

ISBN : 979-587-523-1

PROSIDING SEMINAR NASIONAL AVER VI



Pengembangan Energi Baru Terbarukan Konservasi Energi dan
Coal Upgrading Berwawasan Green-Clean Technology

Gedung Serbaguna Program Pascasarjana
Universitas Sriwijaya, 30-31 Oktober 2014

UNIVERSITAS SRIWIJAYA
2014



Cogindo



KUMPULAN ABSTRAK SEMINAR NASIONAL AvoER VI 2014



**Fakultas Teknik
Universitas Sriwijaya**



**Gedung Serbaguna Pacasarjana
Universitas Sriwijaya
Kamis, 30 Oktober 2014**

Disponsori oleh :



BukitAsam



PERTAMINA

Cogindo



SEMINAR NASIONAL ADDED VALUE OF ENERGY RESOURCES (AvoER) VI

**Gedung Serbaguna Program Pascasarjana Universitas Sriwijaya
Jl. Padang Selasa No. 524 Bukit Besar Palembang**

**Untuk segala pertanyaan mengenai AvoER VI 2014
Silahkan hubungi**

Telp : 0711 370178

Fax : 0711352870

**Sekretariat :
Grha Batubara Fakultas Teknik Kampus Palembang**

**Contact Person :
Budi Santoso, M.T.
(089666952636)**

**e-mail : avoer2014@unsri.ac.id
Website : <https://www.avoer.ft.unsri.ac.id>**

Reviewer

1. Prof. Dr. Ir. Subriyer Nasir, M.S. (koordinator)
2. Prof. H. Zainuddin Nawawi, Ph.D
3. Prof. Dr. Ir. H. Kaprawi Sahim, DEA
4. Prof. H. Anis Saggaf, MSCE
5. Prof. Edy Sutriyono, M.Sc.
6. Dr. Ir. Hj.Susila Arita
7. Dr. Novia, M.T.
8. Dr. Ir. Hj. Reini Silvia I
9. Dr. Ir. Endang Wiwik DH. M.Sc.
10. M. Yanis, S.T. M.T.
11. Dr. Yohannes Adiyanto, M.S.
12. Heni Fitriani, Ph.D

Published by :

**Faculty of Engineering, University of Sriwijaya
Jl. Srijaya Negara Kampus Unsri Bukit Besar Palembang
Sumatera Selatan
INDONESIA**

Copyright reserved

**The organizing committee is not responsible for any errors or views
expressed in the papers as these are responsibility of the individual
authors**

PRAKATA

Puji dan syukur dipanjatkan kepada Tuhan Yang Maha Esa atas Rahmat-Nya sehingga Seminar Nasional AvoER VI 2014 ini dapat dilaksanakan sesuai jadwal

Seminar Nasional Added Value of Energy Resources (AvOer) dilaksanakan oleh Fakultas Teknik Universitas Sriwijaya sebagai implementasi dan tanggung jawab dunia akademik dalam permasalahan energi. Oleh karenanya, output dan outcome forum ilmiah ini dapat dijadikan konsiderasi bagi stakeholder untuk mengambil keputusan terutama yang berkaitan dengan masalah energi seratnya dampaknya pada lingkungan

Forum ini merupakan wadah komunikasi dari berbagai segemen yang notabene berbeda kepentingan dan pandangan. Duni Industri, pemerintahan, dan akademisi akan menjadi suatu kekuatan yang besar apabila mempunyai kesamaan persepsi dan visi terhadap masalah energi.

Energi Baru terbarukan Konservasi Energi dan Coal Upgrading memang dipilih untuk tema AvoER kali ini didasarkan atas pertimbangan UU No. 30 th 2007 tentang energi dan melihat sejauh mana perkembangan pemahaman tentang Energi Mix 2025. Dari makalah-makalah yang masuk dapat terlihat bahwa penelitian tentang energi sudah banyak membahas tentang energi baru terbarukan, seperti biogas, bioetanol, biofuel, dll dan juga bidang coal upgrading sudah mengarah pada utilisasi batubara seperti pengembangan Biobriket untuk sektor rumah tangga dan industri rumah tangga.

