

SKRIPSI

ANALISIS PENGARUH WAKTU TUNGGU PENYARINGAN DAN KECEPATAN ALIR AIR TERHADAP PENINGKATAN pH DAN PENURUNAN KADAR LOGAM Fe DAN Mn PADA ALAT FILTRASI AIR ASAM TAMBANG



Oleh :

**DEFIT HENDRAWAN
NIM. 03021281621038**

**JURUSAN TEKNIK PERTAMBANGAN
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS SRIWIJAYA
2020**

SKRIPSI

ANALISIS PENGARUH WAKTU TUNGGU PENYARINGAN DAN KECEPATAN ALIR AIR TERHADAP PENINGKATAN pH DAN PENURUNAN KADAR LOGAM Fe DAN Mn PADA ALAT FILTRASI AIR ASAM TAMBANG

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



Oleh :

**DEFIT HENDRAWAN
NIM. 03021281621038**

**JURUSAN TEKNIK PERTAMBANGAN
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS SRIWIJAYA**

2020

HALAMAN PENGESAHAN

**ANALISIS PENGARUH WAKTU TUNGGU PENYARINGAN
DAN KECEPATAN ALIR AIR TERHADAP PENINGKATAN
pH DAN PENURUNAN KADAR LOGAM Fe DAN Mn
PADA ALAT FILTRASI AIR ASAM TAMBANG**

SKRIPSI

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

Oleh:

DEFIT HENDRAWAN
03021281621038

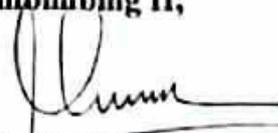
Indralaya, Maret 2020

Pembimbing I,

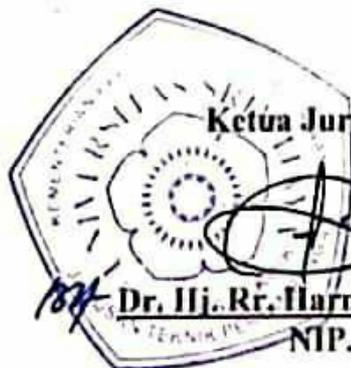


Dr. Ir. H. Maulana Yusuf, MS., MT
NIP. 195909251988111001

Pembimbing II,



Ir. Hj. Hartini Iskandar, M.Si.
NIP. 194812071978062001



Mengetahui,

Ketua Jurusan Teknik Pertambangan



Dr. Hj. Rr. Harminuke Iko Handayani, S.T., M.T.
NIP. 196902091997032001

HALAMAN PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI

Yang bertanda tangan dibawah ini :

Nama : Defit Hendrawan
NIM : 03021281621038
Judul : Analisis Pengaruh Waktu Tunggu Penyaringan dan Kecepatan Alir Air Terhadap Peningkatan pH dan Penurunan Kadar Logam Fe dan Mn pada Alat Filtrasi Air Asam Tambang

Memberikan izin kepada pembimbing dan Universitas Sriwijaya untuk mempublikasi hasil penelitian saya demi kepentingan Akademik. Apabila dalam waktu 1 (satu) tahun tidak mempublikasi karya penelitian ini, saya setuju untuk menempatkan Pembimbing sebagai penulis korespondensi (*Coresponding Author*).

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

Indralaya,



Defit Hendrawan
03021281621038

HALAMAN PERNYATAAN INTEGRITAS

Yang bertanda tangan dibawah ini :

Nama : Defit Hendrawan
NIM : 03021281621038
Judul : Analisis Pengaruh Waktu Tunggu Penyaringan dan Kecepatan Alir Air Terhadap Peningkatan pH dan Penurunan Kadar Logam Fe dan Mn pada Alat Filtrasi Air Asam Tambang

Menyatakan bahwa skripsi saya merupakan hasil karya sendiri didampingi tim pembimbing dan bukan hasil penjiplakan/plagiat. Apabila ditemukan unsur penjiplakan/plagiat dalam laporan Skripsi ini, maka saya bersedia menerima sanksi akademik dari Universitas Sriwijaya sesuai dengan aturan yang berlaku.

