

SKRIPSI

**STUDI PENGARUH VOLUME FILTER ANDESIT TERHADAP PH DAN
KADAR LOGAM (FE DAN MN) AIR ASAM TAMBANG**



Oleh
Denny Wijaya
03021281419073

JURUSAN TEKNIK PERTAMBANGAN
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS SRIWIJAYA
2019

SKRIPSI

STUDI PENGARUH VOLUME FILTER ANDESIT TERHADAP PH DAN KADAR LOGAM (FE DAN MN) AIR ASAM TAMBANG

Diajukan Untuk Memenuhi Salah Satu Syarat Memperoleh Gelar
Sarjana Teknik pada Jurusan Teknik Pertambangan
Fakultas Teknik Universitas Sriwijaya



Oleh
Denny Wijaya
03021281419073

JURUSAN TEKNIK PERTAMBANGAN
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS SRIWIJAYA
2019

HALAMAN PENGESAHAN

STUDI PENGARUH VOLUME FILTER ANDESIT TERHADAP PH DAN KADAR LOGAM (FE DAN MN) AIR ASAM TAMBANG

SKRIPSI

Diajukan untuk Melengkapi Salah Satu Syarat Memperoleh Gelar Sarjana Teknik
pada Jurusan Teknik Pertambangan Fakultas Teknik Universitas Sriwijaya

Oleh:

DENNY WIJAYA

03121281419073

Inderalaya, November 2019

Pembimbing I

Dr. Ir. H. Maulana Yusuf, M.S., MT.
NIP. 195909251988111001

Pembimbing II

Ir. Hj. Hartini Iskandar, M.Si.
NIP. 1671014712480002

Mengetahui,

Ketua Jurusan Teknik Pertambangan



Dr. Hj. RR. Harminuke Eko Handavani, S.T., M.T.
NIP. 196902091997032001

HALAMAN PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI

Yang bertanda tangan dibawah ini :

Nama : Denny Wijaya
NIM : 03021281419073
Judul : Studi Pengaruh Volume Filter Andesit Terhadap Ph dan Kadar Logam (Fe dan Mn) Air Asam Tambang

Memberikan izin kepada Pembimbing dan Universitas Sriwijaya untuk mempublikasi hasil penelitian saya untuk kepentingan akademik apabila dalam waktu 1 (satu) tahun tidak mempublikasikan karya penelitian saya. Dalam kasus ini saya setuju untuk menempatkan Pembimbing sebagai Penulis korespondensi (*corresponding author*).

Demikian, pernyataan ini saya buat dalam keadaan sadar dan tanpa ada paksaan dari siapapun.

Indralaya, November 2019



Denny Wijaya
NIM. 03021281419073

HALAMAN PERNYATAAN INTEGRITAS

Yang bertanda tangan dibawah ini :

Nama : Denny Wijaya
NIM : 03021281419073
Judul : Studi Pengaruh Volume Filter Andesit Terhadap Ph dan Kadar Logam (Fe dan Mn) Air Asam Tambang

Menyatakan bahwa skripsi saya merupakan hasil karya sendiri didampingi oleh tim pembimbing dan bukan hasil penjiplakan atau plagiat, apabila ditemukan unsur penjiplakan atau plagiat dalam skripsi ini maka saya bersedia menerima sanksi akademik dari Universitas Sriwijaya.

Demikian, pernyataan ini saya buat dalam keadaan sadar dan tanpa ada paksaan dari siapapun.



Indralaya, November 2019

Denny Wijaya
NIM. 03021281419073

KATA PENGANTAR

Puji dan syukur atas kehadiran Tuhan Yang Maha Esa karena berkah dan rahmat-Nya laporan skripsi yang berjudul *Studi Pengaruh Volume filter Andesit Terhadap pH dan Kadar Logam (Fe dan Mn) Air Asam Tambang*, yang dilaksanakan dari tanggal 12 November 2018 sampai 28 Mei 2019.

