MODEL PENGELOLAAN AIR ASAM TAMBANG BATUBARA UNTUK PENGENDALIAN PENCEMARAN LINGKUNGAN PERTAMBANGAN (STUDI KASUS : BANKO BARAT PIT STIMUE PT. LUETT ASAM-TANJUNG ENIM)

DISERTASI

Sehagui Salah Satu Syarat untuk Monsperolek Golar Dolater (Mr) pada Program Studi Ilmu-Ilmu Lingkongus Program Pancasarjana Universitas Sciwijaya

Old : Neny Rochyeni NIM. 20103602022



PROGRAM PASCASARIANY UNIVERSITAS SRIPPIA YA 3777 2015

HALAMAN PENGESAHAN

Judul Disertasi

: Model Pengelolaan Air Asam Tambang Batubara Untuk

Pengendalian Pencemaran Lingkungan Pertambangan (Studi Kasus: Banko Barat Pit 3 Timur PT. Bukit Asam -

Tanjung Enim)

Nama mahasiswa

: Neny Rochyani

NIM

20103602022

Program Studi

: Doktor Ilmu Lingkungan

Bidang Kajian Utama

: Agri Industri Energi

Menyetujui:

Prof. Dr. Ir. Eddy Ibrahim, MS

Promotor

Dr. Ir. H. M. Faizal, DEA

Co Promotor I

Co Promotor II

Ketua Program Studi Ilmu Lingkungan

Direktur Program Pascasarjana,

Universitas Sriwijaya

Prof. Dr. Ir. Eddy Ibrahim, MS

NIP. 19611221991021001

Prof. Dr. Hilda Zulkifli, M.Si, DEA

NIP.19530414 1979032001

Tanggal Pengesahan:

Juni 2015

HALAMAN PERSETUJUAN KOMISI PENGUJI

- Prof. Dr. Ir. Eddy Ibrahim, M.S. NIP. 196211221991021001
- Dr. Ir. H. M. Faizal, DEA NIP. 195805141984031001
- Dr. Ngudiantoro, M.Si NIP. 197110101997021001
- Prof. Ir. Subriyer Nasir, M.S, Ph.D NIP. 196009091987031004
- Prof. Dr. Ir. Bakti Jos, DEA NIP. 196005011986031003
- Dr. Dedi Setiabudidaya, M.Sc NIP. 196011101986021001
- Dr. Ir. H. A. Halim PKS, M.S NIP. 195112071979031003

(Tab)

The ,

Ala s

Mengetahui, Direktur Program Pascasarjana

Prof. Dr. Hilda Zulkifli, M.Si, DEA NIP. 195304141979032001 Palembang, 17 Juni 2015

Ketua Program Studi Ilmu Lingkungan

Prof. Dr. Ir. Eddy Ibrahim, M.S. NIP. 196211221991021001

ABSTRACT

The quality of acid mine drainage at the east pit 3 west Banko coal mine show that the pH of the water is low and must always be considered and concern to do proper treatment. This study propose to produce acid mine water treatment model involving the variables that affect the pH of acid mine drainage that is, the dose of lime, operation time, TSS, settling time and volume of rainfall. The measurement on the parameters of TSS, pH and Mn resulted that it's parameters still in the environmental quality standards while a pH was low and need to do treatment. Experiments in the laboratory and testing by statistical results that optimum conditions in the treatment with lime and limestone in a magnitude of dose increases pH, subsequent measurement of the effectiveness of the settling time of the TSS levels of water and the effect of deposition time on the performance of lime in raising the pH of the water obtained needs time. The ideal deposition is at 2 x 24 hours. Experiment on effect of rainfall volume on the pH show that the volume of rainfall affect to the increase pH so the high rainfall will increase the pH. From the laboratory experiments and statistical test results as well as the measurement and analysis of rainfall in the area of the mine, it can be built with a management model that is 3 pools indicator needs creep / compartment in the settling ponds, lime treatment is done on an sneaking into 3 doses of lime will be different in each month according to the monthly rainfall conditions where pH will be different in each month, thus the lime needs will be different due to different doses of lime. Treatment model built will meet the conditions of acid mine rainage that reach environmental quality standards.

Keywords: acid mine water, lime dosage, settling time, pH

ABSTRAK

Kualitas air asam tambang di wilayah tambang Banko Barat Pit 3 Timur menunjukkan bahwa pH air adalah rendah, merupakan parameter yang harus selalu diperhatikan dan perlu untuk dilakukan pengelolaan yang tepat. Penelitian ini bertujuan untuk menghasilkan model pengelolaan air asam tambang dengan melibatkan variabel-variabel yang mempengaruhi pH air asam tambang yaitu, dosis kapur, waktu operasi, TSS, waktu pengendapan dan volume curah hujan. Hasil pengukuran terhadap parameter TSS, pH dan Mn masih berada pada baku mutu lingkungan sedangkan pH rendah dan harus dilakukan pengelolaan. Percobaan laboratorium dan pengujian dengan statistik memperoleh hasil yaitu kondisi optimum dalam perlakuan dengan kapur dan besarnya dosis kapur dalam meningkatkan pH, selanjutnya pengukuran terhadap efektivitas waktu pengendapan terhadap kadar TSS air dan pengaruh waktu pengendapan terhadap kinerja kapur dalam meningkatkan pH air diperoleh kebutuhan waktu pengendapan yang ideal yaitu pada 2 x 24 jam. Percobaan pengaruh volume curah hujan terhadap pH menunjukkan bahwa volume curah hujan berpengaruh terhadap peningkatan pH sehingga pada curah hujan yang tinggi akan meningkatkan pH. Dari hasil percobaan dan pengujian serta dengan pengukuran dan analisis terhadap curah hujan di wilayah tambang, maka dapat dibangun model pengelolaan dengan indikator kebutuhan yaitu 3 kolam endap/kompartemen dalam KPL, perlakuan kapur dilakukan pada kolam endap ke 3, dosis kapur akan berbeda pada tiap bulan sesuai dengan kondisi curah hujan bulanan dimana pH akan berbeda pada tiap bulannya, dengan demikian kebutuhan kapur akan berbeda seiring dengan berbedanya dosis kapur. Model pengelolaan yang dibangun akan memenuhi kondisi air asam tambang yang mencapai baku mutu lingkungan.

