

Pemanfaatan FABA, Tawas dan Kapur Untuk Menetralkan Air Asam Tambang.

Indra Saputra^{1*}, Rusli HAR^{1**}, Fadhillah^{1***} and Tri Gamela Saldy^{1****}

¹Jurusan Teknik Pertambangan Fakultas Teknik Universitas Negeri Padang

*ucokregar2310@gmail.com

**ruslihar160363@gmail.com

Abstract. Coal is the most important source of energy for electricity generation and serves as a basic fuel for industries such as steel and cement production as well as fuel for power generation. However, it is undeniable that the continuous use of coal also produces negative impacts from the mining process, namely acid mine drainage and coal processing in power plants, namely Fly Ash and Bottom Ash (FABA). Coal mining produces waste products in the form of acid mine drainage. FABA and Acid Mining Water (AAT) are two of the many negative effects of mining, so there is a need for awareness of the issues of damage that threaten the surrounding environment. FABA is solid waste produced from the coal combustion process for power generation. This study will discuss the use of FABA, alum and lime to neutralize acid mine drainage. Acid mine water obtained from PLTU X has a pH of 3.74. Neutralization of acid mine drainage is done by mixing AAT with FABA, AAT with alum and AAT with lime. Then proceed with mixing AAT with FABA and alum, mixing AAT with FABA and lime and mixing AAT with alum and lime. After that, mixing AAT with FABA, alum and lime. The results of this study provide variations in the composition of FABA, alum and lime which are good for neutralizing acid mine drainage

Keywords: Neutraluzation, Acid Mine Water (AAT), FABA, Alum, Lime

1. Pendahuluan

Indonesia merupakan salah satu negara yang kaya akan sumberdaya energy dan mineral, baik berupa minyak dan gas bumi, tembaga, nikel, dan lain-lain. Salah satu jenis bahan tambang andalan, diluar minyak dan gas, adalah batubara (*coal*). Batubara termasuk salah satu sumber daya alam dengan jumlah cadangan yang begitu banyak. Dalam kehidupan sehari-hari, Batubara dimanfaatkan sebagai sumber energi alternatif sebagai pengganti minyak bumi.^[1]

Batubara adalah sumber energi terpenting untuk pembangkitan listrik dan berfungsi sebagai bahan bakar pokok untuk industri seperti produksi baja dan semen dan juga sebagai bahan bakar pembangkit listrik. Namun demikian, batubara juga memiliki karakter negatif yaitu disebut sebagai sumber energi yang paling banyak menimbulkan polusi akibat tingginya kandungan karbon. Sumber energi penting lain, seperti gas alam, memiliki tingkat polusi yang lebih sedikit namun lebih rentan terhadap fluktuasi harga di pasar dunia. Dengan demikian, semakin banyak industri di dunia yang mulai mengalihkan fokus energi mereka ke batubara.^[1]

Dengan tingkat produksi saat ini (apabila cadangan baru tidak ditemukan), cadangan batubara global diperkirakan habis sekitar 112 tahun ke depan. Cadangan batubara terbesar ditemukan di Amerika Serikat, Russia, Republik Rakyat Tiongkok (RRT), dan India.^[2]

Indonesia adalah salah satu produsen dan eksportir batubara terbesar di dunia. Sejak tahun 2005, ketika melampaui produksi Australia, Indonesia menjadi eksportir terdepan batubara thermal. Porsi signifikan dari batubara thermal yang diekspor terdiri dari jenis kualitas menengah (antara 5100 dan 6100 cal/gram) dan jenis kualitas rendah (di bawah 5100 cal/gram) yang sebagian besar permintaannya berasal dari Cina dan India.^[3]

Berkaitan dengan cadangan batubara global, Indonesia saat ini menempati peringkat ke-9 dengan sekitar 2,2 persen dari total cadangan batubara global terbukti berdasarkan *BP Statistical Review of World Energy*. Berdasarkan informasi yang disampaikan oleh Kementerian Energi dan Sumber Daya Mineral Indonesia, cadangan batubara Indonesia diperkirakan habis kira-kira dalam 83 tahun mendatang apabila tingkat produksi saat ini diteruskan. Sekitar

60 persen dari cadangan batubara total Indonesia terdiri dari batubara kualitas rendah yang lebih murah (*sub-bituminous*) yang memiliki kandungan kurang dari 6100 cal/gram.^[3]

Pada saat ini penggunaan batubara dominan di dalam pembangkit listrik. Paling sedikit 27 persen dari total output energi dunia dan lebih dari 39 persen dari seluruh listrik dihasilkan oleh pembangkit listrik bertenaga batubara karena kelimpahan jumlah batubara, proses ekstraksinya yang relatif mudah dan murah, dan persyaratan-persyaratan infrastruktur yang lebih murah dibandingkan dengan sumberdaya energi lainnya. Hingga Bulan Mei 2020, penggunaan batubara untuk pembangkit listrik energy primer di dalam negeri mencapai 63,92 persen, hal tersebut merupakan realisasi pemakaian energi primer dari total produksi listrik dalam *Gigawatt per hour* (Gwh) pembangkit listrik di wilayah perusahaan PT. PLN (Persero).^[4]