Ucapan terima kasih kepada Dr. Ir. H. Maulana Yusuf, MS., MT. sebagai pembimbing pertama dan Ir. Hj. Hartini Iskandar, M.Si. sebagai pembimbing kedua dalam pembuatan skripsi ini. Selain itu, penulis juga mengucapkan terima kasih kepada:

1. Prof. Ir. Subriyer Nasir, M.S., Ph.D. sebagai Dekan Fakultas Teknik Universitas Sriwijaya.
2. Dr. Hj. Rr. Harminuke Eko Handayani, ST., MT. dan Bochori, ST., MT, IPM. sebagai Ketua Jurusan dan Sekretaris Jurusan Teknik Pertambangan Fakultas Teknik Universitas Sriwijaya.
3. Ir. Mukiat, MS. sebagai pembimbing akademik.
4. Bapak dan Ibu Dosen Pengajar serta Pegawai di Jurusan Teknik Pertambangan Universitas Sriwijaya.
5. Anton Sujarwo, ST. sebagai Kepala Teknik Tambang PT. Baturona Adimulya
6. Nyimas Eviyani, S.Si. Sebagai Kepala UPTD Laboratorium Lingkungan Dinas Lingkungan Hidup & Kebersihan Kota Palembang beserta para staff dan karyawan.
7. Segenap pihak yang telah memberi dukungan dalam penyusunan skripsi ini.

Penulis menyadari bahwa dalam penulisan skripsi ini masih jauh dari kata sempurna dan masih banyak kesalahan serta kekurangan di dalamnya. Untuk itu, penulis mengharapkan kritik dan saran dari pembaca untuk lebih menyempurnakan lagi skripsi ini. Akhir kata, penulis berharap laporan ini dapat bermanfaat. Terima kasih.

DAFTAR ISI

	Halaman
Halaman Judul	i
Halaman Pengesahan	ii
Halaman Persetujuan Publikasi	iii
Halaman Pernyataan Integritas	iv
Riwayat Hidup	v
Halaman Persembahan	vi
Kata Pengantar	vii
Ringkasan	viii
Summary	x
Daftar Isi	xii
Daftar Gambar	xiv
Daftar Tabel	xv
Daftar Lampiran	xvi
BAB 1 PENDAHULUAN	
1.1. Latar Belakang	1
1.2. Rumusan Masalah	3
1.3. Tujuan Penelitian	3
1.4. Batasan Masalah	4
1.5. Manfaat Penelitian	4
BAB 2 TINJAUAN PUSTAKA	
2.1. Proses Pembentukan Air Asam Tambang	5
2.2. Tipe Air Asam Tambang	9
2.3. Sumber – Sumber Air Asam Tambang	10
2.4. Sifat Fisik Dan Kimia Air Asam Tambang	11
2.5. Dampak Air Asam Tambang Pada Lingkungan	12
2.6. Pengelolaan Air Asam Tambang	14
2.7. Filter Dan Filtrasi	18
2.7.1. Filtrasi	18
2.7.2. Filter	19
2.7.3. Media Filter	19
2.8. Batu Andesit	20
2.9. Perhitungan Volume Filter Andesit	23
BAB 3 METODE PENELITIAN	
3.1. Lokasi Dan Waktu Penelitian	25
3.2. Variabel Penelitian	27
3.3. Metode Penelitian	27
3.3.1. Bahan Dan Peralatan	27
3.3.1.1. Bahan	27
3.3.1.2. Peralatan	27
3.4.3. Jenis Dan Sumber Data	28
3.4.4. Pengolahan Dan Analisis Data	29

3.4. Pelaksanaan Penelitian	31
3.4.1. Pengambilan Sampel Air Asam Tambang	31
3.4.2. Preparasi Sampel Batu Andesit	31
3.4.3. Pengujian pH Air Asam Tambang	32
3.4.4. Pengujian Kadar Logam (Fe dan Mn) Air Asam Tambang	32
BAB 4 HASIL DAN PEMBAHASAN	
4.1. Analisis Volume Filter Andesit Yang Efektif	
Untuk Meningkatkan pH Air Asam Tambang	34
4.2 Analisis Volume Filter Andesit Yang Efektif Untuk	
Menurunkan Kadar Besi (Fe) Air Asam Tambang.....	37
4.3. Analisis Volume Filter Andesit Yang Efektif Untuk	
Menurunkan Kadar Mangan (Mn) Air Asam Tambang	40
BAB 5 KESIMPULAN DAN SARAN	
5.1. Kesimpulan	43
5.2. Saran	43
DAFTAR PUSTAKA	
LAMPIRAN	