Kata kunci: air asam tambang, dosis kapur, waktu pengendapan, pH

KATA PENGANTAR

Bismilahirrohmanirrohiim. Atas rahmat, kesehatan, pertolongan, nikmat dan kasih sayang-Nya, penulis memanjatkan puji syukur kehadirat ALLAH SWT karena kegiatan penelitian, penyusunan serta penulisan Disertasi berjudul" Model Pengelolaan Air Asam Tambang Batubara untuk Pengendalian Pencemaran Lingkungan Pertambangan (Studi Kasus: Banko Barat Pit 3 Timur PT Bukit Asam-Tanjung Enim)" dapat diselesaikan. Disertasi ini banyak sekali mendapatkan bantuan baik moril maupun materiil dan mendapatkan bimbingan, arahan yang sangat baik dari promotor dan co-promotor, hingga dapat disajikan dengan lengkap dan terstruktur.

Pada kesempatan ini penulis menyampaikan terimakasih dan penghargaan yang setinggi-tingginya kepada Promotor, Bapak Prof. Dr. Ir. Eddy Ibrahim, M.S, Co Promotor 1, Bapak Dr. Ir. H. M. Faizal, DEA dan Co Promotor II, Bapak Dr. Ngudiantoro, M.Si, karena dengan kesabaran dan keikhlasan Bapak telah meluangkan waktu memberikan petunjuk, motivasi, semangat mulai dari ide, penyusunan proposal, penelitian dan analisis hasil, publikasi ilmiah sampai bimbingan penulisan disertasi serta cara bersikap. Terimakasih dan hormat juga penulis sampaikan kepada:

 Rektor Universitas Sriwijaya, Prof. Dr. Badia Perizade, MBA, atas bantuan, izin dan kesempatan dalam menempuh pendidikan Program Doktor di Pascasarjana Universitas Sriwijaya dan selaku ketua sidang ujian terbuka.

viii

- Direktur Program Pascasarjana Universitas Sriwijaya, Prof. Dr. Hilda Zulkifli, DEA, beserta seluruh staf yang telah memberikan fasilitas dan bantuan selama menempuh pendidikan di Universitas Sriwijaya..
- Ketua Program Studi Doktor (S3) Ilmu-Ilmu Lingkungan sekaligus promotor penulis, Prof. Dr. Ir. Eddy Ibrahim, MS, beserta staf (Dr. Hermansyah dan Mbak Merza) yang selalu memberikan informasi, bantuan dan fasilitas selama mengikuti pendidikan.
- Prof. Dr., Ir. Robiyanto H. Susanto, M.Agr.Sc yang telah memberikan semangat, motivasi dan perhatian selama Bapak menjabat ketua program studi Doktor Ilmu-Ilmu Lingkungan Pascasarjana Universitas Sriwijaya.
- Dosen-dosen pada Program Studi S3 Ilmu-Ilmu Lingkungan PPs UNSRI atas bimbingan dan pemahaman keilmuan selama menjalani pendidikan.
- 6. Dosen-dosen di luar komisi, Dr.Ir. Susila Arita, DEA, Dr. Ir. M. Hatta Dahlan, M.Eng, Dr. Ardyan Saptawan, Dr. Ir. Dwi Putro Priadi, M.Sc dan Prof. Dr. Ir. Robiyanto H. Susanto, M.Agr.Sc selaku tim penguji dan pembahas dalam tahapan kegiatan ujian Kandidat Doktor, Proposal, Seminar Kemajuan dan Seminar Hasil, dimana Bapak dan Ibu telah banyak memberikan kontribusi dan masukan untuk membuat tulisan menjadi lebih bermakna dan lebih baik lagi.
- 7. Prof. Dr. Ir. Bakti Jos, DEA selaku penguji tamu atas kesediaan waktu untuk hadir pada sidang tertutup dan sidang terbuka, di tengah kegiatan Bapak yang begitu padat dan telah memberikan pandangan, saran dan masukan serta motivasi dalam menyelesaikan disertasi ini.
- Pimpinan, manager CSR, DIKLAT, K3L, RENSIHID, RENLING, PJP, LAB dan staf karyawan PT Bukit Asam, Tbk (Kak Yansir Nani, pak Wido, pak

Bakir, pak Sobri, pak Taufik, pak Margono, pak Amri, pak Wali Husnah, Mbak Peni, mbak Lala, bu Erna, pak Rota, pak Sujak, pak Cholik, pak Suratman, pak Sukarsa, pak Nuraini, mas Wendy, mas Karnain, mas Erwan, mas Eri, mas Iman, mas Amar, pak Helmi, adik-adik PAMA (Budi, Heri, Fajar, Rohmat, Wahyu, Raffles) yang telah membuka seluas-luasnya informasi dan fasilitas yang penulis butuhkan.

- Rektor Universitas PGRI yang telah memberikan izin untuk melanjutkan pendidikan, dan civitas akademika di lingkungan Fakultas Teknik Universitas PGRI atas dukungan dan kerjasamanya (pak Firdaus, kak Saleh, Aziz, Ronald, kak Agus, Endang, Andi Arif, Iim, Ully, Ida, Upik, Husnah, Yuni, Yeni, Sri).
- 10. Seluruh rekan mahasiswa doktoral angkatan 2009 (yuk Marhaini, yuk Efy, mbak Dina, Hasanudin, pak Zulbahrum), angkatan 2010 (yuk Ayi, yuk Gema, yuk Eka, Lely, pak Chairil, kak Zuber, kak Syarif, mbak Puji, Erma, Bu Laila, pak Yerizam, kak Eri, Ila, Dewi, Hairul) yang bersama-sama mendukung dan menyemangati untuk penyelesaian pendidikan.
- 11. Dosen dan rekan di Fakultas Teknik (S1 dan S2 Universitas Sriwijaya), Kemampuan Mengajar (AKTA), Politeknik Negeri Sriwijaya, Guru-guru dan rekan di SMA, SMP dan SD yang telah memberi semangat dan doanya.
- 12. Adik adik mahasiswa tersayang: Lani, Hozi, Vianty, Danu, Siska, Nanda (Universitas PGRI), Ami, Jaya, Ayu, (STIK Bina Husada), serta pak Dr. Amar, Rofiqo, Jemi, (BTKL) yang telah membantu dan bekerjasama dalam penelitian.
- Pengurus dan rekan di Keluarga Besar TKWD dan KONI Propinsi Sumatera Selatan terimakasih untuk dukungan, support dan doanya.

