

SKRIPSI

**STUDI NETRALISASI AIR ASAM TAMBANG DENGAN METODE
AERASI DAN MENGGUNAKAN *FLY ASH* BATUBARA DI PT BUKIT
ASAM TBK. TANJUNG ENIM**

**Dibuat sebagai Salah Syarat untuk Mendapatkan Gelar Sarjana Teknik
pada Jurusan Teknik Pertambangan dan Geologi Fakultas Teknik
Universitas Sriwijaya**



OLEH

RENDY ASHARI

03021281722070

**PROGRAM STUDI TEKNIK PERTAMBANGAN
JURUSAN TEKNIK PERTAMBANGAN DAN GEOLOGI
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS SRIWIJAYA
2021**

HALAMAN PENGESAHAN

STUDI NETRALISASI AIR ASAM TAMBANG DENGAN METODE AERASI DAN MENGGUNAKAN *FLY ASH* BATUBARA DI PT BUKIT ASAM TBK. TANJUNG ENIM

SKRIPSI

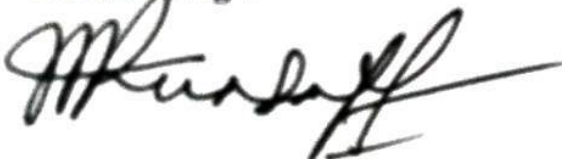
Diajukan untuk Melengkapi Salah Satu Syarat
Memperoleh Gelar Sarjana Teknik pada Jurusan Teknik Pertambangan
Fakultas Teknik Universitas Sriwijaya

Oleh:

RENDY ASHARI
03021281722070

Palembang, 2021

Pembimbing I



Dr. Ir. H. Marwan Asof, DEA
NIP. 195811111985031007

Pembimbing II



Ir. Mukiat, M.S.
NIP. 195811221986021002

Mengetahui,
Ketua Jurusan Teknik Pertambangan
Universitas Sriwijaya,



Dr. H. Rr. Harminuke Eko H., S.T., M.T.
NIP. 196902091997032001

HALAMAN PERSETUJUAN PUBLIKASI

Yang bertanda tangan di bawah ini :

Nama : Rendy Ashari

NIM : 03021281722070

Judul : Studi Netralisasi Air Asam Tambang dengan Metode Aerasi dan Menggunakan *Fly Ash* Batubara di PT Bukit Asam Tbk. Tanjung Enim

Memberikan izin kepada Pembimbing dan Universitas Sriwijaya untuk mempublikasikan 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, Februari 2021



Rendy Ashari
NIM 03021281722070

HALAMAN PERNYATAAN INTEGRITAS

Yang bertanda tangan di bawah ini :

Nama : Rendy Ashari

NIM : 03021281722070

Judul : Studi Netralisasi Air Asam Tambang dengan Metode Aerasi dan Menggunakan *Fly Ash* Batubara di PT Bukit Asam Tbk. Tanjung Enim

Menyatakan bahwa skripsi saya merupakan hasil karya sendiri didampingi 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, Februari 2021



Rendy Ashari

NIM 03021281722070



RIWAYAT HIDUP



Rendy Ashari Anak Laki-laki yang lahir di OKU Timur pada tanggal 24 November 1999 merupakan anak Pertama dari dua bersaudara (sulung) dari pasangan Antoni Imron dan Saudah. Mengawali Pendidikan tingkat dasar di Sekolah Dasar Negeri Tawang Rejo. Pada tahun 2011 melanjutkan Pendidikan tingkat pertama di SMP Negeri 1 Belitang Jaya. Pada tahun 2014 melanjutkan Pendidikan tingkat atas di SMA Negeri 1 Palembang dan berhasil masuk menjadi mahasiswa di Jurusan Teknik Pertambangan Fakultas Teknik Universitas Sriwijaya melalui SBMPTN Universitas Sriwijaya pada tahun 2017. Selama menjadi mahasiswa Universitas Sriwijaya, penulis aktif pada organisasi Persatuan Mahasiswa Pertambangan (Permata) sebagai Kepala Departemen Internal pada tahun 2019-2020, Penulis juga aktif di organisasi BEM KM FT Unsri periode 2017–2019 sebagai anggota Departemen PPSDM, serta mengikuti berbagai seminar baik internal maupun eksternal kampus.