Namun tidak bisa dipungkiri dengan penggunaan batubara yang terus menerus juga menghasilkan dampak negatif dari proses penambangan yaitu air asam tambang dan proses pengolahan batubara di pembangkit listrik yaitu *Fly Ash* dan *Bottom Ash* (FABA), material ini memiliki ukuran butiran yang halus yang terbawa gas buang dan diperoleh dari hasil pembakaran batubara, sedangkan *bottom ash* adalah abu halus yang tertinggal dan dikeluarkan dari bawah tungku proses pembakaran, abu sisa pembakaran batubara ini berbentuk partikel halus *amorf* dan bersifat *pozzolan*. Abu terbang (*fly ash*) bersifat alkalin di alam, namun pH abu terbang dapat bervariasi dari 4,5-12. Nilai pH abu terbang sebagian besar ditentukan oleh kandungan S (*Sulfur*) dalam bahan induk batubara (Herlina, 2009).^[5]

Penggunaan batubara sebagai bahan bakar menimbulkan beberapa permasalahan, salah satu masalah yang terjadi pada PLTU "X" adalah limbah abu pembakaran atau *fly ash bottom ash*. FABA yang dihasilkan dari kapasitas pembangkit 2 x 1000 watt adalah 400 ton setiap harinya. Penumpukan FABA yang berkepanjangan dan tidak dimanfaatkan, menimbulkan keresahan pada warga sekitar, karena FABA menjadi polusi bagi pemukiman warga (Melda, 2019).^[6]

Limbah air asam tambang merupakan salah satu permasalahan yang cukup sulit diatasi pada kegiatan pertambangan, limbah ini terbentuk dari proses oksidasi mineral-mineral sulfida yang kemudian terekspos pada lingkungan sekitar yang kemudian

membentuk air tambang yang memiliki sifat asam.^[7]

Air asam tambang merupakan salah satu isu lingkungan yang berpotensi terjadi di kegiatan penambangan baik batubara maupun bijih. Air asam tambang terbentuk karena adanya mineral sulfida yang tersingkap akibat kegiatan penggalian dan penimbunan batuan penutup. Mineral sulfida tersebut kontak dan teroksidasi oleh oksidator utama yakni oksigen dan membentuk produk-produk oksidasi. Produk-produk oksidasi tersebut kemudian terlindi oleh adanya air (air hujan).^[8]

Air asam tambang dapat menyebabkan peningkatan keasaman di badan air penerima seperti sungai danau dan aliran irigasi yang ditandai dengan rendahnya nilai pH, selain peningkatan keasaman pembentukan air asam tambang juga menyebabkan peningkatan terhadap konsentrasi logam-logam terlarut di badan air penerima, hal tersebut mengakibatkan rusaknya ekosistem pada sungai jika air asam tambang tidak dinetralkan terlebih dahulu sebelum di alirkan ke badan sungai, Menurut Kepmen No.113 Tahun 2003 Tentang Baku Mutu Air Limbah Pada Usaha Penambangan Batubara pH Air Limbah Pada Proses Penambangan Batubara Adalah 6-9.^[9]

Kerusakan lingkungan maupun ancaman kesehatan harus menjadi hal serius dalam upaya meningkatkan kualitas kehidupan, limbah pada kegiatan maupun pengolahan batubara harus dimanfaatkan sedemikian rupa agar tidak memiliki ancaman yang terlalu buruk bagi kehidupan sekitar lokasi maupun kualitas pertambangan di Indonesia. Salah satu limbah yang paling berbahaya adalah limbah FABA.^[9]

FABA dan Air Asam Tambang (AAT) adalah dua hal dari banyaknya efek negatif penambangan maka perlunya kesadaran akan isu-isu kerusakan yang mengancam lingkungan sekitar. FABA berupa limbah padat yang dihasilkan dari proses pembakaran batubara untuk pembangkit listrik. Secara umum FABA berbentuk partikel halus yang berupa abu. Abu yang naik dan terbang disebut dengan *fly ash* sedangkan abu yang tidak naik atau terbang disebut dengan *bottom ash*.^[10]

Beberapa penelitian sebelumnya telah membuktikan bahwa FABA, tawas, dan kapur dapat dimanfaatkan untuk menetralkan air asam tambang dengan mencampurkan ketiga bahan diatas untuk menaikkan pH air agar sesuai dengan baku mutu limbah, pada penelitian ini penetralan air asam tambang lebih berfokus pada

pemanfaatan FABA. Karena FABA juga merupakan limbah bahan berbahaya dan beracun (B3) limbah yang harus dimanfaatkan agar tidak merusak lingkungan, namun dalam penelitian ini penulis berkeinginan untuk mengetahui hasil dari perbandingan campuran ketiga bahan tersebut agar mendapatkan komposisi pencampuran yang optimal untuk menetralkan air asam tambang dan lebih memanfaatkan FABA dalam pencampurannya.

