<sup>2</sup>**<sup>1</sup> Program Studi Teknik Pertambangan, Universitas Jambi, Jl. Jambi – Muara Bulian Km.15, Mendalo Darat, Kec. Jambi Luar Kota, Kabupaten Muaro Jambi, Jambi 36122<sup>2</sup> Program Studi Ilmu Tanah, Universitas Jambi, Jl. Jambi – Muara Bulian Km.15, Mendalo Darat, Kec. Jambi Luar Kota, Kabupaten Muaro Jambi, Jambi 36122

\* Korespondensi: magungandikao.ma@gmail.com

**Abstrak** : Kegiatan penambangan batubara dilakukan dengan menggunakan sistem tambang terbuka dapat menimbulkan Air Asam Tambang (AAT). Penelitian ini bertujuan untuk mengkaji pengaruh jenis kapur yang digunakan dalam upaya pengelolaan AAT terhadap efektifitas peningkatan pH dan pengurangan nilai TSS, kadar Fe dan Mn serta pengaruhnya terhadap total biaya pembelian kapur yang perlu dikeluarkan. Metode yang digunakan untuk pengujian pH adalah dengan menggunakan metode *screening test* dan uji laboratorium dilakukan untuk menguji kadar TSS, Fe dan Mn. Lokasi penelitian merupakan *area* dengan air asam tambang tipe IV dan III dengan tingkat keasaman pH < 6, kandungan logam Fe, Mn > 1 mg/L, dan TSS yang tinggi > 400 mg/L. Hasil penelitian menunjukkan bahwa dari berbagai jenis dosis kapur yang digunakan, kapur tembok (Ca(OH)<sub>2</sub>) merupakan kapur yang paling ideal untuk menaikkan nilai pH air asam tambang > 6 sesuai dengan baku mutu air limbah kegiatan pertambangan batubara menurut Keputusan Menteri Negara Lingkungan Hidup Nomor 113 Tahun 2003 dengan dosis 0,08 g/l. Dengan volume minimum *settling pond* 45.000 l, maka kebutuhan kapur tembok minimal adalah 3,6 kg dengan total biaya pembelian Rp.10.800,00.

**Kata kunci:** Air asam tambang, kapur, pH, Fe, Mn.

**Abstract:** Coal mining using open pit system could potentially produce Acid Mine Drainage (AMD). This study was aimed to examine the effect of lime type used in the treatment of AMD in increasing pH and decreasing *Total Suspended Solid* (TSS) value as well as its effect on the purchasing cost. Experimental method applied for pH analysis in this study was screening test followed by laboratory analysis to obtain TSS value as well as Fe and Mn content. The area where the AMD sample was sourced was classified as Type III and IV characterized with pH less than 6, Fe and Mn content more than 1 mg/l, and high TSS (more than 400 mg/l). The results showed that slaked lime (Ca(OH)<sub>2</sub>) is the ideal type of lime for increasing pH value to more than 6 as regulated by Ministerial Decree issued State Minister of Environment No.113 year 2003 with a dose of 0.08 g/l. The resulted minimum slaked lime required based on a minimum settling pond volume of 45,000 l is 3.6 kg with a total purchasing cost of Rp.10,800.

**Keywords:** AMD, lime, pH, Fe, Mn**Published By:**

Teknik Kebumian, Universitas Jambi

**Address:**

Jl. Jambi – Muara Bulian km 15, Mendalo Darat, 36122

**Email:**

jtk@unja.ac.id

**Article History:**

Submitted  
01 January 2020  
First Revision  
12 February 2020  
Second Revision  
02 March 2020  
Accepted  
20 March 2020



## PENDAHULUAN

Pertambangan menurut Undang-Undang Mineral dan Batubara Nomor 4 Tahun 2009 adalah sebagian atau seluruh tahapan kegiatan pertambangan sampai kegiatan pascatambang. Salah satu komoditi pertambangan yang banyak diusahakan saat ini, untuk memenuhi kebutuhan energi di Indonesia adalah batubara. Indonesia memiliki potensi sumber daya batubara sekitar 60 miliar ton dengan cadangan 7 miliar ton (Witoro, 2007).