HALAMAN PERSEMBAHAN



Skripsi ini saya persembahkan untuk :
Ibu Bapak tercinta, Ibu Saudah dan Bapak Antoni Imron.
Adik kandungku, Ines Dwi Imelda.

Juga kepada rekanku keluarga Teknik Pertambangan angkatan 2017.

KATA PENGANTAR

Puji syukur Penulis panjatkan kehadirat Allah SWT. karena atas segala rahmat, hidayah beserta nikmat-Nya penulis dapat menyelesaikan Skripsi yang berjudul “*Studi Netralisasi Air Asam Tambang dengan Metode Aerasi dan Menggunakan Fly Ash Batubara di PT Bukit Asam, Tbk. Tanjung Enim*” sesuai dengan waktunya. Skripsi ini dibuat berdasarkan penelitian di Laboratorium Rekayasa Energi Universitas Sriwijaya pada tanggal 28 September 2020 – 8 Desember 2020.

Terima kasih kepada Dr. Ir. H. Marwan Asof, Dipl. Ing., DEA., dan Ir. Mukiat, M.S, selaku pembimbing pertama dan pembimbing kedua yang telah banyak membimbing dalam penyusunan skripsi ini. Serta tidak lupa penulis mengucapkan terima kasih kepada:

1. Prof. Ir. Subriyer Nasir, MS., Ph.D sebagai Dekan Fakultas Teknik Universitas Sriwijaya.
2. Dr. Hj. Rr. Harminuke Eko Handayani, S.T., M.T, dan Bochori, S.T., M.T., sebagai Ketua dan Sekretaris Jurusan Teknik Pertambangan Universitas Sriwijaya.
3. Dosen dan pegawai Jurusan Teknik Pertambangan Fakultas Teknik Universitas Sriwijaya yang telah memberikan banyak ilmu pengetahuan dan membantu selama proses tugas akhir.
4. Dr. Ir. Hj. Susila Arita, DEA dan Desi selaku ketua dan analis Laboratorium Rekayasa Energi Jurusan Teknik Kimia Universitas Sriwijaya.

Penyelesaian laporan ini masih terdapat banyak kekurangan, oleh karena itu diharapkan kritik dan saran yang membangun dari pembaca. Semoga laporan ini dapat dimanfaatkan bagi perkembangan ilmu pengetahuan dikemudian hari.

Indralaya, Februari 2021

Penulis

RINGKASAN

STUDI NETRALISASI AIR ASAM TAMBANG DENGAN METODE AERASI DAN MENGGUNAKAN *FLY ASH* BATUBARA DI PT BUKIT ASAM TBK. TANJUNG ENIM

Karya tulis ilmiah berupa Laporan Tugas Akhir, Desember 2020

Rendy Ashari; Dibimbing oleh Dr. Ir. H. Marwan Asof, DEA dan Ir. Mukiat, M.S.

Studi Netralisasi Air Asam Tambang dengan Metode Aerasi dan Menggunakan *Fly Ash* Batubara di PT Bukit Asam Tbk. Tanjung Enim