DAFTAR GAMBAR

	Halaman
2.1. Model Sederhana Oksidasi <i>Pyrite</i>	7
2.2. Batu Andesit	21
2.3. Volume Filter Andesit.....	23
3.1. Peta PKP2B PT. Baturona Adimulya Musi Banyuasin	26
3.2. Bagan Alir Penelitian.....	30
3.3. Rangkaian Alat Air Asam Tambang.....	33
4.1. Grafik Hasil Pengujian Volume Filter Andesit Terhadap pH	37
4.2. Grafik Hasil Pengujian Volume Filter Andesit Terhadap Kadar Besi (Fe).....	39
4.3. Grafik Hasil Pengujian Volume Filter Andesit Terhadap Kadar Mangan (Mn)	40
A.1. Surat Keterangan Pengambilan Sampel Air Asam Tambang	46
A.2. Surat Keterangan Pengujian Air Asam Tambang di Laboratorium	47
C.1 Lokasi Pengambilan Sampel Air Asam Tambang.....	50
C.2. Lokasi Pengambilan Sampel Andesit	50
D.1. Batu Andesit	51
D.2. Air Asam Tambang.....	51
E.1. <i>Jaw Crusher</i>	52
E.2. <i>Sieve</i>	52
E.3. <i>Meassure Meter</i>	53
E.4. pH Meter Digital	53
E.5. <i>Spectrophotometer</i>	54
E.6. <i>Autosampler</i>	54
E.7. Rangkaian Alat Filter Andesit	55

DAFTAR TABEL

	Halaman
2.1. Mineral Pembentuk Air Asam Tambang	6
2.2. Baku Mutu Air Limbah Cair Untuk Kegiatan Penambangan Batubara	14
2.3. Data Geokimia Untuk Komposisi Batuan Andesit.....	21
3.1. Jadwal Kegiatan Penelitian	26
3.2. Data, Parameter, Dan Jenis Data Penelitian.....	28
4.1. Hasil Pengujian Volume Filter Andesit Terhadap pH	36
4.2. Hasil Pengujian Volume Filter Andesit Terhadap Kadar Besi (Fe).....	38
4.3. Hasil Pengujian Volume Filter Andesit Terhadap Kadar Mangan (Mn)	41
B.1. Perhitungan Volume Filter Andesit	49

DAFTAR LAMPIRAN

Halaman

A.	Surat Keterangan Pengambilan Sampel Air Asam Tambang Dan Pengujian di Laboratorium	46
B.	Perhitungan Volume Filter Andesit.....	49
C.	Lokasi Pengambilan Sampel	50
D.	Gambar Bahan Yang Digunakan.....	51
E.	Gambar Peralatan Yang Digunakan	52
F.	Peraturan Gubernur Sumatera Selatan Nomor 8 Tahun 2012 Tentang Baku Mutu Air Limbah Cair bagi Kegiatan Industri, Hotel, Rumah Sakit, Domestik dan Pertambangan Batubara.....	56

STUDI PENGARUH VOLUME FILTER ANDESIT TERHADAP PH DAN KADAR LOGAM (FE DAN MN) AIR ASAM TAMBANG PT BATURONA ADIMULYA

Denny Wijaya¹, Maulana Yusuf², Hartini Iskandar³

Jurusan Teknik Pertambangan, Fakultas Teknik, Universitas Sriwijaya

Jl. Raya Palembang Prabumulih KM.32, Indralaya, Sumatera Selatan, 30662, Indonesia

