

Pemanfaatan Rawa Buatan (*Conctructed Wetland*) dengan Menggunakan Tanaman Lembang (*Typha Angustifolia*) untuk Remediasi di Wilayah Tambang

Heru Suharyadi^{1*}, Oktarian Wisnu Lusantono¹, Ifa Aulia Cusna¹, Wahyu Idi Pangestu¹, Lutfie Qaushar²

¹Jurusan Teknik Pertambangan UPN “Veteran” Yogyakarta
Jl. Padjajaran 104, Condongcatur, Depok Sleman Yogyakarta

²PT. Wahana Baratama Mining

[*heru.suharyadi@upnyk.ac.id](mailto:heru.suharyadi@upnyk.ac.id)

Abstrak

Air asam tambang (AAT) adalah salah satu produk dari kegiatan penambangan yang dapat menimbulkan gangguan pada lingkungan. Air asam tambang ini terjadi akibat adanya paparan mineral sulfida seperti pirit oleh air dan udara yang kemudian terjadi oksidasi dan menghasilkan sulfat yang bersifat asam. Kondisi ini sangat tidak baik bagi lingkungan dan perlu dilakukan remediasi untuk mengurangi cemaran pada lingkungan tersebut. Metode yang dapat digunakan adalah dengan menggunakan metode aktif dan pasif. Metode aktif dilakukan dengan penambangan senyawa alkali pada air maupun tanah yang mengalami pencemaran. Sementara metode pasif dilakukan dengan memanfaatkan kondisi alami wilayah untuk melakukan remediasi baik secara biologis. Pada penelitian ini dilakukan metode secara aktif dengan membuat rawa buatan/ *Conctructed Wetland* (CW) yang ditanami lebang (*Typha Angustifolia*). Hasil penelitian menunjukkan bahwa tanaman lebang ini merupakan salah satu tanaman yang dapat digunakan sebagai pitoremediasi pada lahan pertambangan dimana dapat menurunkan kadar Fe dan Mn yang merupakan logam yang terdapat pada AAT dan Tanah dan merupakan logam cemaran. Berdasarkan hasil diketahui tanaman rembang ini dapat mereduksi Konsentrasi Fe dan Mn di inlet CW berturut-turut adalah $0,341 \pm 0,318$ dan $0,019 \pm 0,013$ mg/L. Air dialirkan ke CW melalui saluran terbuka, diproses selama 30 hari, dan akumulasi Fe dan Mn pada tanaman adalah 137,86 dan 87,15 mg/Kg. Konsentrasi Fe dan Mn tertinggi pada hasil perlakuan pasif di Setling Pond (SP) masing-masing adalah $0,12 \pm 0,08$ dan $0,008 \pm 0,006$ mg/L. Penelitian ini menunjukkan bahwa *Typha angustifolia* dapat menurunkan konsentrasi Fe dan Mn secara maksimal sebesar 82,5% dan 70,7%.

Kata Kunci : Air Asam Tambang, Rawa Buatan, *Typha Angustifolia*

Abstract

*Acid mine drainage (AAT) is a product of mining activities that can cause disturbance to the environment. This acid mine drainage occurs due to exposure to sulfide minerals such as pyrite by water and oxygen which then oxidizes and produces sulfates which are acidic. This condition is not good for the environment and remediation needs to be done to reduce contamination in the environment. The method that can be used is to use active and passive methods. The active method is carried out by mining alkaline compounds in polluted water or soil. While the passive method is carried out by utilizing the natural conditions of the region to carry out remediation both biologically. In this research, the active method was carried out by creating a Constructed Wetland (CW) planted with lebang (*Typha Angustifolia*). The results showed that this lebang plant is one of the plants that can be used as phytoremediation on mining lands where it can reduce the levels of Fe and Mn which are metals found in AAT and soil and are metal contaminants. Based on the results, it is known that this rembang plant can reduce the concentration of Fe and Mn at the CW inlet, respectively 0.341 ± 0.318 and 0.019 ± 0.013 mg/L. Water flowed to CW through open channels, was processed for 30 days, and the accumulation of Fe and Mn in plants were 137.86 and 87.15 mg/Kg. The highest Fe and Mn concentrations in the passive treatment results at Settling Pond (SP) were 0.12 ± 0.08 and 0.008 ± 0.006 mg/L, respectively. This study shows that *Typha angustifolia* can reduce the maximum concentration of Fe and Mn by 82.5% and 70.7%.*