Secara khusus dalam kesempatan ini penulis sampaikan terimakasih kepada:

 Kedua orang tuaku tercinta Bapak H. Zainuddin Yamin (Alm) dan Ibu Hj.
 RD. Suwati dan mertuaku Bapak A. Somad Goni (Alm) dan Ibu Yusnani atas do'a, dukungan, semangat serta harapan-harapan dan restu yang tiada henti.

2. Suamiku tercinta Gonan Sumadi, SE, MM dan Anak-anakku tersayang A. Fadlan Abdullah Latif Al-Ghozali (Alm) dan M. Aufar Nurhasyim Arrambani terimakasih atas dukungan, semangat, pengertian, waktu dan do'a agar pendidikan yang penulis/adaq tempuh dapat berjalan dan selesai dengan baik. Semoga keberhasilan ini dapat menjadi motivasi untuk selalu belajar dan memahami pentingnya menuntut ilmu.

3. Saudara-saudaraku tersayang: Aa' Marsekal Pertama H. Asep Sumaruddin, M.Sc, terimakasih atas dukungan, pengertian dan semua bantuan yang diberikan mudah-mudahan manfaatnya dapat terwujud nyata. Juga untuk Aa' AKBP H.Ujang S.Oktari, M.Hum, Teteh Ir. Nena, Aa' Iskandar Djabar, A.Md, Aa' Kompol Iman Sumantri, ST dan adinda Ismiatun, A.Md, terimakasih atas kepedulian dan do'a yang tiada henti, serta untuk saudara-saudara iparku: teteh Hj. Dewi, ayuk Kompol. Hj. Yelinda, Aa' Ir. Asep AM., M.Stat, mbak Atik, mbak Balqis, SH dan Nefi Halwan M. Mar, kak Nasrul, S.Kom, Fety, A.Md dan Feby, SE penulis ucapkan terimakasih. Serta seluruh keponakanku (dr. Nadya Oktary/dr.Chandra, Roffi, ST, St. Amelia, Riri, Fina, Lana, Ishak, Rigel, Nisa, Hazik) yang memberi semangat dan keceriaan.

Semoga semua do'a, dukungan dan bantuan menjadi amal ibadah serta hasil penelitian disertasi ini bermanfaat.

Palembang, Juni 2015 Penulis,

Neny Rochyani

DAFTAR ISI

	Halaman
HALAMAN JUDUL	. i
HALAMAN PENGESAHAN	. ii
HALAMAN PERSETUJUAN KOMISI PENGUJI	iii
HALAMAN PERNYATAAN	iv
HALAMAN PERSEMBAHAN	
ABSTRACT	
ABSTRAK	vii
KATA PENGANTAR	viii
RIWAYAT HIDUP	xiii
DAFTAR ISI	xv
DAFTAR GAMBAR	xviii
DAFTAR TABEL	xix
DAFTAR LAMPIRAN	XX
BAB I PENDAHULUAN	1
A. Latar Belakang	
B. Rumusan Masalah	7
C. Tujuan	8
D. Manfaat	8
E. Kerangka Pemikiran	

BAB II TINJAUAN PUSTAKA	10
A.Deskripsi Wilayah Banko Bara	10
Iklim dan Curah Hujan	15
2. Geologi	16
Cadangan dan Kualitas Batubara	20
B. Hasil-hasil Penelitian Terdahulu	23
C. Penirisan Tambang (Mine Drainage)	26
D. Hidrologi	27
Perhitungan Intensitas Curah Hujan	30
2. Konsep Pembentukan Air Tanah	40
3. Lapisan Air Tanah Terkekang	41
4. Air Asam Tambang	42
5. Efek dan Pengendalian Air Asam Tambang	49
E. Lingkungan Tambang Batubara	51
F. Kapur	56
BAB III METODELOGI PENELITIAN	57
A. Tempat dan Waktu Penelitian	57
B. Jenis dan Sumber Data	59
1. Teknik Pengumpulan Data Primer	60
2. Metode Pengambilan Sampel	60
3. Percobaan Laboratorium	60
C. Tahapan Penelitian	63
D. Metode Analisis	64
Analisis Kualitas Air Asam Tambang	64

Analisa Pengaruh Perlakuan Kapur dengan Berbagai Kondisi Operasi terhadap pH Air Asam Tambang
3. Analisis Model Pengelolaan Air Asam Tambang 67
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN
A. Analisis Kualitas Air Asam Tambang
1. Kadar TSS dalam Air Asam Tambang 70
2. Kadar Fe dalam Air Asam Tambang
3. Kadar Mn dalam Air Asam Tambang 73
4. pH Air Asam Tambang 75
B. Analisis Pengaruh Perlakuan dengan Kapur Pada Berbagai Kondisi Operasi terhadap pH Air Asam Tambang
1. Pengaruh Rasio Dosis Kapur dan Waktu Operasi terhadap pH 77
Pengaruh Waktu Pengendapan terhadap TSS
Pengaruh Waktu Pengendapan terhadap Kinerja Kapur dalam Meningkatkan pH 84
4. Pengaruh Volume Curah Hujan terhadap pH 87
C. Model Pengelolaan Air Asam Tambang
1. Analisis Curah Hujan
Pengelolaan Air Asam Tambang
3. Perhitungan Kebutuhan Kapur 103
BAB V KESIMPULAN DAN SARAN 110
A. Kesimpulan
B. Saran 111
DAFTAR PUSTAKA112
LAMPIRAN

BAB I PENDAHULUAN

A. Latar Belakang

Batubara adalah salah satu sumber energi bagi dunia khususnya untuk kebutuhan kegiatan industri. Konstribusi batubara dalam konsumsi energi di dunia adalah sekitar 40%. Di banyak negara angka-angka ini jauh lebih tinggi, Polandia mengkonsumsi lebih dari 94% untuk pembangkit listrik, Afrika Selatan 92%, Cina 77%, Australia 76% dan bahkan Indonesia 50%. Indonesia memiliki peran yang penting sebagai pemasok batubara dunia. Sejak 2004 Indonesia telah menjadi eksportir batubara kedua terbesar setelah Australia dengan kontribusi 26 % terhadap total ekspor pada 2007 dan merupakan eksportir batubara thermal (ketel uap) terbesar dunia dengan total ekspor 171 juta ton pada 2007 (World Coal Institute, 2009).