Pada umumnya, kegiatan penambangan batubara dilakukan dengan menggunakan sistem tambang terbuka sehingga dalam kegiatan penambangan akan berdampak terhadap perubahan bentang alam, sifat fisik, kimia, dan biologis tanah, serta secara umum menimbulkan kerusakan pada permukaan bumi. Dampak ini secara langsung akan mengganggu ekosistem di atasnya, termasuk tata air (Subardja, 2007 dalam Marganingrum, 2010). Permasalahan aktivitas pertambangan batubara umumnya terkait dengan Air Asam Tambang (AAT) atau *Acid Mine Drainage (AMD)*. Air asam tambang tersebut terbentuk sebagai hasil oksidasi mineral sulfida tertentu yang terkandung dalam batuan oleh oksigen di udara bebas pada lingkungan yang berair (Gautama, 2007 dalam Marganingrum, 2010).

Menurut Nurisman *et al.*, (2012), sistem tambang terbuka sangat berpotensi membentuk air asam tambang yang dipengaruhi oleh tiga faktor utama yaitu air, udara dan material yang mengandung mineral-mineral sulfida karena sifatnya berhubungan langsung dengan udara bebas. AAT merupakan air dengan nilai pH yang rendah dan kelarutan logam yang cenderung meningkat terbentuk karena adanya reaksi antara mineral sulfida, oksigen, dan air. Reaksi oksidasi melepaskan ion  $H^+$  ke dalam air sehingga menurunkan nilai pH air (Indra *et al.*, 2014). Menurut Kartini (2010) jika konsentrasi ion hidrogen ( $H^+$ ) lebih tinggi dibandingkan ion hidroksida ( $OH^-$ ) maka air akan bersifat asam  $pH < 7$ , jika konsentrasi ion hidrogen lebih rendah dibandingkan ion hidroksida maka air akan bersifat basa  $pH > 7$  dan apabila konsentrasi ion hidrogen sama dengan konsentrasi ion hidroksida maka air akan bersifat netral  $pH = 7$ .

Sumber-sumber terbentuknya air asam tambang terjadi pada setiap area genangan bekas lubang bukaan tambang atau pada sumber air di dekat area aktivitas penambangan seperti *sump* yang terisi air asam tambang, *pit* yang tergenang terisi air asam tambang, *settling pond* untuk *pit* dan *stockpile* yang terisi air asam tambang dan sungai yang tercemar air asam tambang (Gautama, 2012). Hasil penelitian Irawan *et al.*, (2016) menunjukkan kualitas air asam tambang pada lokasi penelitian di IUP Desa Lemo, Kabupaten Barito Utara, Kalimantan Tengah sebelum diberikan perlakuan memiliki pH yang sangat rendah dengan pH rata-rata 3,88. Sedangkan hasil penelitian Herlina *et al.*, (2014) pada lokasi penelitian di IUP Air Laya PT. BA di area KPL Udongan sebelum diberikan perlakuan memiliki pH yang juga rendah yaitu 4,01.

Dari data-data nilai pH air asam tambang pada beberapa lokasi daerah penelitian yang telah dilakukan oleh peneliti sebelumnya, memiliki tingkat keasaman yang tinggi dengan  $pH < 6$ , sehingga pada air tersebut tidak dapat dialirkan ke badan air sesuai dengan baku mutu air yang telah ditetapkan oleh Keputusan Menteri Negara Lingkungan Hidup



Nomor 113 Tahun 2003 tentang baku mutu air limbah untuk kegiatan pertambangan batubara dengan nilai pH 6-9.