Pada kesempatan ini kami menyampaikan ucapan terima kasih dan penghargaan yang sebesar-besarnya pada Narasumber :

1. Prof. Dr. Wiratmaja Puja (Kementerian ESDM)
2. Dr. Soni Solistia Wirawan (Kementerian Ristek / BPPT)

yang telah berkenan hadir dan berpartisipasi sebagai Narasumber pada acara seminar yang dilaksanakan pada tanggal 30 Oktober 2014, selanjutnya kami juga menyampaikan terimakasih kepada para Sponsor : Fakultas Teknik Unsri, PT. Bukit Asam Persero, PT. Pertamina Persero, PT. Cogindo DayaBersama, dan Pemerintah Kabupaten Penukal Abab Lematang Ilir (PALI) yang telah berkontribusi dalam kegiatan seminar ini.

Akhir kata, kami berharap Seminar Nasional ini dapat berfaedah bagi kita semua.

Palembang, 30 Oktober 2014
Dekan,

Prof. Dr. Ir. H. M. Taufik Toha, DEA

**PANITIA PELAKSANA
SEMINAR NASIONAL AVoER VI 2014**

- Pengarah : Prof. Dr. Ir. H.M. Taufik Toha, DEA (Dekan
Fakultas Teknik)
Dr. Tuty Emilia Agustina, S.T., M.T.
(Pembantu Dekan I Fakultas Teknik)
Dr. Ir. Amrifan S. Mohruni, Dipl.-Ing.
(Pembantu Dekan II Fakultas Teknik)
Ir Hairul Alwani, M.T.
(Pembantu Dekan III Fakultas Teknik)
- Penanggung Jawab : Dr. Ir. Riman Sipahutar, M.Sc.
(Ketua Unit Penelitian dan Pengabdian
Masyarakat, Fakultas Teknik)
- Ketua : Dr. Ir. Hj. Sri Haryati, DEA
Sekretaris : Budi Santoso, S.T., M.T.
Bendahara : Ir. Marwani MT
Wakil Bendahara : Umiati, S.E
- Seksi Makalah/Publikasi : Prof. Dr. Ir. Subriyer Nasir, M.S.
(koordinator)
Dr. Ir. Hj.Susila Arita
Dr. Novia, M.T.
Dr. Ir. Hj. Reini Silvia I
Dr. Ir. Endang Wiwik DH. M.Sc.
M. Yanis, S.T. M.T.
Dr. Yohannes Adiyanto, M.S.
Heni Fitriani, Ph.D
- Seksi Web : Irsyadi Yani S.T., M.Eng., Ph.D
Bhakti Yudho Suprpto, S.T., M.T.
Ayatullah Khomeini, S.T.
Carbella Azhary, S.Kom.
Panji Pratama, S.E.
Fandy, S.Kom.
Rudiansyah, S.Kom.

Seksi Acara :

Prof. Dr. Ir. Kaprawi, DEA
Prof. Dr. Ir. Edy Sutriyono, M.Sc.
Dr. Ir. Tri Kurnia Dewi, M.Sc.
Ir. Irwin Bizzy, M.T.
Dr. Ir. Diah Kusuma Pratiwi, M.T.
Ir. Fusito HY, M.T.
Dr. Dewi Puspita Sari, S.T., M.Eng.
Gustini, S.T., M.T.
Astuti, S.T., M.T.
Suci Dwijayanti, S.T., M.T.
Puspa Kurniasari, S.T., M.T.

Seksi Pendanaan :

Prof. Ir. H. Zainuddin Nawawi, Ph.D
Ir. Hj. Ika Juliantina, M.S.
Ir. Rudyanto Thayib, M.Sc.
Dr. Ir. H. Joni Arliansyah, M.Eng
Dr. Irfan Djambak, S.T., M.T.
Dr. Agung Mataram, S.T., M.T.
Sazili, S.E., M.M.
Heriyanto, S.E.

Seksi Sekretariat :

Ellyani, S.T., M.T.
Caroline, S.T., M.T.
Hj. Hermawati, S.T., M.T.
Hj. Ike Bayusari, S.T., M.T.
Wienty Triyuly, S.T., M.T.
Bochori, S.T., M.T.
Barlin, S.T. M.T
Prahady Susmanto, S.T., M.T.
Marzuki, S.E.
M. Jamil
Irhas Bambang
M. Faisal Fikri, S.E.