xii + 45 halaman, 6 lampiran, 23 gambar, 16 Tabel

Ringkasan

Ada beberapa cara untuk menaikkan pH air asam tambang tersebut, salah satunya dengan menggunakan metode aerasi *fly ash*. Metode aerasi adalah proses memasukkan udara atau oksigen murni ke dalam air limbah melalui selang yang terhubung dengan aerator. Alat yang digunakan untuk mengolah air asam tambang terbuat dari kaca, drum, aerator, alat filtrasi dan saluran yang terbuat dari pipa. Selain itu, alat ini juga digunakan untuk proses pengolahan air asam tambang secara kontinu atau terus menerus. Percobaan dengan menggunakan alat ini dilakukan selama 3 jam dengan menggunakan air asam tambang sebanyak 60 liter dan *fly ash* sebanyak 1 kg tiap jam. Pengambilan sampel untuk mengetahui peningkatan pH pada air asam tambang dilakukan setiap 10 menit. Setelah dilakukan percobaan pada alat ini, hasilnya adalah terjadi peningkatan pH disetiap penambahan massa *fly ash* dan juga pada saat penambahan waktu aerasi. Dimulai dari peningkatan pH, dari pH awal 2,2 menjadi 6,0. Persentase peningkatan pH air asam tambang adalah sebesar 172,72 %. Penurunan terjadi pada logam Fe. Logam Fe awal adalah 8,29 mg/l kemudian mengalami penurunan menjadi 4,5 mg/l. Persentase penurunan logam Fe pada air asam tambang tersebut adalah sebesar 45,72 %. Kemudian penurunan juga terjadi pada logam Mn. Logam Mn awal adalah 6,13 mg/l mengalami penurunan menjadi 2,8 mg/l. Persentase penurunan logam Mn pada air asam tambang tersebut adalah sebesar 54,32 %.

Kata kunci : Air asam tambang, Aerasi, *Fly Ash*, pH, Fe, Mn

SUMMARY

STUDY OF THE NEUTRALIZATION OF ACID MINE WATER BY AERATION METHOD AND USING COAL FLY ASH AT PT BUKIT ASAM TBK. TANJUNG ENIM

Scientific writing in the form of Final Project Report, December 2020

Rendy Ashari; Supervised by Dr. Ir. H. Marwan Asof, DEA and Ir. Mukiat, M.S.

Study of the Neutralization of Acid Mine Water by Aeration Method and Using Coal Fly Ash at PT Bukit Asam Tbk. Tanjung Enim

xii + 44 pages, 6 attachments, 23 pictures, 16 tables

Summary

There are several ways to increase the pH of the acid mining water, one of which is by using the fly ash aeration method. The aeration method is the process of introducing pure air or oxygen into the wastewater through a hose connected to the aerator. The equipment to be used to treat acid mine drainage is made of glass, drums, aerators, filtration devices and pipes made of pipes. In addition, this tool is also used for continuous or continuous acid mine water treatment processes. Experiments using this tool were carried out for 3 hours using 60 liters of sour mine water and 1 kg of fly ash per hour. Sampling to determine the increase in pH in acid mine water was carried out every 10 minutes. After doing experiments on this tool, the result is There is an increase in pH at each addition of fly ash mass and also at the time of increasing aeration time. Starting from an increase in pH, from an initial pH of 2,2 to 6,0. The percentage increase in the pH of acid mine drainage was 172,72%. The decrease occurred in Fe metal. Initial Fe metal was 8,29 mg/l then decreased to 4,5 mg/l. The percentage of reduction in Fe metal in acid mine drainage was 45,72%. Then the decline also occurred in Mn metal. Initial Mn metal was 6,13 mg/l decreased to 2,8 mg/l. The percentage reduction in Mn metal in acid mine drainage was 54,32%.