Telp/fax: (0711)850137; E-mail: denyjes2011@gmail.com

ABSTRAK

Kegiatan pertambangan batubara memiliki dampak positif dan dampak negatif. Dampak negatif yang umumnya terjadi adalah permasalahan lingkungan salah satunya yang berkaitan dengan air. Kegiatan pengupasan tanah penutup dan overburden berpotensi membentuk air asam tambang. PT Baturona Adimulya menghasilkan air asam tambang dengan pH bernilai 3,9 dan kadar besi (Fe) sebesar 1,93 mg/l serta kadar mangan (Mn) sebesar 7,09 mg/l. Kandungan air asam tambang tersebut dapat menimbulkan masalah lingkungan dan tidak memenuhi Baku Mutu Lingkungan yang telah ditetapkan dalam Peraturan Gubernur Nomor 8 Tahun 2012 sehingga diperlukan proses pengolahan air asam tambang. Penelitian ini memanfaatkan metode filtrasi dimana batu andesit sebagai media filter untuk mengolah air asam tambang. Penelitian dilakukan secara eksperimental dan berskala laboratorium untuk menganalisa volume filter andesit yang paling efektif untuk menetralkan pH, mereduksi kadar logam Fe, dan kadar logam Mn. Hasil pengujian menunjukkan batu andesit dapat menetralkan pH dan mereduksi kadar logam Mn sedangkan kadar logam Fe mengalami peningkatan. Volume filter andesit yang paling efektif untuk menetralkan pH air asam tambang adalah $9,12 \times 10^3 \text{ m}^3$. Volume filter andesit yang paling efektif untuk mengurangi kadar logam Mn adalah $14,59 \times 10^3 \text{ m}^3$. Kadar logam Fe tidak memerlukan proses filtrasi dengan andesit karena kadar Fe telah memenuhi syarat maksimum kadar Fe dalam limbah cair hasil kegiatan penambangan yang diatur dalam Peraturan Gubernur Nomor 8 Tahun 2012.

Kata-kata kunci: Air asam tambang, Kadar besi (Fe), Kadar mangan (Mn), Volume filter andesit

Pembimbing I

Indralaya, November 2019

Pembimbing II

Dr. Ir. H. Maulana Yusuf, M.S., M.T.
NIP. 195909251988111001

Ir. Hj. Hartini Iskandar, M.Si.
NIP. 1671014712480002



BAB 1

PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang

Sektor pertambangan merupakan salah satu penopang pembangunan ekonomi suatu negara, karena perannya sebagai penyedia sumber daya energi yang sangat diperlukan bagi pertumbuhan perekonomian suatu negara. Industri Pertambangan merupakan sumber devisa negara, penyedia lapangan pekerjaan, dan meningkatkan pendapatan asli daerah. Selain dampak positif, kegiatan pertambangan menimbulkan permasalahan lingkungan. Masalah lingkungan yang diakibatkan oleh usaha pertambangan adalah masalah terhadap air seperti penurunan muka air tanah dan polusi air yang berakibat pada penurunan kualitas air. Dampak menurunnya kualitas air mengacu pada indikator – indicator seperti penurunan pH yang signifikan dan menaiknya kadar logam. Dampak terhadap biota disebabkan oleh tahap pembersihan lahan dimana banyak biota akan kehilangan tempat tinggalnya (Gautama, 2012). Air asam tambang merupakan permasalahan yang umumnya terjadi pada usaha pertambangan maka diperlukan metode pengelolaan lingkungan oleh perusahaan pertambangan tersebut.

Permasalahan pencemaran air sering menjadi masalah serius disebabkan karena air sendiri merupakan kebutuhan yang sangat vital bagi kelangsungan hidup dari makhluk hidup disekitar tambang dan air yang dimaksud adalah air asam tambang. Air asam tambang memiliki derajat keasaman yang rendah (Sengupta, 1993 dalam Henny *et al.*, 2010). Air asam tambang mendapat sebutan sebagai *The Yellow Boy*, yaitu air yang berwarna kuning yang memiliki derajat keasaman rendah ($\text{pH} < 3$) yang berada di kawasan tambang (Widuri, 2013). Air asam tambang terbentuk pada tambang terbuka maupun tambang bawah tanah. Air asam tambang terbentuk saat batuan hasil penggalian memiliki potensi asam (PAF) lalu terpapar oleh air dan oksigen, Air asam tambang juga dapat terbentuk secara biologi dengan adanya aktivitas dari bakteri *thiobacillus ferrooxidans* dan *ferrobacillus ferrooxidans* (Widuri, 2013). Kontaminasi air asam tambang dapat terjadi karena berbagai hal, seperti saat dilakukannya konstruksi, kegiatan

penambangan sehingga saat areal bekas tambang ditinggalkan karena tidak produktif lagi (Nasir *et al.*, 2014)