Seksi Transportasi :

Ir. Helmy Alian, M.T.
Aneka Firdaus, S.T., M.T.
Maryono
David
Syahril
A. Rivai

Seksi Perlengkapan dan Tata
Tempat:

Ir. Firmansyah Burlian, M.T.
Ir. Sarino, M.T.
M. Ridwan (Pasca)
Rico
Sarjak

Seksi Pembantu Umum:

Hendra, S.T. M.T.
Rahmatullah, S.T., M.T.
Eva Oktarina Sari, S.T.
Alex Al-Hadi, S.T.
IMATEK FT. Unsri

UCAPAN TERIMA KASIH

Panitia AvoER VI 2014 menyampaikan terima kasih dan penghargaan setbesar-besarnya kepada sponsor, keynote speaker dan semua pihak yang membantu terlaksananya kegiatan ini

SPONSOR

PT. Tambang Batubara Bukit Asam , TBk
PT. Pertamina Persero
PT. Cogindo DayaBersama
Pemerintah Kabupaten Penukal Abab Lematang Ilir

Narasumber

Prof. Dr. Wiratmaja Puja (Kementerian ESDM)
Dr. Ir. Soni Solistia Wiarawan M.Eng (Kementerian Risek/ BPPT)

DAFTAR ISI

PRAKATA	v
KEPANTITIAAN	vi
UCAPAN TERIMA KASIH	ix
DAFTAR ISI	x

BIDANG ENERGI BARU TERBARUKAN DAN KONVERSI ENERGI

PENINGKATAN PERSENTASE METANA (CH ₄) DARI BIOGAS SISTEM KONTINYU MELALUI PROSES PURIFIKASI DENGAN MEMBRAN ZEOLIT	2
Abdullah Saleh, Elda Melwita, Prasetyowati, Lerry Fernando Manalu, Yohannes Christian	
OPTIMASI PROSES PURIFIKASI DME DAN METANOL PADA PABRIK DME DARI GAS SINTESIS	3
Abdul Wahid, Tubagus Aryandi Gunawan	
EFEKTIFITAS MINYAK OLAHAN PELUMAS BEKAS SEBAGAI BAHAN BAKAR MOTOR DIESEL	4
Agung Sudrajad, Yohan Septian	
PEMBUATAN BIOGASOHOL DENGAN BLENDING GASOLINE DAN BIOETANOL UNTUK MENINGKATKAN KUALITAS BAHAN BAKAR	5
A. Budiyanto, D. Herfian, Prasetyowati	
POMPA SPIRAL SEBAGAI SALAH SATU ASPEK APLIKASI ENERGI TERBARUKAN	7
Darmawi, Riman Sipahutar, Jimmy D Nasution	
PEMBANGKIT LISTRIK TENAGA ANGIN DAN SURYA UNTUK KEBUTUHAN LISTRIK POMPA AIR DI DESA KADURUNG KECAMATAN PURWAKARTA, CILEGON BANTEN	8
Erwin, Yeni Pusvyta, Bahrul Ilmi	
PENGARUH PENGELASAN DENGAN NYALA API OKSI-ASETILEN TERHADAP SIFAT MEKANIK DAN STRUKTUR MIKRO PELAT LOGAM MUNTZ	9
Fusito, dan D.K.Pratiwi	