Sektor produksi batubara nasional terus mengalami perkembangan yang sangat signifikan. Pada tahun 1992 tercatat sebesar 22,951 juta ton, naik menjadi 151,594 juta ton pada tahun 2005, atau naik ratarata 15,68 % per tahun. Jika diasumsikan proyeksi untuk tahun-tahun mendatang mengikuti kecenderungan (trend) tersebut di atas, maka kondisi pada tahun 2025, produksi akan meningkat menjadi sekitar 628 juta ton. Pada sisi konsumsi, penggunaan batubara meningkat pesat dari 36,1 juta SBM pada tahun 2000 menjadi 123 juta SBM pada tahun 2012 atau meningkat rata-rata 9,9% per tahun. Seluruh batubara tersebut digunakan untuk memasok kebutuhan energi sektor industri, terutama untuk industri semen, industri tekstil serta industri kertas (BPPT, 2014).

ı

Produksi batubara tidak terlepas dari kegiatan penambangan, yang merupakan suatu usaha pembongkaran mineral dari batuan induk untuk kemudian diangkut, diolah dan dimanfaatkan, sehingga dalam proses penambangan ini terjadi penyingkapan batuan. Tambang batubara terutama dengan metode tambang terbuka memerlukan lahan yang luas untuk diganggu sementara. Hal tersebut menimbulkan permasalahan lingkungan hidup, termasuk erosi tanah, polusi debu, suara dan air, serta dampak terhadap keanekaragaman hayati setempat.

Eksplorasi dan eksploitasi tambang batubara menyumbang degradasi terhadap lingkungan di mana dalam kegiatan untuk membuka dan membersihkan lahan serta proses penggalian, pengelupasan lapisan dan pengeboran akan berdampak pada rusaknya lingkungan hayati yang ada di wilayah tambang tersebut. Pada beberapa kajian tampak bahwa pertambangan batubara telah menghilangkan sebagian besar wilayah tumbuhan dan hewan yang hidup di berbagai daerah penambangan serta berdampak lebih jauh kepada perubahan struktrur lingkungan di mana terdapat galian-galian berskala besar pada wilayah tambang yang telah ditinggalkan. (World Coal Institute, 2005).

Produksi, penggunaan dan pemanfaatan batubara yang semakin tinggi akan selalu diikuti dengan pentingnya pengelolaan terhadap lingkungan wilayah tambang yang tentunya akan memiliki resiko untuk dimanfaatkan dengan skala luas. Hal ini dikarenakan batubara sendiri memiliki unsur-unsur yang sangat rentan untuk mencemari lingkungan baik melalui udara, ataupun melalui endapan dan rembesan hasil pencampuran dengan air dan tanah. Pada penambangan batubara sangat potensial terbentuk air asam tambang karena sifat batubara yang berasosiasi dengan pirite. Air asam tambang akan semakin besar kemungkinan

terbentuknya pada sistem tambang terbuka karena sifatnya yang berhubungan langsung dengan udara bebas akan mempermudah bereaksi dengan udara dan air, serta dipengaruhi oleh kondisi cuaca (Hidir, 2008). Terbentuknya air asam tambang akan berdampak serius bagi lingkungan jika tidak ditangani dan diminimalisasi. Dampak dari adanya air asam tambang bagi lingkungan adalah terganggunya ekosistem utamanya biota air, tumbuhan dan mikroorganisme yang hidup di wilayah tambang tersebut. Serta jika mengalir dan dikonsumsi oleh manusia akan berdampak buruk terhadap lingkungan. Timbulnya air asam tambang ini tentu tidak bisa diabaikan begitu saja karena dampaknya yang besar bagi kelestarian lingkungan dan bagi masyarakat yang berada di sekitar area penambangan, dan ini merupakan tantangan yang besar bagi perusahaan pertambangan yang berwawasan lingkungan.

Air asam tambang batubara merupakan cairan yang terbentuk akibat oksidasi mineral-mineral sulfide, terutama pirit (FeS₂) yang menghasilkan asam sulfat (Skousen et al., 2000). Pada tingkat keasaman yang rendah, air asam tambang batubara dapat melarutkan mineral-mineral lain dan melepaskan kation-kation seperti Fe, Mn, Al, Cu, Zn, Cd, Ni dan Hg. Apabila terbawa ke sumber air maka dapat mendegradasi produktivitas biologis sistem akuatik. Pada kondisi parah, maka air menjadi tidak aman dikonsumsi atau untuk penggunaan lainnya (Widowson,1990).

Pada hakekatnya batubara memiliki masalah CO₂, NOx dan SOx serta mengandung bahan anorganik (mineral dan trace element) yang mungkin menjadi masalah bagi kesehatan dan lingkungan (Setiawan, 2009). Pengaruh terhadap kualitas lingkungan tersebut pada intinya akan mempengaruhi

lingkungan hidup manusia dan ekosistem lainnya yang memanfaatkan air sebagai kebutuhan dan berbagai kegiatan sehari-hari. Oleh sebab itu dalam proses penambangan batubara, salah satu hal yang perlu untuk dipertimbangkan adalah sistem pengelolaan air asam tambang berupa pengontrolan air.

Sistem pengelolaan air asam tambang yang terdapat di wilayah tambang PT. Bukit Asam Banko Barat menggunakan cara pemompaan sistem seri, yang berarti terdapat beberapa pompa yang diletakkan pada titik-titik tertentu untuk mengeluarkan air dari permukaan/front tambang. Hal ini dikarenakan wilayah tambang yang telah digali dan berada di kedalaman ± 100 m, sehingga memungkinkan terjadinya genangan dari air tanah dan air permukaan yang bila tidak dikeluarkan akan mengganggu kegiatan produksi.

