

**SYARAT KHUSUS TAMBAHAN
MENDAPATKAN HIBAH PENELITIAN**

Judul Penelitian : Pengolahan Limbah Cair Stockpile Batubara untuk
Mengurangi Pencemaran Lingkungan

Tahun Pelaksanaan : 2012-2013

Sumber Dana : Dikti

Jenis Penelitian : Hibah Bersaing

Tim Peneliti

Ketua : Rusdianasari

Anggota : Yohandri Bow dan Ahmad Taqwa

Dana Penelitian (2 thn) : 80.000.000,-



Menu Utama

- 🏠 Beranda
- 📄 Penelitian ▾
- ✍️ Pengabdian ▾
- 📅 Pelaksanaan Kegiatan ▾
- 📝 Riwayat Usulan
- 👤 Pendaftaran Reviewer ▾
- 🚪 Logout

IDENTITAS SINTA PENELITIAN PENGABDIAN ARTIKEL JURNAL HKI ARTIKEL PROSIDING BUKU
KARYA MONUMENTAL NASKAH AKADEMIK/URGensi

RIWAYAT PENELITIAN

- 1 Produksi Hidrogen dari Air Laut menggunakan Hidrogen Fuel Generator sebagai Sumber Energi Berkelanjutan
Tahun: 2021 | **Peran:** Anggota Pengusul | **Sumber Dana:** Ristekdikti
[Penelitian Terapan](#)
- 2 Kajian Karakteristik dan Komponen Hidrokarbon Bahan Bakar Minyak dari Hasil Pirolisis Limbah Plastik Berkontrol Temperatur dan Waktu
Tahun: 2021 | **Peran:** Ketua TPM | **Sumber Dana:** Ristekdikti
[Penelitian Kerjasama Antar Perguruan Tinggi](#)
- 3 Produksi Hidrogen Fuel Cell dari Limbah Cair Terpadu Menggunakan HHO Cell Reaktor dengan Smart Sensor
Tahun: 2021 | **Peran:** Ketua Pengusul | **Sumber Dana:** Ristekdikti
[Penelitian Terapan Unggulan Perguruan Tinggi](#)
- 4 Rancang Bangun Biodigester Kotoran Sapi yang Dilengkapi dengan Packed Bed Scrubber Untuk Pemurnian Biogas
Tahun: 2021 | **Peran:** Anggota Pengusul | **Sumber Dana:** Ristekdikti
[Penelitian Terapan Unggulan Perguruan Tinggi](#)
- 5 Kajian Karakteristik dan Komponen Hidrokarbon Bahan Bakar Minyak dari Hasil Pirolisis Limbah Plastik Berkontrol Temperatur dan Waktu
Tahun: 2020 | **Peran:** Ketua TPM | **Sumber Dana:** Ristekdikti
[Penelitian Kerjasama Antar Perguruan Tinggi](#)
- 6 Pembuatan Biodiesel dengan Teknologi Induksi
Tahun: 2019 | **Peran:** Ketua Pengusul | **Sumber Dana:** Internal Perguruan Tinggi
[Penelitian Terapan](#)
- 7 Sistem Pengeringan Bahan Pangan dengan Energi Surya
Tahun: 2019 | **Peran:** Anggota Pengusul | **Sumber Dana:** Internal Perguruan Tinggi
[Penelitian Terapan](#)
- 8 Pembuatan Nanosilika dari Abu Sekam Padi sebagai Adsorben Logam Besi (Fe) pada Limbah Songket dan Adsorben Logam Krom (Cr) pada Limbah Jumpsitan
Tahun: 2019 | **Peran:** Ketua Pengusul | **Sumber Dana:** Internal Perguruan Tinggi
[Penelitian Dasar](#)
- 9 MONITORING ONLINE PENGOLAHAN LIMBAH CAIR MENJADI HIDROGEN FUEL CELL MENGGUNAKAN SMART SENSOR
Tahun: 2018 | **Peran:** Ketua Pengusul | **Sumber Dana:** Ristekdikti
[Penelitian Terapan Unggulan Perguruan Tinggi](#)
- 10 Analisa Kinerja Alat Penukar Panas (Cooler) dalam Penyediaan Uman Udara untuk Produksi Nitrogen dengan Metode Pressure Swing Adsorption (PSA)
Tahun: 2018 | **Peran:** Anggota Pengusul | **Sumber Dana:** Internal Perguruan Tinggi
[Penelitian Terapan](#)
- 11 Rancang Bangun Alat Pencetak Briket Arang Dari Limbah Cangkang Biji Buah Karet
Tahun: 2017 | **Peran:** Anggota Pengusul | **Sumber Dana:** Internal Perguruan Tinggi
[Penelitian Terapan](#)
- 12 MODEL PENGELOLAAN LIMBAH CAIR TERPADU DENGAN METODE ELEKTROKOAGULASI
Tahun: 2016 | **Peran:** Ketua Pengusul | **Sumber Dana:** Ristekdikti
[Penelitian Terapan Unggulan Perguruan Tinggi](#)
- 13 Model Kinetika Reaksi Adsorpsi pada Proses Elektrokoagulasi
Tahun: 2015 | **Peran:** Ketua Pengusul | **Sumber Dana:** Ristekdikti
[Penelitian Dasar Unggulan Perguruan Tinggi](#)
- 14 Pemetaan Kualitas Lingkungan di Stockpile Batubara
Tahun: 2014 | **Peran:** Ketua Pengusul | **Sumber Dana:** Ristekdikti
[Penelitian Disertasi Doktor](#)
- 15 Aplikasi Metode Voltametri untuk Pendegradasian Kadar Klorin Terlarut di Perairan Sungai Musi
Tahun: 2013 | **Peran:** Anggota Pengusul | **Sumber Dana:** Ristekdikti
[Penelitian Produk Terapan](#)
- 16 Pengolahan Limbah Cair Stockpile Batubara untuk Mengurangi Pencemaran Lingkungan
Tahun: 2013 | **Peran:** Ketua Pengusul | **Sumber Dana:** Ristekdikti
[Penelitian Produk Terapan](#)

LAPORAN AKHIR
PENELITIAN HIBAH BERSAING



PENGOLAHAN LIMBAH CAIR STOCKPILE BATUBARA
UNTUK MENGURANGI PENCEMARAN LINGKUNGAN

Tahun ke-2 dari rencana 2 tahun

Dibiayai oleh Dana DIPA Politeknik Negeri Sriwijaya
Dengan Kontrak Nomor: 1455/PL6.2.1/LT/2013
Tanggal 7 Maret 2013

Ketua/Anggota Tim

Ir. Rusdianasari, M.Si.	NIDN 0019116703
Yohandri Bow, S.T., M.S.	NIDN 0023107103
Dr. A. Taqwa, M.T.	NIDN 0004126802

POLITEKNIK NEGERI SRIWIJAYA
November, 2013

HALAMAN PENGESAHAN

Judul : Pengolahan Limbah Cair Stockpile Batubara untuk
Mengurangi Pencemaran Lingkungan

Peneliti/Pelaksana
Nama Lengkap : Ir. Rusdianasari, M.Si.
NIDN : 0019116705
Jabatan Fungsional : Lektor Kepala
Program Studi : Teknik Kimia
Nomor HP : 08127800023
Alamat surel (e-mail) : diana_vsi@yahoo.com

Anggota (1)
Nama Lengkap : Yohandri Bow, S.T., M.S.
NIDN : 0023107103
Perguruan Tinggi : Politeknik Negeri Sriwijaya

Anggota (2)
Nama Lengkap : Dr. A. Taqwa, M.T.
NIDN : 0004126802
Perguruan Tinggi : Politeknik Negeri Sriwijaya

Tahun Pelaksanaan : Tahun ke-2 dari rencana 2 tahun
Biaya Tahun Berjalan : Rp. 40.000.000,-
Biaya Keseluruhan : Rp. 80.000.000,-

Palembang, 25 November 2013

Mengetahui,
Direktur Politeknik Negeri Sriwijaya



RD. Kusumanto, S.T., M.M.
NIP. 196603111992031004

Ketua,

Ir. Rusdianasari, M.Si.
NIP 196711191993032003

Menyetujui,
Ketua Pusat Penelitian dan Pengabdian
Kepada Masyarakat

Ir. Jaksen, M. Amin, M.Si.
NIP 196209041990031002

RINGKASAN

Stockpile batubara merupakan tempat penampungan sementara batubara. Pemanfaatan lahan untuk lokasi *stockpile* batubara dapat mempengaruhi kualitas lingkungan. Limbah cair yang dihasilkan dari *run-off stockpile* dan *coal wetting* mengandung logam, padatan tersuspensi dan sejumlah zat terlarut. Keberadaan limbah cair yang berasal dari perlintasan batubara dapat menurunkan derajat keasaman (pH) serta meningkatkan kandungan padatan tersuspensi total (TSS), besi (Fe), dan Mangan (Mn) yang bila tidak diolah akan memberikan dampak negatif pada lingkungan sekitarnya. Pemantauan dampak lingkungan pada *stockpile* dimaksudkan untuk melakukan pengkajian lingkungan akibat adanya dampak yang timbul dengan keberadaan dan kegiatan operasional penumpukan batubara. Analisis dampak, berdasarkan nilai efluen, pencemaran udara (debu), tanah dan air dengan melihat parameter dari limbah cair batubara yaitu pH, TSS, logam Mn, dan Fe (Pergub Sumsel No. 8 Tahun 2012). Penelitian diarahkan pada pengolahan limbah cair *stockpile* batubara skala laboratorium dengan menggunakan proses elektrokoagulasi (tanpa menggunakan koagulan) secara batch dan kontinyu dengan menggunakan elektroda aluminium dengan memvariasikan arus 1 – 5 ampere dan lamanya waktu kontak antara limbah cair dengan elektroda (60, 75, 90, 120 menit). Pada tahap awal akan mengkarakterisasi limbah cair *stockpile* batubara. Hasil dari karakterisasi yaitu pH 4,8, kadar TSS 324 ppm, kadar logam Fe 7,86 ppm, dan kadar logam Mn 6,44 ppm. Hasil ini dipakai sebagai acuan dalam mengolah limbah cair *stockpile* batubara. Hasil pengolahan secara batch menunjukkan efisiensi penyisihan polutan 89,7% untuk logam Fe, 94,6% untuk logam mangan dengan waktu reaksi optimum 120 menit dan density arus 1000 A/m², sedangkan hasil dari pengolahan limbah cair *stockpile* batubara secara kontinyu menunjukkan hasil yang lebih baik, dimana efisiensi penyisihan untuk logam Fe 99,11%; logam Mn 95,65%, dan TSS 88,67% dengan kondisi operasi potensial listrik 24 volt dan waktu reaksi 120 menit.

PRAKATA

Alhamdulillah, peneliti ucapkan sebagai rasa syukur kepada Allah SWT, karena atas limpahan Rahmat dan Inayah-Nya, penyelesaian Laporan Kemajuan Hibah Bersaing Tahun II (2013) dapat terwujud.

Laporan Kemajuan Hibah Bersaing Tahun II dengan judul "Pengolahan Limbah Cair Stockpile Batubara untuk Mengurangi Pencemaran Lingkungan"

Pada kesempatan ini, peneliti ingin menyampaikan ucapan terima kasih dan penghargaan yang setulus-tulusnya kepada:

1. DP2M Jakarta yang telah membiayai penelitian ini.
2. Politeknik Negeri Sriwijaya dan P3M Politeknik Negeri Sriwijaya yang telah memberikan izin dan memfasilitasi penelitian ini.
3. PT. Sinar Musi Jaya yang telah mengizinkan peneliti untuk mengambil sampel limbah stockpile batubara.
4. Laboratorium Kimia Politeknik Negeri Sriwijaya dan Balai Teknik Kesehatan Lingkungan Palembang yang telah membantu peneliti menganalisis sampel.
5. Semua pihak yang telah memberikan bantuan kepada tim peneliti dalam menyelesaikan penelitian Hibah Bersaing ini yang tidak dapat disebutkan satu per satu.

Peneliti menyadari sepenuhnya atas keterbatasan ilmu maupun dari segi penulisan yang menjadikan laporan ini tak lepas dari kesalahan. Peneliti mengharapkan kritik dan saran dari semua pihak untuk perbaikan di masa mendatang. Semoga tulisan ini dapat memberikan manfaat bagi yang memerlukannya.

Palembang, 25 November 2013

Tim Peneliti

DAFTAR ISI

	Halaman
RINGKASAN	iii
PRAKATA	iv
DAFTAR ISI	v
DAFTAR TABEL	vi
DAFTAR GAMBAR	vii
DAFTAR LAMPIRAN	viii
BAB 1. PENDAHULUAN	1
BAB 2. TINJAUAN PUSTAKA	4
BAB 3. TUJUAN DAN MANFAAT	15
BAB 4. METODE PENELITIAN	16
BAB 5. HASIL DAN PEMBAHASAN	20
BAB 6. KESIMPULAN DAN SARAN	28
DAFTAR PUSTAKA.....	29
LAMPIRAN	31

DAFTAR TABEL

	Halaman
Tabel	
1. Baku mutu limbah cair	5
2. Hasil analisa awal limbah cair stockpile batubara	20

DAFTAR GAMBAR

	Halaman
Gambar	
1. Interaksi dalam proses elektrokoagulasi	8
2. Rangkaian peralatan elektrokoagulasi secara batch	18
3. Diagram alir proses pengolahan limbah cair dengan metode elektrokoagulasi secara kontinyu	19
4. Pengaruh density arus terhadap efisiensi penyisihan polutan	21
5. Pengaruh waktu reaksi terhadap efisiensi penyisihan logam besi	22
6. Pengaruh waktu reaksi terhadap efisiensi penyisihan TSS	22
7. Pengaruh density arus terhadap efisiensi penyisihan logam Mn	23
8. Pengaruh variasi potensial listrik (V) terhadap efisiensi penyisihan	25
9. Pengaruh waktu proses terhadap efisiensi penurunan logam Fe	26
10. Pengaruh waktu proses terhadap efisiensi penyisihan logam Mn	26
11. Pengaruh waktu proses terhadap efisiensi penurunan TSS	27
12. Rangkaian instrument elektrokoagulasi secara kontinyu	31

DAFTAR LAMPIRAN

LAMPIRAN 1. DESAIN PERALATAN

LAMPIRAN 2. BIODATA PENELITI

LAMPIRAN 3. PUBLIKASI

BAB I. PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Stockpile batubara berfungsi sebagai tempat penimbunan sementara sebelum batubara tersebut diangkut melalui jalur perairan untuk dipasarkan di dalam dan luar negeri. Timbunan batubara yang diletakkan di tempat terbuka kemungkinan besar akan tercuci oleh air hujan. Sebagaimana diketahui bahwa batubara mengandung sulfur, maka air hujan tersebut akan menyebabkan terjadinya perubahan pada air limpasan batubara. Pencucian batubara di *stockpile* oleh air hujan ini akan mengakibatkan adanya limbah cair yang mengandung asam dan apabila dibuang dapat membahayakan lingkungan jika tanpa dilakukan pengolahan terlebih dahulu.