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



Indralaya,

Defit Hendrawan
03021281621038

KATA PENGANTAR

Puji dan syukur Penulis panjatkan kehadirat Allah SWT yang telah memberikan anugerah-Nya sehingga laporan tugas akhir ini dapat diselesaikan. Tujuan dari penelitian tugas akhir ini adalah sebagai syarat untuk dapat menyelesaikan pendidikan Sarjana Strata I dan mendapatkan gelar Sarjana Teknik di Jurusan Teknik Pertambangan Fakultas Teknik Universitas Sriwijaya. Penelitian tugas akhir ini berjudul “*Analisis Pengaruh Waktu Tunggu Penyaringan dan Kecepatan Alir Air Terhadap Peningkatan pH dan Penurunan Kadar Logam Fe dan Mn pada Alat Filtrasi Air Asam Tambang*”.

Penulis mengucapkan terima kasih kepada Dr. Ir. H. Maulana Yusuf, MS., MT dan Ir. Hj. Hartini Iskandar, M.Si selaku dosen pembimbing I dan dosen pembimbing II Tugas Akhir. Terimakasih juga saya sampaikan kepada:

1. Prof. Dr. Ir. Anis Saggaff, MSCE, selaku Rektor Universitas Sriwijaya;
2. Prof. Ir. Subriyer Nasir, MS., PhD, selaku Dekan Fakultas Teknik Universitas Sriwijaya;
3. Dr. Hj. Rr. Harminuke Eko Handayani, ST., MT., dan Ir. Bochori, ST., MT., selaku Ketua dan Sekretaris Jurusan Teknik Pertambangan Universitas Sriwijaya;
4. Rosihan Pebrianto, ST., MT., selaku Dosen Pembimbing Akademik;
5. Segenap pimpinan dan staf Balai Riset dan Standardisasi Industri Kota Palembang serta PT Baturona Adimulya Musi Banyuasin, Sumatera Selatan.
6. Seluruh dosen pengajar dan karyawan Jurusan Teknik Pertambangan Fakultas Teknik Universitas Sriwijaya.

Dalam penyelesaian laporan tugas akhir ini penulis menyadari bahwa masih terdapat kekurangan, oleh karena itu kritik dan saran yang membangun dari pembaca sangat diharapkan.

Akhirnya penulis berharap semoga laporan tugas akhir ini dapat bermanfaat dan menambah wawasan bagi semua pihak, khususnya Jurusan Teknik Pertambangan Universitas Sriwijaya.

Indralaya, Maret 2020
Penulis

DAFTAR ISI

	Halaman
Halaman Sampul	i
Halaman Judul	ii
Halaman Pengesahan	iii
Halaman Pernyataan Integritas	iv
Halaman Pernyataan Persetujuan Publikasi	v
Halaman Persembahan	vi
Halaman Riwayat Hidup	vii
Kata Pengantar	viii
Ringkasan	ix
<i>Summary</i>	xi
Daftar Isi	xiii
Daftar Gambar	xv
Daftar Tabel	xvi
Daftar Lampiran	xvii
 BAB 1 PENDAHULUAN	
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	2
1.3 Ruang Lingkup	2
1.4 Tujuan Penelitian	3
1.5 Manfaat Penelitian	3
 BAB 2 TINJAUAN PUSTAKA	
2.1 Proses Pembentukan Air Asam Tambang	5
2.2 Sifat Kimia dan Fisik Air Asam Tambang	8
2.3 PH dan Kadar Logam Fe dan Mn Air Asam Tambang	9
2.3.1 PH	9
2.3.2 Kadar Logam Fe dan Mn Air Asam Tambang	9
2.4 Dampak Air Asam Tambang pada Lingkungan	10
2.5 Pengolahan Air Asam Tambang	11
2.6 Batu Andesit	12
2.6.1 Genesa	13
2.6.2 Kandungan Batu Andesit	14
2.7 Filtrasi dan Filter	16
 BAB 3 METODOLOGI PENELITIAN	
3.1 Waktu dan Lokasi Penelitian	17
3.2 Metode Pengambilan Data	18
3.2.1 Alat dan Bahan	18
3.2.2 Tahapan Penelitian	20
3.2.2.1 Pengambilan Sampel Air Asam Tambang	20
3.2.2.2 Preparasi Sampel Batu Andesit	21