Pada tahapan berikutnya diketahui bahwa pemompaan air dilakukan di front tambang, selanjutnya air hasil pemompaan ditujukan ke sistem penirisan yang ada di permukaan berupa parit, lalu air tersebut mengalir ke kolam pengendap lumpur (KPL). Di banyak kasus perusahaan pertambangan umumnya menggunakan kapur untuk menetralisir air yang diletakkan di jalur penirisan sebelum air masuk ke kolam pengendap lumpur. Hal ini ditujukan agar air yang masuk ke kolam pHnya dapat naik.

Air yang terkumpul di kolam pengendapan lumpur tersebut, idealnya dilakukan pengelolaan baik dengan menggunakan pendekatan dan bahan kimia (seperti: Caustic Soda/NaOH) maupun dengan proses biologi yang menggunakan tumbuhan dan mikroorganisme (biologi) bisa dilakukan agar dapat mengikat logam berat (Munawar, 2007). Hal ini dilakukan untuk memastikan

bahwa proses netralisir air asam tambang batubara telah dilakukan dengan parameter adanya kehidupan biota air (ikan).

Faktor-faktor yang menjadi sumber atau faktor input dalam menghasilkan air asam tambang adalah air dari *front* tambang yang merupakan hasil galian dan eksplorasi, iklim terutama angin yang membawa material debu tambang, curah hujan, daerah tangkapan hujan serta kelerengan dan cekungan yang akan menjadi pembawa dan penampung air yang secara langsung dan tidak akan membawa material tambang.

Untuk itu, identifikasi sistem dan pengelolaan air asam tambang harus dilakukan yang dicerminkan dengan adanya kegiatan monitoring dan evaluasi agar mengetahui kondisi lingkungan pertambangan apakah dalam kondisi yang terkendali atau tidak dalam kaitannya dengan pencemaran lingkungan. Guna meminimalisir dan menanggulangi terjadinya pencemaran pada kondisi yang tidak terkendali di mana tercermin dari parameter-parameter Fe, Mn, TSS dan pH yang tidak memenuhi standar Baku Mutu Lingkungan, maka perlu dianalisis faktorfaktor yang mendukung dan mempengaruhi pencemaran di wilayah tambang dengan mendasarkan kepada kondisi tersebut di atas. Hal ini dilakukan melalui pengamatan, pengukuran terhadap volume, kualitas dan tingkat pencemaran yang diindikasikan melalui parameter-parameter tersebut.

Selanjutnya setelah terindikasikan potensi pencemaran lingkungan, maka dapat dilakukan langkah berikutnya berupa penerapan teknik pengelolaan air asam tambang yang merupakan cara untuk mengatasi atau meminimalisir dampak pencemaran lingkungan terhadap kualitas air, pada akhirnya dapat menjadi model pengelolaan air asam tambang (Rochyani, N. Et al, 2014)..

Berdasarkan penelitian-penelitian terdahulu menunjukkan bahwa kandungan logam seperti halnya Fe dan Mn yang ada pada air asam tambang batubara menunjukkan nilai yang masih berada pada baku mutu lingkungan yaitu Fe lebih kecil dari 7,0 (Afriyanti et al., 2012 dan Pinandri et al., 2011), sedangkan pH rendah dan asam. Hal ini mengindikasikan bahwa masalah utama dalam air asam tambang batubara adalah pH air rendah atau asam yang harus dilakukan pengelolaan untuk menaikkan kadarnya. Upaya pengelolaan yang dilakukan adalah dengan penggunaan kapur. Air dengan kondisi yang sudah memenuhi standar baku mutu lingkungan dapat dialirkan kembali ke sungai-sungai yang ada maupun untuk meresap ke dalam tanah tanpa menimbulkan masalah lingkungan.

Beberapa penelitian terdahulu telah menghasilkan kesimpulan bahwa penggunaan kapur telah efektif dalam meningkatkan pH air untuk mencapai standar baku mutu lingkungan, akan tetapi belum dengan jelas tergambarkan metode pengukuran yang paling efektif untuk dosis pengapuran dan waktu operasi yang optimum dalam menaikkan/meningkatkan pH air asam tambang. Selain itu pengaruh kolam pengendapan lumpur dalam mengendapkan air asam tambang berkaitan dengan penurunan kadar TSS, pengaruh waktu pengendapan, kinerja kapur dalam meningkatkan pH juga belum dengan jelas diteliti di samping faktor volume dan curah hujan yang juga akan memberikan pengaruh terhadap pH air di wilayah tambang.

Oleh karenanya menjadi penting untuk diteliti karakteristik lingkungan tambang, pengelolaan air asam tambang dengan menggunakan kapur, mempertimbangkan indikator TSS, waktu pengendapan, curah hujan dan waktu operasi. Hasil penelitian ini diharapkan dapat memberikan aplikasi pengelolaan

air yang memenuhi standar baku mutu lingkungan pada wilayah tambang, di mana tambang yang ada tetap memperhatikan lingkungan dengan mengedepankan upaya untuk menanggulangi kerusakan dan meminimalisir pencemaran terhadap kualitas air yang sangat mungkin terjadi di wilayah tambang.

Berdasarkan hal di atas, maka penelitian ini dilakukan untuk menganalisis pengelolaan pencemaran lingkungan utamanya kualitas air di wilayah tambang Banko Barat Pit 3 Timur dan untuk memberikan identifikasi yang akurat tentang tingkat pencemaran di wilayah tambang serta langkah penanggulangan yang baik mulai dari *front* tambang hingga ke kolam pengendap lumpur .

B. Rumusan Masalah

Permasalahan yang terjadi di wilayah pertambangan batubara adalah air asam tambang (Acid Mine Drainage) yang disebabkan adanya kegiatan penambangan. Berkenaan dengan tingkat keasaman/pH yang cukup rendah yang dihasilkan dari nilai pH 3-4 inilah maka sangat diperlukan usaha dalam meningkatkan pH air asam tambang agar kualitas air berada/tidak melebihi standar Baku Mutu Lingkungan (BML) pertambangan. Oleh karenanya, masalah di lingkungan air asam tambang batubara yang diteliti sebagai berikut:

- Bagaimana kualitas air asam tambang batubara Banko Barat Pit 3 Timur ?
- 2. Bagaimana proses perlakuan dengan kapur yang optimum untuk meningkatkan pH air asam tambang?
- 3. Bagaimana rancangan model pengelolaan air asam tambang batubara Banko Barat Pit 3 Timur ?