Bahan pencemar yang sering ditemukan di lingkungan perairan adalah logam berat. Logam seperti Fe dan Mn bila kadarnya melebihi dari ambang batas yang diperbolehkan dapat menimbulkan bahaya karena tingkat toksisitasnya akan mengganggu organisme yang ada di perairan mau pun manusia penggunaannya baik langsung mau pun tidak langsung (Rinawati, 2008), sehingga perlu dilakukan upaya untuk mendegradasi logam Fe dan Mn tersebut.

Salah satu upaya untuk mendegradasi logam Fe dan Mn yaitu pengolahan dengan proses koagulasi dan flokulasi. Pada saat ini penggunaan bahan kimia sebagai bahan proses pada pengolahan limbah harus benar-benar dipertimbangkan karena beban pencemaran terhadap lingkungan semakin memprihatinkan. Degradasi logam Fe dan Mn yang diolah dengan cara koagulasi-flokulasi akan menghasilkan beningan *over flow* yang biasanya masih mengandung sedikit logam dan zat padat terlarut yang belum dapat dibuang ke lingkungan (Kismolo, 2006). Cara ini juga membutuhkan biaya pengolahan yang tinggi dan menghasilkan *sludge* besar. Untuk itu diperlukan suatu metode pengolahan limbah yang inovasi, murah dan efektif sebelum limbah cair tersebut dibuang ke lingkungan.

Salah satu metode alternatif yang bisa digunakan adalah metode elektrokoagulasi. Elektrokoagulasi dapat mengendapkan zat pencemar dan dapat mengurangi penggunaan reagen kimia yang mahal harganya. Walaupun mekanisme elektrokoagulasi menyerupai koagulasi kimiawi, kumpulan partikel hasil elektrokoagulasi lebih tahan lama dan lebih mudah disaring. Selain itu, elektrokoagulasi memproduksi air yang bersih dari pada dengan koagulasi kimiawi atau dengan sedimentasi. Elektrokoagulasi menggunakan proses elektrolisis untuk mempercepat penghancuran partikel padat tersuspensi (Mukimin, 2006).

Melalui penelitian ini diharapkan dapat mengoptimalkan proses penurunan konsentrasi logam Fe dan Mn dalam pengolahan air limbah *stockpile* batubara. Variabel yang digunakan adalah variasi densiti arus dan waktu operasi. Analisis mengacu pada standar baku mutu limbah cair pengolahan batubara sesuai dengan Peraturan Gubernur Sumatera Selatan No.8 Tahun 2012 tentang baku mutu limbah cair pengolahan batubara.

1.2 Permasalahan

Permasalahan pada penelitian ini adalah bagaimana karakteristik limbah cair *stockpile* batubara di daerah Tanjung Api-Api dan bagaimana mengolah limbah cair tersebut tanpa menggunakan bahan kimia (koagulan) yaitu dengan metode elektrokoagulasi (secara batch dan kontinyu) untuk mengurangi kadar logam Fe dan Mn serta padatan terlarut, dan meningkatkan nilai pH supaya air limbah tersebut aman dibuang ke lingkungan.

1.3 Keutamaan Penelitian

Pemanfaatan lahan untuk lokasi *stockpile* batubara dapat mempengaruhi kualitas lingkungan. Limbah cair yang dihasilkan dari *run-off stockpile* dan *coal wetting* mengandung logam berat, padatan tersuspensi dan sejumlah zat terlarut. Padatan tersuspensi yang berasal dari *run-off stockpile* batubara berada pada kadar di atas 2000 ppm bahkan mencapai 10.000 ppm (Plaffin dan Ziegler, 2006). Keberadaan limbah cair yang berasal dari perliindian batubara dapat menurunkan derajat keasaman (pH) serta meningkatkan kandungan padatan tersuspensi total (TSS), besi (Fe), dan Mangan (Mn). Padatan tersuspensi dalam jumlah yang relatif

tinggi akan mengurangi penetrasi sinar atau cahaya matahari ke dalam air sehingga mempengaruhi regenerasi oksigen secara fotosintesis. Kadar Fe yang melebihi baku mutu dapat membahayakan kehidupan organisme akuatik dan dapat mengakibatkan karat pada peralatan yang terbuat dari logam, sedangkan Mn pada konsentrasi tinggi bersifat toksik. Nilai pH air yang tidak pada batas normal dapat mengganggu kehidupan organisme di dalam air seperti ikan dan hewan lain dan bersifat korosif terhadap logam yang mengakibatkan karat. Nilai-nilai ini harus mengacu pada Permen No.01 Tahun 2010, Pedoman Pengawasan Pengendalian Pencemaran Air.

Dengan penanganan yang baik, dampak negatif dari stockpile batubara dapat diminimalisasikan atau bahkan dicegah sehingga kelestarian lingkungan hidup tetap terjaga untuk menjamin kualitas hidup di masa mendatang. Salah satu usaha yang penting untuk meminimalisasi dampak negatif dari pertambangan, khususnya pada lokasi stockpile batubara adalah dengan mengolah limbah cairnya.

Pemantauan dampak lingkungan pada tempat penumpukan batubara (*stockpile*) dimaksudkan untuk melakukan pengkajian lingkungan akibat adanya dampak yang timbul dengan keberadaan dan kegiatan operasional penumpukan batubara. Parameter yang dilihat dari limbah cair batubara adalah pH, TSS, unsur Mn, dan Fe.

1.4. Luaran Penelitian

Hasil penelitian berupa desain alat pengolahan limbah cair stockpile batubara dengan proses elektrokoagulasi yang dapat menjadi teknologi tepat guna di industri batubara. Rancangan alat skala laboratorium ini dapat dipakai mahasiswa pada praktikum pengolahan limbah.

Dari hasil penelitian dipublikasikan pada seminar internasional “*The 2013 International Conference on Advanced Materials Science and Technology*” dan jurnal internasional “*Advanced Materials Research*”.

BAB II. TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Limbah Cair Batubara

Limbah cair adalah jenis limbah yang paling sering kita jumpai dibandingkan limbah padat ataupun limbah gas. Bahkan tidak jarang limbah padat justru berubah atau disatukan menjadi limbah cair. Persoalan terbanyak dari limbah cair adalah limbah cair yang berasal dari perlindian batubara dapat menurunkan derajat keasaman (pH) serta meningkatkan kandungan padatan tersuspensi total (TSS), Besi (Fe) dan Mangan (Mn).

Padatan tersuspensi dalam jumlah yang relatif tinggi akan mengurangi penetrasi sinar atau cahaya matahari ke dalam air sehingga mempengaruhi regenerasi oksigen secara fotosintesis. Kadar Fe yang melebihi baku mutu dapat membahayakan kehidupan organisme akuatik dan mengakibatkan karat pada peralatan yang terbuat dari logam, sedangkan Mn pada konsentrasi tinggi bersifat toksik terhadap tanaman. Nilai pH air yang tidak pada batas normal dapat mengganggu kehidupan organisme di dalam air seperti ikan dan hewan lain dan bersifat korosif terhadap logam yang mengakibatkan karat. Air limbah ini umumnya dibuang melalui saluran/got menuju sungai ataupun laut. Terkadang dalam perjalannya menuju laut, air limbah ini dapat mencemari sumber air bersih yang dipergunakan oleh manusia, dengan demikian penanganan air limbah perlu mendapat perhatian serius. Selain dapat berbahaya bagi kesehatan manusia, air limbah juga dapat mengganggu lingkungan, hewan, ataupun bagi keindahan. Pengolahan limbah cair bertujuan untuk mendegradasi beban pencemaran, sehingga kualitas effluen yang dihasilkan memenuhi syarat-syarat tertentu (Fitriyanti, 2011).

Dalam kegiatan pertambangan batubara, pemerintah telah menetapkan baku mutu limbah cair kegiatan penambangan batubara sesuai Surat Keputusan Gubernur Sumatera Selatan No.8 Tahun 2012 tentang baku mutu limbah cair pengolahan batubara. Adapun yang menjadi parameter adalah pH, zat padat tersuspensi, kadar logam Fe total dan kadar logam Mn total.

Tabel 1. Baku mutu limbah cair

Parameter	Satuan	Kadar Maksimum
pH		6 - 9
Residu Tersuspensi	mg/L	200
Besi (Fe) Total	mg/L	7
Mangan (Mn) Total	mg/L	4

Sumber: Peraturan Gubernur Sumsel No. 8 Tahun 2012

Logam yang dijadikan parameter dalam baku mutu limbah cair tambang batubara adalah besi dan mangan. Kedua jenis logam tersebut termasuk dalam kelompok ion yang terdapat jumlah sedikit (minor ion) di perairan. Tetapi pada tambang batubara, ion-ion tersebut meningkat karena tereksposnya mineral oksida dan sulfida akibat penggalian tanah dan batuan. Di alam, ion besi ditemukan dalam bentuk ion *ferro* akan teroksidasi menjadi ion *ferry*. Keasaman air tambang dapat melarutkan besi dan membawanya terus ke perairan alami. Perbaikan kualitas air dapat ditandai dengan adanya $\text{Fe}(\text{OH})_3$ di dasar perairan yang bersifat tidak larut. Kelarutan meningkat seiring menurunnya nilai pH. Jadi, dengan adanya penambahan alkali untuk menaikkan pH maka meningkatkan laju pengendapan besi.

Logam lain yang menjadi parameter baku mutu limbah cair adalah mangan. Sama seperti besi, di alam mangan dapat berubah valensi, antara lain *manganous* (Mn^{2+}) dan manganik (Mn^{4+}) oksidasi dapat terjadi pada *manganous* yang bersifat larut dalam kondisi aerobik, begitu sebaliknya manganik dapat tereduksi dalam kondisi anaerobik. Kadar mangan dalam perairan alami berkisar 0,2 mg/L. Peningkatan terjadi pada limbah tanah, air yang dalam dan perairan asam. Seperti pada tambang batubara, air asam yang terbentuk dapat mengandung mangan dengan kadar 10-150 mg/L atau sampai dengan 480 mg/L. Jika dibiarkan dalam udara terbuka, aerasi dapat terjadi pada air dengan mengoksidasi *manganous* menjadi manganik. Oksidasi pada perairan yang memiliki pada kandungan mangan lebih dari 0,01 mg/L akan membentuk koloid berwarna coklat gelap yang menyebabkan kekeruhan (Nugroho, 2010).

2.2 Elektrokimia

Elektrokimia adalah peristiwa kimia yang berhubungan dengan energi listrik. Prinsip dasar reaksi pada elektrokimia adalah reaksi reduksi oksidasi (redoks), reaksi tersebut terjadi pada suatu sistem sel elektrokimia. Ada dua jenis sel elektrokimia yaitu galvanis dan sel elektrolisis.

Sel galvanis dan sel elektrolisis adalah inti dari suatu proses elektrokimia. Sel galvanis menghasilkan energi yang disebabkan oleh hasil reaksi kimia, sedangkan sel elektrolisis dibutuhkan energi listrik untuk melangsungkan reaksi kimia. Pada sel galvanis katoda berfungsi sebagai penghantar listrik sehingga bertub positif. Proses aliran elektron terjadi dari elektroda negatif ke elektroda positif dengan melewati media elektrolit yang berfungsi sebagai penghantar arus listrik sehingga reaksi yang terjadi adalah spontan.

Pada sel elektrolisis elektroda yang berfungsi penghantar listrik adalah anoda sehingga terjadi suatu pelarutan material anoda menghasilkan kation logam. Elektrolisis air merupakan reaksi samping yang menghasilkan gas hidrogen pada katoda dan gas oksigen pada anoda (Mukimin, 2006).

2.2.1 Elektrokoagulasi

Elektrokoagulasi dikenal juga sebagai “Elektrolisis Gelombang Pendek”. Elektrokoagulasi merupakan suatu proses destabilisasi suatu kontaminan dalam larutan dengan arus searah menggunakan elektroda (Putro, 2010). Proses elektrokoagulasi merupakan gabungan dari proses elektrokimia dan proses koagulasi-flokulasi (Susetyaningsih, 2008).

Elektrokoagulasi telah ada sejak tahun 1889 yang dikenalkan oleh Vik et al dengan membuat suatu instalasi pengolahan untuk limbah rumah tangga (*sewage*). Tahun 1909 di *United States*, J.T. Harries telah mematenkan pengolahan air limbah dengan sistem elektrolisis menggunakan anoda aluminium dan besi. Matteson (1995) memperkenalkan “*Electronic Coagulator*” dimana arus listrik yang diberikan ke anoda akan melarutkan Aluminium ke dalam larutan yang kemudian

bereaksi dengan ion hidroksi (dari katoda) membentuk aluminium hidroksi. Hidroksi mengflokulasi dan mengkoagulasi partikel tersuspensi sehingga terjadi proses pemisahan zat padat dari air limbah. Proses yang mirip juga telah dilakukan di Brittain tahun 1956 hanya anoda yang digunakan adalah besi dan digunakan untuk mengolah air sungai (Mukimin, 2006).

Reaksi kimia yang terjadi pada proses elektrokoagulasi yaitu reaksi reduksi oksidasi, sebagai akibat adanya arus listrik (DC). Pada reaksi ini terjadi pergerakan dari ion-ion yaitu ion positif (disebut kation) yang bergerak pada katoda yang bermuatan negatif, sedangkan ion-ion negatif bergerak menuju anoda yang bermuatan positif yang kemudian ion-ion tersebut dinamakan sebagai anion (bermuatan negatif).

Elektroda dalam proses elektrokoagulasi merupakan salah satu alat untuk menghantarkan atau menyampaikan arus listrik ke dalam larutan agar larutan tersebut terjadi suatu reaksi (perubahan kimia). Kelebihan proses elektrokoagulasi untuk mengolah limbah cair adalah pada proses ini tidak ada penambahan bahan kimia. Elektroda tempat terjadi reaksi reduksi disebut katoda, sedangkan tempat terjadinya reaksi oksidasi disebut anoda. Elektroda yang digunakan dalam proses elektrokoagulasi ini adalah aluminium. Aluminium akan dipisahkan dari anoda dan gas hidrogen terbentuk pada katoda. Prinsip dasar dalam proses elektrokoagulasi yaitu:

a. Koagulasi

Pemisahan aluminium dari anoda dan pengadukan dalam air diciptakan oleh aliran alir yang menghasilkan proses koagulasi yang akan menghilangkan polutan dalam air.

b. Alkalisasi

Pembentukan gas hidrogen pada katoda yang menyebabkan kenaikan pH dalam air.

c. Flotasi

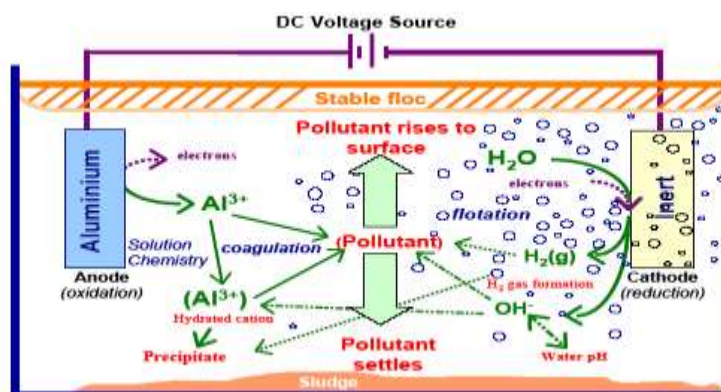
Pembentukan gas hidrogen pada katoda yang menyebabkan flotasi dari lumpur yang diendapkan dalam proses.