APLIKASI ADITIF Bio2POWER UNTUK MENGHEMAT KONSUMSI BENSIN PREMIUM PADA GENSET LISTRIK	10
Hamdan Akbar Notonegoro, Sunardi, Dwinanto	
ANALISIS TEGANGAN DAN KEKUATAN PADA TABUNG GAS LPG KAPASITAS 3 kg	11
Hendri Chandra*, R.Sipahutar, M.Yanis	
ANALISA EKSPERIMENTAL PENGARUH JARAK DUA SELINDER BULAT TERHADAP TEKANAN DALAM ALIRAN UDARA	12
Kaprawi, Andi Hidayat	
ANALISIS PERPINDAHAN KALOR PADA COOLING FAN DENGAN TUBE BERISI ES TANPA FIN DAN DENGAN FIN	13
Marwani, Aad Zilasa	
PERANCANGAN KOTAK PENDINGIN (COOLBOX) TENAGA SURYA	14
M. Z. Kadir, A.D. Priyadi	
STUDI PENGARUH KONSENTRASI LARUTAN ELEKTROLIT KOH, VOLTASE ELEKTROLISA DAN MEDAN ELEKTROMAGNETIK, SERTA RASIO CPO/KATALIS ZEOLIT ALAM YANG DIAKTIFKAN TERHADAP KONVERSI TRIGLISERIDA CPO MENJADI BIOGASOLIN	15
Nina Haryani	
PENGARUH KONSENTRASI DAN WAKTU PERENDAMAN AMMONIA TERHADAP KONVERSI BIOETANOL DARI JERAMI PADI DENGAN METODE <i>SOAKING IN AQUEOUS AMMONIA</i> (SAA)	16
Novia, M.Amirullah Lubis, Fernando Jufianto	
PEMBUATAN BIOETANOL DARI PATI BIJI MANGGA MELALUI PROSES HIDROLISIS ASAM DAN FERMENTASI	17
Pamilia Coniwanti, Tri Wulan Damayanti, Rizka Novarina	
STUDI KARAKTERISTIK PENYALAN DAN PROFIL API PADA PEMBAKARAN CAMPURAN MINYAK SOLAR DAN BIODIESEL DI OIL BURNER	18
Roosdiana Muin, Mulkan Hambali, Leily Nurul Komariah, M. Yadry Yuda, Trisna Novitasari	
KAJIAN EKSPERIMENTAL PENGARUH JARAK, BENTUK DAN UKURAN NOSEL TERHADAP DAYA TURBIN CROSS FLOW	19
Sri Poernomo Sari, Franky Martupa, Astuti	

IMPLEMENTASI PERANGKAT <i>WIRELESS MONITORING</i> ENERGI LISTRIK BERBASIS ARDUINO DAN INTERNET	20
--	----

Wahri Sunanda, Irwandinata

BIDANG COAL UPGRADING

PENGARUH MASSA DAN RASIO ETANOL TERHADAP AKSELERASI WAKTU NYALA BRIKET	22
--	----

Budi Santoso, Ellynda Permasita, Uwu Holifah Ana F

AKSELERASI WAKTU NYALA BRIKET BATUBARA DENGAN PEMANFAATAN TALL OIL SISA DIGESTER PULP KRAFT PROCESS DAN GETAH DAMAR (Agathis Damara)	24
--	----

Budi Santoso, Dede Hadi Widiyanto, Yono Purnama

PENGARUH KOMPOSISI DAN UKURAN SERBUK BRIKET YANG TERBUAT DARI BATUBARA DAN JERAMI PADI TERHADAP KARAKTERISTIK PEMBAKARAN	25
--	----

Didik Sugiyanto

KAJIAN COAL TAR MIXTURE (CTM) BERDASARKAN PERSENTASE CAMPURAN BATUBARA, TAR DAN AIR DALAM INTERVAL VISKOSITAS 900 - 1100 cP	27
---	----

Ega Salfira, dan Rr. Harminuke Eko Handayani

KAJIAN ANALITIS PEMBAKARAN BRIKET BATUBARA UNTUK TUNGKU PENGECORAN LOGAM	29
--	----

Imam Hidayat, Riman Sipahutar dan Diah Kusuma Pratiwi

PENGARUH TEMPERATUR DAN KOMPOSISI PADA PEMBUATAN BIOBRIKET DARI CANGKANG BIJI KARET DAN PLASTIK POLIETILEN	30
--	----

Selpiana, A. Sugianto, F. Ferdian

PENGARUH SUHU KARBONISASI SERAT SAWIT TERHADAP NILAI HARDGROVE GRINDABILITY INDEX (HGI) PADA CAMPURAN BATUBARA BITUMINUS DENGAN SERAT SAWIT	31
---	----