Air asam tambang memiliki dua sifat umum agar suatu air dikategorikan sebagai air asam tambang. Sifat yang paling mudah teridentifikasi adalah sifat fisik air asam tambang yaitu, berwarna kemerahan atau kuning, dan memiliki kandungan TSS (*Total Solid Suspension*) didalamnya (Irawan *et al.*, 2016). Air asam tambang juga memiliki sifat kimia, yaitu memiliki derajat keasaman (pH) yang kurang dari tiga, dan memiliki kandungan kandungan logam seperti Fe, Al, Zn, Pb, dan As dengan kadar yang cukup tinggi (Henny *et al.*, 2010). Sifat air asam tambang tersebut dapat merusak lingkungan serta ekosistem apabila dibebaskan ke alam.

Dampak air asam tambang terhadap lingkungan sekitar areal tambang, yaitu terganggunya ekosistem di perairan seperti: sungai, danau, dan rawa. Dampak tersebut disebabkan oleh pH air yang rendah dan kandungan logam berat yang tidak sesuai bagi kehidupan para biota-biota air pada umumnya (Priyanto., 2010). Beberapa jenis biota akuatik pada area yang terkena efek buangan air asam tambang akan mengalami kerusakan bahkan dapat mengalami kematian. (Lo'pez-Archilla *et al.*, 2001 dalam Henny *et al.*, 2010). Air asam tambang juga berdampak pada kualitas tanah disekitarnya. Air asam tambang yang merupakan oksidasi mineral bersulfur dapat melepaskan sulfat ke lingkungan dan mengakibatkan pH tanah menjadi rendah sehingga unsur hara makro menjadi tidak tersedia karena terikat oleh ion-ion logam terutama logam Fe dan Mn. (Widyati, 2009).

Dampak dari air asam tambang dapat dikurangi dengan cara mengelola air asam tambang. Prinsip dalam pengelolaan air asam tambang yaitu adalah pencegahan terbentuknya air asam tambang lebih baik daripada pengelohnannya (*prevention is better than treatment*) karena dengan mencegah maka akan lebih baik untuk jangka panjang dan dapat meminimalkan resiko (Gautama, 2012). Air asam tambang yang telah terbentuk akan lebih baik bila dikelola terlebih dahulu sebelum di alirkan ke lingkungan. Terdapat dua macam proses pengolahan air asam tambang, yaitu: proses pengolahan aktif dan proses pengolahan pasif. Proses pengolahan aktif merupakan teknologi yang dioperasikan oleh manusia,

contohnya aerasi, netralisasi, dan membran. Pengolahan pasif merupakan pengolahan yang tidak membutuhkan intervensi manusia baik pengoperasian dan perawatannya (Nasir *et al.*, 2014).

Metode yang banyak dipakai oleh industri pertambangan batubara di Indonesia adalah proses pengolahan aktif netralisasi dengan cara penambahan kapur tohor dalam dosis tertentu (Nurisman, 2012) seperti hal nya di PT Baturona Adimulya yang menggunakan metode kolam lumpur dan penambahan kapur untuk menetralkan pH air asam tambang yang bernilai 3,9 serta mengandung kadar Fe 1,93 mg/l, dan kadar Mn 7,09 mg/l.

Metode pengolahan air asam tambang yang digunakan adalah metode filtrasi dimana pada penelitian ini digunakan filter batu andesit. Batu andesit memiliki sifat basa yang dapat menetralkan air asam tambang seperti meningkatkan pH dan mengurangi kadar logam berat seperti Fe dan Mn. Berdasarkan sifat-sifat tersebut andesit digunakan sebagai media filter.

1.2. Rumusan Masalah

Permasalahan penelitian sebagai berikut :

1. Bagaimana volume filter andesit yang efektif untuk meningkatkan pH air asam tambang ?
2. Bagaimana volume filter andesit yang efektif untuk menurunkan kadar logam Fe air asam tambang ?
3. Bagaimana volume filter andesit yang efektif untuk menurunkan kadar logam Mn air asam tambang ?