2.2.2 Proses Elektrodik yang Berlangsung dalam Elektrokoagulasi

Ada beberapa macam interaksi spesies dalam larutan pada proses elektrokoagulasi, yaitu:

1. Migrasi ke elektroda yang bermuatan berlawanan (*electrophoresis*) dan penggabungan (*aggregation*) untuk membentuk senyawa netral.
2. Kation atau ion hidroksi (OH^-) membentuk endapan dengan polutan.
3. Logam kation berinteraksi dengan OH^- membentuk hidroksi, yang mempunyai sisi yang mengadsorpsi polutan (*bridge coagulation*)
4. Hidroksi membentuk struktur besar dan membersihkan polutan (*sweep coagulation*)
5. Oksidasi polutan sehingga mengurangi toksisitasnya.
6. Penghilangan melalui elektroflotasi dan adhesi gelembung udara.

Berikut ini adalah gambar yang dapat menunjukkan interaksi/mekanisme yang terjadi di dalam reaktor elektrokoagulasi.



Gambar 1. Interaksi dalam Proses Elektrokoagulasi

Proses ini dapat mengambil lebih dari 99% kation beberapa logam berat dan dapat juga membunuh mikroorganisme dalam air. Proses ini juga dapat mengendapkan koloid-koloid yang bermuatan dan menghilangkan ion-ion lain, koloid-koloid, dan emulsi-emulsi dalam jumlah yang signifikan (Mukimin, 2006)

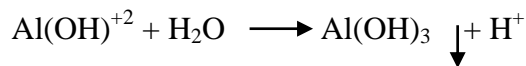
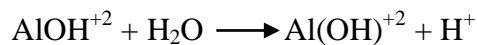
Untuk memahami pengaruh dari berbagai parameter percobaan terhadap performansi dari elektrokoagulasi dan sifat-sifat dari dua reaksi elektrodiknya diperlukan pemahaman mengenai reaksi-reaksi elektrodik utama yang berlangsung di kedua elektroda. Reaksi elektrodik yang terjadi pada elektroda aluminium adalah sebagai berikut:

2.2.3 Reaksi pada Anoda

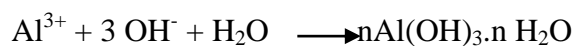
Elektroda pada anoda, elektrodanya dioksidasi menjadi ionnya.



Proses anodik mengakibatkan terlarutnya logam Aluminium menjadi ion Al^{3+} . Al^{3+} yang terbentuk dalam larutan akan mengalami reduksi hidrolisis, menghasilkan padatan $\text{Al}(\text{OH})_3 \cdot n \text{H}_2\text{O}$ yang tidak dapat larut lagi dalam air dengan reaksi:



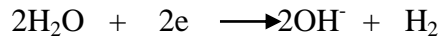
Atau :



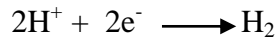
$\text{Al}(\text{OH})_3 \cdot n\text{H}_2\text{O}$ yang terbentuk dalam larutan dapat berfungsi sebagai koagulan untuk proses koagulasi dan flokulasi yang terjadi pada proses selanjutnya di dalam reaktor elektrokoagulasi. Setelah proses koagulasi-flokulasi ini selesai maka kontaminan-kontaminannya yang berada dalam air buangan dapat terpresipitasi dengan sendirinya.

2.2.4 Reaksi pada Katoda

Reaksi pada katoda adalah reduksi terhadap kation. Jika larutan mengandung ion-ion logam alkali tanah, ion logam Al^{3+} dan ion Mg^{2+} , maka ion-ion logam ini tidak dapat direduksi dari larutan. Yang akan mengalami reduksi adalah pelarut (air).

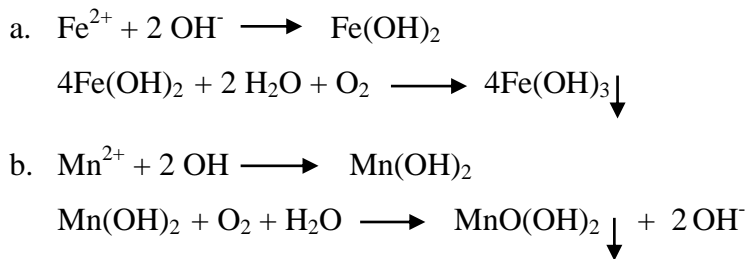


Jika larutan mengandung asam, maka ion H^+ dari asam akan direduksi menjadi gas hidrogen pada katoda.



Pada reaksi katodik akan terbentuk gas hidrogen, sebagai hasil reaksi dari proses reduksi H_2O . Gelembung-gelembung halus gas hidrogen ini cenderung untuk melepaskan diri dari katoda. Gas-gas yang keluar dari larutan ini kemudian mengikat partikel-partikel koloid tersuspensi yang berada di dalam air limbah dan kemudian mengambang ke permukaan larutan bersama-sama sebagai busa. Semakin banyak partikel koloid tersuspensi yang ada dalam larutan maka semakin banyak busa yang terbentuk pada permukaan larutan.

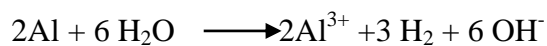
Reaksi katodik yang terjadi pada bahan anorganik seperti besi (Fe^{3+}) dan Mangan (Mn^{4+}) yang terdapat dalam air limbah :



Ion OH^- pada proses reduksi akan bereaksi dengan ion Fe^{2+} dan ion Mn^{2+} , lalu senyawa yang terbentuk akan teroksidasi menjadi senyawa Besi (III) Hidroksida, dan senyawa Mangan Dihidroksida yang akan mengendap.

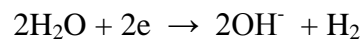
2.2.5 Reaksi Total

Reaksi yang berlangsung selama proses elektrokoagulasi:

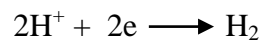


Reaksi sel merupakan hasil reaksi dari proses anodik dan katodik yang terjadi secara serentak dengan laju yang sama pada masing-masing elektroda. Hal-hal yang dapat terjadi selama reaksi sel berlangsung adalah:

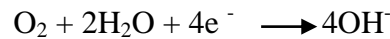
- a. Proses anodik mengakibatkan terlarutnya logam aluminium menjadi keadaan tingkat oksidasi 3^+ .
- b. Al^{3+} yang terlarut dalam larutan akan mengalami reaksi hidrolisis membentuk padatan $Al(OH)_3 \cdot nH_2O$.
- c. Proses anodik akan selalu disertai oleh salah satu atau lebih proses katodik berikut:



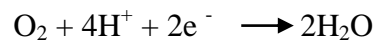
Atau:



dan



Atau:



- d. Hasil reaksi sel yang terjadi sangat bervariasi, dapat berupa bahan-bahan yang terlarut dan ion-ion terlarut seperti Al^{3+} dan OH^- , atau berupa bahan padatan yang tidak dapat larut seperti Al_2O_3 , $Al(OH)_3$ serta pembentukan gas H_2 .
- e. Berlangsungnya proses reaksi elektrodik mengakibatkan terjadinya perubahan komposisi elektrolit, terutama kenaikan pH karena adanya pelepasan OH^- dan gas H_2 pada reaksi katodik. Besar atau kecilnya pengaruh-pengaruh tersebut diatas tergantung pada rapat arus katoda dan jumlah Al^{3+} yang terhidrolisis.
- f. Adanya kenaikan pH karena reaksi katodik pada permukaan katoda akan mengakibatkan logam Aluminium terlapisi hidroksida yang mengendap karena terhidrolisis sehingga tahanan polarisasi bertambah.

2.3 Koagulasi dan Flokulasi

Koagulasi adalah salah satu operasi fisiokimia terpenting yang digunakan dalam pengolahan air. Ini adalah sebuah proses yang digunakan untuk destabilisasi dan penggumpalan partikel-partikel kecil menjadi partikel yang lebih besar. Kontaminan-kontaminan air seperti ion-ion (logam berat) dan koloid (organik dan anorganik) terdapat dalam larutan utamanya disebabkan oleh muatan listrik. Molekul koloid dapat didestabilisasi dengan cara menambahkan ion-ion

yang muatannya berlawanan dengan muatan koloid tersebut. Destabilisasi koloid tersebut akan menghasilkan flok yang mudah terendapkan atau transportasi partikel tidak stabil, sehingga kontak antar partikel dapat terjadi. Flok yang terbentuk selanjutnya harus dipisahkan dengan cairannya yaitu dengan cara sedimentasi dan/atau filtrasi.

Koagulasi dapat diperoleh dengan cara kimia maupun listrik. Koagulasi kimiawi sekarang ini menjadi kurang diminati karena biaya pengolahan yang tinggi, menghasilkan volume lumpur yang besar, pengelompokan logam hidroksida sebagai limbah berbahaya, dan biaya untuk bahan kimia yang membantu koagulasi.

Koagulasi kimiawi telah digunakan selama puluhan tahun untuk mendestabilisasi suspensi dan untuk membantu pengendapan spesies logam yang terlarut. *Alum*, *lime*, dan/atau polimer-polimer lain adalah koagulan-koagulan kimia yang sering digunakan. Proses ini, bagaimanapun, cenderung menghasilkan sejumlah besar lumpur dengan kandungan ikatan air yang tinggi yang dapat memperlambat proses filtrasi dan mempersulit proses penghilangan air (*dewater*). Proses ini juga cenderung meningkatkan kandungan TDS dalam *effluent*, sehingga menyebabkan proses ini tidak dapat digunakan dalam aplikasi industri.

Elektrokoagulasi seringkali dapat menetralkan muatan-muatan partikel dan ion, sehingga bisa mengendapkan kontaminan-kontaminan, menurunkan konsentrasi lebih rendah dari yang bisa dicapai dengan pengendapan kimiawi, dan dapat menggantikan dan/atau mengurangi penggunaan bahan-bahan kimia yang mahal (garam logam, polimer).

Meskipun mekanisme elektrokoagulasi mirip dengan koagulasi kimiawi dalam hal spesies kation yang berperan dalam netralisasi muatan-muatan permukaan, tetapi karakteristik flok yang dihasilkan oleh elektrokoagulasi berbeda secara dramatis dengan flok yang dihasilkan oleh koagulasi kimiawi. Flok dari elektrokoagulasi cenderung mengandung sedikit ikatan air, lebih stabil dan lebih mudah disaring (Mukimin, 2006).

2.4 Roadmap Penelitian

Hasil penelitian yang telah dilakukan dengan menggunakan metode elektrokoagulasi yaitu pada pengolahan limbah industri berbasis logam dengan menggunakan variasi kuat arus, variasi laju alir, dan variasi pH dengan hasil kondisi operasi yang menghasilkan kandungan polutan memenuhi baku mutu lingkungan yang disyaratkan (Mukimin, 2006). Pada pengolahan air limbah rumah pemotongan hewan, menggunakan variasi jumlah elektroda dengan hasil analisa adalah flok-flok yang terbentuk lebih cepat dengan penggunaan 4 buah elektroda dan menghasilkan olahan yang lebih jernih dari pada penggunaan dua elektroda (Roihatin, 2009). Pada pengolahan limbah industri tekstil, digunakan 6 (enam) plat Al-Al yang menghasilkan perubahan atau penurunan kadar polutan yang indikasinya ditunjukkan oleh parameter kadar TSS dan kekeruhan memberikan hasil dengan penurunan di atas 75% (Hari, 2010).

Peneliti telah melakukan penelitian pendahuluan dengan objek air asam tambang yaitu mengenai pengaruh waktu penyerapan abu terbang aktif (*fly ash*) sebagai adsorben pada pengolahan limbah air asam tambang (Rusdianasari, 2010) dan meneliti mengenai berbagai alternatif adsorben yang dapat dipakai untuk menyerap logam-logam berat pada limbah air asam tambang yaitu dengan menggunakan karbon aktif disalut kitosan dan zeolit disalut kitosan (Rusdianasari, 2011). Pada penelitian hibah bersaing tahun I, telah dilakukan pengolahan limbah cair stockpile batubara dengan menggunakan adsorben yaitu karbon aktif yang disalut dengan kitosan, menggunakan koagulan aluminium sulfat dan ferro klorida, dan tanpa menggunakan koagulan.

Pengolahan tanpa koagulan dilakukan dengan menggunakan metode elektrokoagulasi menggunakan elektroda aluminium. Hasil yang diperoleh untuk melihat manakah yang lebih efektif untuk mengolah limbah cair stockpile, menggunakan koagulan atau tanpa koagulan. Dari hasil penelitian menunjukkan penggunaan koagulan aluminium sulfat dapat mengurangi kadar besi hingga 99%, sedangkan untuk mangan hanya 90%. Untuk penggunaan koagulan ferro klorida juga dapat mengurangi kadar besi hingga 99% dan mangan hanya 77%.

Efektifitas dari penurunan kadar logam Fe, kadar logam Mn dan kadar TSS serta kenaikan pH sangat baik dengan metode elektrokoagulasi, yaitu pada kuat arus yang digunakan sebesar $\pm 2,5$ Ampere dengan waktu proses yang baik untuk mendegradasi logam Fe dan Mn serta menaikkan nilai pH adalah pada waktu proses 90 menit sedangkan untuk menurunkan kadar TSS yang baik yaitu pada waktu proses 120 menit.

Tingkat penurunan polutan dalam limbah cair *stockpile* batubara dengan menggunakan metode elektrokoagulasi yaitu pada tingkat penurunan kadar logam Fe mencapai 99,973% yaitu dengan konsentrasi awal logam Fe sebesar 1,1 ppm menjadi 0,0003 ppm dan logam Mn mencapai 99,545% yaitu dengan konsentrasi awal logam Mn sebesar 2,2 ppm menjadi 0,01 ppm, pada tingkat penurunan kadar TSS mencapai 46,269% yaitu dengan konsentrasi awal TSS sebesar 134 ppm menjadi 72 ppm dan kenaikan nilai pH dengan nilai pH awal 3,98 menjadi pH 7,11.

Dari data pengolahan limbah cair *stockpile* batubara dengan metode elektrokoagulasi secara batch dapat dijadikan sebagai acuan untuk mengolah limbah cair *stockpile* dengan metode elektrokoagulasi untuk skala laboratorium dengan proses kontinyu.

BAB III. TUJUAN DAN MANFAAT PENELITIAN

3.1 Tujuan Penelitian

Tujuan dari penelitian ini adalah:

- untuk mengetahui karakteristik dari limbah cair stockpile batubara di daerah Tanjung Api-Api.
- mengolah limbah cair stockpile batubara tanpa menggunakan bahan kimia (koagulan) yaitu dengan metode elektrokoagulasi (secara batch).
- merancang instalasi pengolahan air limbah (IPAL) skala laboratorium dengan metode elektrokoagulasi secara kontinyu dengan menggunakan elektroda aluminium.