Oleh karena itu perlu adanya perlakuan untuk meningkatkan nilai pH atau menurunkan tingkat keasaman air asam tambang tersebut dengan cara menambahkan ion OH<sup>-</sup> pada air asam tambang. Secara umum, penanganan air asam tambang dapat dilakukan dengan metode aktif dan pasif. Penggunaan kapur yang dimasukkan pada saluran air asam tambang merupakan penanganan secara aktif, sedangkan penanganan secara pasif dilakukan dengan cara mengalirkan air asam pada aliran yang mengandung kapur (Abfertiawan *et al.*, 2012). Kapur merupakan salah satu bahan baku atau batuan yang dapat dipergunakan untuk meningkatkan pH secara praktis, murah dan aman sekaligus dapat mengurangi kandungan-kandungan logam berat yang terkandung dalam air asam tambang. Ada beberapa macam kapur yang dapat digunakan menurut Heynes (2009) yaitu kapur kalsit (CaCO<sub>3</sub>), kapur tohor (CaO), kapur tembok (Ca(OH)<sub>2</sub>), dolomit (CaMg(CO<sub>3</sub>)<sub>2</sub>) dan kapur silika (CaSiO<sub>3</sub>).

Sehubungan permasalahan air asam tambang yang sering terjadi pada lingkungan pertambangan batubara, maka penulis melakukan penelitian mengenai “Kajian Keasaman Air Asam Tambang Dan Upaya Pengelolaan Keasaman Melalui Penggunaan Kapur” agar baku mutu air limbah penambangan batubara lokasi penelitian memenuhi standar Baku Mutu Air Limbah Penambangan Batubara yang telah ditetapkan oleh Keputusan Menteri Negara Lingkungan Hidup Nomor 113 Tahun 2003. Dengan demikian, kedepannya perusahaan batubara menjadi lebih konsisten dan peduli terhadap lingkungan terutama terhadap mutu air limbah yang disebabkan oleh air asam tambang.

## METODE PENELITIAN

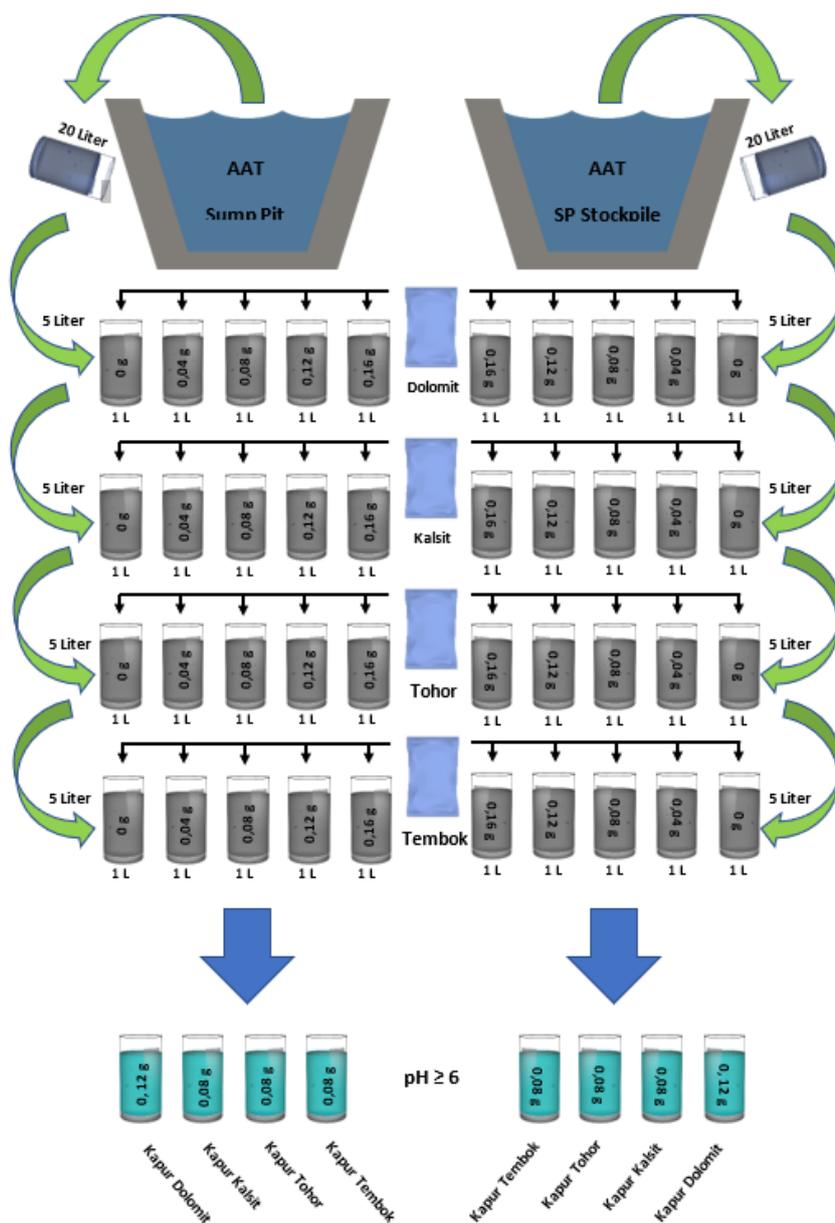
Penelitian ini menggunakan metode eksperimen dengan menggunakan beberapa variabel yaitu jenis kapur dan sumber air asam tambang. Jenis kapur yang digunakan yaitu kapur kalsit (CaCO<sub>3</sub>), kapur dolomit CaMg (CO<sub>3</sub>)<sub>2</sub>, kapur tembok (Ca(OH)<sub>2</sub>), dan kapur tohor (CaO), sedangkan air asam tambang berasal dari *sump pit* sebuah perusahaan pertambangan batubara di Kabupaten Muaro Jambi, Provinsi Jambi. Selain kapur dan air asam tambang, bahan-bahan lain yang dipergunakan yaitu *aquades*, larutan *buffer*, asam nitrat (HNO<sub>3</sub>) dan hidrogen peroksida (H<sub>2</sub>O<sub>2</sub>). Peralatan yang digunakan dalam penelitian ini adalah pH meter, gelas piala volume 1000 ml atau botol mineral volume 1 liter, sudip, neraca analitik, *Atomic Absorption Spectroscopy* (AAS), kertas saring, kamera, laptop, GPS, kertas label, dan plastik klip.