1.3. Tujuan Penelitian

Tujuan penelitian sebagai berikut:

1. Menganalisis volume filter andesit yang efektif untuk meningkatkan pH air asam tambang.
2. Menganalisis volume filter andesit yang efektif untuk menurunkan kadar logam Fe air asam tambang.
3. Menganalisis volume filter andesit yang efektif untuk menurunkan kadar logam Mn air asam tambang.

1.4. Batasan Masalah

Batasan masalah dalam penelitian ini. Penelitian yang dilakukan merupakan penelitian dengan skala laboratorium, masalah yang dibahas dalam penelitian ini berupa pengaruh volume andesit dalam filter andesit terhadap pH, kadar logam besi (Fe), dan mangan (Mn) dalam air asam tambang dengan tujuan agar kadar logam Fe dan Mn di air asam tambang dapat berkurang serta derajat keasaman (pH) dapat ditingkatkan sesuai dengan Baku Mutu Lingkungan Air Limbah Penambangan Batubara yang ditetapkan dalam Peraturan Gubernur Sumatera Selatan Nomor 8 Tahun 2012 tentang Baku Mutu Air Limbah Cair bagi Kegiatan Industri, Hotel, Rumah Sakit, Domestik, dan Pertambangan Batubara dan Keputusan Menteri Negara Lingkungan Hidup Nomor 113 Tahun 2003 tentang Baku Mutu Air Limbah bagi Usaha dan Kegiatan Pertambangan Batubara.

1.5. Manfaat Penelitian

Manfaat penelitian ini dapat dibagi menjadi dua bagian, yaitu manfaat akademis dan manfaat praktis :

1. Manfaat akademis

Memperkaya khazanah ilmu pengetahuan dan teknologi bidang pertambangan khususnya terkait dengan pengaruh volume filter andesit yang efektif untuk meningkatkan pH air asam tambang dan mengurangi kadar logam (Fe dan Mn).

2. Manfaat praktis

Hasil penelitian dapat menjadi dasar bagi perusahaan untuk mengatasi permasalahan air asam tambang dengan batu andesit yang efektif untuk meningkatkan pH air asam tambang dan mengurangi kadar logam (Fe dan Mn).

DAFTAR PUSTAKA

- Afrianty, C., Gustin, L., Dewi, T.K., 2012. Pengolahan Limbah Air Asam Tambang Menggunakan Teknologi Membran Keramik. *Jurnal Teknik Kimia*, 18(3) : 16-25
- Asip, F., Chintyani, N., Afria, S., 2015. Pengaruh Adsorben Diatomaceous Earth terhadap Penurunan Kadar Besi dan Ion Sulfat dari Air Asam Tambang. *Jurnal Teknik Kimia*, 21(4) : 10-18
- Edwin, T., Satiyadi, A.K., Dewilda, Y., 2015. Kinerja Biosand Filter Dalam Menyisihkan Total Coliform Di Air Tanah Dangkal. *Jurnal Teknik Lingkungan*, 12(1) : 17-26
- Gautama, R.S., 2012. *Pengelolaan Air Asam Tambang*. Bimbingan Teknis Reklamasi dan Pasca Tambang pada Kegiatan Pertambangan Mineral dan Batubara. Kementerian ESDM, Yogyakarta.
- Henny, L., Ajie, G.S., Susanti, E., 2010. Pengolahan Air Asam Tambang Menggunakan Sistem “Passive treatment”. *Prosiding Seminar Nasional Limnologi V*. Pusat Penelitian Limnologi – LIPI, 331-344
- Hidayat, L., 2017. Studi Kasus Pengelolaan Air Asam Tambang (Acid Mine Drainage) di PT. Bhumi Rantau Energi Kabupaten Tapin Kalimantan Selatan. *Jurnal ADHUM*, 7(1) : 44-51
- Irawan, S.N., Mahyudin, I., Razie, F., Susilawati, 2016. Kajian Penanggulangan Air Asam Tambang pada Salah Satu Perusahaan Pemegang Ijin Usaha Pertambangan di Desa Lemo, Kabupaten Barito Utara, Kalimantan Tengah. *Enviroscienteae*, 1(12) : 50:59
- Leathen, W.W., S.A. Braley, and L.D. McIntyre. 1953. The role of bacteria in the formation of acid from certain sulfuritic constituents associated with bituminous coal. *Applied Microbiology* 1: 61-68.
- Mubarokah, I. (2010). *Gabungan Metode Aerasi dan Adsorbsi dalam Menurunkan Fenol dan COD pada Limbah Cair UKM Batik Purnama*. Universitas Negeri Semarang, Semarang.
- Mulder, M. 1996. *Basic Principle Of Membrane Technology*, 2E. Diperoleh tanggal 12 maret 2019 dari http://fuadrofiqi.blogspot.com/2012/11/filtrasi_5043.html
- Nasir, S., Purba, M., Sihombing, O., 2014. Pengolahan Air Asam Tambang dengan Menggunakan Membran Keramik Berbahan Tanah Liat, Tepung Jagung, dan Serbuk Besi. *Jurnal Teknik Kimia*, 20(3) : 22-30