1.2 Manfaat Penelitian

- Diperolehnya desain dan rancangan sistem pengolahan limbah cair stockpile batubara secara kontinyu dengan proses elektrokoagulasi skala laboratorium yang dapat menjadi teknologi tepat guna bagi industri batubara.
- Dari kondisi optimum yang diperoleh dapat dipakai pihak industri untuk mengolah limbah cair yang dihasilkan dari aktivitas stockpile batubara.

BAB IV. METODE PENELITIAN

4.1 Waktu dan Tempat

Penelitian ini akan dilaksanakan selama 10 bulan. Untuk proses pengolahan limbah dengan metode elektrokoagulasi secara batch dan kontinyu dilakukan di laboratorium Kimia Politeknik Negeri Sriwijaya, Palembang. Sampel diambil di lokasi Stockpile Batubara di desa Muara Telang, Kabupaten Banyuasin, Provinsi Sumatera Selatan. Analisis untuk mengetahui kadar logam besi dan mangan, serta TSS (baik sebelum maupun sesudah pengolahan) sebagian akan dilakukan di Laboratorium Balai Kesehatan Lingkungan Palembang dan Laboratorium Kimia Politeknik Negeri Sriwijaya.

4.2 Bahan-bahan yang digunakan

- Limbah cair stockpile batubara
- Larutan buffer 7 dan 4
- Aquadest
- Es batu
- Larutan standar Fe dan Mn
- Elektroda aluminium
- Pengaduk
- Saringan pasir
- Saringan membrane dan pompa
- Tangki penampung limbah
- Tangki penampung hasil proses
- Pompa
- Pipa/selang silicon
- Drain/valve

4.3 Peralatan yang digunakan

- Spektrofotometer serapan atom (AAS)
- pH meter

- Oven
- Neraca analitis
- Desikator
- Kertas saring
- Saringan membrane berpori 0,45 μm
- Botol sampel
- Cool box
- Voltmeter
- Reaktor Elektrokoagulasi

4.4 Perlakuan dan Rancangan Percobaan

Perlakuan dan rancangan percobaan dilakukan dengan cara sebagai berikut: Sampel limbah cair diambil dari stockpile batubara di daerah Muara Telang, Kabupaten Banyuasin dengan menggunakan cara sampel sesaat (*grab* sampel). Pengukuran parameter limbah cair meliputi pH, TSS, Fe, dan Mn (Pergub Sumsel No. 8 Tahun 2012 tentang Baku Mutu Limbah Cair Kegiatan Industri, Hotel, Restoran, Rumah Sakit, Domestik dan Pertambangan Batubara). Pengukuran parameter limbah cair dilakukan sebelum dan sesudah pengolahan.

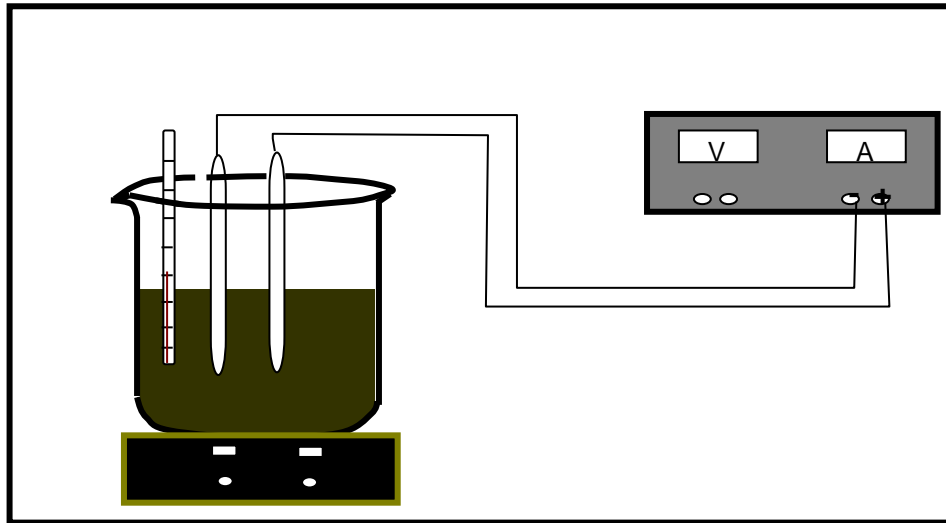
4.5 Metode Penelitian

Metode penelitian dilakukan dengan tahap-tahap sebagai berikut:

1. Karakterisasi dan identifikasi limbah cair stockpile batubara.
2. Pengambilan sampel dan pengukuran parameter limbah cair (pH, TSS, kadar Fe dan Mn) sebelum diolah di laboratorium
3. Mencari kondisi optimum proses elektrokoagulasi secara batch dan kontinyu. Pengolahan limbah cair stockpile batubara dengan menggunakan reaktor elektrokoagulasi secara kontinyu berdasarkan hasil kondisi optimum.
4. Setelah diolah, diukur kembali parameter limbah cair meliputi pH, TSS, kadar Fe dan Mn.

5. Hasil pengukuran limbah cair setelah diolah secara elektrokoagulasi secara kontinyu akan dijadikan rujukan untuk pembuatan sistem pengelolaan stockpile batubara di kawasan Muara Telang, Banyuasin.

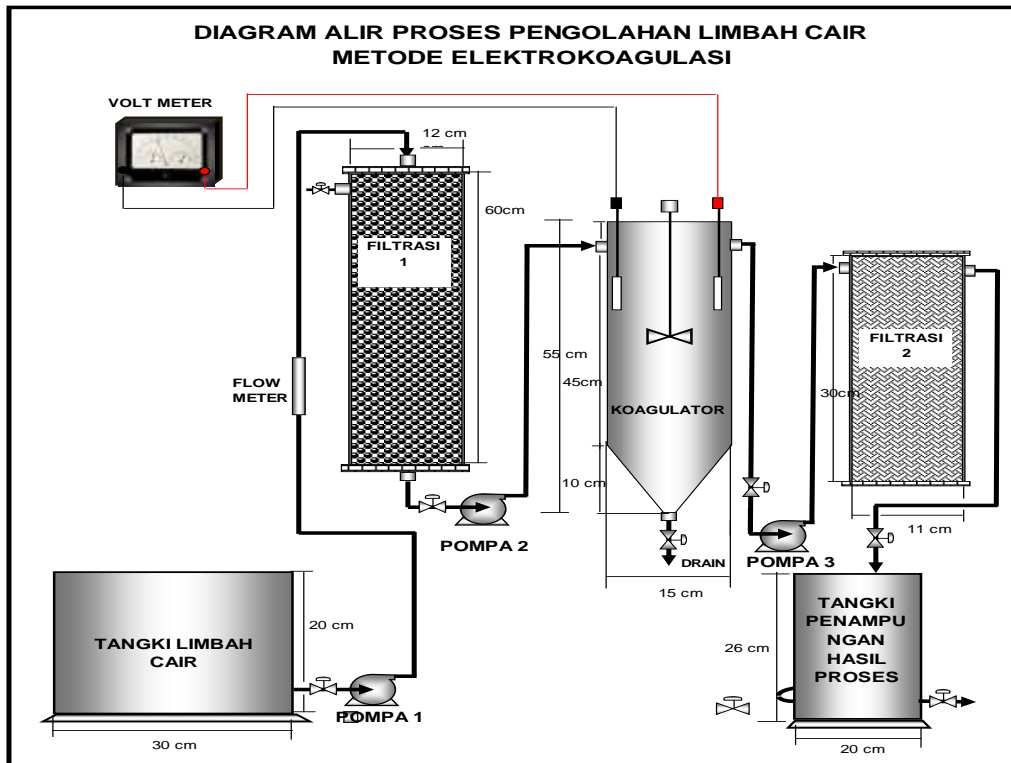
Rangkaian proses pengolahan limbah cair stockpile batubara dengan metode elektrokoagulasi secara batch dan kontinyu dapat dilihat pada Gambar 2 dan 3.



Gambar 2. Rangkaian peralatan elektrokoagulasi secara batch

Proses elektrokoagulasi secara batch dilakukan pada sebuah sel elektrokimia yang berfungsi sebagai elektrokoagulator dan elektroda aluminium sebagai katoda dan anoda dengan dimensi 100 mm x 100 mm x 20 mm. Untuk mempertahankan komposisi tidak berubah (homogen) dan menghindari gumpalan dalam larutan, dilakukan pengadukan dengan pengaduk magnetik kecepatan 100 rpm. Semua percobaan dilakukan pada suhu kamar.

Untuk setiap kali percobaan, jumlah limbah cair stockpile batubara yang digunakan 500 mL dengan mamvariasikan rapat arus (*current density*) 200 A/m², 400 A/m², 600 A/m², 800 A/m² dan 1000 A/m². Untuk setiap rapat arus digunakan, waktu reaksi divariasikan 60, 75, 90, 105, dan 120 menit. Selanjutnya disaring dan filtratnya dianalisis untuk mengetahui nilai pH, kadar TSS, logam Fe, dan logam Mn.



Gambar 3. Diagram Alir proses Pengolahan Limbah Cair dengan Metode Elektrokoagulasi secara Kontinyu

4.6 Diagram *Fishbone* Penelitian



BAB V. HASIL DAN PEMBAHASAN

5.1 Karakteristik Limbah Cair Stockpile Batubara

Pengujian ini dilakukan untuk mengetahui pengaruh variasi kuat arus listrik dan waktu proses yang terbaik dalam hal penurunan konsentrasi logam Fe, logam Mn, TSS dan kenaikan nilai pH yaitu dengan cara membandingkan hasil-hasil analisis akhir dari masing-masing perlakuan sehingga dapat diketahui kondisi yang paling efektif yang mempunyai nilai penyisihan polutan tertinggi. Hasil karakteristik awal limbah cair *stockpile* batubara sebelum dilakukan pengolahan dapat dilihat pada Tabel 2.

Tabel 2. Hasil analisa awal limbah cair *stockpile* batubara

No	Parameter	Hasil Analisa	Standar Baku Mutu Air Limbah Batubara*
1	Kadar logam Fe (mg/L)	7,86	7
2	Kadar logam Mn (mg/L)	6,44	4
3	Kadar TSS (mg/L)	324	200
4	Nilai pH	4,80	6-9

*Pergub Sumatera Selatan No. 8 Tahun 2012

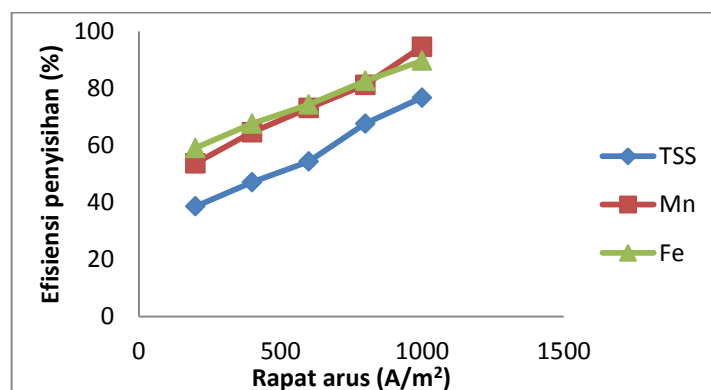
Konsentrasi Fe dan Mn dalam limbah cair *stockpile* batubara yang diambil dari Desa Muara Telang melebihi baku mutu limbah cair pertambangan batubara. Hal ini dipengaruhi oleh beberapa faktor antara lain yaitu pengaruh dari curah hujan, pengaruh dari banyaknya batubara yang ada di *stockpile* dan lamanya waktu tinggal batubara saat berada di *stockpile*.

5.2 Hasil Pengolahan Limbah Cair Stockpile Batubara dengan proses elektrokoagulasi secara batch

a. Pengaruh rapat arus terhadap efisiensi penyisihan

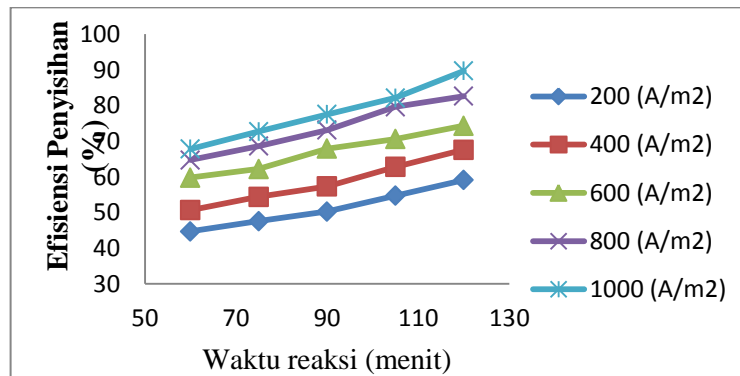
Pada semua proses elektrokoagulasi, kerapatan arus adalah parameter yang paling penting dalam mengendalikan laju reaksi. Meningkatnya rapat arus mengakibatkan peningkatan efisiensi penyisihan TSS, kandungan logam Fe dan Mn . Gambar 4 menunjukkan pengaruh rapat arus terhadap efisiensi penyisihan TSS , kandungan logam Fe dan Mn dengan elektroda aluminium dengan proses elektrokoagulasi . Ketika rapat arus meningkat, efisiensi terbentuknya ion di anoda dan katoda juga meningkat, yang mengarah ke peningkatan terbentuknya flok. Efisiensi penyisihan yang diperoleh adalah 94,6 % untuk logam Mn; 89,7 % untuk logam Fe, dan 76,7 % untuk TSS. Nilai optimum ini diperoleh dengan rapat arus 1000 A/m^2 dan waktu reaksi selama 120 menit. Untuk penggunaan rapat arus $200 \text{ m}^2/\text{A}$ efisiensi penyisihan yang diperoleh hanya 53,7 % untuk logam Fe; 59,1 % untuk logam Mn dan 38,6 % untuk TSS.

Secara teoritis, berdasarkan hukum Faraday, lamanya waktu proses akan menentukan jumlah terbentuknya flok Al^{3+} pada elektroda aluminium (Tir, 2008). Proses elektrokoagulasi meliputi dua langkah yaitu destabilisasi dan akumulasi . Langkah pertama biasanya singkat, dan yang kedua relatif panjang. Dengan peningkatan dalam waktu operasi , baik energi dan elektroda peningkatan ini menunjukkan bahwa waktu operasi (waktu reaksi) adalah parameter yang sangat penting karena mempengaruhi efektifitas biaya proses ekektrokoagulasi di perairan tercemar.