C. Tujuan Penelitian

Tujuan dari penelitian adalah:

- Menganalisis kualitas air asam tambang batubara Banko Barat Pit 3 Timur.
- Mengkaji kondisi optimum dalam proses perlakuan dengan kapur untuk meningkatkan pH air asam tambang batubara.
- Merancang model pengelolaan air asam tambang batubara Banko Barat Pit 3
 Timur.

D. Manfaat Penelitian

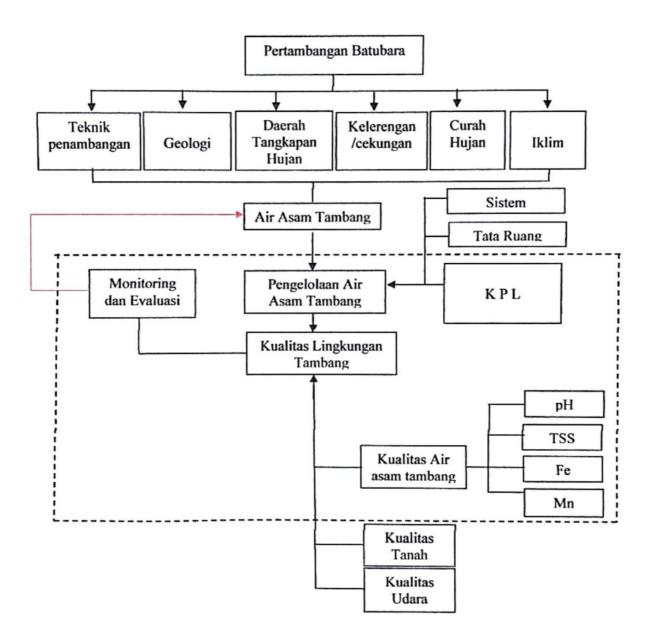
- Dapat dijadikan sebagai informasi yang lengkap sehingga efektif dalam mengelola air asam tambang batubara.
- Menjadi dasar pertimbangan yang penting bagi industri untuk digunakan dalam pengelolaan air asam tambang.
- Menjadi dasar rujukan untuk teknik pengelolaan air asam tambang dengan menggunaan kapur.

E. Kerangka Pemikiran

Unsur-unsur pertambangan batubara meliputi metode penambangan, topografi antara lain geologi, daerah tangkapan hujan, kelerengan/cekungan, serta curah hujan dan iklim. Kegiatan dari penambangan tersebut berdampak langsung pada lingkungan terutama terbentuknya air asam tambang yang berasal dari air permukaan serta curah hujan.

Pengelolaan air asam tambang dilakukan menggunakan kapur sebagai bahan aktif untuk menaikkan pH air asam tambang. Indikator yang diamati adalah

kondisi lingkungan dalam hal ini kualitas air dengan parameter yaitu : pH, TSS, Fe, Mn yang selalu dimonitoring dan dievaluasi agar memenuhi baku mutu lingkungan.



Gambar 1. Kerangka Pemikiran

DAFTAR PUSTAKA

- Adaro. 2009. Pengintegrasian Rantai Pasokan Batubara Untuk Efisiensi dan Pertumbuhan. PT. Adaro Indonesia.
- Afrianty, C., Gustin, L., dan Dewi, T.K. 2012. Pengolahan Limbah Air Asam Tambang Menggunakan Teknologi Membran Keramik. Jurnal Teknik Kimia. Hal:16-25.
- Ahmad, F. 2009. Tingkat Pencemaran Logam Berat dalam Air Laut dan Sedimen di Perairan Pulau Muna. Kabaena, dan Buton. Stasiun Penelitian Lapangan, Pusat Penelitian Oseanograf. LIPI. Hal:117-124.
- Alaerts, G. dan Sumestri, S.S. 1987. Metode Penelitian Air. Surabaya: Usaha Nasional
- Andriany, R, 2009. Metode Pengurangan Emisi Merkuri Pada Pembakaran Batubara, Prosiding Kolokium Pertambangan. Pusat Pengembangan Teknologi Minyak dan Gas Bumi, Jakarta. Hal: 128-133.
- Bergerson, J., and Lave, L. 2002. a Life Cycle of Electric Generation Technologies: Health and Environmental Implication of Alternative Fuels and Technologies. Carney Mellon Electricity Industry Center.
- BPPT. 2014. Outlook Energy Indonesia. Pusat Teknologi Pengembangan Sumberdaya Energi
- Chow, V. T. 1997. Hidrolika saluran Terbuka. Erlangga. Jakarta.
- Costello, C. 2003. Acid Mine Drainage: Innovative Treatment Technologies, US Environment Protection Agency Office of Solid Waste and Emergency Response technicologies Innovation Office. Washington DC. p.1-42.
- Eaton, A. 2005. Standard Methods for Examination of Water and Wastewater. 21st Edition. Marryland – USA: American Public Health Association.
- Edgar, T.F. 1983. Coal Processing and Pollution Control. Gulf Publishing Company. Houston Texas. USA.