Pelaksanaan penelitian menggunakan metode *screening test* seperti dapat dilihat pada Gambar 1 dengan langkah-langkah sebagai berikut:

1. Disiapkan 16 botol air mineral ukuran 1,5 liter dengan rincian 4 botol untuk pemberian kapur dolomit, 4 botol untuk kapur kalsit, 4 botol untuk kapur tembok, dan 4 botol untuk kapur tohor;
2. Ke dalam tiap botol diisi 1 liter air asam tambang;
3. Untuk masing-masing botol pada setiap jenis-jenis kapur diberikan dosis 0,04g; 0,08g; 0,12 g; dan 0,16 g.
4. AAT kemudian diaduk merata lalu dilakukan pengukuran pH.

5. Pengukuran diulang kembali dengan interval 1 – 4 minggu setelah pemberian kapur.

Hasil pengukuran lalu direpresentasikan dalam bentuk grafik untuk melihat pengaruh jenis kapur terhadap peningkatan nilai pH. Dari grafik yang dihasilkan lalu ditentukan dosis dan jenis kapur yang memenuhi Baku Mutu Air Limbah Penambangan Batubara yang tertera di dalam lampiran Keputusan Menteri Negara Lingkungan Hidup Nomor 113 Tahun 2003. Dari hasil tersebut kemudian dihitung total kebutuhan dosis kapur yang dibutuhkan *sump pit* dan *settling pond* stockpile serta biaya pembelian kapur yang diperlukan.