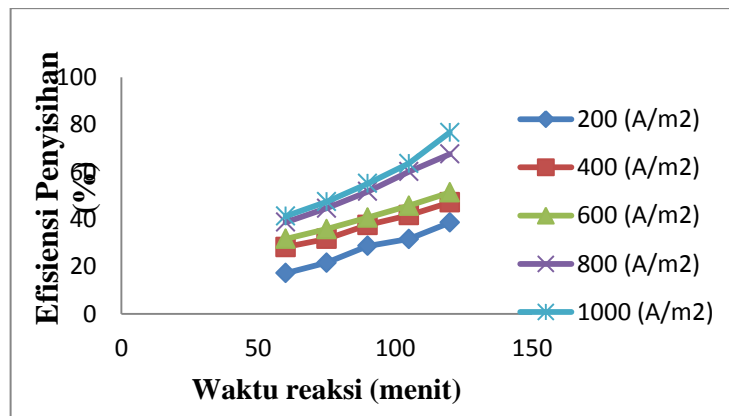


Gambar 4. Pengaruh density arus terhadap efisiensi penyisihan polutan

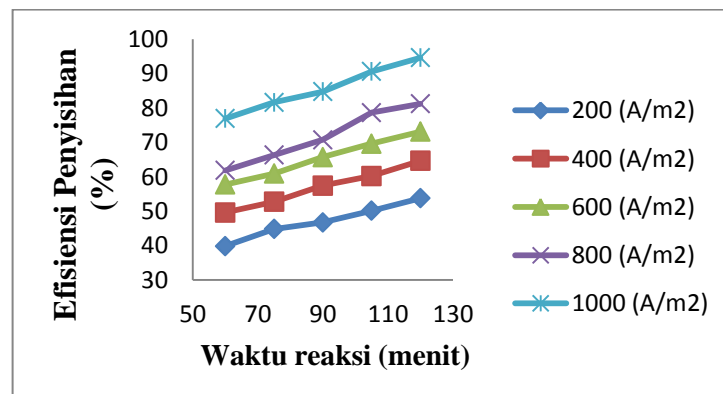
b. Pengaruh waktu reaksi terhadap efisiensi penyisihan



Gambar 5. Pengaruh waktu reaksi terhadap efisiensi penyisihan logam besi



Gambar 6. Pengaruh waktu reaksi terhadap efisiensi penyisihan TSS



Gambar 7. Pengaruh waktu reaksi terhadap penyisihan logam Mn

Pada proses elektrokoagulasi, sumber arus terletak di antara 2 elektroda yang tercelup dalam air/larutan. Dengan potensial listrik yang dipilih dan waktu reaksi yang divariasikan, diaplikan langsung pada limbah cair stockpile batubara. Potensial listrik yang dipilih diharapkan dapat memberikan pengaruh yang tinggi pada proses elektrokoagulasi untuk penurunan kadar TSS, logam Fe dan Mn, serta menaikkan nilai pH.

Masuknya potensial listrik pada proses elektrokoagulasi dapat melepaskan ion Al^{3+} dari elektroda dan meningkatkan jumlah flok yang dihasilkan. Selanjutnya ion Al^{3+} terlarut dalam larutan dan membentuk $Al(OH)_3$ yang terus meningkat selama proses berlangsung (Bazrafshan, 2012). Dari proses elektrokoagulasi ini dapat juga diketahui bahwa potensial listrik tidak hanya menyebabkan jumlah gumpalan yang terbentuk tetapi juga menyebabkan laju terbentuknya gelembung dan membesarnya ukuran flok yang dapat mempengaruhi efisiensi treatment dari proses elektrokoagulasi.

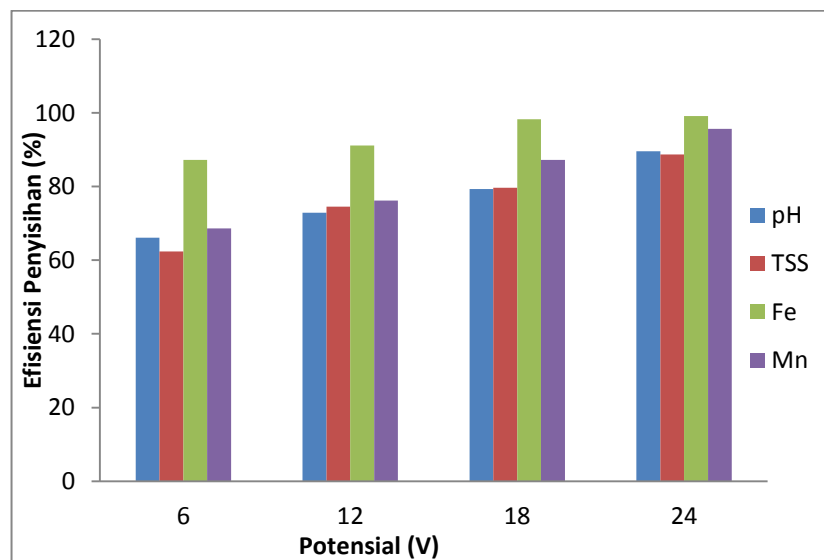
5.3 Hasil Pengolahan Limbah Cair Stockpile Batubara dengan proses elektrokoagulasi secara kontinyu

a. Pengaruh potensial listrik terhadap efisiensi penurunan polutan

Pada proses elektrokoagulasi, sumber arus terletak di antara 2 elektroda yang tercelup dalam air/larutan. Dengan potensial listrik yang dipilih dan waktu reaksi yang divariasikan, diaplikan langsung pada limbah cair stockpile batubara. Potensial listrik yang dipilih diharapkan dapat memberikan pengaruh yang tinggi pada proses elektrokoagulasi untuk penurunan kadar TSS, logam Fe dan Mn, serta menaikkan nilai pH.

Masuknya potensial listrik pada proses elektrokoagulasi dapat melepaskan ion Al^{3+} dari elektroda dan meningkatkan jumlah flok yang dihasilkan. Selanjutnya ion Al^{3+} terlarut dalam larutan dan membentuk $Al(OH)_3$ yang terus meningkat selama proses berlangsung (Bazrafshan, 2008). Dari proses elektrokoagulasi ini dapat juga diketahui bahwa potensial listrik tidak hanya menyebabkan jumlah gumpalan yang terbentuk tetapi juga menyebabkan laju terbentuknya gelembung dan membesarnya ukuran flok yang dapat mempengaruhi efisiensi treatment dari proses elektrokoagulasi.

Pada Gambar 8 memperlihatkan pengaruh variasi potensial listrik terhadap efisiensi penurunan polutan seperti TSS, logam Fe dan Mn. Efisiensi penurunan bisa mencapai 99% setelah waktu proses 120 menit untuk semua variasi potensial listrik yang digunakan (6-24 V). Hal ini menunjukkan meningkatnya potensial listrik dari 6-24 volt, konsentrasi polutan menurun secara signifikan. Untuk TSS, efisiensi penurunan diperoleh 88.67% pada 24V, sedangkan untuk logam Fe bisa mencapai 95.65% pada 24V lebih tinggi dari penurunan logam Mn yang hanya mencapai 99.11%. Kenaikan nilai pH dari 3,29 menjadi netral (7,1) menunjukkan efektivitas dan kinerja alat elektrokoagulasi yang dirancang cukup tinggi.



Gambar 8. Pengaruh variasi potensial listrik (V) terhadap efisiensi penyisihan

b. Pengaruh waktu proses terhadap efisiensi penurunan polutan

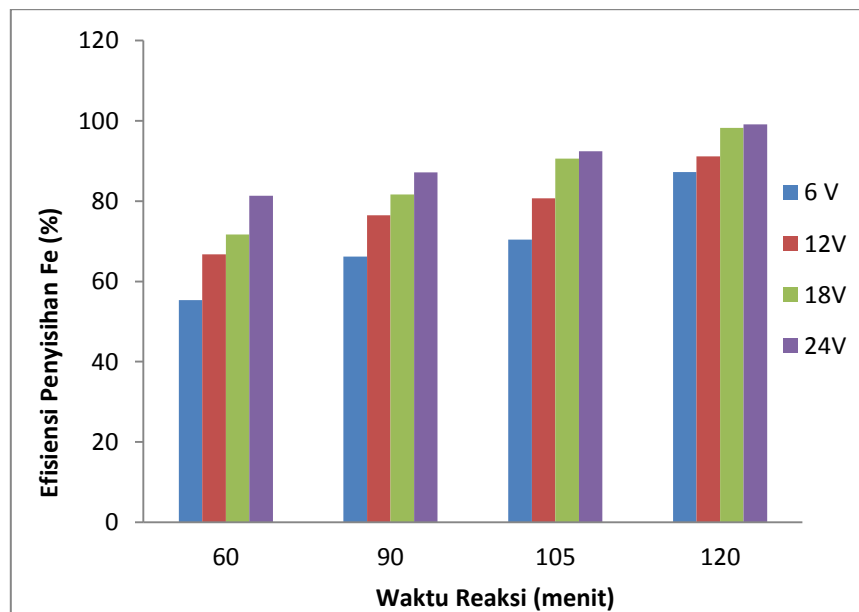
Tujuan utama dari perlakuan ini adalah untuk membandingkan penurunan logam Fe dan Mn dalam limbah cair *stockpile* batubara dengan variasi potensial listrik (V) dan waktu proses sehingga dapat diketahui efisiensi kinerja alat dalam menurunkan kadar logam Fe dan Mn. Variasi tegangan yang digunakan pada metode elektrokoagulasi ini yaitu 6V, 12V, 18V, dan 24V, sedangkan waktu proses yang digunakan yaitu 60 menit, 90 menit, 105 menit dan 120 menit.

Teroksidasinya Fe^{2+} dan Mn^{2+} oleh oksigen yang ada di udara menjadi Fe^{3+} dan Mn^{4+} yang berbentuk koloid akan menimbulkan kekeruhan pada air di

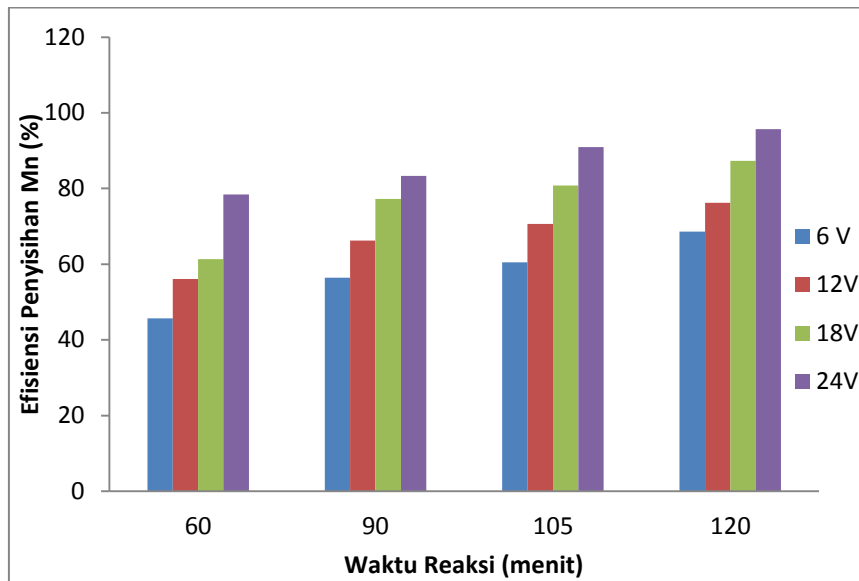
stockpile batubara. Partikel-partikel koloid tersebut selama proses elektrokoagulasi akan terdestabilisasi membentuk flok-flok yang lebih besar. Terbentuknya gas H₂ di katoda menyebabkan flok yang terbentuk ini mengalami flotasi sehingga terjadi akumulasi flok yang mengandung gas di permukaan air dalam bentuk lapisan *sludge*.

Penurunan konsentrasi logam Fe yaitu pada kadar logam Fe yang awalnya adalah 2,3483 mg/L turun hingga mencapai konsentrasi 0,01 mg/L. Hal ini membuktikan bahwa proses elektrokoagulasi dapat menurunkan kadar logam Fe dalam limbah cair *stockpile* batubara, meskipun hasil analisis kandungan Fe masih cenderung menurun dengan tidak signifikan. Hasil terbaik pada penurunan konsentrasi logam Fe yaitu pada penggunaan tegangan 24 V dan waktu 120 menit. Efisiensi penurunan logam Fe sangat tinggi yaitu 99,11%, sedangkan untuk logam Mn yaitu hanya 95,65% dengan beda potensial 24V dan waktu proses 120 menit. Untuk penurunan TSS hanya mencapai 88,67% setelah waktu proses 120 menit dan menggunakan potensial listrik 24V.

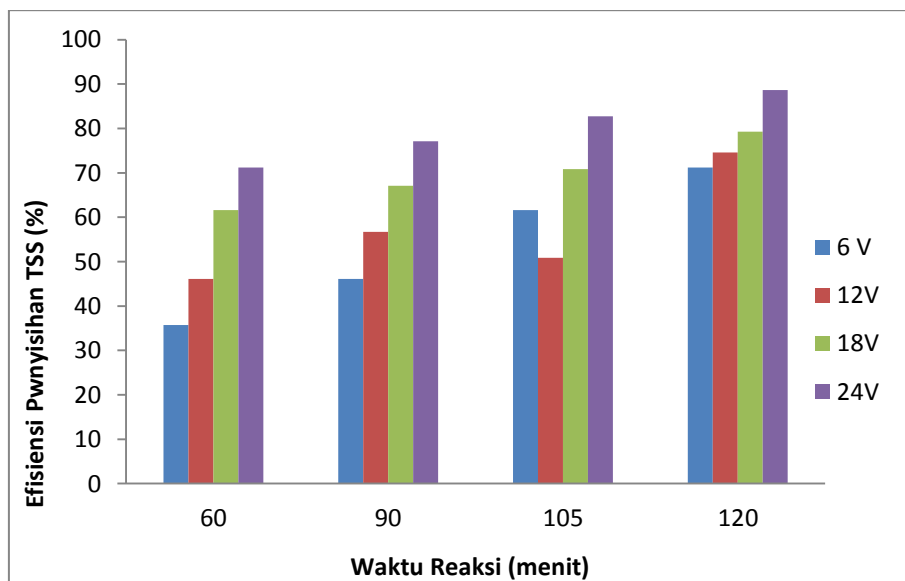
Gambar 9 - 11 memperlihatkan efisiensi penurunan kadar polutan dan kinerja alat elektrokoagulasi.



Gambar 9. Pengaruh waktu proses terhadap efisiensi penurunan logam Fe



Gambar 10. Pengaruh waktu proses terhadap efisiensi penurunan logam Mn



Gambar 11. Pengaruh waktu proses terhadap efisiensi penurunan TSS

BAB VI. KESIMPULAN DAN SARAN

6.1 Kesimpulan

Hasil penelitian untuk pengolahan limbah cair stockpile batubara menggunakan metode elektrokoagulasi dengan elektroda aluminium adalah sebagai berikut:

1. Karakteristik limbah cair stockpile batubara dengan nilai pH 4,8 ; kadar TSS 324 mg/L, kadar logam besi 7,86 mg/L dan kadar logam mangan 6,44 mg/L.
2. Dengan menggunakan proses secara batch, kondisi optimum diperoleh untuk waktu reaksi 120 menit dengan density arus 1000 A/m², diperoleh efisiensi penyisihan polutan diperoleh 94,6% untuk logam mangan dan 89,7% untuk logam besi dan pH berubah menjadi netral.
3. Dengan menggunakan proses secara kontinyu, kondisi optimum diperoleh dengan waktu reaksi 120 menit, tegangan 24 volt, efisiensi penyisihan polutan 99,11 % untuk logam besi, 95,65 % untuk logam mangan, dan 88,67 % untuk TSS.