Keywords: Acid Mine Drainage, Constructed Wetland, *Typha Angustifolia*

I. Pendahuluan

Pertambangan adalah salah satu kegiatan yang mempunyai resiko terhadap perubahan fungsi lingkungan yang sangat besar. Air Asam Tambang (AAT) adalah salah satu dampak dari kegiatan pertambangan. AAT dapat terjadi akibat adanya reaksi antara mineral sulfide yang teroksidasi oleh air dan udara akibat adanya kegiatan pengupasan Over Burden (OB). proses oksidasi mineral pirit (FeS_2) dan bahan mineral sulfida lainnya jika terpapar di permukaan dengan proses kimia dan biologi dapat menghasilkan sulfat dengan tingkat keasaman yang tinggi yang nantinya akan menghasilkan asam yang dapat mempengaruhi kualitas lingkungan. (Indra Wahyudin, dkk, 2018). AAT ini dapat berdampak negative bagi lingkungan karena dapat mencemari lingkungan yang ada disekitar wilayah penambangan tersebut. AAT harus dilakukan penetralan sebelum dilepaskan ke perairan yang ada disekitannya.

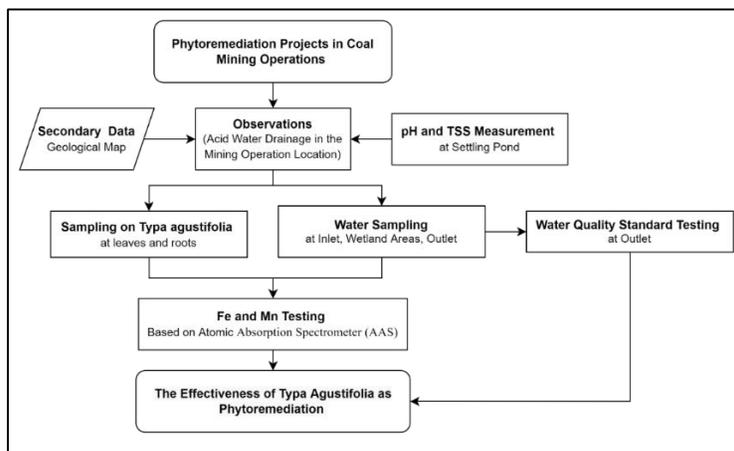
Pengelolaan Air asam tambang dapat dilakukan secara aktif maupun secara pasif. Pengelolaan AAT secara aktif dapat dilakukan dengan penambahan bahan kimia yang dapat melakukan penetralan terhadap air asam tambang biasanya adalah senyawa-senyawa alkali, sementara pengelolaan secara pasif dilakukan dengan menggunakan kemampuan fisik alami, geokimia, dan proses biologi dari sistem perairan yang ada disekitar wilayah penambangan tanpa membutuhkan bantuan manusia dalam pengoperasiannya (Indra, Hieronimus dkk. (2014).. Sistem pasif terkadang membutuhkan wilayah yang cukup besar dalam melakukan remediasi terhadap air asam tambang. Pada Penelitian ini akan dilakukan penelitian terkait dengan pemanfaatan rawa buatan di area kolam pengendapan yang digunakan

untuk kegiatan penetralan air asam tambang dengan menggunakan metode pasif.