Sehubungan pemanfaatan FABA, tawas dan kapur sebagai penetral air asam tambang, maka penulis tertarik melakukan penelitian dengan judul “**Pemanfaatan FABA, Tawas dan Kapur untuk Menetralkan Air Asam Tambang**” yang diharapkan dapat membantu mengoptimalkan penggunaan limbah penambangan Mineral atau Batubara.

Adapun yang menjadi tujuan penelitian ini adalah :

- Mengetahui nilai pH air asam tambang di *Setting Pond* CV. X
- Mengetahui komposisi dari masing-masing media penetral (faba, tawas dan kapur) untuk menetralkan air asam tambang.
- Menentukan komposisi optimal FABA campur Tawas untuk menetralkan air asam tambang.
- Menentukan komposisi optimal FABA campur kapur untuk menetralkan air asam tambang.
- Menentukan komposisi optimal tawas campur kapur untuk menetralkan air asam tambang.
- Menentukan komposisi optimal campuran FABA, tawas dan kapur untuk menetralkan dan menjernihkan air asam tambang.

2. Metodologi Penelitian

Jenis penelitian yang dilakukan adalah penelitian eksperimen (*experiment research*). Penelitian eksperimen merupakan penelitian yang dilakukan secara sengaja oleh peneliti dengan cara memberikan perlakuan tertentu terhadap subjek penelitian guna membangkitkan sesuatu kejadian atau keadaan yang akan diteliti bagaimana akibatnya. Definisi lain menyatakan bahwa penelitian eksperimen adalah penelitian yang dilakukan terhadap variabel yang data-datanya belum ada sehingga perlu dilakukan proses manipulasi melalui pemberian perlakuan tertentu terhadap subjek penelitian

yang kemudian diamati atau diukur dampaknya (Jaedun, 2011).^[14]

Adapun data-data yang dibutuhkan dalam penelitian ini dikelompokkan menjadi dua, yaitu:

2.1 Data Primer

Data primer merupakan data yang diambil sendiri oleh peneliti, seperti:

- Data pH air asam tambang
- Data komposisi dari berat FABA
- Data komposisi dari berat tawas
- Data komposisi dari berat kapur

2.2 Data Sekunder

Data sekunder bersumber dari laporan penelitian terdahulu dari perusahaan, instansi terkait studi literatur.

3. Pembahasan

3.1 Limbah FABA

FABA merupakan material yang memiliki ukuran butiran yang halus berwarna keabu-abuan dan diperoleh dari hasil pembakaran batubara. Pada pembakaran batubara dalam PLTU, terdapat limbah padat yakni *fly ash and Bottom Ash*. Partikel abu yang terbawa gas buang disebut *Fly Ash*, sedangkan abu yang tertinggal dan dikeluarkan dari bawah tungku disebut *Bottom Ash*. Hal ini akan menimbulkan masalah, karena jika limbah ini dalam jumlah yang cukup besar, maka akan menimbulkan masalah lingkungan dan kesehatan seperti; pencemaran udara, penyakit gangguan pernafasan, perairan dan penurunan kualitas ekosistem, (Wardani,2008).^[12]

Pembangkit Listrik Tenaga Uap (PLTU) X menggunakan batubara sebagai bahan bakar untuk menghasilkan listrik. Pada proses pemanfaatan batubara sebagai bahan bakar listrik ini akan menghasilkan limbah akhir berupa sisa abu (*fly ash and bottom ash/FABA*) yang berjumlah sekitar 150-200 ton setiap hari. Pada prosesnya, limbah FABA ini kemudian disimpan dan ditumpuk dalam *ash disposal*.^[12]

3.2 pH Air Asam Tambang di Lokasi Penambangan

Air asam tambang adalah air bersifat asam dan mengandung zat besi dan sulfat, yang terbentuk pada kondisi alami pada saat strata geologi yang mengandung *pyrite* terpapar ke *atmosfir* atau lingkungan yang bersifat oksidasi. Air asam tambang dapat terbentuk dari tambang batubara, baik pada

tambang terbuka maupun pertambangan bawah tanah (*underground mining*).^[13]

Dalam menentukan kualitas air tambang, diperlukan beberapa kriteria yang dapat menentukan apakah air tambang dapat dimanfaatkan untuk kehidupan manusia, seperti untuk keperluan MCK, irigasi untuk pertanian, air minum untuk peternakan, hingga pemanfaatan wisata. Adakalanya juga wilayah kolam air dapat dimanfaatkan sebagai tempat pengembangan permukiman atau sering dimanfaatkan sebagai *water front city area*.^[13]

Pada penelitian ini, sampel air asam tambang yang digunakan untuk pengujian berasal dari lokasi kolam pengendapan (*settling pond*) CV. "X". Air asam tambang yang diambil dari *settling pond* diukur secara langsung pH air asam tambang tersebut menggunakan pH meter portable dan menunjukkan hasil pengukuran pH yaitu 3,74. Hal ini menunjukkan air asam tambang di lokasi *settling pond* CV."X" termasuk kedalam air tambang tipe I yang sedikit mengandung alkalinitas (pH <4,5) dan mengandung Fe, Al, Mn dan logam lainnya, asam (H⁺) dan oksigen dengan konsentrasi tinggi.^[13]