3.2.2.3	Pengujian pH Air Asam Tambang	21
3.2.2.4	Pengujian Kadar Logam Fe dan Mn Air Asam Tambang	22
3.3	Metode Penelitian	22
3.3.1	Rancangan Penelitian	22
3.3.1.1	Pendekatan Penelitian	23
3.3.1.2	Jenis dan Sumber Data	23
3.3.2	Bagan Alir Penelitian	23
3.3.3	Matrik Penelitian	25
BAB 4 HASIL PENGAMATAN DAN PEMBAHASAN		
4.1	Analisis Pengaruh Lama Waktu Tunggu Penyaringan Air terhadap Peningkatan pH Air Asam Tambang	26
4.2	Analisis Pengaruh Lama Waktu Tunggu Penyaringan Air terhadap Penurunan Kadar Logam Fe dan Mn Air Asam Tambang	29
4.3	Analisis Pengaruh Kecepatan Aliran Air terhadap Peningkatan pH Air Asam Tambang	33
4.4	Analisis Pengaruh Kecepatan Aliran Air terhadap Penurunan Kadar Logam Fe dan Mn Air Asam Tambang	35
BAB 5 PENUTUP		
5.1	Kesimpulan	38
5.2	Saran	38
	Daftar Pustaka	40
	Lampiran-lampiran	43

DAFTAR TABEL

	Halaman
2.1 Mineral pembentuk air asam tambang	6
2.2 Baku mutu air limbah kegiatan penambangan batubara	11
2.3 Komposisi batuan andesit	14
3.1 Metode Penyelesaian Masalah dalam Penelitian	25
4.1 Pengaruh Waktu Tunggu Penyaringan Air Terhadap Peningkatan pH	26
4.2 Pengaruh Waktu Tunggu Penyaringan Air Terhadap Kadar Logam Fe dan Mn	29
4.3 Pengaruh Kecepatan Aliran Air Terhadap Peningkatan pH	33
4.4 Pengaruh Waktu Kecepatan Aliran Air Terhadap Kadar Logam Fe dan Mn	35

DAFTAR GAMBAR

	Halaman
2.1. Mekanisme Dasar Oksidasi Pyrite	8
2.2 Batu Andesit.....	12
3.1 Lokasi Pengambilan Sampel Air Asam Tambang	17
3.2 Alat Filtrasi	19
3.3. Bagan Alir.....	24
4.1. Pengaruh Waktu Tunggu penyaringan Air Terhadap Peningkatan Ph .	27
4.2. Pengaruh Waktu Tunggu penyaringan Air Terhadap Penurunan Kadar Logam Fe	30
4.3. Pengaruh Waktu Tunggu penyaringan Air Terhadap Penurunan Kadar Logam Mn	32
4.4. Pengaruh Kecepatan Aliran Air Terhadap Peningkatan pH	34
4.5. Pengaruh kecepatan aliran air Terhadap Penurunan Kadar Logam Fe	36
4.6. Pengaruh kecepatan aliran air Terhadap Penurunan Kadar Logam Mn	37
A.1.Surat Keterangan Pengambilan Sampel Air Asam Tambang	43
A.2.Hasil uji pH dan kadar logam sampel di laboratorium	44
A.1.Hasil uji kadar logam batu andesit di labooratorium	45
B.1. Batu Andesit	46
B.2. Air Asam Tambang	46
C.1. <i>Jaw Crusher</i>	47
C.2. <i>Sieving</i>	47
C.3. Tabung Filtrasi	48
C.4. PH Meter	48
C.5. <i>Magnetic Stirer</i>	49
C.6. <i>Spectrophotometer</i>	49
D.1. Memasukkan sampel Air Asam Tambang ke dalam Beaker Glass	50
D.2. Destruksi Sampel yang telah ditambahkan HNO ₃ Di Lemari Asam	50
D.3. Penyaringan menggunakan Kertas Saring	51
D.4. Penambahan Aquades hingga batas miniskus	51
D.5. Pengujian Kadar Logam menggunakan Spectrophotometer	52
E. Salinan Keputusan Menteri LH No. 113 Tahun 2003	53