6.2 Saran

Disarankan untuk mencuci elektroda yang digunakan sebelum digunakan untuk percobaan berikutnya dan memvariasikan jarak antar elektroda agar hasil pengukuran yang diperoleh lebih maksimal.

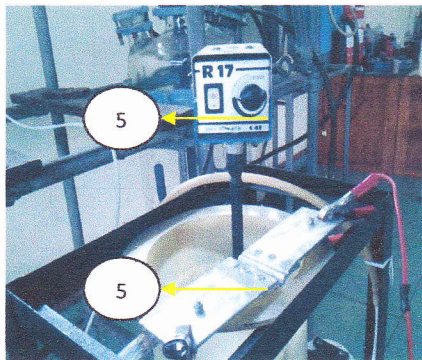
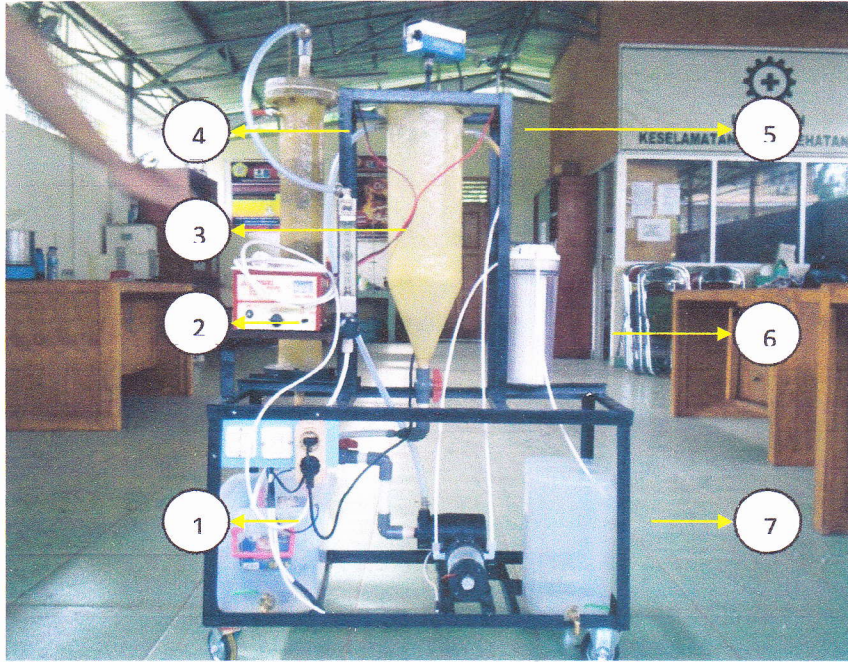
DAFTAR PUSTAKA

- Bazrafshan, E.A.H. Mahvi, S. Naseri, A.R. Mesdaghinia. (2008). Performance Evaluation of Electrocoagulation Process for Removal of Chromium (VI) from Synthetic Chromium Solutions using Iron and Aluminum Electrodes. *Turkish J. of Eng. and Env.Sc.*, 32:22:59-66.
- Fitriyanti, Retno. 2011. Penentuan Dosis Koagulan Aluminium Sulfat ($Al_2SO_4)_3$) Pada Pengolahan Limbah Cair Stockpile Batubara PT. Bukit Asam Unit Dermaga Kertapati (Dalam bentuk Tesis).Unsri:Palembang.
- Kismolo, Endro, dkk. 2006. Uji Coba Perangkat Elektrokoagulasi. http://www.docstoc.com/?doc_id=78944827&download=1.diunduh tanggal 9 Maret 2012
- Mukimin, Aris. 2006. Pengolahan Limbah Industri Berbasis Logam dengan Teknologi Elektrokoagulasi Flotasi. eprints.undip.ac.id/15382/1/Aris_Mukimin.pdf. diunduh tanggal 3 Maret 2012.
- Nugroho, Febrianto Adi. 2008. JURNAL TEKNIK, Volume VII, No. 2, November 2008. Pengembangan Model Pengolahan air Baku dengan Metoda Elektrokoagulasi. isjd.pdii.lipi.go.id/admin/jurnal/2208130144.pdf. diunduh tanggal 9 Maret 2012.
- Peraturan Gubernur Sumatera Selatan Nomor 8 Tahun 2012 tentang Baku Mutu Limbah Cair bagi Kegiatan Industri, Hotel, Rumah Sakit, Domestik dan Pertambangan Batubara.
- Permen No. 01 Tahun 2010, Pedoman Pengawasan Pengendalian Pencemaran Air. Baku Mutu Lingkungan untuk Industri Batubara.
- Plaffin, JR and Ziegler, EN. 2006. Encyclopedia of Environmental Science & Engineering, CRC Press. USA.
- Putro, Bayu Prasmono. 2010. Pengolahan Air Limbah Cold Storage Menggunakan Proses Elektrokoagulasi. eprints.upnjatim.ac.id/909/1/file1.pdf. diunduh tanggal 9 Maret 2012.
- Roihatin, Anis dan Arina Kartika Rizqi. 2008. Pengolahan air limbah rumah pemotongan hewan (RPH) dengan Cara Elektrokoagulasi Aliran Kontinyu. eprints.undip.ac.id/1516/1/MAKALH_PENELITIAN.pdf. diunduh tanggal 4 Maret 2012.

- Rusdianasari. Akhfi. 2010. Pengaruh Waktu Penyerapan Abu Terbang Aktif sebagai Adsorben pada Pengolahan Limbah Air Asam Tambang. Politeknik Negeri Sriwijaya.
- Rusdianasari. Citra. 2011. Penyerapan Logam Besi dan Mangan dalam Air Asam Tambang PT Bukit Asam Menggunakan Zeolit Disalut Kitosan. Politeknik Negeri Sriwijaya.
- Rusdianasari. Eka. 2011. Penyerapan Logam Besi dan Mangan dalam Air Asam Tambang PT Bukit Asam Menggunakan Karbon Aktif Disalut Kitosan. Politeknik Negeri Sriwijaya.
- Samosir, Alexon. 2009. Pengaruh tawas dan Diatomea dalam Proses Pengolahan Air Gambut dengan Metode Elektrokoagulasi. repository.usu.ac.id/bitstream/123456789/13871/1/09E02728.pdf. diunduh tanggal 9 Maret
- Susetyaningsih, Retno, dan Endro Kismolo. 2008. Kajian Proses Elektrokoagulasi untuk Pengolahan Limbah Cair. jurnal.sttn-batan.ac.id/wp-content/uploads/.../33-retno339-343.pdf diunduh tanggal 3 Maret 2012.

LAMPIRAN

Desain Peralatan



- | No. | Keterangan |
|-----|-----------------|
| 1 | Tanki Limbah |
| 2 | Stavolt |
| 3 | Flowmeter |
| 4 | Filter 1 |
| 5 | Koagulator |
| 5a | Pengaduk |
| 5b | Elektroda |
| 6 | Filter 2 |
| 7 | Tanki Penampung |

Gambar 12. Rangkaian instrument elektrokoagulasi secara kontinyu

Biodata

Peneliti

BIODATA KETUA PENELITI

A. Identitas Diri

1	Nama Lengkap (dengan gelar)	Ir. Rusdianasari, M.Si. (P)
2	Jabatan Fungsional	Lektor Kepala
3	Jabatan Struktural	-
4	NIP/NIK/Identitas lainnya	196711191993032003
5	NIDN	0019116705
6	Tempat dan Tanggal Lahir	Palembang, 19 November 1967
7	Alamat Rumah	Vila Sukajaya Indah Blok I No. 4 Palembang
9	Nomor Telepon/Faks/ HP	08127800023
10	Alamat Kantor	Jln. Srijaya Negara Bukit Besar, Palembang
11	Nomor Telepon/Faks	0711-353414/0711355918
12	Alamat e-mail	Diana_vsi@@yahoo.com
13	Lulusan yang Telah Dihasilkan	S-1= orang; S-2= Orang; S-3= Orang
14. Mata Kuliah yg Diampu		1. Kimia Analitik Instrumen
		2. Teknik Reaksi Kimia
		3. Bahan Konstruksi Kimia
		4. Instrumen dan Teknik Pengukuran

B. Riwayat Pendidikan

	S-1	S-2	S-3
Nama Perguruan Tinggi	UNSRI	ITB	UNSRI
Bidang Ilmu	Teknik Kimia	MIPA Kimia	Ilmu Lingkungan
Tahun Masuk-Lulus	1986 - 1991	1999 - 2001	2010 – blm selesai
JudulSkripsi/Thesis/Disertasi	Pra Rencana Pabrik Melamin Formaldehid	Recovery Uranium dengan Membran Cair Emulsi	Model Pengelolaan Limbah Stockpile Batubara
Nama Pembimbing/Promotor	Ir. A.R. Fachry	Prof. Buchari	Dr. Susila Arita,DEA

C. Pengalaman Penelitian dalam 5 Tahun Terakhir

(Bukan Skripsi, Tesis, maupun Disertasi)

No.	Tahun	Judul Penelitian	Pendanaan	
			Sumber*	Jml (Juta Rp)
1	2007	Pembuatan Elektroda Komposit Karbon-Zeolit untuk Penentuan Senyawa Fenol secara <i>Adsorptive Stripping Voltametri</i> (anggota)	Hibah Bersaing	45
2	2008	Aplikasi Elektroda Komposit Karbon Zeolit untuk Penentuan Senyawa Fenol secara <i>Adsorptive Stripping Voltametry</i>	Hibah Bersaing	45
3	2012/2013	Pengolahan Limbah Cair Stockpile Batubara untuk Mengurangi Pencemaran Lingkungan	Hibah Bersaing	40/40

*Tuliskan sumber pendanaan: PDM, SKW, Pemula, Fundamental, Hibah Bersaing, Hibah Pekerti, Hibah Pascasarjana, Hikom, Stranas, Kerjasama Luar Negeri dan Publikasi Internasional, RAPID, Unggulan Stranas, atau sumber lainnya.

D. Pengalaman Pengabdian Kepada Masyarakat Dalam 5 Tahun Terakhir

No.	Tahun	Judul Pengabdian Kepada Masyarakat	Pendanaan	
			Sumber*	Jml (Juta Rp)
1	2013	Penyerapan Metode Elektrokoagulasi pada Pengolahan Limbah Cair Industri Pelapisan Logam	Penerapan IPTEKS	5
2				

* Tuliskan sumber pendanaan: Penerapan IPTEKS-SOSBUD, Vucer, Vucer Multitahun, UJI, Sibermas, atau sumber lainnya.

E. Pengalaman Penulisan Artikel Ilmiah Dalam Jurnal Dalam 5 Tahun Terakhir

No.	Judul Artikel Ilmiah	Volume/ Nomor/Tahun	Nama Jurnal
1	Pengelolaan Limbah Elektroplating dengan Metode Presipitasi	Vol. VI, No. 1, Pebruari 2009	Jurnal Teknosain, ISSN 1693-8089, STTBT-Bekasi
2	Penentuan Nilai Faktor Koreksi Kawat dalam Bomb Calorimeter pada Penentuan Nilai Panas batubara Bituminus High Volatile A dan B	Vol. VI, No. 3, Oktober 2009	Jurnal Teknosain, ISSN 1693-8089, STTBT-Bekasi
3	Penyerapan Logam Besi dan Mangan dalam Air Asam Tambang Menggunakan Zeolit Disalut Kitosan	Vol. VIII, No. 2, Juni 2011	Jurnal Teknosain, ISSN 1693-8089, STTBT-Bekasi
4	Optimasi Penggunaan Koagulan pada Pengolahan Limbah Cair Stockpile	Vol. 2, No. 2, Juli 2012	Jurnal Kinetika, ISSN 1693-9050, Prodi Teknik Kimia Polstri
5	Evaluation of Environmental Effect of Coal Stockpile in Muara Telang, Banyuasin, Indonesia	423 (2013) 012053, doi: 10.1088/1742-6596/423/1/012053	Journal of Physics: Conference Series
6	Reduction of Metal Contents in Coal Stockpile Wastewater Using Electrocoagulation	Vol. 391 (2013) doi: 10.4028/www.scientific.net/AMM.391.29	Applied Mechanics and Materials

F. Pengalaman Penyampaian Makalah Secara Oral Pada Pertemuan / Seminar Ilmiah Dalam 5 Tahun Terakhir

No	Nama Pertemuan Ilmiah / Seminar	Judul Artikel Ilmiah	Waktu dan Tempat
1	Simposium Nasional III & Musyawarah Nasional IV Forum Wacana Indonesia	Penyerapan Logam Besi (Fe) dan Mangan (Mn) dalam Air Asam Tambang Menggunakan Karbon Aktif Disalut Kitosan	Palembang, 31 Mei 2012

2	International Conference on Science & Engineering in Mathematics, Chemistry & Physics (Sciotech2013)	Evaluation of environmental effect of coal stockpile in Muara Telang, Banyuasin, Indonesia	Jakarta, 27-28 Januari 2013
3	International Conference on Advances in Mechanics Engineering (ICAME 2013)	Reduction of Metal Contents in Coal Stockpile Wastewater Using Electrocoagulation	Jakarta, 13-14 Juli 2013
4	International Conference on Advanced Materials Science and Technology (ICAMST 2013)	Wastewater Treatment of Coals's Stockpile by Electrocoagulation System with Aluminum and Iron Electrodes	UGM, Yogyakarta, 17-18 September 2013
5	International Conference on Chemical Science and Applications	Application of Electrocoagulation Process for Coal Stockpile Wastewater Treatment	Banda Aceh, 18-19 September 2013

G. Pengalaman Penulisan Buku dalam 5 Tahun Terakhir

No	Judul Buku	Tahun	Jumlah Halaman	Penerbit
1				

H. Pengalaman Perolehan HKI Dalam 5 – 10 Tahun Terakhir

No.	Judul/Tema HKI	Tahun	Jenis	Nomor P/ID
1				

I. Pengalaman Merumuskan Kebijakan Publik/Rekayasa Sosial Lainnya Dalam 5 Tahun Terakhir

No.	Judul/Tema/Jenis Rekayasa Sosial Lainnya yang Telah Diterapkan	Tahun	Tempat Penerapan	Respons Masyarakat
1				

J. Penghargaan yang Pernah Diraih dalam 10 tahun Terakhir (dari pemerintah, asosiasi atau institusi lainnya)

No.	Jenis Penghargaan	Institusi Pemberi Penghargaan	Tahun
1	Satyalencana Karya Satya 10 Tahun	Presiden Republik Indonesia	2005

Palembang, 25 November 2013

Ketua Peneliti,



Ir. Rusdianasari, M.Si.