3.3 Penetralkan Air Asam Tambang

Pengolahan air asam tambang harus dilakukan sebelum air tersebut dibuang ke sungai sehingga nantinya tidak mencemari perairan di sekitar lokasi tambang. Pengolahan air asam tambang dapat dilakukan dengan cara penetralan yang dapat menggunakan bahan kimia berupa kapur, tawas dan FABA. Pada penelitian ini penulis menetralkan air asam tambang menggunakan 3 media tersebut dan mendapatkan komposisi optimal untuk menetralkan air asam tambang dengan pengujian manual.^[4]

Sebagai awal pengujian, peneliti mencoba menggunakan komposisi FABA dengan bervariasi mulai dari 3 gr, 6 gr dan 9 gr. Namun, pada pengujian secara langsung ternyata komposisinya terlalu banyak dan menyebabkan menjadi sangat basa. Kemudian peneliti menggunakan komposisi yang bervariasi mulai dari 0,1 gr, 0,2 gr dan seterusnya sampai mendapatkan komposisi yang optimal.^[4]

Pengujian ini dilakukan dengan cara mencampurkan FABA dengan AAT, tawas dengan AAT, kapur dengan AAT dan mendapatkan nilai pH yang optimal. Lalu untuk dua parameter dilakukan pengujian dengan pencampuran FABA dengan tawas

dan AAT. FABA dengan kapur dan AAT. Kapur dengan tawas dan AAT. Dan yang terakhir pencampuran dari ketiga parameter tersebut yaitu FABA, kapur, tawas dan AAT sampai mendapatkan nilai pH yang optimal.

Pada penelitian ini digunakan air asam tambang yang berasal dari salah satu perusahaan tambang yang ada di Sumatera Barat. Media yang penetralan tawas didapat dari salah satu pasar yang ada di Kota Padang, media batu kapur yang digunakan pada penelitian ini berasal dari batu kapur Bukit Tui, Kota Padang Panjang sedangkan limbah FABA didapatkan dari salah satu PLTU yang ada di Sumatera Barat.

3.4 Komposisi Media Penetralkan Air Asam Tambang

3.4.1 Pengujian FABA dicampur AAT

Pencampuran FABA dan AAT dilakukan dengan berbagai komposisi massa yang berbeda-beda. Hasil dari pengujian pencampuran FABA dan AAT dapat dilihat pada Tabel 1 di bawah ini.

Tabel 1. Komposisi FABA dengan AAT

No	Komposisi FABA (gr)	Volume AAT (ml)	pH Awal	pH 1	pH 2	pH 3	pH Rata-rata
1	0,1	400	3,74	4,00	4,05	4,08	4,04
2	0,2	400	3,74	4,46	4,48	4,56	4,50
3	0,3	400	3,74	4,70	4,73	4,75	4,72
4	0,5	400	3,74	5,08	5,10	5,13	5,10
5	1	400	3,74	6,10	6,15	6,15	6,13
6	2	400	3,74	7,23	7,26	7,24	7,24
7	3	400	3,74	9,46	9,55	9,47	9,49

Dari hasil tabel di atas terdapat perubahan pH AAT yang bervariasi jika dicampur dengan FABA, hasil pengujian ini dapat disimpulkan untuk menetralkan 400 ml AAT yang mempunyai pH 3,74 membutuhkan 2 gr FABA untuk menetralkan AAT menjadi pH 7,24.

Dari gambar grafik di bawah (lihat **Gambar 1**), didapatkan kesimpulan bahwa pH AAT akan naik mengikuti dengan penambahan massa FABA yang dicampur. Hal ini menunjukkan bahwa FABA dapat menaikkan pH AAT.



Gambar 1. Grafik Penguujian FABA dengan AAT

3.4.2 Penguujian Tawas dicampur AAT

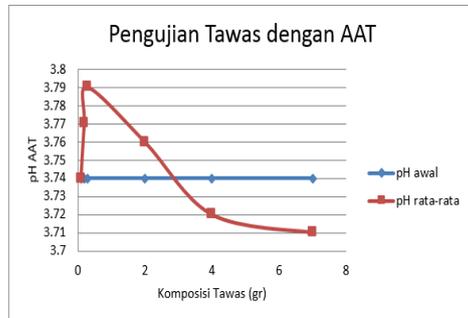
Pada penguujian eksperimen kali ini, penulis menggunakan tawas sebagai bahan untuk penetralan air asam tambang dengan komposisi yang bervariasi mulai dari 0,1 gr; 0,2 gr; 0,3 gr; 2 gr; 4 gr dan 7 gr. Hasil penguujian dapat dilihat pada Tabel 2 di bawah ini.