DAFTAR LAMPIRAN

	Halaman
A. Surat Keterangan Pengambilan Sampel Air Asam Tambang	43
B. Bahan Penelitian.....	46
C. Alat-Alat Penelitian.....	47
D. Proses Pengujian pH dan kadar logam di laboratorium	50
E. Salinan Keputusan Menteri LH No. 113 Tahun 2003	53

ANALISIS PENGARUH WAKTU TUNGGU PENYARINGAN DAN KECEPATAN ALIR AIR TERHADAP PENINGKATAN pH DAN PENURUNAN KADAR LOGAM Fe DAN Mn PADA ALAT FILTRASI AIR ASAM TAMBANG

D. Hendrawan¹, M. Yusuf², H. Iskandar³

¹⁻³Jurusan Teknik Pertambangan, Fakultas Teknik, Universitas Sriwijaya
Jl. Raya Palembang-Indralaya Km.32 Indralaya Sumatera Selatan, Indonesia
E-mail: ¹defithendrawan.12a115@gmail.com, ²maulanayusuf@yahoo.co.id

ABSTRAK

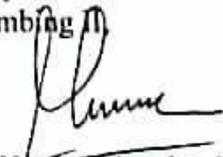
Aktivitas penambangan batubara menimbulkan dampak terhadap lingkungan. Dampak tersebut salah satunya terbentuk air asam tambang. Proses pengolahan air asam tersebut dilakukan agar sesuai dengan baku mutu yang diperbolehkan sebelum dialirkan ke lingkungan sekitar. Penelitian dimaksudkan untuk mengetahui waktu tunggu penyaringan dan kecepatan alir paling baik digunakan pada alat filtrasi dengan media filter batu andesit untuk memperoleh pH dan kadar Fe dan Mn air asam tambang yang sesuai dengan syarat baku mutu lingkungan sebagai alternatif pengolahan air asam tambang. Penelitian dilakukan dengan melakukan variasi waktu tunggu penyaringan dan kecepatan alir yang digunakan pada alat filtrasi dan menguji pH serta kadar Fe dan Mn air asam tambang sebelum dan sesudah dilakukan proses filtrasi. Analisis data dilakukan dengan menyajikan data hasil pengujian dalam bentuk grafik. Berdasarkan hasil analisis setelah waktu tunggu penyaringan 20 menit menunjukkan pH air asam tambang telah mencapai syarat baku mutu lingkungan, kadar Fe tidak mengalami penurunan, sedangkan kadar Mn mengalami penurunan sampai waktu tunggu penyaringan 30 menit. Peningkatan pH tertinggi didapatkan dengan menggunakan kecepatan 3,4 mL/s pada alat filtrasi, kadar Fe tidak mengalami penurunan, sedangkan kadar Mn mengalami penurunan pada setiap kecepatan alir dengan kadar terendah pada kecepatan alir 24,5 mL/s.