ShantiAisyah, Rr. Harminuke Eko Handayani

PENGARUH SUHU PADA PROSES HYDROTHERMAL TERHADAP KARAKTERISTIK BATUBARA	33
--	----

Yunita Bayu Ningsih

BIDANG GREEN CLEAN TECHNOLOGY

METODE PENGUKURAN KEBISINGAN RUANGAN MENGGUNAKAN DATA LOGGER SPL	36
Aryulius Jasuan	
PENGARUH pH AIR ASAM TAMBANG SINTETIK TERHADAP KUALITAS PERMEAT HASIL PROSES SANDFILTRASI, ULTRAFILTRASI, DAN REVERSE OSMOSIS	37
Dominica Charitas Manalu, Ridha Thaherah, Subriyer Nasir	
PENGOLAHAN AIR ASAM TAMBANG DENGAN SAND FILTER/ADSORBEN COAL FLY-ASH, ULTRAFILTRASI, DAN REVERSE OSMOSIS	38
Devi Anggraini , Silfia Dahnia, Subriyer Nasir	
EFEK VENTILASI MEKANIK DAN NATURAL TERHADAP PENURUNAN KADAR CO ₂ DI LABORATORIUM PRESTASI MESIN	39
Dwinanto, Imron Rosyadi dan Rian Dwi Purnomo	
ANALISA LAPISAN BATUAN YANG MENGANDUNG AIR (AKUIFER) DENGAN MENGGUNAKAN METODE GEOLISTRIK DAERAH SUKAWINATAN, PALEMBANG	40
Falisa	
PEMANFAATAN EKSTRAK KELOPAK DAN BIJI BUNGA ROSELLA SEBAGAI BAHAN PENGUMPAL LATEKS	41
Farida Ali, Anna Stasiana, Noviyanti Puspasari	
PENGARUH LAJU ALIR UMPAN ULTRAFILTRASI DAN TEKANAN OPERASI REVERSE OSMOSIS PADA PENGOLAHAN AIR ASAM TAMBANG SINTETIK MENGGUNAKAN ADSORBEN ABU TERBANG BATUBARA	42
Hasanah Oktavia Pane, Sondang Purnama Sari, Subriyer Nasir	
PENGARUH ADSORBEN RICE HUSK-ASH, LAJU ALIR UMPAN PADA SISTEM ULTRAFILTRASI DAN TEKANAN OPERASI PADA UNIT REVERSE OSMOSIS	43
Jelita Br. Sinurat, Sara Situmeang Subriyer Nasir	
POTENSI PEMANFAATAN ZIRKONIA PADA ASPEK LINGKUNGAN : SUATU TINJAUAN PUSTAKA	44
Melati Ireng Sari, Tuti Emilia A.	

KAJIAN TINGKAT RISIKO PENCEMARAN AIR SUMUR GALI DITINJAU DARI ASPEK KONSTRUKSI DAN LETAK SUMUR GALI SERTA PERILAKU PENGGUNA SUMUR GALI DI KELURAHAN TALANG PUTRI KECAMATAN PLAJU KOTA PALEMBANG Nyimas Septi Rika Putri	46
PENGOLAHAN AIR RAWA MENJADI AIR BERSIH DI DAERAH TIMBANGAN INDRALAYAMENGGUNAKAN MEMBRAN ULTRAFILTRASI Prahady S, J. Prihantoro S , A. Rumaiza	48
TEKNOLOGI NANO: INOVASI BARU UNTUK MENGOLAH LIMBAH MENJADI MATERIAL KONSTRUKSI YANG RAMAH LINGKUNGAN Saloma	49
PENGARUH RASIO MOLAR DAN VOLUME REAGEN FENTON PADA PENGOLAHAN AIR LIMBAH INDUSTRI TAHU DENGAN MENGGUNAKAN REAGEN FENTON DAN KARBON AKTIF T.E.Agustina, A.Prasetyo, C.A.Hafiz	51
PENGARUH PERSEPSI DAN PREFERENSI PENGHUNI RUMAH PANGGUNG DALAM PENGENDALIAN PENUTUPAN AREA RESAPAN AIR PADA PERMUKIMAN LAHAN BASAH TEPIAN SUNGAI MUSI PALEMBANG Widya Fransiska F.Anwar , Setyo Nugroho	53
PEMANFAATAN EKSTRAK BIJI KELOR SEBAGAI KOAGULAN ALTERNATIF PADA PENGOLAHAN LIMBAH CAIR INDUSTRI TAHU Yudi Mubrika Yasri , Janeth Ayu Anggitari , Elda Melwita	55