Tabel 2. Komposisi Tawas dengan AAT

No	Komposisi Tawas (gr)	Volume AAT (ml)	pH Awal	pH 1	pH 2	pH 3	pH Rata-rata
1	0,1	400	3,74	3,73	3,75	3,74	3,74
2	0,2	400	3,74	3,77	3,78	3,77	3,77
3	0,3	400	3,74	3,79	3,78	3,80	3,79
4	2	400	3,74	3,80	3,75	3,73	3,76
5	4	400	3,74	3,74	3,69	3,73	3,72
6	7	400	3,74	3,70	3,74	3,71	3,71

Dari hasil Tabel 2 diatas, bahwa tawas tidak dapat menetralkan air asam tambang justru semakin banyak tawas yang digunakan maka pH semakin menurun.

Menurut, (Herlinawati,2020), penetralan air asam tambang menggunakan tawas sebaiknya tidak digunakan secara tunggal.^[15] Namun jika dicampur dengan FABA atau kapur dengan dosis tertentu, maka dapat bermanfaat sebagai koagulan, semakin banyak ikatan molekul hidrat maka semakin banyak ion yang terdapat dalam air nantinya yang terikat walaupun umumnya tidak stabil.



Gambar 2. Grafik Penguujian Tawas dengan AAT

Dari hasil grafik penguujian tawas dengan AAT dapat disimpulkan bahwa tawas tidak dapat untuk menetralkan air asam tambang

terlihat dari grafik di atas semakin banyak komposisi tawas yang di berikan maka pH AAT semakin menurun.

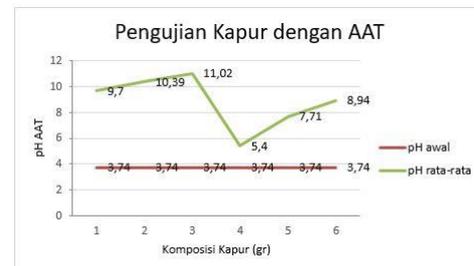
3.4.3 Penguujian Kapur dengan AAT

Pencampuran kapur dan AAT dilakukan dengan berbagai komposisi massa yang berbeda-beda. Hasil dari penguujian pencampuran kapur dan AAT dapat dilihat pada Tabel 3 di bawah ini.

Tabel 3. Komposisi Kapur dengan AAT

No	Komposisi Kapur (gr)	Volume AAT (ml)	pH Awal	pH 1	pH 2	pH 3	pH Rata-rata
1	0,1	400	3,74	9,72	9,64	9,76	9,70
2	0,2	400	3,74	10,38	10,40	10,41	10,39
3	0,3	400	3,74	10,88	11,08	11,10	11,02
4	0,03	400	3,74	5,39	5,40	5,43	5,40
5	0,04	400	3,74	7,69	7,73	7,72	7,71
6	0,05	400	3,74	8,89	8,98	8,97	8,94

Dari hasil Tabel 4 di atas, dimulai dari penggunaan kapur sebesar 0,1 gr dan dicampurkan dengan 400 ml AAT hasilnya melebihi target yang diinginkan. Sehingga penulis melakukan pengurangan terhadap komposisi kapur sampai 0,04 gr dan mendapatkan hasil pH rata-rata 7,71.



Gambar 3. Grafik Penguujian Kapur dengan AAT

Dari hasil grafik penguujian kapur dengan AAT dapat disimpulkan bahwa kapur dapat menetralkan air asam tambang terlihat dari grafik di atas yang memiliki perubahan yang signifikan setiap penambahan massa kapur terhadap AAT 400 ml.

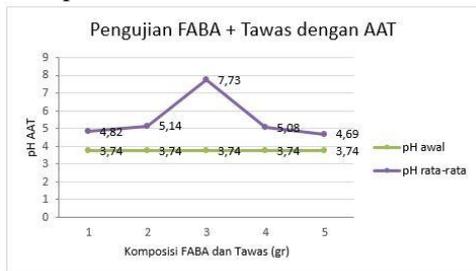
3.4.4 Penguujian FABA dan Tawas dengan AAT

Pencampuran FABA, tawas dan AAT dilakukan dengan berbagai komposisi massa yang berbeda-beda. Hasil dari penguujian pencampuran FABA, tawas dan AAT dapat dilihat pada Tabel 4 di bawah ini.

Tabel 4. Komposisi FABa Tawas dengan AAT

No	Komposisi FABa (gr)	Komposisi Tawas (gr)	Volume AAT (ml)	pH Awal	pH 1	pH 2	pH 3	pH Rata-rata
1	2	0,25	400	3,74	4,80	4,83	4,85	4,82
2	3	0,25	400	3,74	5,14	5,13	5,17	5,14
3	5	0,25	400	3,74	7,70	7,78	7,72	7,73
4	5	0,50	400	3,74	5,03	5,09	5,14	5,08
5	5	1	400	3,74	4,65	4,69	4,75	4,69

Dari hasil Tabel 4 di atas dapat diketahui bahwa untuk penetralan AAT sebanyak 400 ml dengan pH 3,74 maka dibutuhkan 5 gr FABa dan 0,25 gr tawas, dan mendapatkan hasil pH rata-rata 7,73.