Kata kunci: Air asam tambang, Andesit, Filtrasi, Kecepatan Alir, Waktu tunggu

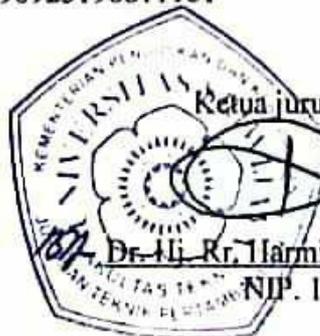
Pembimbing I,


Dr. Ir. H. Maulana Yusuf, M.S., M.T.
NIP. 19590925198811101

Indralaya, Maret 2020
Pembimbing II


Ir. Hj. Harimi Iskandar, M.Si.
NIP. 194812071978062001

Mengetahui,
Ketua jurusan teknik pertambangan




Dr. Hj. Rr. Harminuke Eko Handayani, S.T., M.T.
NIP. 196902091997032001

BAB 1

PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang

Indonesia merupakan negara yang memiliki kekayaan sumberdaya alam. Kekayaan sumberdaya alam Indonesia meliputi Batubara, Timah, Emas, Tembaga, dan lain-lain. Salah satu sumberdaya alam yang paling berlimpah yaitu batubara. Berdasarkan data yang bersumber dari Badan Geologi Kementerian Energi dan Sumber Daya Mineral (ESDM) tahun 2018 jumlah sumberdaya batubara yang tercatat sebesar 124,6 milyar ton dengan cadangan sebesar 26,2 milyar ton. Dengan potensi yang banyak ini menyebabkan banyaknya perusahaan yang bergerak di bidang pertambangan batubara baik perusahaan dalam skala kecil maupun besar.

Aktivitas penambangan termasuk penambangan batubara memiliki dampak terhadap lingkungan yang berada di sekitar area penambangan. Terbentuknya air asam tambang merupakan salah satu dampak yang ditimbulkan akibat aktivitas penambangan batubara. Air asam tambang merupakan air yang memiliki sifat asam akibat adanya oksidasi mineral sulfida. Jika air terkontaminasi oleh air asam tambang akan merusak ekosistem air dan merusak kesehatan apabila dikonsumsi masyarakat sekitar dikarenakan air asam tambang mempunyai nilai pH yang rendah dan memiliki kandungan logam berat seperti Fe dan Mn. Oleh karena itu, berdasarkan Undang-undang Republik Indonesia Nomor 4 Tahun 2009 tentang Pertambangan Mineral dan Batubara bahwa sebelum dialirkan ke lingkungan, air asam tambang harus dilakukan proses pengolahan terlebih dahulu agar air sesuai dengan syarat baku mutu lingkungan. Baku mutu air yang berasal dari aktivitas penambangan menurut Keputusan Menteri Lingkungan Hidup RI No.113 Tahun 2003 memiliki pH optimum 6-9.

Kegiatan pengolahan air asam tambang agar sesuai baku mutu lingkungan bisa dilakukan dengan proses netralisasi, yaitu dengan menambahkan bahan kimia yang bersifat basa. Bahan kimia yang umumnya digunakan yaitu bahan kimia yang mengandung kapur, bisa dalam bentuk CaCO_3 , Ca(OH)_2 , CaO atau

penambahan soda kaustik (NaOH) dan amoniak (NH₃). Bahan kimia yang banyak digunakan yaitu batu kapur.

Penelitian mengenai cara pengolahan air asam tambang menggunakan bahan lain diperlukan sebagai alternatif pilihan pengolahan air asam tambang. Batu andesit merupakan senyawa basa yang diduga dapat menetralkan pH serta kandungan lain yang dapat menurunkan kadar logam Fe maupun Mn. Proses pengolahan dengan menggunakan batu andesit ini dapat dilakukan dengan menjadikan batu andesit sebagai alat filter pada alat filtrasi. Namun dalam penelitian-penelitian sebelumnya, penggunaan batu andesit pada alat filtrasi atau filter ini kurang memperhatikan komponen waktu serta aspek-aspek yang bersifat dinamis seperti pengaruh kecepatan aliran air pada alat filtrasi. Maka berdasarkan hal inilah peneliti bermaksud untuk melakukan penelitian terkait hal tersebut dengan judul “Analisis Pengaruh Waktu Tunggu Penyaringan dan Kecepatan Alir Air Terhadap Peningkatan pH dan Penurunan Kadar Logam Fe dan Mn pada Alat Filtrasi Air Asam Tambang”.