- Erakhrumen, Agbontalor, Andrew. 2007. Phytoremediation: an Environmentally Sound Technology for Pollution Prevention, Control and Remediation in Developing Countries. Academic Journals. Vol. 2. Educational Research and Review. Nigeria. p. 151-156.
- Fripp, J. Ziemkiewicz, P.F., and Charkavorki, H. 2000. Acid Mine Drainage Treatment. Journal ERDC TN-EMRRP-SR-14. Baltimore. USA. p. 1-7.
- Gautama, R. S. 1999. Sistem Penyaliran Tambang. Bandung. FTM ITB.
- George, F.H. 2005. Schaum's Outlines: Tss Biologi Edisi 2. Erlangga. Jakarta
- Gomez, K.A., Gomez, A.A. 2010. Prosedur Statistik Untuk Penelitian Pertanian. Edisi Kedua. Universitas Indonesia. Jakarta.
- Hakim, N. 1986. Dasar-dasar Ilmu Tanah. Universitas Lampung.
- Harny, R. D. 1997. Chemical and Biological Treatment to Acid Mine Drainage for the Removal of Heavy Metal and Acidity. Perhappi.
- Hartman, H.L. 1987. Introductory Mining Engineering. New York, John Wileyand Sons Inc.
- Harto, S. 1983. Hidrologi Terapan. Keluarga Mahasiswa Teksnik Sipil Universitas Gajah Mada. Yogyakarta.
- Hedin, R., Weaver, T., Wolfe, N., and Weaver, K. 2010. Passive Treatment of Acidic Mine Drainage: The Anna S Mine Passive. Technical Journal, Mine Water Environment. p. 165-175.
- Hedin, B., and Wolfe, N. 2010. Sustained Treatment of AMD Containing Al and Fe Wth Limestone Aggregatee. Journal USBM IC 9389. US Dept Of the Interior. Washington. DC. p 1-4.
- Huboyo, H. S., dan Zaman, B. 2006. Analisis Sebaran Temperatur dan Salinitas Air Limbah PLTU-PLTGU Berdasarkan Sistem Pemetaan Spasial. Program Studi Teknik Lingkungan FT UNDIP. Semarang.

- Ibrahim, E. 2009. Degradasi Lingkungan Akibat Penambangan, Prosiding Nasional, Seminar Environment Handling After Mine. Palembang. Lembaga Penelitian UNSRI. ISBN 978-602-95695-0-6. Hal: 11 15
- Ibrahim, E., Endang, W.D.H dan Fendianza, D. 2010. Evaluate The Effectiveness of Calcification Between The Inlet and Outlet Channel in The Handling of Acid Mine at Settling Ponds Sludge. Jurnal IATPI. Hal: 1-5.
- Keputusan Menteri Negara Lingkungan Hidup Nomor 113 tahun 2003. Baku Mutu Air Limbah Bagi Usaha dan Atau Kegiatan Pertambangan batubara.
- Kreveleen, D.V. 1981. Coal Science and Technology 3. Coal –Typology-Chemistry-Physics. Constitution, Elsevier Scientific Publishing Company. New York. USA.
- Kumara, N. S. 2009. Telaah terhadap Program Percepatan Pembangunan Listrik Melalui pembangunan PLTU Batubara 10.000 MW. Jurnal Fak. Tek. Univ. Udayana, Vol.8 Nomor 1. Hal 63-68.
- Kusuma, A. P. 2010. Menambang Tanpa Merusak. Badan Geologi. Departemen Energi dan Sumber Daya Minera. Jakarta. Hal: 1-5.
- Liu, I. 1999. Environmental Engineer's Handbook. CRC Press LLC. Princeton. New Jersey. USA.
- Muir, L.G. 1976. Coal Exploration. Miller Freeman Publication. Inc. San Francisco California. USA.
- Munawar, A., 2007, Pemanfaatan Sumberdaya Biologis Lokal Untuk Pengendalian pasif Air Asam Tambang. Jurnal ilmu Tanah dan Lingkungan. Vol.7 No.1.
- Ngudiantoro. 2011. Permodelan Fluktuasi Muka air tanah pada Lahan Basah Pasang Surut tipe C/D. Kasus di Sumatera Selatan. Jurnal Penelitian Sains 13 3 (A): 13303-12 -13303-18
- Olem, H. 2001. Minerals and Mine Drainage. Research Journal WPCF. Vol. 62 No. 4. p. 484-486.
- Palar, H. 2008. Pencemaran dan Toksikologi Logam Berat. Rinaka Cipta. Jakarta

- parulian, Alwin. 2009. Monitoring dan Analisis Kadar Aluminium (Al) dan Besi (Fe) Pada Pengolahan Air Minum PDAM Tirtanadi Sunggal. Medan : Pascasarjana Universitas Sumatera Utara (USU).
- peraturan Gubernur Sumatera Selatan No. 8 tahun 2012 tetang Baku Mutu Limbah cair bagi Kegiatan Industri, Hotel, Rumah sakit, Industri dan Pertambangan Batubara.
- Peraturan Pemerintah RI No. 82 tahun 2001. Pengelolaan Kualitas Air dan Pengendalian Pencemaran Air.
- Pinandari, A.W., Fitriana, D.N., Nughara, A., dan 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. Jurnal Prestasi. Hal: 1-12.
- Riduwan. 2006. Metode dan Teknik Menyusun Tesis. Alfabeta.Bandung
- Robertson, S., Kirsten, 1989. Draft Acid Rock Drainage Technical Guide. British Columbia Acid Mine Drainage Task Force Report. Vol. 1.
- Robi, D. 2008. Alternatif Pembangkit Tenaga Listrik yang Ramah Lingkungan di Indonesia. Jurnal Penelitian. Tek. Elektro. Fak.Teknologi Industri. Univ.Kristen Petra. Surabaya. Hal. 1-7.
- Rochyani, N., Ibrahim, E., Faizal, dan Ngudiantoro. 2014. The Effectiveness Study on CaO Lime Dose and Operation TimeVariation and Its Influence on Acid Mine Drainage Treatement. International Journal of Environmental Science and Development (IJESD). Vol. 6 No. 6. p. 430-434
- Rochyani, N., Ibrahim, E., Faizal, dan Ngudiantoro. 2014. The Analysis of the Effect of Deposition Time on TSS Content Level and pH Mine Water at Mud Settling Ponds of East Pit 3 West Banko Coal Mine. The Sriwijaya International conference on Energy and Environmental Scince and Technology. Journal UNSRI. Vol.1 No.1. p.158-164.
- Rochyani, N., Ibrahim, E., Faizal, dan Ngudiantoro. 2014. Study on Environment Characteristic for Mining Management at East Pit 3 West Banko Coal Mine, Bali International Conference of IJASEIT (International Journal of Advance Science Engineering Information Technology) Vol.4. No.3. p.45-48.