Metode pasif yang diterapkan yaitu dengan menambahkan tanaman Lembang (*Typha angustifolia*) yang dapat menjadi Fitoremediasi untuk melakukan remediasi. Menurut (Cynthia Henny, 2010) Pengelolaan secara pasif yang merupakan gabungan beberapa sistem pengolahan seperti sangat efektif meningkatkan pH dan menurunkan kandungan logam yang ada pada AAT. sistem yang umum digunakan untuk pengolahan AAT seperti sistem *permeable reactive barrier* (PRB), *open limestone channels* (OLCs), *anoxic limestone drains* (ALDs) dan rawa buatan/ *Constructed Wetland* (CW). Sehingga berdasarkan literature- literature tersebut mencoba menggunakan sistem rawa buatan untuk melakukan penanganan dengan sistem CW atau rawa buatan tersebut. CW atau rawa buatan yang digunakan adalah area *settling pond* (SP) yang telah tidak aktif. Diharapkan dengan penelitian ini dapat memberikan gambaran pengelolaan air asam tambang di wilayah penelitian dan dapat memanfaatkan tumbuhan lebang ini sebagai media remediasi.

II. Metode

Penelitian ini dilakukan di wilayah Pertambangan PT. Wahana Baratama Mining di daerah tanah bumbu Kalimantan selatan. Penelitian dilakukan dengan melihat kondisi prairan dan tanah disekitar wilayah tambang yang terindikasi terpapar cemaran dari kegiatan penambangan metode yang dilakukan adalah deskriptif kuantitatif dengan melakukan uji laboratorium terhadap tumbuhan *typha angustifolia*. Adapun mekanisme penelitian didasarkan penelitian terdahulu sebagai berikut :



Gambar 1. Diagram Penelitian

Penelitian diawali dengan observasi lapangan, kemudian pengambilan sampel terkait dengan data Kualitas air di daerah penelitian, kemudian mengambil sampel tanah di daerah penelitian, setelah itu dilakukan analisis laboratorium dari tumbuhan lembang untuk

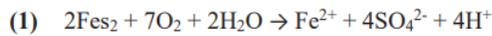
mengetahui besarnya pengaruh tanaman dalam melakukan remediasi pada lahan. Lokasi pengambilan sampel dilakukan di PT. Wahana Baratama Mining di area SP dan area disposal untuk mengetahui kualitas tanah disana. Dapat dilihat pada **Gambar 2**



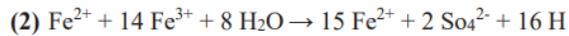
Gambar 2 Lokasi Pengambilan Sampel

Air Asam Tambang

Air Asam Tambang (AAT)/ *acid mine drainage* – (AMD) adalah air yang bersifat masam (tingkat keasaman yang tinggi ditandai dengan nilai pH yang rendah di bawah 5). AAT sendiri merupakan hasil oksidasi mineral sulfida yang terpajan atau terdedah (exposed) di udara dengan kehadiran air (Rudy Sayoga, 2012). Kondisi seperti itu dapat diakibatkan akibat adanya lindiian terhadap mineral sulfide yang dapat menghasilkan sulfat :



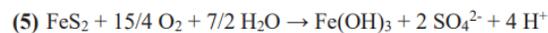
Pyrite + Oxygen + Water → Ferrous Iron + Sulfate + Acid



Pyrite + Ferric Iron + Water → Ferrous Iron + Sulfate



Ferrous Iron + Oxygen + Acid → Ferric Iron + Water



Pyrite + Oxygen + Water → Yellow Boy + Sulfate Acid

Dari reaksi diatas dapat diketahui jika mineral sulfide yang bereaksi dengan air dapat membentuk asam sulfat.