1.2. Rumusan Masalah

Permasalahan yang diangkat dalam penelitian mengenai pengaruh waktu tunggu penyaringan dan kecepatan aliran air terhadap peningkatan pH dan penurunan kadar logam Fe dan Mn pada alat filtrasi air asam tambang ini adalah:

1. Bagaimana pengaruh waktu tunggu penyaringan terhadap peningkatan pH air asam tambang pada alat filtrasi? ;
2. Bagaimanakah pengaruh waktu tunggu penyaringan terhadap penurunan kadar logam Fe dan Mn air asam tambang pada alat filtrasi? ;
3. Bagaimana pengaruh kecepatan alir air terhadap peningkatan pH air asam tambang pada alat filtrasi? ;
4. Bagaimanakah pengaruh kecepatan alir air terhadap penurunan kadar logam Fe dan Mn air asam tambang pada alat filtrasi?

1.3. Ruang Lingkup

Lokasi pengambilan sample air asam tambang sebagai bahan baku dalam penelitian ini di *Sump* 1 PT Baturona Adimulya Kabupaten Musi Banyuasin.

Laboratorium Pengolahan Bahan Galian Universitas Sriwijaya sebagai lokasi preparasi sampel dan pelaksanaan filtrasi, dan Laboratorium Balai Riset dan Standarisasi Industri Kota Palembang sebagai lokasi pengujian pH dan kadar logam.

Penelitian ini berfokus pada analisis penetralan air asam tambang pada alat filtrasi dimana menggunakan batu andesit sebagai media penetral keasaman dan kadar logam air asam tambang dengan memberikan perlakuan waktu tunggu penyaringan dan kecepatan alir air yang berbeda pada sampel air asam tambang untuk melihat hubungan dan hasil optimal berupa pH 6-7 dan kadar logam yang sesuai baku mutu lingkungan.

1.4. Tujuan Penulisan

Tujuan penelitian mengenai pengaruh waktu tunggu penyaringan dan kecepatan aliran air terhadap peningkatan pH dan penurunan kadar logam Fe dan Mn pada alat filtrasi air asam tambang ini adalah:

1. Mengkaji pengaruh waktu tunggu penyaringan yang digunakan terhadap pH akhir pada pengolahan air asam tambang pada alat filtrasi ;
2. Mengkaji pengaruh waktu tunggu penyaringan yang digunakan terhadap kandungan kadar logam Fe dan Mn pada pengolahan air asam tambang pada alat filtrasi ;
3. Mengkaji pengaruh kecepatan alir air yang digunakan terhadap pH akhir pada pengolahan air asam tambang pada alat filtrasi ;
4. Mengkaji pengaruh kecepatan alir air yang digunakan terhadap kandungan kadar logam Fe dan Mn pada pengolahan air asam tambang pada alat filtrasi.

1.5. Manfaat Penelitian

Manfaat dari penelitian mengenai pengaruh waktu tunggu penyaringan dan kecepatan aliran air terhadap peningkatan pH dan penurunan kadar logam Fe dan Mn pada alat filtrasi air asam tambang ini adalah :

1. Manfaat Akademis

Sebagai referensi bagi ilmu pengetahuan dalam pengelolaan air asam

tambang.

2. Manfaat Praktis

Memberikan alternatif pilihan metode pengolahan air asam tambang bagi perusahaan pertambangan.