Keywords : Acid mine drainage, Aeration, Fly Ash, pH, Fe, Mn

DAFTAR ISI

	Halaman
Halaman Judul	i
Halaman Pengesahan	ii
Halaman Pernyataan Persetujuan Publikasi	iii
Halaman Pernyataan Integritas	iv
Kata Pengantar	v
Ringkasan.....	vi
Summary	vii
Daftar Isi	viii
Daftar Gambar.....	x
Daftar Tabel	xi
Daftar Lampiran.....	xii
BAB 1 PENDAHULUAN	
1.1 Latar Belakang.....	1
1.2 Rumusan Masalah	2
1.3 Batasan Masalah.....	2
1.4 Tujuan Penelitian.....	2
1.5 Manfaat Penelitian	2
BAB 2 TINJAUAN PUSTAKA	
2.1 Penelitian Terdahulu.....	3
2.2 Air Asam Tambang	5
2.2.1 Proses Terbentuk	7
2.2.2 Komposisi Air Asam Tambang.....	9
2.2.3 Pencegahan Pembentukan Kembali Air Asam Tambang	12
2.3 Proses Pengolahan Air Asam Tambang dengan Metode Aerasi <i>Fly Ash</i>	13
2.3.1 Aerasi	13
2.3.2 <i>Fly Ash</i>	14
2.4 Baku Mutu Lingkungan Hidup.....	16
BAB 3 METODE PENELITIAN	
3.1 Waktu dan Tempat Penelitian	18
3.2 Tahapan Penelitian	19
3.2.1 Pengambilan Sampel Air Asam Tambang dan <i>Fly Ash</i>	19
3.2.2 Preparasi Sampel Air Asam Tambang dan <i>Fly Ash</i>	20
3.2.3 Proses <i>Jar Test</i>	20
3.2.4 Proses Filtrasi	21
3.2.5 Proses Pengolahan Air Asam Tambang Menggunakan Alat	22
3.3 Perancangan Penelitian.....	22
3.3.1 Pendekatan Penelitian	23
3.3.2 Bahan dan Peralatan.....	23
3.3.3 Jenis dan Sumber Data	23

3.4	Bagan Alir	24
3.5	Matrik Penelitian	25
BAB 4 HASIL DAN PEMBAHASAN		
4.1	Komposisi Air Asam Tambang	26
4.2	Proses Pengolahan Air Asam Tambang dengan Menggunakan Metode Aerasi <i>Fly Ash</i>	26
4.3	Analisis Hasil Pengolahan Air Asam Tambang dengan Metode Aerasi <i>Fly Ash</i> terhadap Baku Mutu Lingkungan Hidup	39
4.3.1	Analisis Kadar Logam Fe dan Mn	39
4.3.2	Analisis pH	40
BAB 5 KESIMPULAN DAN SARAN		
5.1.	Kesimpulan	42
5.2.	Saran	42
DAFTAR PUSTAKA		43
LAMPIRAN		

DAFTAR GAMBAR

	Halaman
3.1 Peta kesampaian PT Bukit Asam Tbk. Tanjung Enim.....	19
3.2 Preparasi sampel air asam tambang dan <i>fly ash</i>	20
3.3 Proses <i>jar test</i> dengan aerasi	21
3.4 Proses Filtrasi	22
3.5 Bagan Alir	24
4.1 Hasil <i>jar test</i> dengan aerasi terhadap peningkatan pH air asam tambang dengan kecepatan pengadukan 200 rpm dan waktu 30 menit.....	27
4.2 Pengaruh massa <i>fly ash</i> terhadap perubahan pH air asam tambang	32
4.3 Pengaruh waktu aerasi terhadap perubahan pH air asam tambang	32
4.4 Pengaruh massa <i>fly ash</i> terhadap penurunan kadar logam Fe pada air asam tambang.....	35
4.5 Pengaruh waktu aerasi terhadap penurunan kadar logam Fe pada air asam tambang.....	35
4.6 Pengaruh massa <i>fly ash</i> terhadap penurunan kadar logam Mn pada air asam tambang.....	38
4.7 Pengaruh waktu aerasi terhadap penurunan kadar logam Mn pada air asam tambang.....	38
B1 Pencampuran air asam tambang dan <i>fly ash</i> di dalam drum, air asam tambang yang digunakan sebanyak 60 liter dan <i>fly ash</i> batubara yang digunakan sebanyak 3 kg.....	46
B2 Air dipompa menggunakan pompa	46
B3 Terjadi proses aerasi di dalam tanki <i>classifier</i>	47
B4 Proses filtrasi	47
C1 Air asam tambang.....	48
C2 <i>Fly ash</i> batubara	48
D1 Gelas <i>beaker</i> 200 ml.....	49
D2 Corong	49
D3 Gelas <i>beaker</i> 500 ml.....	49
D4 Gelas <i>beaker</i> 1000 ml.....	50
D5 Alat pengaduk dan aerator.....	50