Baku mutu lingkungan untuk air limbah hasil kegiatan pertambangan sebai berikut :

Tabel 1. Baku Mutu Lingkungan

Parameter	Unit	Nilai Ambang
		Batas
pH		6-9
TSS	mg/l	400
Total Besi (Fe)	mg/l	7
Total Mangan (Mn)	mg/l	4

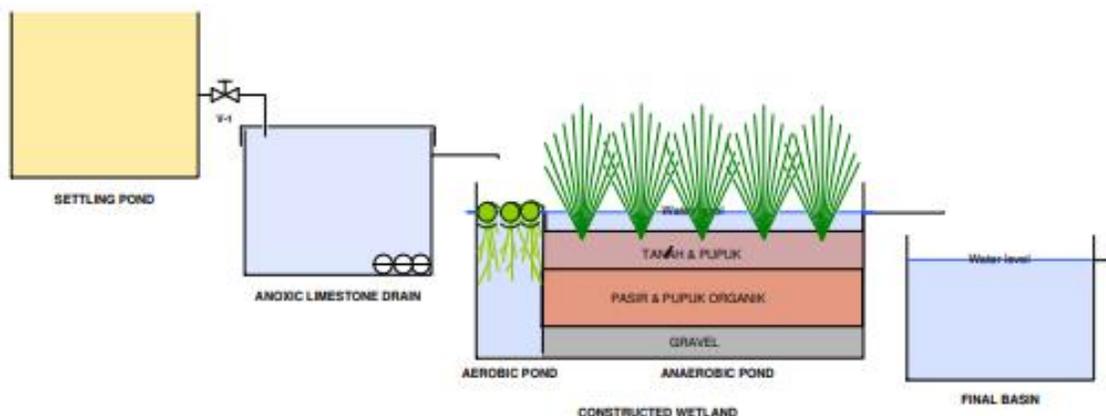
Metode Pasif

Selain dengan acra aktif metode yang biasa digunakan adalah dengan metode pasif yaitu metode yang dilakukan secara bio-geokimiawi dan berlangsung secara alami untuk peningkatan pH serta pengendapan terhadap logam – logam terlarut. Banyak sekali metode pasif dikembangkan salah satunya *aerobic wetland*, *successive alkalinity producing system* (SAPS), dan open *lime stone channel* (OLC) dan sistem *Constructed Wetland*. Dalam sistem pengolahan pasif ini memberikan kemudahan dalam penanganan air asam tambang karena tidak diperlukan suplai material, energi, dan tenaga manusia secara kontinu namun memiliki keterbatasan dalam hal kapasitas pengolahan (Gunawan et al., 2014).

Constructed Wetland (CW).

Rawa Buatan atau Constructed Wetland (CW) (Gambar 3) adalah salah satu bentuk pasif treatment yang mana dilakukan dengan membuat lahan basah yang dapat secara alami untuk melakukan penetralan secara bio-kimia. Rawa buatan adalah suatu sistem

rawa yang dibuat hampir menyerupai rawa alami yang dapat melakukan remediasi air yang tercemar. Mekanisme pengolahan air yang tercemar pada sistem CW ini melalui proses ilmiah yang melibatkan tumbuhan air, sedimen, serta mikro organisme yang ada didalamnya dengan matahari sebagai sumber energi (Vymazal, 2008).



Sumber : Cynthia Henny dkk, 2010

Gambar 3 Metode Pasif dengan menggunakan Rawa Buatan

Typha Agustifolia

Tanaman Lembang (*Typha Angustifolia*) adalah salah satu jenis tumbuhan yang dapat digunakan sebagai media remediasi lahan tanaman ini merupakan tanaman area rawa yang mempunyai akar serabut yang kuat. Tanaman ini tidak mudah mati dan cepat menyesuaikan diri pada lingkungannya. Karena mempunyai akar serabut yang relatif panjang dan lebar

lembang dapat menyerap unsur harasecara baik dan relatif lebih besar (Hidayah 2010)

III. Hasil dan Pembahasan

Hasil pengujian terhadap air yang terdapat di daerah penelitian yang diambil dari beberapa kolam pengendapan dapat dilihat pada tabel berikut ini :