Biodata Anggota Peneliti

A. Identitas Diri

1	Nama Lengkap (dengan gelar)	Yohandri Bow, ST., MS. (L)
2	Jabatan Fungsional	Lektor Kepala
3	Jabatan Struktural	Kepala Perencanaan dan Penganggaran
4	NIP/NIK/Identitas lainnya	197110231994031002
5	NIDN	0023107103
6	Tempat dan Tanggal Lahir	Curup, 23 Oktober 1971
7	Alamat Rumah	Jln. Sosial no. 544 Palembang
9	Nomor Telepon/Faks/ HP	08127148244
10	Alamat Kantor	Jln. Srijaya Negara Bukit Besar, Palembang
11	Nomor Telepon/Faks	0711-353414/0711355918
12	Alamat e-mail	andre_bow@yahoo.com
13	Lulusan yang Telah Dihasilkan	S-1= orang; S-2= Orang; S-3= Orang
14. Mata Kuliah yang Diampu		1. Kimia Analitik Instrumen
		2. Pengendalian Proses
		3. Praktikum Kimia Analitik Instrumen
		4. Praktikum Pengendalian Proses

B. Riwayat Pendidikan

	S-1	S-2	S-3
Nama Perguruan Tinggi	UNSRI	UNPAD	UNSRI
Bidang Ilmu	Teknik Kimia	MIPA Kimia	Ilmu Lingkungan
Tahun Masuk-Lulus	1989-1995	2000-2003	2012
Judul Skripsi/Thesis/Disertasi	Pra Rencana Pabrik Octyl Phenol Sulfide	Penentuan Kadar Klorin Terlarut secara Voltametri Menggunakan Sensor Bermembran Polietilen	-
Nama Pembimbing/Promotor	Ir. Azhary Surest, SU	Prof. Roekmiati K. Tjokronegoro	Prof. Dr. Ir. Edy Sutriyono

C. Pengalaman Penelitian dalam 5 Tahun Terakhir

(Bukan Skripsi, Tesis, maupun Disertasi)

No.	Tahun	Judul Penelitian	Pendanaan	
			Sumber*	Jml (Juta Rp)
1	2007	Pembuatan Elektroda Komposit Karbon-Zeolit untuk Penentuan Senyawa Fenol secara <i>Adsorptive Stripping Voltametri</i> (Ketua)	Hibah Bersaing	45
2	2008	Aplikasi Elektroda Komposit Karbon Zeolit untuk Penentuan Senyawa Fenol secara <i>Adsorptive Stripping Voltametry</i> (Ketua)	Hibah Bersaing	45
3	2012/2013	Pengolahan Limbah Cair Stockpile Batubara untuk mengurangi Pencemaran Lingkungan (Anggota)	Hibah Bersaing	40/40
4	2013	Aplikasi Metoda Voltametri untuk Pendegradasian Kadar Klorin Terlarut di Perairan Sungai Musi (Ketua)	Hibah Bersaing	36

** Tuliskan sumber pendanaan baik dari skema penelitian DIKTI maupun dari sumber lainnya.

D. Pengalaman Pengabdian Kepada Masyarakat Dalam 5 Tahun Terakhir

No.	Tahun	Judul Pengabdian Kepada Masyarakat	Pendanaan	
			Sumber*	Jml (Juta Rp)
1	2013	Penerapan Metode Elektrokoagulasi pada Pengolahan Limbah Cair Industri Pelapisan Logam	BOPTN 2013	5
2				

* Tuliskan sumber pendanaan baik dari skema pengabdian kepada masyarakat DIKTI maupun dari sumber lainnya.

E. Pengalaman Penulisan Artikel Ilmiah Dalam Jurnal Dalam 5 Tahun Terakhir

No.	Judul Artikel Ilmiah	Volume/ Nomor/Tahun	Nama Jurnal
1	Penentuan Senyawa Fenol dengan Menggunakan Elektroda Terlapis Enzym	Volume 2, No.2, Juli 2009	Jurnal Kinetika, , ISSN 1693-9050, Jurusan Teknik Kimia, Politeknik Negeri
2	Pengaruh Tekanan dan Temperatur Terhadap Pemurnian Etanol dari Tetes tebu secara Distilasi Vacum	Vol. VII, No. 2, Juni 2010	Jurnal Teknosain, ISSN 1693-8089, STTBT Bekasi
3	Penurunan Kadar Sianida pada Minyak Biji Karet Menggunakan Adsorben Bentonit	Vol. 1, No. 1, Maret 2012	Jurnal Kinetika, , ISSN 1693-9050, Jurusan Teknik Kimia, Politeknik Negeri Sriwijaya
4	Pencegahan Laju Korosi dengan Inhibitor Alami Ekstrak Daun Pepaya	Vol. 1, No. 1, November 2012	Jurnal Kinetika, , ISSN 1693-9050, Jurusan Teknik Kimia,
5	Modified Carbon Composite Electrode with Zeolit in Degradation of Dissolved Chlorine	Syiah Kuala University Press 2013	Proceedings International Conference: ChESA, Chemical Engineering on Science and Application

**F. Pengalaman Penyampaian Makalah Secara Oral Pada Pertemuan / Seminar Ilmiah
Dalam 5 Tahun Terakhir**

No	Nama Pertemuan Ilmiah / Seminar	Judul Artikel Ilmiah	Waktu dan Tempat
1	International Conference Chemical Engineering on Science and Application	Modified Carbon Composite Electrode with Zeolit in Degradation of Dissolved Chlorine	18-19 September 2013 di Universitas Syiah Kuala, Banda Aceh

G. Pengalaman Penulisan Buku dalam 5 Tahun Terakhir

No	Judul Buku	Tahun	Jumlah Halaman	Penerbit
1				
2				
3				
Dst.				

H. Pengalaman Perolehan HKI Dalam 5 – 10 Tahun Terakhir

No.	Judul/Tema HKI	Tahun	Jenis	Nomor P/ID
1				
2				
3				
Dst.				

I. Pengalaman Merumuskan Kebijakan Publik/Rekayasa Sosial Lainnya Dalam 5 Tahun Terakhir

No.	Judul/Tema/Jenis Rekayasa Sosial Lainnya yang Telah Diterapkan	Tahun	Tempat Penerapan	Respons Masyarakat
1	Penyusunan Statuta Politeknik Negeri Sriwijaya	2012	Politeknik Negeri Sriwijaya	Acuan Aturan Kebijakan Politeknik Negeri Sriwijaya
2	Penyusunan Program Perencanaan dan Anggaran	2012-2013	Politeknik Negeri Sriwijaya	Program dan Kegiatan Lembaga

J. Penghargaan yang Pernah Diraih dalam 10 tahun Terakhir (dari pemerintah, asosiasi atau institusi lainnya)

No.	Jenis Penghargaan	Institusi Pemberi Penghargaan	Tahun
1	Satyalancana Karya Satya X Tahun	Republik Indonesia	2005

Palembang, 25 November 2013

Anggota,



Yohandri Bow, ST., MS.

ANGGOTA TIM PENELITI

A. Identitas Diri

1	Nama Lengkap (dengan gelar)	Dr.Dipl.Ing. Ahmad Taqwa, MT.	(L/P)
2	Jabatan Fungsional	Lektor	
3	Jabatan Struktural		
4	NIP/NIK/Identitas lainnya	19681204 199703 1 001	
5	NIDN	0004126802	
6	Tempat dan Tanggal Lahir	Lubuk Linggau, 04 Desember 1968	
7	Alamat Rumah	Jl. Hockey Kampus Blok C-12A Palembang (30137)	
9	Nomor Telepon/Faks/ HP	0711 355880 / 0852 2010 8285	
10	Alamat Kantor	Jl. Srijaya Negara Bukit Besar Palembang	
11	Nomor Telepon/Faks	0711 353414 / 0711 355918	
12	Alamat e-mail	a_taqwa@yahoo.com	
13	Lulusan yang Telah Dihasilkan	S-1=±50 orang; S-2=- Orang; S-3=- Orang	
14.	Mata Kuliah yg Diampu	1. Sistem Komunikasi Bergerak	
		2. Praktek PLC	
		3. Mikroprosesor dan Antarmuka	
		Dst.	

B. Riwayat Pendidikan

	S-1	S-2	S-3
Nama Perguruan Tinggi	Ingenieurschule HTL Beider Basel (Swiss), Sekarang bernama FHNW.	ITB	ITB
Bidang Ilmu	Elektro - Telekomunikasi	Telekomunikasi	Telekomunikasi
Tahun Masuk-Lulus	1991-1994	2002-2005	2005-2010
Judul Skripsi/Thesis/Disertasi	"...Historische Funkuhr mit DCF-77"	Evaluasi Performansi Throughput/Delay pada MAC Protokol IEEE 802.11	Perancangan Sistem Komunikasi Wireless MIMO Menggunakan Matriks Transformasi dan Peta Kode POP
Nama Pembimbing/Promotor	Prof.Dr. Ruediger Volker dan Prof.Dr.	Dr. Hendrawan dan Prof. Dr. Adit Kurniawan	Prof.Dr. Soegidjardjo Soegidjoko, Dr. Sugihartono, dan Dr. Suhartono Tjodronegoro

C. Pengalaman Penelitian Dalam 5 Tahun Terakhir

(Bukan Skripsi, Tesis, maupun Disertasi)

No.	Tahun	Judul Penelitian	Pendanaan	
			Sumber*	Jml (Juta Rp)
1	2004	Evaluasi Performansi Throughput/Delay pada MAC Protokol IEEE 802.11	Mandiri	
2	2009	Rancangan Sistem Wireless MIMO Menggunakan Matriks Transformasi untuk Mengoptimalkan Kapasitas dan Meningkatkan Performansi	Hibah Pascasarjana	Rp. 35 jt

*Tuliskan sumber pendanaan: PDM, SKW, Pemula, Fundamental, Hibah Bersaing, Hibah Pekerti, Hibah Pascasarjana, Hikom, Stranas, Kerjasama Luar Negeri dan Publikasi Internasional, RAPID, Unggulan Stranas, atau sumber lainnya.

D. Pengalaman Pengabdian Kepada Masyarakat Dalam 5 Tahun Terakhir

No.	Tahun	Judul Pengabdian Kepada Masyarakat	Pendanaan	
			Sumber*	Jml (Juta Rp)
1	2010	Pembuatan Program Data Persediaan Barang pada CV. Asia Lab. Palembang	CV. Asia Lab. Palembang	-
2	2011	Pembinaan Amatir Radio dan Sosialisasi PERMEN no 33 tahun 2009 tentang Amatir Radio oleh ORARI Daerah Sumatera Selatan	Orari dan Dishub Sumsel	-
3	2012	Pemasangan Listrik Solar Cell di Patraganik (Perkembangan binaan Pertamina) Palembang	CSR Pertamina RU II	Rp. 43.170.000,-

* Tuliskan sumber pendanaan: Penerapan IPTEKS-SOSBUD, Vucer, Vucer Multitahun, UJI, Sibermas, atau sumber lainnya.

E. Pengalaman Penulisan Artikel Ilmiah Dalam Jurnal Dalam 5 Tahun Terakhir

No.	Judul Artikel Ilmiah	Volume/ Nomor/Tahun	Nama Jurnal
1	Evaluasi Kapasitas Kanal Komunikasi MIMO Tanpa Kawat pada Berbagai Kondisi CSI	Vol. 6/ No. 2/ 2008	Jurnal ElektriKa
2	Wireless MIMO Communication System Using Precoding Matrices	Vol. 13, No. 1, pp. 58-62 / 2008	Jurnal Penelitian dan Pengembangan Telekomunikasi
3	Komunikasi Antena Jamak Berkecepatan Tinggi Menggunakan Detektor Simple ML	Vol. 13, No. 2, pp. 126-132./ 2008	Jurnal Penelitian dan Pengembangan Telekomunikasi
4	Detektor Maximum Likelihood untuk Komunikasi Antena Jamak	Vol. 13, No. 2, pp. 73-78 / 2009	Jurnal Makara seri Teknologi

**F. Pengalaman Penyampaian Makalah Secara Oral Pada Pertemuan / Seminar Ilmiah
Dalam 5 Tahun Terakhir**

No	Nama Pertemuan Ilmiah / Seminar	Judul Artikel Ilmiah	Waktu dan Tempat
1	International proc. Of the 10th QIR-UI	A High Performance Wireless MIMO Communication Systems	2007 / Depok
2	International proc. Of 4th TSSA, ITB	A New Scheme High Performance Wireless MIMO Communication System,	2007 / Bandung
3	International proc. of ICTEL, IT Telkom	Wireless MIMO Communication System Using Precoding Matrices	2008 / Bandung
4	International proc. of the 7 th Int. Conf. on Advances in Mobile Computing &	Precoding Matrices for Wireless MIMO Communication System,	2007 / Kuala Lumpur

G. Pengalaman Penulisan Buku dalam 5 Tahun Terakhir

No	Judul Buku	Tahun	Jumlah Halaman	Penerbit
1				
2				
Dst.				

H. Pengalaman Perolehan HKI Dalam 5 – 10 Tahun Terakhir

No.	Judul/Tema HKI	Tahun	Jenis	Nomor P/ID
1				
2				
Dst.				

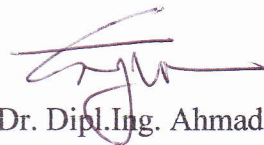
I. Pengalaman Merumuskan Kebijakan Publik/Rekayasa Sosial Lainnya Dalam 5 Tahun Terakhir

No.	Judul/Tema/Jenis Rekayasa Sosial Lainnya yang Telah Diterapkan	Tahun	Tempat Penerapan	Respons Masyarakat
1				
2				
Dst.				

J. Penghargaan yang Pernah Diraih dalam 10 tahun Terakhir (dari pemerintah, asosiasi atau institusi lainnya)

No.	Jenis Penghargaan	Institusi Pemberi Penghargaan	Tahun
1			
2			
Dst.			

Palembang, 25 November 2013
Anggota Peneliti,



Dr. Dipl.Ing. Ahmad Taqwa, MT

PUBLIKASI

CERTIFICATE OF APPRECIATION

This is to certify that

Mrs. Rusdianasari Bow

served as

Speaker

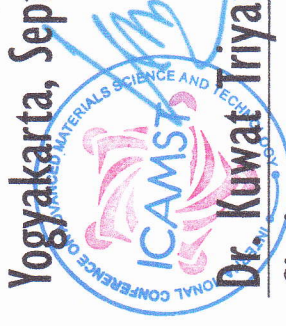
in The 2013 International Conference on
Advanced Materials Science and Technology



Drs. Pekik Nurwanto, M.S., Ph.D

Dean for Faculty of Mathematics and Natural Sciences
Universitas Gadjah Mada

Yogyakarta, September 17-18, 2013



Dr. Kuwat Triyana, M.Sc.