DAFTAR TABEL

	Halaman
2.1 Mineral pembentuk air asam tambang	6
2.2 Komposisi kimia abu terbang batubara	16
2.3 Baku mutu limbah kegiatan penambangan batubara.....	17
3.1 Jadwal pelaksanaan penelitian.....	18
4.1 Komposisi air asam tambang	26
4.2 Hasil pengadukan (<i>jar test</i>) dengan aerasi..	27
4.3 Hasil pengolahan air asam tambang dengan metode aerasi <i>fly ash</i>	29
4.4 Hasil analisis regresi linear massa <i>fly ash</i> dan waktu aerasi terhadap pH air asam tambang.....	30
4.5 Analisis korelasi sederhana massa <i>fly ash</i> dan waktu aerasi terhadap perubahan pH air asam tambang.....	31
4.6 Hasil analisis regresi linear massa <i>fly ash</i> dan waktu aerasi terhadap logam Fe pada air asam tambang.....	33
4.7 Hasil analisis korelasi penaruh massa <i>fly ash</i> dan waktu aerasi terhadap logam Fe pada air asam tambang.....	34
4.8 Hasil analisis regresi linear massa <i>fly ash</i> dan waktu aerasi terhadap logam Mn pada air asam tambang.....	36
4.9 Hasil analisis korelasi penaruh massa <i>fly ash</i> dan waktu aerasi terhadap logam Fe pada air asam tambang.....	37
4.10 Kadar logam pada hasil pengolahan air asam tambang dengan Menggunakan metode aerasi <i>fly ash</i>	39
A1 Komposisi <i>fly ash</i> batubara	46
E1 Spesifikasi alat <i>classifier</i>	51

DAFTAR LAMPIRAN

	Halaman
A Komposisi <i>fly ash</i> batubara	45
B Proses pengolahan air asam tambang	46
C Bahan.....	48
D Peralatan	49
E Spesifikasi alat.....	51
F Peraturan Menteri LH No. 113 tahun 2003	52

**STUDI NETRALISASI AIR ASAM TAMBANG DENGAN METODE
AERASI DAN MENGGUNAKAN FLY ASH BATUBARA DI PT BUKIT
ASAM TBK. TANJUNG ENIM**

Rendy Ashari¹, Marwan Asof², Mukiat³

*Jurusan Teknik Pertambangan, Fakultas Teknik, Universitas Sriwijaya
Jl. Raya Palembang-Prabumulih Km.32, Indralaya, Sumatera Selatan, 30662, Indonesia
Telp/fax: (0711) 850137 ; E-mail: rendyashari24@gmail.com*

ABSTRAK

Ada beberapa cara untuk menaikkan pH air asam tambang tersebut, salah satunya dengan menggunakan metode aerasi *fly ash*. Metode aerasi adalah proses memasukkan udara atau oksigen murni ke dalam air limbah melalui selang yang terhubung dengan aerator. Alat yang digunakan untuk mengolah air asam tambang terbuat dari kaca, drum, aerator, alat filtrasi dan saluran yang terbuat dari pipa. Selain itu, alat ini juga digunakan untuk proses pengolahan air asam tambang secara kontinu atau terus menerus. Percobaan dengan menggunakan alat ini dilakukan selama 3 jam dengan menggunakan air asam tambang sebanyak 60 liter dan *fly ash* sebanyak 1 kg tiap jam. Pengambilan sampel untuk mengetahui peningkatan pH pada air asam tambang dilakukan setiap 10 menit. Setelah dilakukan percobaan pada alat ini, hasilnya adalah terjadi peningkatan pH disetiap penambahan massa *fly ash* dan juga pada saat penambahan waktu aerasi. Dimulai dari peningkatan pH, dari pH awal 2,2 menjadi 6,0. Penurunan terjadi pada logam Fe. Logam Fe awal adalah 8,29 mg/l kemudian mengalami penurunan menjadi 4,5 mg/l. Kemudian penurunan juga terjadi pada logam Mn. Logam Mn awal adalah 6,13 mg/l mengalami penurunan menjadi 2,8 mg/l.