Nurisman, E., 2012. Studi terhadap Dosis Penggunaan Kapur Tohor (CaO) pada Proses Pengolahan Air Asam Tambang pada Kolam Pengendapan Lumpur Tambang Air Laya PT Bukit Asam (Persero) Tbk. *Jurnal Teknik Patra Akademika*, 5 : 1-14

Priyanto, A. (2015). *Bahaya Air Asam Tambang*. Diperoleh 24 Juli 2017 dari http://www.kompasiana.com/alyasfather/bahaya-air-asam-tambang_5500081aa33311936f50fa91

Said, N. I., (1996). *Pembuatan Filter untuk Menghilangkan Zat Besi dan Mangan di dalam Air*. Diperoleh 17 januari 2018 dari <http://www.kelair.bppt.go.id/Sitpa/Artikel/Filter/filter.html>

Said, N. I., (2014). Teknologi Pengolahan Air Asam Tambang Batubara “Alternatif Pemilihan Teknologi”, Pusat Teknologi Lingkungan, BPPT, 121

Skousen, J.G., and P.F. Ziemkiewicz. 1996. *Acid mine drainage control and treatment. 2nd Edition. National Research Center for Coal and Energy, West Virginia University, Morgantown, WV.* 356 pp

Smith, J.D., Naden, J., Jenkin, G.R.T.,Keith, M., 2017. Hydrothermal Alteration and Fluid pH in Alkaline-hosted Ephitermal Systems. *Journal for Comprehensive Studies of Ore Genesis and Ore Exploration*, 89 : 772-779

Stumm, W., and J.J. Morgan. 1996. *Aquatic chemistry: an introduction emphasizing chemical equilibria in natural waters. 3rd Ed. John Wiley and Sons. New York.*

Waksman, S.A. 1922. *Microorganisms concerned in the oxidation of sulfur in the soil IV. A solid medium for the isolation and cultivation of thiobacillus thiooxidans. J. Bact.* 7:605608

Watten, B.J., Sibrell, P.L., Schwartz, M.F., 2005. Acid Neutralization Within Limestone Sand Reactors Receiving Coal Mine Drainage. *Journal of Environmental Pollution*, 137(2) : 295-304

Widuri, S.A., 2013. Mengenal Air Asam Tambang (Acid Mine Drainage). *Balai Penelitian Teknologi Konservasi Sumber Daya Alam*, 2(2) : 13-16

Widyati, E., 2009. Kajian Fitoremediasi Sebagai Salah Satu Upaya Menurunkan Akumulasi Logam Akibat Air Asam Tambang pada Lahan Bekas Tambang Batubara. *Jurnal Tekno Hutan dan Tanaman*, 2(2) : 67-75

Yudhistira, Hidayat, W.K., Hadiyarto, A., 2011. Kajian Dampak Kerusakan Lingkungan Akibat Kegiatan Penambangan Pasir di Desa Keninggar Daerah Kawasan Gunung Merapi. *Jurnal Ilmu Lingkungan*, 9(2) : 76-84