Gambar 4. Grafik Pengujian FABa + Tawas dengan AAT

Dari gambar grafik diatas dapat diketahui bahwa untuk penetralan AAT sebanyak 400 ml dibutuhkan FABa lebih banyak yaitu 5 gr. Sedangkan semakin sedikit komposisi tawas maka grafik semakin naik sehingga dibutuhkan 0,25 gr tawas untuk menghasilkan pH rata-rata 7,73.

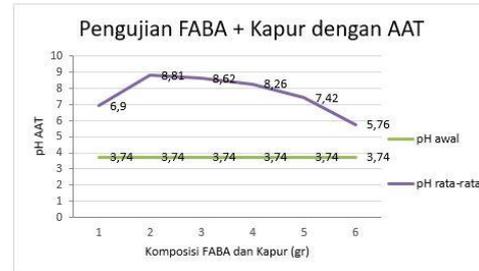
3.4.5 Pengujian FABa, Kapur dengan AAT

Pencampuran FABa, kapur dan AAT dilakukan dengan berbagai komposisi massa yang berbeda-beda. Hasil dari pengujian pencampuran FABa, kapur dan AAT dapat dilihat pada Tabel 5 di bawah ini.

Tabel 5. Komposisi FABa, Kapur dengan AAT

No	Komposisi FABa (gr)	Komposisi Kapur (gr)	Volume AAT (ml)	pH Awal	pH 1	pH 2	pH 3	pH Rata-rata
1	1	0,03	400	3,74	6,88	6,90	8,92	6,90
2	1,5	0,03	400	3,74	8,78	8,81	8,84	8,81
3	1,5	0,02	400	3,74	8,60	8,62	8,66	8,62
4	1,2	0,02	400	3,74	8,22	8,26	8,30	8,26
5	1,5	0,01	400	3,74	7,40	7,45	7,42	7,42
6	1,2	0,01	400	3,74	5,70	5,76	5,82	5,76

Dari hasil Tabel 6 diatas, untuk penetralan AAT dengan menggunakan FABa dan kapur dibutuhkan 1gr FABa dan 0,03 gr kapur, dan didapatkan pH sebesar 6,90. Penetralan juga bisa menggunakan 1,5 gr FABa dan 0,01 gr kapur dan didapatkan hasil pH rata-rata 7,42.



Gambar 5. Grafik Pengujian FABa + kapur dengan AAT

Dari gambar grafik diatas terlihat bahwa pencampuran FABa dan kapur efektif untuk meningkatkan pH AAT.

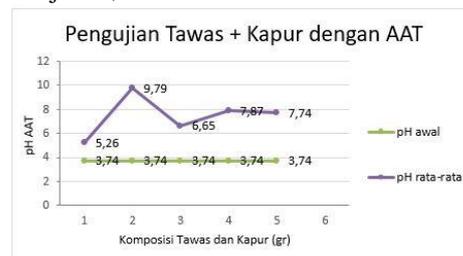
3.4.6 Pengujian Tawas, Kapur dengan AAT

Pencampuran tawas, kapur dan AAT dilakukan dengan berbagai komposisi massa yang berbeda-beda. Hasil dari pengujian pencampuran tawas, kapur dan AAT dapat dilihat pada Tabel 6 di bawah ini.

Tabel 6. Komposisi Tawas, Kapur dengan AAT

No	Komposisi Kapur (gr)	Komposisi Tawas (gr)	Volume AAT (ml)	pH Awal	pH 1	pH 2	pH 3	pH Rata-rata
1	0,1	0,1	400	3,74	5,26	5,24	5,30	5,26
2	0,2	0,1	400	3,74	9,76	9,79	9,82	9,79
3	0,2	0,3	400	3,74	6,58	6,70	6,68	6,65
4	0,25	0,25	400	3,74	7,84	7,87	7,90	7,87
5	0,3	0,35	400	3,74	7,70	7,74	7,80	7,74

Dari hasil pengujian penetralan AAT menggunakan kapur dan tawas, dibutuhkan 0,2 gr kapur dan 0,3 gr tawas untuk menghasilkan pH sebesar 6,65. Lalu jika menggunakan 0,25 gr kapur dan 0,25 gr tawas dapat menghasilkan pH sebesar 7,87. Dan jika menggunakan kapur sebesar 0,3 gr dan tawas 0,35 gr didapatkan hasil pH menjadi 7,74.



Gambar 6. Grafik Pengujian Tawas + Kapur dengan AAT

Dari hasil grafik di atas dapat disimpulkan penggunaan tawas dan kapur sebagai penetralan air asam tambang bisa dilakukan dengan perbandingan kapur 0,3 gr dan tawas 0,35 gr dengan 400 ml air asam tambang.