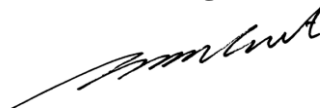
Kata kunci : Air asam tambang, Aerasi, *Fly Ash*, pH, Fe, Mn

Pembimbing I,



Dr. Ir. H. Marwan Asof, DEA
NIP. 95811111985031007

Pembimbing II,



Ir. Mukiat, M.S.
NIP. 195811221986021002

**Mengetahui,
Ketua Jurusan Teknik Pertambangan**



Dr. Hj. Rr. Harminuke E.H., S.T., M.T.
NIP. 196902091997032001

BAB 1

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Indonesia merupakan salah satu negara penghasil batubara yang cukup besar di dunia. Batubara merupakan bisnis energi yang paling besar untuk saat ini. Untuk mendapatkan batubara tersebut diperlukan kegiatan penambangan supaya batubara yang berada di bawah permukaan tanah tersebut dapat diambil dan dimanfaatkan.

Kegiatan penambangan batubara di PT Bukit Asam Tbk. UPTE merupakan salah satu kegiatan yang dapat menyebabkan terjadinya perubahan lingkungan dan memicu terjadinya perubahan kimiawi, perubahan kimiawi akan mempengaruhi kualitas airtanah dan air permukaan sekitarnya. Selain itu, kegiatan penambangan juga akan menimbulkan perubahan alam berupa perubahan morfologi lahan dan topografi. Selain itu, iklim mikro juga akan berubah akibat perubahan kecepatan angin, terganggunya habitat biologis berupa hewan dan tumbuhan, serta penurunan produktivitas tanah. Dengan meningkatnya aktivitas penambangan batubara, kemungkinan dampak negatif dari aktivitas penambangan juga akan meningkat.

Salah satu permasalahan yang terjadi selama penambangan batubara adalah masalah drainase acid mine Drainase acid mine adalah adanya campuran air hujan atau air tanah dengan batuan yang bercampur sulfida tertentu pada batubara sehingga menjadikan air tersebut bersifat asam. Konsentrasi besi dan mangan yang biasanya terkandung dalam air ini tidak memenuhi baku mutu lingkungan. Selain itu, selama penambangan, air tanah atau air hujan yang terkumpul di kolam penambangan tidak hanya bersifat asam, tetapi juga sering mengandung padatan tersuspensi dengan konsentrasi tinggi. Saat pengerukan atau penambangan batubara, air harus dikeringkan atau diolah, dan harus diolah sebelum dibuang atau dibuang ke badan air hingga memenuhi standar kualitas regulasi yang berlaku.

Ada beberapa cara untuk menaikkan pH air asam tambang tersebut, salah satunya dengan menggunakan *fly ash*. *Fly ash* dapat digunakan untuk menaikkan pH air asam tambang karena mengandung CaO dan MgO. Kemampuan daya netralisasi *fly ash* mempunyai variasi yang besar tergantung pada sumber abu dan ukuran butirnya. Untuk mempermudah dalam pengolahan air asam dengan abu

batubara tersebut, maka diperlukan sebuah alat yang dapat melakukan pencampuran antara air asam dengan *fly ash* secara terus menerus.

1.2 Rumusan Masalah

Rumusan masalah pada penelitian ini adalah:

1. Bagaimana komposisi air asam tambang di PT Bukit Asam Tbk. UPTE?
2. Bagaimana proses pengolahan air asam tambang dengan menggunakan metode aerasi?
3. Apakah hasil dari proses pengolahan air asam tambang dengan metode aerasi *fly ash* sudah sesuai dengan baku mutu lingkungan hidup?

1.3 Batasan Masalah

Batasan masalah dalam penelitian ini yaitu, proses penetralan air asam tambang dengan menggunakan *fly ash* batubara, dilakukan dalam skala laboratorium, dan menggunakan alat yang sederhana.