DAFTAR PUSTAKA

- 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.
- Azmi, Zulfian, dkk. 2016. Sistem Penghitung Ph Air Pada Tambak Ikan Berbasis Mikrokontroller. *Jurnal SAINTIKOM* Vol.15, No. 2.
- Djumali dan Darnoko. 1990 . Teknologi Membran Pada Bioproses. Pusat Antar Universitas Bioteknologi IPB Bogor.
- Gautama, R.S. 2012. “*Pengelolaan Air Asam Tambang.*” Fakultas Teknik Pertambangan dan Perminyakan Institut Teknologi Bandung, Bandung.
- Hardiyono, Adi. 2013. Karakteristik Batuan Beku Andesit dan Breksi Vulkanik, dan Kemungkinan Penggunaan sebagai Bahan Bangunan Daerah Ukir Sari, Kecamatan Brojonegara, Kabupaten Serang, Provinsi Banten. *Bulletin of Scientific Contribution*.Vol. 11.No. 2. Hal 89-95.
- 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. *Enviroscientiae*, 1(12) : 50:59.
- Jenti, U. B., Indah N. 2014. Pengaruh Penggunaan Media Filtrasi Terhadap Kualitas Air Sumur Gali Di Kelurahan Tambak Rejo Waru Kabupaten Sidoarjo. *Jurnal Teknik WAKTU* Volume 12 Nomor 02 – ISSN : 1412-1867.
- Khosama, L. K. 2012. Kuat tekan beton beragregat kasar batuan tuff merah, batuan tuff putih, dan batuan andesit. *Jurnal Ilmiah Media Engineering*. Vol. 2.No. 10. hal. 273-278.

- 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.
- Lopresto, V., Leone, C., and De Iorio, I. 2011. Mechanical characterisation of basalt fibre reinforced plastic. *Composites Part B: Engineering*. Vol. 42.No. 4.hal. 717-723.
- Menteri Negara Lingkungan Hidup. (2003). Baku Mutu Air Limbah bagi Usaha dan atau Kegiatan Pertambangan Batubara. Kementerian Negara Lingkungan Hidup, Jakarta.
- 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.
- Pinandari, A. W., Fitriana, D.N., Nugraha, A., Suhartono, E., 2011. Uji Efektifitas dan Efisiensi Filter Biomassa Menggunakan Sabut Kelapa (*Cocos Nucifera*) Sebagai Bioremoval untuk Menurunkan Kadar Logam (Cd, Fe, Cu), Total Padatan Tersuspensi (TSS) dan Meningkatkan pH pada Limbah Air Asam Tambang Batubara. *Prestasi*, 1(1) : 1-12.
- Putra, M. Rakha Rajasa. 2018. Kajian Teknis Antara Penggunaan Kapur Tohor dan Batu Andesit Untuk Penetralan pH Air Asam Tambang. Skripsi Jurusan Teknik Pertambangan Fakultas Teknik Universitas Sriwijaya.
- Said. (1996). Pembuatan Filter untuk Menghilangkan Zat Besi dan Mangan di dalam Air. Diperoleh 19 Agustus 2019 dari <http://www.kelair.bppt.go.id/Sitpa/Artikel/Filter/filter.html>.
- Said, Nusa Idaman. 2014. Teknologi Pengolahan Air Asam Tambang Batubara “Alternatif Pemilihan Teknologi”. *JAI* Vol.7 No. 2.
- Singer, P.C., and W.W. Stumm. 1968. Kinetics of the oxidation of ferrous iron. p.12-34. In 2nd Symp. on Coal Mine Drainage Research. Bituminous Coal Research, Inc., Monroeville, PA.
- 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.

- Suparno, S. 2009. *Energi Panas Bumi Edisi I*. Depok: Universitas Indonesia.
- Tresnadi, H., 2008. Karakteristik Air Asam Tambang di Lingkungan Pit 1 Bangko Barat, Tanjung Enim, Sumatera Selatan. *Jurnal Teknik Lingkungan*, 9(3) : 314-319.
- Widuri, S.A., 2013. Mengenal Air Asam Tambang (Acid Mine Drainage). *Balai Penelitian Teknologi Konservasi Sumber Daya Alam*, 2(2) : 13-16.
- 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 .
- Williams, H., Turner, F.J., Gilbert, C.M., 1982. *Petrography: An Introduction to the Study of Rocks in Thin Section Second Edition*. W. H. Freeman and Company. USA.