- Rolf, E. 1971. Power Generation and the Environment. Proceeding National Academic Science. USA. Vol. 68. No.8. p: 1938-1943
- Rumapea, Nurmida. 2009. Penggunaan Kitosan dan Polyaluminium Chlorida (PAC) Untuk Menurunkan Kadar Logam Besi (Fe) dan Seng (Zn) dalam Air Gambut. Medan: Pascasarjana USU.
- Said, N.I. 2003. Metoda Praktis Penghilangan Zat Besi dan Mangan di dalam Air Minum, Jakarta : Kelair – BPPT
- Said, M., Arief, T. 2006. Analisis Kebutuhan Batubara dan Gas Bumi Sumatera Selatan dalam Menunjanng Pengelolaan Sumber Daya Energi Yang Berwawasan Lingkungan Sebagai Salah Satu Sumber Pendapatan Asli Daerah (PAD) Sumsel. Jurnal Pembangunan manusia. Edisi 5. Hal: 1-20.
- Sayoga, R. 1999. Sistem Penirisan Tambang, Jurusan Teknik Pertambangan. ITB
- Setiabudi, B.T. 2005. Penyebaran Merkuri Akibat Ulah Pertambangan Emas di daerah Sangon, Kabupaten Kulonprogo. DI. Yogyakarta. Kolokium Hasil Lapangan-DIM. Hal. 61-1 – 61-12.
- Setiawan, W. 2009. Menuju Cita-cita Penyediaan Energi yang bertanggung jawab: Konversi Energi Bebas Emisi, Prosiding Seminar Nasional Teknoin 2009. Fakultas teknologi Industri. Universitas Islam Indonesia. Yogyakarta. Hal: 1-9.
- Setyamidjaja, D. 1986. Pupuk dan Pemupukan. Jakarta: CV Simplex.
- Skousen, J.G., Sexstone, A., Ziemkiewicz, P.F. 2000. Acid Mine Drainage Control and Treatment. in Proceeding. Reclamation of Drastically Disturbed Land. American Society of Agronomy And American Society for Surface Mining and Reclamation. Agronomy No. 41. P. 1-42.
- Smoot, L. D., dan Smith, P.J. 1999. Pembakaran dan Gasifikasi Batubara. Terjemahan. Jakarta.
- Soemarto, C.D., 1999, Hidrologi Teknik, Penerbit Erlangga, Jakarta
- Soewarno, 1995, Hidrologi Aplikasi Metode Statistik Jilid 2, Penerbit Nova, Bandung

- Sosrodarsono, suyono dan Takeda, Kensaku. 2003. Hidrologi untuk Pengairan. PT. Pradnya Paramita
- Spath, P.L., and Margaretha, K. M. 2000. Environtmental Aspect of Production Electricity From a Coal Fired Power Generation System- A life Cycle Assessment. National Renewable Energy Laboratory.
- Sugiyono, A., dan Budoyo, M.S. 1996. Optimasi Suplai Energi dalam Memenuhi Kebutuhan Tenaga Listrik Jangka Panjang di Indonesia, makalah seminar : Pengaruh Krisis Energi Terhadap Strategi Penyediaan Energi Nasional Jangka Panjang. Hal : 19-23.
- Suherman, I. 2009. Masa Kini dan masa Depan Batubara Indonesia. Prosiding Kolokium Pertambangan. Pusat Pengembangan TEKMIRA. Bandung. Hal: 55-69.
- Sukandarrumidi. 2006. Batubara dan Pemanfaatannya. Gadjah Mada University Press, Yogyakarta.
- Sunarjanto, D., dan Wicaksono, B. 2009. Implementasi Pengelolaan Lingkungan Sektor Energi dan Sumber daya Mineral Pada Era Globalisasi. Prosiding Kolokium Pertambangan, Pusat Pengembangan Teknologi Mineral dan Gas Bumi (LEMIGAS). Tekmira. Hal: 23 29
- Suripin, Dr. Ir. M. Eng. 2004. Sistem Drainase Perkotaan yang Berkelanjutan. Andi. Yogyakarta.
- Susiati, H. 2006. Dampak Radioaktif Penggunaan Energi Fosil Batubara dan Energi Nuklir di Pusat Pembangkit Listrik. Prosiding Seminar nasional ke-12 Teknologi danKeselamatan PLTN serta Fasilitas Nuklir. PPEBN-BATAN. Yogya.
- Susilawati, S.R. 2008. CBM-Gas Methan dalam Batubara. Warta Geologi Populer
- Tresnadi, H. 2008. "Karakteristik Air Asam Tambang di Lingkungan Tambang PIT 1 Banko barat, Tanjung Enim Sumatera Selatan. Jurnal Teknik Lingkungan, Vol.9 No.3, Jakarta. Hal: 314-319.
- Tsai, C.L., Krogman, dan Storm, P.F. 2009. Handling Leachet From Glass Cullet Stockfiles. Waste management 29. Elsevier. p. 1296-1305.

- Umar, D. 2009. Peluang Pengembangan Pertambangan Mineral dan Batubara Pada Era Otonomi Daerah. Jurnal Penelitian. Pusat Pengembangan TEKMIRA. Bandung. Hal: 36-42.
- Undang-undang No. 4 tahun 2009 tentang Pertambangan Mineral dan Batubara.
- Watzlaf, G.R., Schroeder, K.T., Kleinmann, R.L.P., Kairies, C.I., dan Nairn, R.W. 2004. The Passive Treatment of Coal Mine Drainage. 1U.S. Department of Energy National Energy Technology Laboratory. University of Oklahoma School of Civil Engineering and Environmental Science.
- Widowson, J.P. 1990. The Impact of Surface Mining Activities on Soil and Water. In T. F. Rijnberg (ed.). Proceedings of Yhe Joint Seminar on Environmental Impacts of Mining in Watersheed Management Bogor and Tanjung Enim. p. 34-58.
- Widyati, E. 2007. Pemanfaatan Bakteri Pereduksi Sulfat untuk Bioremediasi TanahBekas Tambang Batubara. Jurnal Biodiversitas Vol. 8. No. 3. hal. 283-286.
- World Coal Institute. 2005. Sumber Daya Batubara, Tinjauan lengkap Batubara.
- World Coal Institute. 2009. The Coal Resources.