Gambar 1. Metode Screening Test

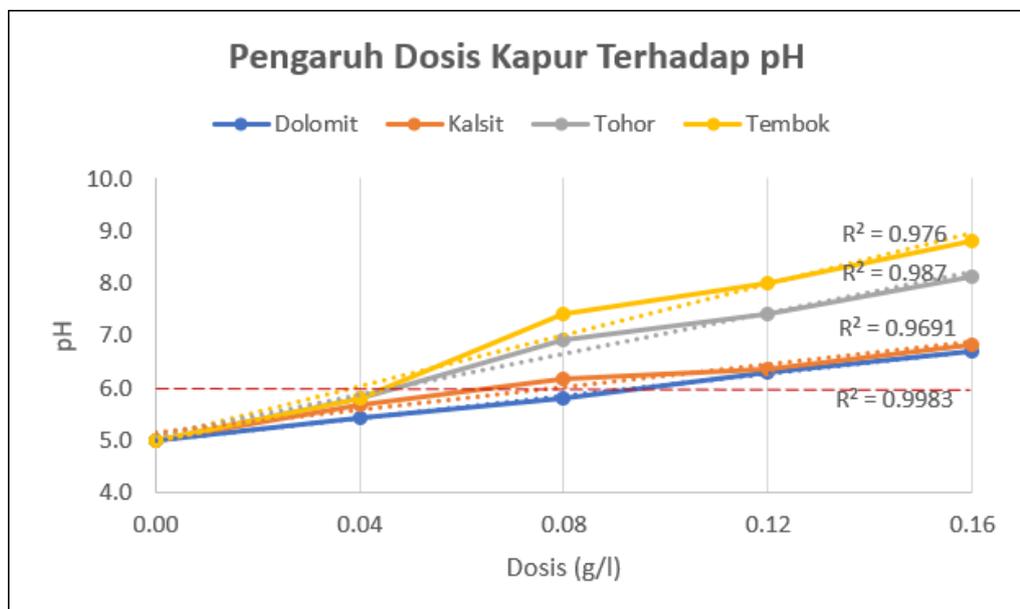


## HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN

### Pengaruh Dosis Kapur terhadap pH AAT

Hasil pengukuran pH sebelum dan sesudah perlakuan menggunakan beberapa jenis dan dosis kapur disajikan dalam bentuk grafik pada Gambar 2. Dari grafik tersebut dapat dilihat bahwa pH awal AAT berada di bawah baku mutu air limbah kegiatan pertambangan batubara (6-9) dengan nilai pH 5.

Peningkatan nilai pH yang signifikan terjadi setelah adanya pemberian kapur. Nilai pH AAT yang memenuhi baku mutu didapatkan pada dosis 0,08 g/l pada perlakuan dengan kapur kalsit, kapur tohor, dan kapur tembok, sedangkan nilai pH AAT yang diberi perlakuan kapur dolomit baru dapat memenuhi baku mutu pada dosis 0,12 g/l. Hasil ini menunjukkan bahwa setiap jenis kapur memiliki daya netralisasi yang berbeda. Perbedaan daya netralisasi setiap jenis kapur yang digunakan dapat dilihat dari persentase efisiensi netralisasi CaO yang terkandung di dalam setiap jenis kapur. Dari hasil yang diperoleh, kapur tembok merupakan kapur dengan tingkat daya netralisasi yang lebih tinggi dibandingkan dengan jenis kapur lainnya. Hal ini karena kapur tembok ( $\text{Ca}(\text{OH})_2$ ) merupakan zat terlarut yang sangat efektif untuk menetralkan air asam tambang sebagai zat pelarut karena komposisi CaO yang tinggi, akan tetapi perlu pengadukan agar kapur tembok dapat bereaksi dengan cepat dengan air asam tambang. Akan tetapi, berdasarkan nilai koefisien determinasi ( $R^2$ ), peningkatan dosis kapur dolomit memiliki hubungan yang sangat positif dengan peningkatan pH AAT.