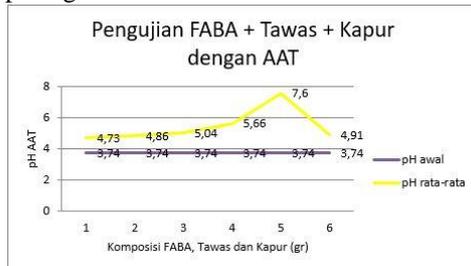
3.4.7 Pengujian FABA, Tawas dan Kapur dengan AAT

Pencampuran FABA, tawas, kapur dan AAT dilakukan dengan berbagai komposisi massa yang berbeda-beda. Hasil dari pengujian pencampuran FABA tawas, kapur dan AAT dapat dilihat pada Tabel 7 berikut ini.

Tabel 7. Komposisi FABA, Tawas dan Kapur dengan AAT

No	Komposisi FABA (gr)	Komposisi Kapur (gr)	Komposisi Tawas (gr)	Volume AAT (ml)	pH Awal	pH 1	pH 2	pH 3	pH Rata-rata
1	1	0,02	0,25	400	3,74	4,73	4,75	4,73	4,73
2	2	0,02	0,25	400	3,74	4,84	4,86	4,90	4,86
3	2	0,03	0,25	400	3,74	4,88	5,09	5,15	5,04
4	2,5	0,03	0,25	400	3,74	5,60	5,66	5,74	5,66
5	3	0,03	0,25	400	3,74	7,55	7,60	7,67	7,60
6	3	0,03	0,5	400	3,74	4,91	4,89	4,94	4,91

Dari Tabel 7 diatas jika dikonversi menjadi grafik, maka grafiknya dapat dilihat pada gambar 7 dibawah ini:



Gambar 7. Grafik Pengujian FABA, Tawas dan Kapur dengan AAT

Dari hasil pencampuran FABA, tawas dan kapur untuk menetralkan air asam tambang sebanyak 400 ml yang mempunyai pH 3,74 dengan komposisi campuran FABA 3 gr, kapur 0,03 gr dan tawas 0,25 gr dapat meningkatkan pH air asam tambang sampai rata-rata 7,60.

Berdasarkan pengujian campuran FABA, kapur dan tawas dapat dilihat bahwa adanya kapur dan tawas dalam pemanfaatan FABA untuk menetralkan air asam tambang dapat mempercepat menaikkan pH air asam tambang, tetapi penggunaan tawas disini tidak berfungsi sebagai penetralan air asam tambang tetapi sebagai mempercepat pengendapan dan mempercepat penjernihan air asam tambang. Disini dapat disimpulkan untuk penetralan air asam tambang yang optimal dapat menggunakan FABA dan kapur.

4. Kesimpulan

4.1 Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian yang telah penulis lakukan, maka diperoleh kesimpulan sebagai berikut :

1. Didapatkan nilai pH air asam tambang di *settling pond* CV. "X" sebesar 3,74
2. Dari pengujian yang telah dilakukan oleh penulis, komposisi optimal untuk menetralkan air asam tambang sebanyak 400 ml maka dibutuhkan FABA sebanyak 2 gram. Jika menetralkan air asam tambang 400 ml menggunakan media kapur, maka dibutuhkan kapur sebanyak 0,04 gram. Dari pengujian penetralan air asam tambang menggunakan tawas, penulis berkesimpulan bahwa tawas tidak dapat digunakan untuk menetralkan air asam tambang.
3. Dari pengujian yang telah dilakukan penulis, komposisi antara FABA dan tawas untuk menetralkan 400 ml air asam tambang didapatkan komposisi 5 gram FABA dan 0,25 gram tawas.
4. Dari pengujian yang telah dilakukan penulis, komposisi antara FABA dan kapur untuk menetralkan 400 ml air asam tambang didapatkan komposisi 1,5 gram FABA dan 0,03 gram kapur.
5. Dari pengujian yang telah dilakukan penulis, komposisi antara kapur dan tawas untuk menetralkan 400 ml air asam tambang didapatkan komposisi 0,3 gram kapur dan 0,3 gram tawas.
6. Dari pengujian yang telah dilakukan penulis, komposisi antara FABA, kapur dan tawas untuk menetralkan 400 ml air asam tambang didapatkan komposisi FABA sebesar 3 gram, kapur sebesar 0,03 gram dan tawas sebesar 0,25 gram.

4.2 Saran

Berdasarkan hasil penelitian yang telah penulis lakukan, maka diperoleh kesimpulan sebagai berikut :

1. Sebelum air asam tambang di alirkan ke sungai sebaiknya harus dinetralkan terlebih dahulu. Karena pH air asam tambang yang ada di *settling pond* sebesar 3,74 yang jauh dari air normal dan akan menimbulkan kerusakan pada lingkungan.
2. Sebelum menggunakan air asam tambang untuk dilakukan pengujian, air asam tambang yang telah disimpan harus diaduk dulu agar partikel yang telah terendap bisa larut lagi sehingga pH awal tetap sama.
3. Sebaiknya FABA jangan di tumpuk pada dataran tinggi, sebab jika terjadi hujan maka FABA tersebut akan terbawa air hujan dan menimbulkan lumpur dan akan mencemari lingkungan sekitar.