Tabel 2 kondisi sampling pada Kolam Pengendapan

Lokasi Setling Pond	PH	TSS	Konsentrasi Fe (mg/l)	Konsentrasi Mn (mg/l)
07	7.57 ± 0.447	7.14 ± 1.952	0.12 ± 0.081	0.008 ± 0.006
ICF 01	7.62 ± 0.421	8.17 ± 4.499	0.07 ± 0.032	0.006 ± 0.003
ICF 02	7.62 ± 0.455	8.00 ± 2.582	0.06 ± 0.039	0.006 ± 0.003
Karang 01	7.53 ± 0.361	9.57 ± 5.996	0.11 ± 0.113	0.005 ± 0.002
West Lucut	7.49 ± 0.419	6.57 ± 1.718	0.06 ± 0.020	0.006 ± 0.002

Dari data diatas dapat diketahui kondisi air pada daerah kolam pengendapan mempunyai PH yang relatif norman namun terdapat konsentrasi dari logam seperti

Fe dan Mn yang perlu dilakukan pengolahan. Sementara di lokasi sungai berikut ini data kualitas air di area sungai :

Tabel 3 kondisi sampling pada Sungai daerah Penelitian

Sungai	pH	TSS	Konsentrasi Fe (mg/l)	Konsentrasi Mn (mg/l)
Pabilahan	7.77 ± 0.540	6.83 ± 1.602	0.049 ± 0.004	0.005
Taras	7.80 ± 0.521	6.33 ± 1.966	0.051 ± 0.010	0.006 ± 0.001
Karang	7.83 ± 0.543	6.00 ± 2.000	0.052 ± 0.012	0.005
Lucut	7.79 ± 0.453	7.17 ± 3.137	0.047	0.005

Untuk data dari pengujian kualitas air sungai di daerah penelitian diketahui bahwa konsentrasi Fe dan Mn masih memenuhi kualitas lingkungan. Kemudian

dilakukan pengambilan sampel air di inlet sistem kolam pengendapan diketahui rata-rata konsentrasi Fe dan Mn sebagai berikut :

Tabel 4 kondisi sampling pada Inlet

Kode Sempel	Konsentrasi Fe (mg/l)	Konsentrasi Mn (mg/l)
P. 4680	0.182	0.017
P. 4681	0.442	0.024
P. 4682	0.857	0.039
P. 4683	0.112	0.005
P. 4684	0.112	0.01
Rata-Rata	0.341 ± 0.318	0.019 ± 0.013

Efektivitas akumulasi Fe dan Mn pada beberapa SP menyebabkan perbedaan akumulasi logam. Akumulasi Fe tertinggi terdapat pada SP Lucut Barat, sedangkan akumulasi Mn tertinggi terdapat pada SP Karang 01 (Tabel 5). Korelasi antara akumulasi logam di Typha angustifolia dan konsentrasi logam di SP ditunjukkan di SP Karang dan Lucut (Tabel 6). Konsentrasi logam dalam SP menggambarkan sisa logam setelah proses remediasi melalui tumbuhan. Luas SP Karang 28.149 m² dan SP Lucut sekitar 10.504 m². SP Karang merupakan instalasi untuk menerima drainase air dari dua lokasi penambangan, namun lokasi penambangan aktif di perusahaan hanya tersisa di satu lokasi. Selanjutnya SP Karang tidak cukup aktif untuk

mengolah air. Berdasarkan pengamatan lapangan, jumlah Typha angustifolia antara SP Karang dan Lucut menunjukkan populasi yang berbeda menyebabkan aktivitas SP. Populasi Typha angustifolia yang paling tinggi di SP Lucut menghasilkan akumulasi logam yang lebih tinggi dibandingkan SP Karang

Penyerapan bahan dilakukan melalui zat terlarut Fe untuk mengasumsikan endapan Fe dan menghasilkan BCF Typha angustifolia untuk akumulasi Fe dan Mn sekitar 0,404 dan 4,586. Nilai tersebut menggambarkan bahwa Typha angustifolia memiliki peran utama sebagai hiperakumulator untuk, Logam Mn sebesar (BCF>1)