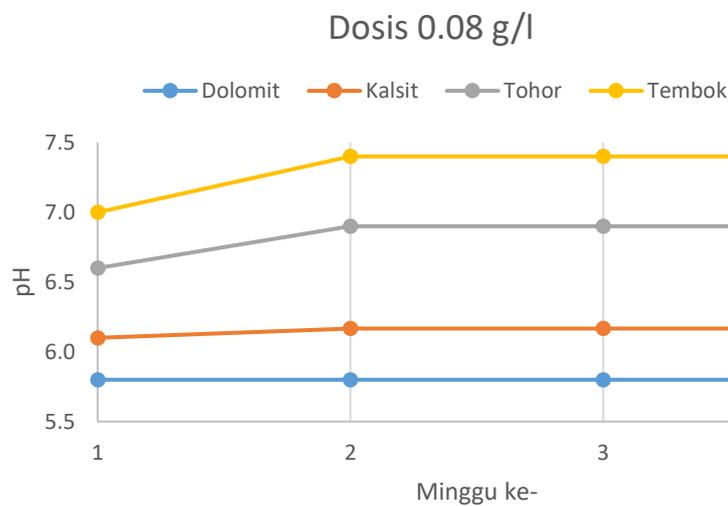


Gambar 2. Grafik Hubungan Antara Dosis Pemberian Kapur dan pH AAT

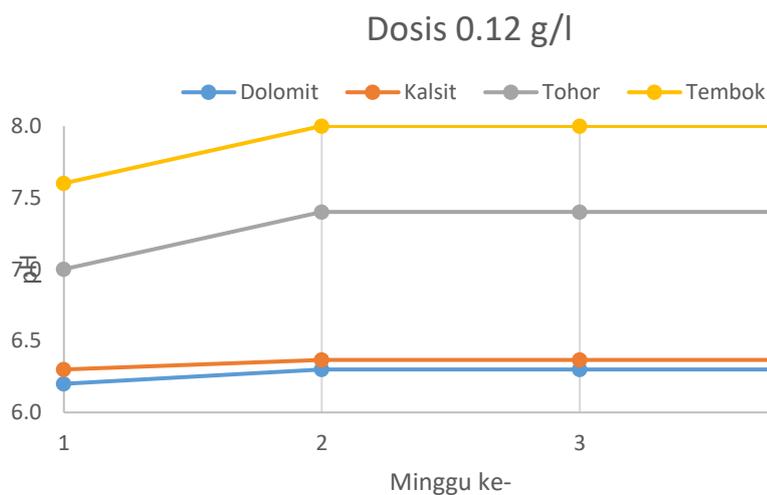
Gambar 3a dan 3b menunjukkan perubahan nilai pH yang terjadi mulai dari 1 minggu sampai 4 minggu setelah perlakuan pada dosis kapur 0,08 dan 0,12 g/l. Dari kedua grafik tersebut dapat disimpulkan bahwa peningkatan pH yang signifikan hanya terjadi antara minggu ke 1 dan minggu ke 2, sedangkan antara perubahan nilai pH yang terjadi pada minggu ke 2 sampai minggu ke 4 sangat kecil. Perubahan nilai pH sampel air asam



tambang yang terjadi pada minggu kedua menunjukkan bahwa kapur sebagai zat terlarut membutuhkan waktu untuk bereaksi terhadap zat pelarut yaitu sampel air asam tambang. Oleh karena itu, pada minggu ketiga dan keempat tidak terjadi perubahan nilai pH karena sampel air asam tambang pada kondisi ini sudah berada dalam keadaan yang setimbang (tidak ada perubahan yang dapat diamati dan diukur). Faktor-faktor yang mungkin mempengaruhi perbedaan nilai pH pada pemberian dosis setiap jenis kapur tersebut karena terjadinya proses penguapan pada lokasi penelitian dan penambahan volume dari air limpasan pada minggu berikutnya, sehingga pH air asam tambang bisa berubah sewaktu-waktu.



**Gambar 3a.** Grafik Hubungan Antara Minggu Pengamatan dan pH pada Pemberian Dosis 0.08 g/l



**Gambar 3b.** Grafik Hubungan Antara Minggu Pengamatan dan pH pada Pemberian Dosis 0.12 g/l



### Perhitungan Biaya Pembelian Kapur untuk Pengelolaan AAT

Berdasarkan dosis dan harga masing-masing jenis kapur per kg maka disajikan hubungan antara biaya pembelian kapur dan peningkatan volume *settling pond* pada Gambar 4. Dosis yang dibutuhkan untuk perlakuan AAT menggunakan kapur dolomit adalah 0,12 g/l, sedangkan perlakuan menggunakan tiga jenis kapur yang lain (kalsit, tohor, dan tembok) membutuhkan dosis lebih sedikit, yaitu 0,08 g/l. Berdasarkan harga pembelian per kg, kapur tohor merupakan jenis kapur yang paling mahal yaitu Rp.10.000,00/kg, kemudian kapur kalsit dan tembok yaitu Rp.3.000,00/kg, dan kapur dolomit yang paling murah yaitu Rp.2.000,00/kg. Volume minimum *settling pond* untuk pengelolaan AAT dari *sump pit 1* adalah 45.000 liter.