1.4 Tujuan

Tujuan penelitian ini adalah:

1. Mengetahui komposisi air asam tambang di PT Bukit Asam Tbk. UPTE.
2. Mengkaji proses pengolahan air asam tambang dengan menggunakan metode aerasi.
3. Menganalisis hasil dari proses pengolahan air asam tambang dengan metode aerasi *fly ash* sudah sesuai dengan baku mutu lingkungan hidup.

1.5 Manfaat

Manfaat dari penelitian ini adalah:

1. Pemanfaatan teknologi tepat guna dalam upaya netralisasi air asam tambang.
2. Memberikan desain alat yang dapat digunakan dalam penteralan air asam tambang secara kontinu (terus menerus).
3. Mengurangi limbah yang dihasilkan dari pembakaran batubara.

DAFTAR PUSTAKA

- Australian Government. 2007. *Characteristics of Acid Mine Waters*. Australia : Australian Government
- Danusaputro, Munadjat. 1985. *Hukum Lingkungan. Buku I Umum*. Jakarta: Binaipta
- Edy, B. 2007. *Pemanfaatan Abu Batubara (Fly Ash) untuk Hollow Block yang Bermutu dan Aman Bagi Lingkungan*. Semarang : Universitas Diponegoro.
- Faishol, Achmad. 2016. *Hukum Lingkungan*. Yogyakarta : Pustaka Yustisia
- Gunawan. 2014. *Penelitian dan Pengembangan Sistem Pengolahan Operasi Tambang Air Asam Tambang di Lati*. Bandung : Institut Teknologi Bandung.
- Hamdani dan Senjaya. 2011. *Geokimia Batuan Penutup (Overburden) Batubara untuk Memprediksi Potensi Air Asam Tambang di Pit I IUP PWR, di Daerah Kasai, Kabupaten Berau, Kalimantan Timur*. Bandung : Universitas Padjajaran.
- Hidayat, Luthfi. 2017. *Pengelolaan Lingkungan Areal Tambang Batubara (Studi Kasus Pengolahan Air Asam Tambang di PT Bhumi Rantau Energi Kabupaten Tapin Kalimantan Selatan*. Jurnal ADHUM. 7(1): 44-52.
- Kevin, Morin A. 1990. "Acid Drainage from mine walls : the main zone pit at equity silver mines" Morwijk Enteuprises Limited; Suite 1706L, 1600 Bench Avenue, British Columbia.
- Kurniawan, Ali R. 2014. *Potensi Pemanfaatan Limbah Pembakaran Batubara PLTU Sebagai Media Tanam dalam Kegiatan Revegetasi Lahan Bekas Tambang Batubara*. Jurnal Teknologi Mineral dan Batubara. 9(3) : 165-174.
- Menteri Negara Lingkungan Hidup. 2003. *Baku Mutu Air Limbah bagi Usaha atau Kegiatan Pertambangan Batubara*. Jakarta : Kementerian Lingkungan Hidup.
- Pratama Y. 2007. *Coal Fly Ash Conversion to Zeolite to Removal of Chromium and Nickel from Waste Waters*. Bandung : Institut Teknologi Bandung.
- PT Bukit Asam Tbk. 2017. *Pengolahan Air Asam Tambang*. Tanjung Enim : PT Bukit Asam Tbk.
- Reynold Tom D. 1982. *Unit Operation and Processes in Enviromental Engineering*. Boston : PWS Publishing Company.

- Skousen. 1998. *Handbook of Technologies for Avoidance and Remediation of Acid Mine Drainage*. West Virginia : Morgantown MV.
- Soemarwoto, Otto. 1983. *Ekologi, Lingkungan Hidup dan Pembangunan*. Jakarta : Djambatan.
- Stumm dan Morgan. 1996. *Chemical Equilibria and Rates in Natural Waters*. New York : Jhon Willey & Sons Inc.
- Trisnaliani, Lety. 2019. *Perfomance of Silica Membranes from Fly Ash Coal pf PT Semen Baturaja in Reducing Metal Content in Mine Acid Water*. Indonesian Jurnal of Fundamental and Applied Chemistry.