PENGOLAHAN AIR ASAM TAMBANG DENGAN SAND FILTER/ADSORBEN COAL FLY-ASH, ULTRAFILTRASI, DAN REVERSE OSMOSIS

Devi Anggraini¹⁾, Silfia Dahnia¹⁾, Subriyer Nasir^{2*},

¹⁾Jurusan Teknik Kimia, Universitas Sriwijaya, Palembang

²⁾ Laboratorium Teknik Pemisahan, Jurusan Teknik Kimia, Universitas Sriwijaya, Palembang

Corresponding author: subriyer@unsri.ac.id

ABSTRAK: Kegiatan penambangan di Indonesia semakin meningkat bersamaan dengan dampak negatif yang ditinggalkan air asam tambang ke lingkungan. Oleh karena itu, air asam tambang perlu diolah agar tidak merusak lingkungan di sekitar area pertambangan. Pada penelitian ini, dilakukan pengolahan menggunakan Sand Filter Ultrafiltration dan Reverse Osmosis dengan pH air asam tambang sintetik masing-masing 2,4; 3,74; dan 3,93. Parameter yang diukur untuk menentukan kualitas air keluaran unit pengolahan sesuai baku mutu lingkungan yaitu pH, EC, TDS, sulfat (SO₄), besi (Fe) dan Mangan (Mn). Dari hasil pengolahan didapatkan persentase kenaikan pH pada Sand Filter, Ultrafiltration, dan Reverse Osmosis sebesar 12%, 20% dan 125%. Pada pengolahan juga didapatkan penurunan kandungan TDS dan EC mencapai 90%; penurunan sulfat (SO₄), besi (Fe) dan mangan (Mn) sebesar 98%, 96,5%, 90%. Keluaran air hasil pengolahan memiliki kualitas yang baik dan telah mencapai standar baku mutu lingkungan. Namun, pengolahan ini hanya menaikkan pH air keluaran mencapai 5.4 untuk air asam tambang dengan pH 2.4. sehingga disarankan untuk meningkatkan waktu operasi lebih dari satu jam.

Kata Kunci : Adsorben, fly-ash, , Reverse Osmosis, Sand Filter, Ultrafiltrasi

ABSTRACT: Indonesian mining activities have been increased along with the potential impact of acid mine drainage on the environment. For this reason, acid mine drainage needs to be treated prior discharged safely into the environment. In the current work, the coupled of Sand Filter Ultrafiltration and Reverse Osmosis were used for synthetic acid mine drainage treatment with pH of 2.4; 3.74; and 3.93 respectively. The parameters measured were pH, EC, TDS, sulfate, iron, and manganese. The results shown that the Sand Filter Ultrafiltration and Reverse Osmosis units can increase the pH by 12, 20, and 125 % respectively. It also found the decrease of TDS and EC up to 90 %; the reduction of sulfate, iron, and manganese by 98, 96.5, and 90 % respectively. The permeates have the good quality and met the environmental standard. Nevertheless, the system only increases the permeate acidity to 5.4 when the acid mine has a pH of 2.4 thus it suggested to enhance the operating time greater than one hour.

Key Word : Ultrafiltration, Reverse Osmosis, Sand Filter

PENDAHULUAN

Industri pertambangan di Indonesia umumnya dan Sumatera Selatan meningkat pesat karena tingginya permintaan (konsumsi) batubara baik untuk keperluan domestik (pembangkit listrik) maupun untuk ekspor. Dampak berdirinya perusahaan pertambangan batubara tidak hanya menguntungkan tapi juga dapat berakibat buruk terhadap lingkungan terutama karena terbentuknya air asam tambang (AAT). Air asam tambang memberikan dampak negatif terhadap lingkungan karena pH yang rendah dan kandungan logam berat yang dapat merusak biota di di perairan sungai, laut, dan danau di sekitar areal penambangan serta dapat menimbulkan penyakit bagi manusia yang mengkonsumsi air yang terkontaminasi air asam tambang tersebut. Dampak air asam tambang tidak saja dapat terjadi pada tambang yang baru dibuka bahkan

ketika tambang ditutup karena tidak produktif lagi (Gautama, 2012). Hal ini terjadi karena air asam tambang (*Acid Mine Drainage*) mengandung H₂SO₄ dan logam-logam berat yang yang berbahaya terutama bagi makhluk hidup yaitu logam tembaga (Cu), aluminium (Al), besi (Fe), timbal (Pb), dan mangan (Mn) dengan pH yang rendah (<5).