Tabel 4 Absorpsi Fe dan Mn di Beberapa SP

SP	Penyerapan Fe (%)	Penyerapan Logam Mn (%)
07	65.9	57.9
ICF 01	80.9	67.7
ICF 02	81.9	68.4
Karang 01	67.3	70.7
West Lucut	82.5	66.9

IV. Kesimpulan

Sistem Rawa buatan dengan penanaman tanaman *Typha Angustifolia* ini dapat dijadikan alternatif dalam rangka melakukan remediasi pada area penambangan dalam rangka pengolahan secara aktif air asam tambang. Berdasarkan hasil diketahui tanaman rembang ini dapat mereduksi Konsentrasi Fe dan Mn di inlet CW berturut-turut adalah $0,341 \pm 0,318$ dan $0,019 \pm 0,013$ mg/L. Air dialirkan ke CW melalui saluran terbuka, diproses selama 30 hari, dan akumulasi Fe dan Mn pada tanaman adalah 137,86 dan 87,15 mg/Kg. Konsentrasi Fe dan Mn tertinggi pada hasil perlakuan pasif di Setling Pond (SP) masing-masing adalah $0,12 \pm 0,08$ dan $0,008 \pm 0,006$ mg/L. Penelitian ini menunjukkan bahwa *Typha angustifolia* dapat menurunkan konsentrasi Fe dan Mn secara maksimal sebesar 82,5% dan 70,7%.

Daftar Pustaka

Cynthia Henny, dkk 2010, " Pengolahan Air Asam Tambang Menggunakan Sistem "Passive Treatment" Prosiding Seminar Nasional Limnologi V tahun 2010

Gall JE, Boyd RS, Rajakaruna N. Transfer of heavy metals through terrestrial food webs: a review. *Environ Monit Assess* 2015; 187: 1–21.

Gunawan, Gautama, R. S., Abfertiawan, M. S., Kusuma, G. J., Leping, Y., & Saridi. (2014). Penelitian dan Sistem Pengelolaan Air Asam

Tambang di Lati Mine Operation. Seminar Air Asam Tambang Ke-5 Dan Pascatambang Di Indonesia Bandung, 28 Oktober 2014, 28 Oktober 2014, 1–10.

- Hidayah, E. N dan Aditia, W. 2010. Potensi Dan Pengaruh Tanaman Pada Pengolahan Air Limbah Domestik Dengan Sistem Constructed Wetland. *Jurnal Ilmiah Teknik Lingkungan* Vol.2 No. 2: 11-18
- Indra Wahyudin, dkk, 2018, "Analisis Penanganan Air Asam Tambang Batubara". *Jurnal Geomine* Vol 6 No 2
- Indra, Hieronimus dkk. (2014). Penerapan Metode Active dan Passive Treatment Dalam Pengelolaan Air Asam Tambang Site Lati. Bandung 2018.
- Muhammad D, Chen F, Zhao J, Zhang GP, Wu FB. Comparison of EDTA and citric acid-enhanced phytoextraction of heavy metals in artificially metal contaminated soil by *Typha angustifolia*. *Journal Phytoremediation* 2009; 11: 558–574.
- Rudy Sayoga, 2012, Pengelolaan Air Asam Tambang, Bimbingan Teknis Reklamasi Dan Pascatambang Pada Kegiatan Pertambangan Mineral & Batubara Ditjen Mineral & Batubara, KESDM, Yogyakarta
- Vymazal, J. 2008. Constructed wetland for waste water treatment: a review. In Sagupta M, Dalwani R (eds). *Proceeding of Taal 2007: The 12th World Lake Conference*. p: 965-980.
- Waters JC, Santomartino S, Cramer M, Murphy N, and Taylor JR. Acid rock drainage treatment technologies-identifying appropriate solutions. *Proceedings, 6th International Conference on Acid Rock Drainage*. 12-18 July 2003., Cairns, Queensland, Australia. Pp. 831-843.