Daftar Pustaka

- [1] Chairul, Adha 2017. *Analisis Efektifitas Kapur Tohor dan Zeolit Untuk Peningkatan pH dan Penurunan Kandungan Logam Fe dan Cu Pada Pengolahan Air Asam Tambang*. Makassar: Universitas Hasanuddin.
- [2] Damayanti, Retno. 2018. *Abu Batubara dan Pemanfaatannya: Studi Tinjauan Teknis Karakteristik Secara Kimia dan Toksikologinya*. Jurnal Teknologi Mineral dan Batubara. Vol 14, No. 13.
- [3] Faiz, Ramadhan. 2019. *Pemanfaatan Limbah FABA (Fly Ash dan Bottom Ash) PLTU Sijantang Untuk Menetralkan Air Asam Tambang*. Padang: UNP
- [4] Firman, Gunawan.dkk. 2014. *Penelitian dan Pengembangan Sistem Pengelolaan Air Asam Tambang di Lati Mine Operation*. Bandung: ITB
- [5] Herlina, Ayu. 2018. *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*. Palembang: Universitas Sriwijaya
- [6] Hasmawati, H. (2017). *Pemanfaatan Tawas Sintetik dari Kaleng Bekas Sebagai Koagulan pada Air (Doctoral dissertation, Universitas Islam Negeri Alauddin Makassar)*.
- [7] Kinasti, Mekar. 2017. *Pemanfaatan Limbah Pembakaran Batubara (Bottom Ash) Pada PLTU Suralaya Sebagai Media Tanam Dalam Upaya Mengurangi Pencemaran Lingkungan*. Jurnal TTPLN Vol. 6. No. 02.
- [8] Megawati dkk. 2019. *Komposisi Kimia Batu Kapur Alam dari Indutri Kapur Kabupaten Kolaka Sulawesi Tenggara*. Vol.5, No.2, Juli 2019, pp. 104~108
- [9] Nindi Virginia dkk. 2020. *Kajian Kualitas Air Pada Tambang Tembaga-Emas Porfiri*. Vol. 2, No. 1, Juli 2020. . Newton-Maxwell Journal Vol. 1 No. 1. Yogyakarta : ITY
- [10] Nusa.Idaman,Said. (2014). *Teknologi Pengolahan Air Asam Tambang Batubara “Alternatif Pemilihan Teknologi”*. Jurnal Air Indonesia, 7(2)
- [11] Oktafiansyah, 2020. *Kajian Teknis dan Ekonomis Pengaruh Jenis Kapur dalam Upaya Pengelolaan Air Asam Tambang*. Jurnal Teknik Kebumihan, Vol 05. No 02.
- [12] Qureshi A.etal. 2016. *Potential of Fly Ash For Neutralisation of Acid Mine Drainage*. *Enviromental Science and Pollution Research* Vol. 23.
- [13] Radhitya Adzan, dkk. 2020. *Pengolahan Air Asam Tambang di Penambangan Mineral Logam Kabupaten Pacitan Provinsi Jatim dengan Metoda Elektrokoagulasi*. Newton-Maxwell Journal Vol. 1 No. 1. Yogyakarta : ITY
- [14] Rahman, Arif. 2020. *Analisis Ekstraksi dan Karakteristik Silika dari Limbah Padat Fly Ash dan Bottom Ash Hasil Pembakaran Batubara Menggunakan Metode Asam dengan Larutan NaOH dan HCL*. Palembang: Universitas Sriwijaya
- [15] Rukmana, S.B.T 2017. *Penanganan Air Asam Tambang Pada Skala Laboratorium Dengan Menggunakan Kapur Tohor Berdasarkan Parameter Ketebalan NAF*. Yogyakarta : UPN Veteran Yogyakarta
- [16] Susan, dkk. 2016. *Kajian Penanggulangan Air Asam Tambang Pada Salah Satu Perusahaan Pemegang Ijin Usaha Pertambangan Di Desa Lemo, Kabupaten Barito Utara, Kalimantan Tengah*. *EnviroScintee* Vol. 12 No. 1. Kalimantan Selatan : Universitas Lambung Mangkurat.
- [17] Stumm, W., & Morgan, J. J. (1996). *Aquatic chemistry: chemical equilibria and rates in natural waters*, paperback. Wiley, New York.
- [18] Utami U.B. L, et al. 2020. *Neutralization Acid Mine Drainage (AMD) Using NaOH at PT. Jorong Batutama Grestone, Tanah Laut, South Borneo*. Indonesian Journal of Chemical Analysis, ISSN 2622-7401 Vol. 03 No. 01 : Diponegoro University.
- [19] Wardani, S. P. R. (2008). *Pemanfaatan limbah batubara (Fly Ash) untuk stabilisasi tanah maupun keperluan teknik sipil lainnya dalam mengurangi pencemaran lingkungan*.
- [20]Widyaningsih, Triatmi. 2015. *Pemanfaatan Daun Kelor (Moringa Oleifera) dan Tawas Sebagai Bahan Penjernih Air Sumur Gali*. Jurnal Rekayasa Lingkungan Vol. 15. No 02.