Chairman






Title Book: Advanced Materials Science and Technology

Edit period: till 12/7/2013

 [How to start?](#)

 [Status description](#)

Paper title	Doc file	Pdf file	Status	Reviews	Progress
Wastewater Treatment of Coal's Stockpile by Electro-Coagulation System with Aluminum and Iron Electrodes	 222 KB (11/21/2013 9:06 AM)	 210 KB (11/21/2013 9:07 AM)	Accepted	3/3	

[Add New Paper](#)

Wastewater Treatment of Coal's Stockpile by Electro Coagulation System with Aluminum and Iron Electrodes

Rusdianasari^{1, a}, Yohandri Bow^{2, b} and Ahmad Taqwa^{3, c}

^{1,2} Chemical Engineering Department, State Polytechnic of Sriwijaya, Palembang, Indonesia

³Electrical Engineering Department, Sate Polytechnic of Sriwijaya, Palembang, Indonesia

^adiana_vsi@yahoo.com, ^bandre_bow@yahoo.com, ^ca_taqwa@yahoo.com

Keywords: Electro Coagulation, Aluminum and iron Electrode, Wastewater of Coal's Stockpile

Abstract. The performance of electro coagulation system with aluminum and iron electrodes to remove heavy metals from actual wastewater of coal's stockpile which has studied. The effects of process variables such as electrode material, current density and operation time for electro coagulation process are investigated on ferrous and manganese removal efficiencies. Preliminary results show that the electro coagulation process is able to enhance the removal of heavy metal contents. The batch experiment results showed that the high heavy metals which is contained wastewater coal's stockpile can be effectively treated by electro coagulation system using aluminum electrodes. The overall removal efficiencies of heavy metals have been obtained at 89.7% for ferrous and 94.6% for manganese, respectively. The removal rates of those elements were increase with operation time. Therefore, electro coagulation technique to remove high content of heavy metal and TSS from wastewater of coal's stockpile is found effective and friendly with the environment.

Introduction

Electro Coagulation (EC) becomes a popular process which will use for wastewater treatment. The reuse of wastewater has become an absolute demand. Demands are used clean wastewater of industrial and domestic to avoid environment pollution and especially contamination of pure water resource which become national and international issues. Innovative, cheap and effective methods of purifying and cleaning wastewater before discharging for the other water system are needed. EC is not a new technology [1]. EC has some advantages if it compares with chemical coagulation which becomes a popular process to be used for wastewater treatment.

The Electro Coagulation is simple and efficient method for the treatment of many water and wastewaters system. It has not been widely accepted because of high initial capital costs as compared to other treatment technologies. In recent years, many researchers have been especially focused on the use of EC because of increasing in environmental restrictions on effluent wastewater [2-3].

The use of Electro Coagulation for wastewater treatment has been reported by various researchers, and some differences were found in comparison to the chemical coagulation process. A literature survey indicates that EC is an efficient treatment process for different waste, e.g. soluble oils, liquid from the food, textile industries, or cellulose and effluents from the paper industry [4-5]. Electro Coagulation is an effective process for the destabilization of finely dispersed particles by removing hydrocarbons, greases, suspended solids and heavy metals from different types of wastewater [6-7]. EC has been proposed in recent years as an effective method to treat various wastewaters such as: landfill leach ate, saline wastewater, laundry wastewater, and chemical mechanical polishing wastewater [8].

Aluminum or iron was usually used as electrode and their cations are generated by dissolution of sacrificial anodes upon the application of a direct current [3, 5, and 7]. Electro Coagulation technique for treatment of wastewater samples have been conducted on a laboratory scale and good removal of COD, turbidity, and dissolve solids at varying opening conditions have been obtained [3, 4, 8].

Experimental

This study is proposed to investigate the effect of electro coagulation process using aluminum and iron electrodes. This research is mainly focused on the capability of EC technology to improve wastewater quality, such as to increase removal efficiencies heavy metals (ferrous and manganese).

Wastewater of Coal's Stockpile Samples. Wastewater of coal stockpile was obtained from the coal's stockpile which located at Muara Telang, Banyuasin District, South Sumatera Province, Indonesia. The composition of wastewater then characterized to identify the ferrous and manganese metals contents.

Experimental Device. The batch experimental setup is schematically shown in Fig. 1. The electrochemical unit consists of an Electro Coagulation cell, a D.C power supply and the electrodes (aluminum and iron). There are two monopoles electrodes which have same dimension (100 mm x 100 mm x 2 mm) as an anode and a cathode which spacing of 20 mm. In order to maintain an unchanged composition and avoid the group of the flocs in the solution, the stirrer was turned on and set at 100 rpm. Every experiment was performed at the room temperature [9].

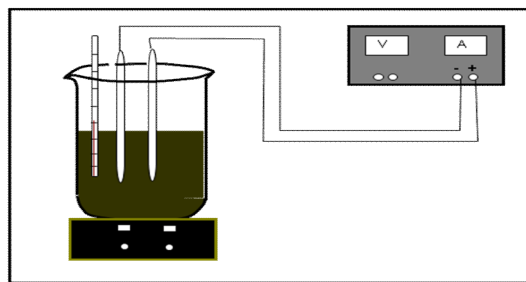


Fig.1 Schematic diagram of experimental setup

Experiment procedure. The experiments were carried out in a batch mode. For each experiment, a coal stockpile wastewater sample of 500 ml was collected in the Electro Coagulation cell with two electrodes dipped into the sample. Five of high current densities which different; 200 A/m², 400 A/m², 600 A/m², 800 A/m² and 1000 A/m² were applied. In each current density applied, operation time of 60, 75, 90, 105, 120 min were used. After the experiment, the treated sample was kept undisturbed for 15 min in order to allow the flocs to settle. Subsequently, after the sample settles of supernatant was collected to perform the analysis of pH, TSS, and metal contents of ferrous and manganese.

Result and discussion

Characteristic of Coal's Stockpile Wastewater. Table 1 shown the characteristic of the coal's stockpile wastewater sample used before the treatment.

Table 1. Characteristic of coal stockpile wastewater

Parameter	Value	Threshold standard*
pH	4.8	6-9
TSS (mg/L)	324	200
Fe (mg/L)	7.86	7
Mn (mg/L)	6.44	4

* South Sumatra Governor Regulation No.8 of 2012

Effect of electrode material. Electrode assembles as the heart of the Electro Coagulation process. Therefore, the appropriate selection of its material is very concerned. In this experiment, the iron and aluminum electrode were used as these types of electrode are proven effective to treat wastewater. The experiment was first running in 60 minutes at 1000A/m² current density by using

different types of electrode to obtain the best electrode in coal wastewater treatment. Fig.2 compares the treatment efficiency for these two kinds of electrodes under the current density.

The results indicated that for coal stockpile wastewater, the aluminum electrode was more effective than the iron electrode, which can reduce Fe and Mn by 89.7% and 94.6% 120 minutes of treatment. While by using iron as electrode, percentage of Fe and Mn removal was 64.8% and 78.2%, which a little bit lower than aluminum. Besides, by using iron electrodes, the treating solution begins to change into greenish color after 5 minutes and then switch into brownish color a few minutes later during treatment. The green color must be due to Fe^{2+} and the brown color is Fe^{3+} . Fe^{2+} can be easily oxidized into Fe^{3+} . Fe^{3+} usually exist in the form of $Fe(OH)_3$ which is fine particles and hard to precipitate. So, iron electrode is not suitable to be used in this process. Therefore, all subsequent experiments were carried out with aluminum electrode.

The Effect of Current Density. In all the Electro Coagulation process, current density is the most important parameter in controlling the reaction rate. Rising current density resulted to an increase in the removal efficiency of TSS, metal contents of Fe and Mn. Fig. 3 shows the removal efficiency of TSS, metal content of Fe and Mn against current density applied to the aluminum electrodes in the Electro Coagulation process. When the current density increases, the efficiency of ion production in anode and cathode also increase, leading to the floc production increment. EC process includes two steps, destabilization and accumulation. The first step is usually short, and the second one is relatively long [10]. So that, 94.6%, 89.7% and 76.7% of Mn, Fe and TSS percentage of removal was obtained by using $1000 A/m^2$ during 120 minutes of Electro Coagulation process compared to the 53.7%, 59.1% and 38.6% of Mn, Fe and TSS respectively by using only $200 A/m^2$. The optimum of current density of $1000 A/m^2$ was used for this treatment in 120 minutes.

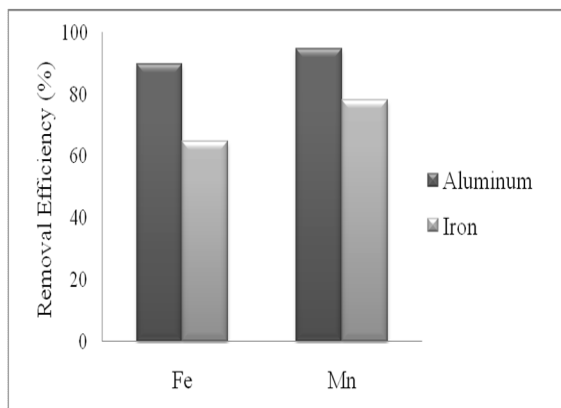


Fig.2 The effect of electrode material

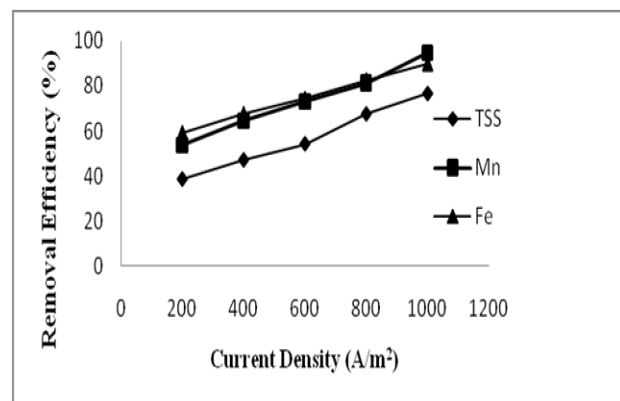


Fig.3 The effect of current density on removal efficiency using aluminum electrode

The Effect of Operation Time. In the presence study, as it can be seen from Fig. 4, and 5, more than 50% of wastewater quality parameters were removed in the first minutes (only 60 min), especially for current density $1000 A/m^2$, while in later minutes, the percentage of removal was low. Furthermore, as the operating time was increased, comparable increases in the pollutants removal rate were observed for all current densities. On the other hand, for a given time, the removal efficiency increasing significantly with an increase in current density. Theoretically, based on Faraday's law, operation time effects the amount of released electrode in a system with aluminum electrodes and determines the amount of produced Al^{3+} from this electrodes.

As an example, after 120 min operation time (Fig. 5), it can be seen that 53.7%, 64.6%, 73.1%, 81.2%, and 94.6% of Mn were removed for applied current density of 200, 400, 600, 800, and $1000 A/m^2$, respectively. This was describes to the fact that at high current, the amount of oxidized metal increased, resulting in a greater amount of precipitate for the removal of pollutants. Similarly trends were observed for other quality parameters of coal stockpile wastewater.

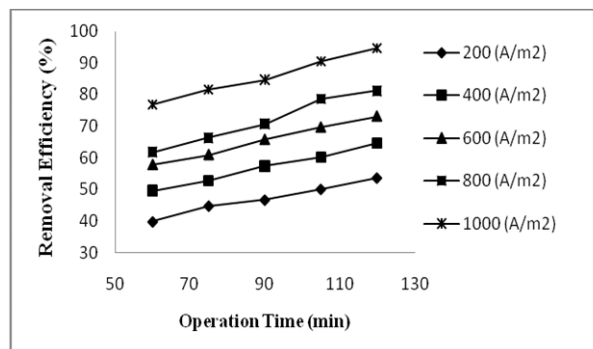
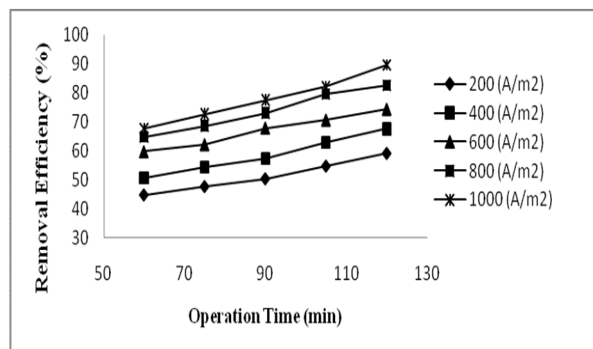


Fig. 4 The effect of operation time on Fe metal Fig. 5 The Effect of operation time on Mn metal

Conclusion

Batch Electro Coagulation studies were performed to evaluate the influenced of various experimental parameters such as applied current density, electrode material, and operation time on the removal of pollutant from coal stockpile wastewater. The results of this study have shown the applicability of Electro Coagulation in the treatment of real wastewater of coal's stockpile. The treatment rate was shown to increase upon increasing the applied current density and operation time. The highest current density, the quickest treatment with an effective reduction of, Fe and Mn concentration using aluminum electrode.

References

- [1] Holt, P.K., Barton, G.W., and Mitchell, C.A, The Future for Electrocoagulation as Localised Water Treatment Technology, *Chemosphere*. 59 (2005) 355-367.
- [2] Mollah, M. Y. A., Schennach, R., Parga, J. R., and Cocke, D. L, Electrocoagulation (EC) – Science and Application, *J. Hazardous Materials*. B84 (2001) 29-41.
- [3] Kobya, M., Can, O. T., and Bayramoglu, M, Treatment of Textile Wastewaters by Electrocoagulation using Iron and Aluminum Electrodes, *J. Hazardous materials*. B100 (2003) 163-178.
- [4] Calvo, L.S., Leclerc, J.P., Tnguy, G., Cames, M. C., Paternotte, G., Valentin, G., Rostan, A., and Lopicque, F, An Electrocoagulation Unit for The Purification of Soluble Oil Wastes of High COD. *Env. Progress*. 22 (2003) 57-65.
- [5] Carmona, M., Khemis, M., Leclerc, J.P., and Lopicque, F, A Simple Model to predict The Removal of Oil Suspensions from Water using The Electrocoagulation Technique, *Chemical Engineering Sci*. 61 (2006) 1237-1246.
- [6] Kumar, P. R., Chaudhar, S., Khilar, K., and Mahajan, C., Removal of Arsenic from Water by Electrocoagulation. *Chemosphere*. 55 (2003) 1245-1252.
- [7] Larue, O., Vorobiev, E., Vu, C., and Durand, B, Electrocoagulation and Coagulation by iron of latex particles in Aquous Suspensions. *Separation and Putification Technology*. 31 (2003) 177-192.
- [8] Can, O. T., Kobya, M., Demirbas, E., and Bayramoglu, M., Treatment of The textile wastewater by Combined Electrocoagulation. *Chemosphere*. 62 (2006) 181-187.
- [9] Nasrullah, Mohd., lakhveer, S., and A. Wahid, Zularisam, Treatment of Sewage by Electrocoagulation and the Effect of High Current Density. *Energy and Environmental Engineering J*. 1 (2012) 27-31.
- [10] N. Drouiche, S. Aoudj, M. Hecini, N. Ghaffour, H. Lounici, and N. Mameri, Study on the Treatment of Photovoltaic Wastewater Using Electrocoagulation: Fluoride Removal with Aluminum Electrode-Characteristic of Product. *J. Hazardous Materials*. 169 (2009) 65-69.