Pada volume *settling pond* yang sama, perlakuan menggunakan kapur dolomit akan memiliki kebutuhan kapur minimal yang lebih tinggi, yaitu 5,4 kg, dibandingkan dengan jenis kapur yang lain yang hanya membutuhkan minimal 3,6 kg kapur. Akan tetapi, dikarenakan pengaruh dosis yang dibutuhkan serta harga pembelian, dari Gambar 4 dapat dilihat bahwa biaya pembelian minimal kapur dolomit, kalsit, dan tembok hanya Rp.10.800,00, lebih murah dibandingkan kapur tohor yang biaya pembelian minimalnya berdasarkan volume *settling pond* minimum mencapai Rp.36.000,00. Selain itu, dari grafik dapat disimpulkan juga bahwa peningkatan biaya pembelian kapur tohor akan lebih signifikan apabila terjadi peningkatan volume *settling pond* dibandingkan dengan jenis-jenis kapur lainnya.



**Gambar 4.** Grafik Perbandingan Biaya Pembelian Kapur



## KESIMPULAN

Dari uraian di atas dapat disimpulkan bahwa kapur tembok merupakan jenis kapur yang paling ideal untuk digunakan untuk pengelolaan AAT. Hal ini karena kapur tembok memiliki daya netralisasi kapur yang paling baik diantara empat jenis kapur yang diuji di dalam penelitian ini karena peningkatan pH yang lebih tinggi dapat dicapai pada penggunaan dosis yang sama. Kesimpulan ini juga didukung dengan biaya pembelian kapur tembok yang relatif murah, khususnya bila dibandingkan dengan kapur tohor.

## PUSTAKA

- Abfertiawan, Gunawan, F., Vince, R. I., & Gautama, R. S. (2012). Rancangan Pengelolaan Air Asam Tambang Di Area Timbunan Qo3 Site Lati. *Jurnal Teknik Pertambangan*.
- Gautama, R. S. (2007). Pengelolaan Air Tambang : Aspek Penting dalam Penambangan yang Berwawasan Lingkungan.
- Herlina, A., Eko, H., & Hartini. (2014). Pengaruh Fly Ash dan Kapur Tohor Pada Netralisasi Air Asam Tambang Terhadap Kualitas Air Asam Tambang (pH, Fe dan Mn) di IUP Tambang Air Laya PT.Bukit Asam (Persero), Tbk. *Jurnal Teknik Pertambangan*.
- Indra, H., Lepong, Y., Firman, G., & Abfertiawan, M. S. (2014). Penerapan Metode Active dan Passive Treatment dalam Pengelolaan Air Asam Tambang Site Lati. *Jurnal Departemen Lingkungan*.
- Irawan, S., Idiannor, M., Fakhrur, R., & Susilawati. (2016). Kajian Penanggulangan Air Asam Tambang pada Salah Satu Perusahaan Pemegang Izin Usaha Pertambangan di Desa Lemo, Kabupaten Barito Utara, Kalimantan Tengah. *Jurnal Pengelolaan Sumberdaya Alam dan Lingkungan*.
- Kartini, I. (2010). *Asam dan Basa*. Yogyakarta: Erlangga.
- Marganingrum, D., & Noviardi, R. (2010). Pencemaran Air dan Tanah di Kawasan Pertambangan Batubara di PT. Berau Coal, Kalimantan Timur. *Riset Geologi dan Pertambangan*.
- Subardja, A. (2007). *Pemulihan Kualitas Lingkungan Penambangan Batubara: Karakterisasi dan Pengendalian Air Asam Tambang di Berau*. Puslit Geoteknologi-LIPI.
- Witoto, S. (n.d.). Pengelolaan Lingkungan Pertambangan. *Seminar Lingkungan: Peran Pendidikan Teknik Lingkungan*.