Air asam tambang merupakan limbah cair yang berasal dari kegiatan penambangan baik yang masih aktif maupun yang sudah ditinggalkan. Terpaparnya mineral sulfida dari penggalian batuan yang bereaksi dengan oksigen dan air akan terbentuk air asam tambang. Ada beberapa jenis mineral sulfida yang dapat bereaksi menghasilkan air asam tambang yaitu *Pyrite* (FeS₂), *Millerit* (NiS), *Calcopyrite* (CuFeS₂), *Calcosite* (Cu₂S), *Galena* (PbS), dan *Spalerit* (ZnS) (Skousen, et al 1998). Karena pHnya yang rendah, air asam tambang dapat

melarutkan logam-logam berat yang terkandung di dalam batuan.

Bagi perusahaan pertambangan air asam tambang merupakan masalah utama kegiatan penambangan karena air asam tambang yang dihasilkan dari kegiatan penambangan tidak dapat di buang langsung ke lingkungan namun harus di olah sehingga sesuai ketentuan baku mutu lingkungan. Tabel 1. menampilkan komponen kimia standar baku mutu kandungan air asam tambang, sesuai keputusan Menteri Negara Lingkungan Hidup Nomor 113 Tahun 2003.

Tabel 1. Standar Baku Mutu Lingkungan Air Asam Tambang

Parameter	Satuan	Kadar maksimum
pH	-	6-9
Padatan tersuspensi	mg/L	400
Besi (Fe)	mg/L	7
Mangan (Mn)	mg/L	4

METODOLOGI PENELITIAN

Rangkaian Alat

Rangkaian alat terdiri dari unit sand filter (SF), ultrafiltrasi (UF), dan reverse osmosis (RO). Pada unit sand filter bagian dalam tabung sand filter diisi dengan pasir silika berukuran sedang, pasir silika halus, dan karbon aktif masing-masing sebanyak 20 kg. Keluaran air dari tabung *sand filter* dialirkan menuju tiga unit *clear housing* yang berisi adsorben *fly-ash*. Pada unit SF juga di pasang *flow meter* untuk mengetahui laju aliran air asam tambang menuju kolom adsorben dan hasil keluaran SF menuju unit UF. Isi tabung unit ultrafiltrasi berupa membran *hollow fibber* dengan pori-pori membran berukuran 0,01 mikron. Pada unit ultrafiltrasi terpasang *flow meter* dan *pressure gauge* untuk mengetahui laju alir dan tekanan umpan pada unit ultrafiltrasi. Aliran *output* pada unit ultrafiltrasi terbagi menjadi dua aliran yaitu aliran air hasil yang lolos dari pori-pori membran (permeat) dan aliran air buangan yang tidak lolos pori-pori membran yang masih banyak mengandung suspensi serta logam (retentat). Aliran air hasil dari unit ultrafiltrasi kemudian dialirkan ke unit RO menggunakan pompa.

RO merupakan penyaring terakhir pada pengolahan air asam tambang. Bagian dalam tabung RO berisi membran CSM dengan kerapatan pori-pori 0,0001 mikron. Unit RO juga memiliki dua aliran yaitu aliran air hasil yang lolos pori-pori membran (permeat) dan aliran air buangan yang tidak lolos pori-pori membran (retentat). Pada unit RO juga terpasang *flowmeter* dan *pressure gauge* untuk mengukur laju aliran yang masuk dan tekanan umpan.

Prosedur Penelitian

1. Pengambilan air asam tambang dari PT. Bukit Asam Tbk
2. Pembuatan air asam tambang sintetik dengan pH 2,4 ; 3,74 dan 3,93.
3. Pengolahan Air Asam Tambang

Pada penelitian dilakukan sebanyak dua belas kali proses pengolahan, dengan satu kali pengolahan menggunakan unit *sand filter*, ultrafiltrasi, dan unit RO.

A. Unit sand filter

- 1) Air asam tambang pada tangki penampungan di alirkan ke tabung *sand filter* menggunakan pompa.
- 2) Keluaran air hasil pada tabung *sand filter* kemudian dialirkan ke kolom adsorpsi yang berisi adsorben berupa *fly-ash*.

B. Unit Ultrafiltrasi

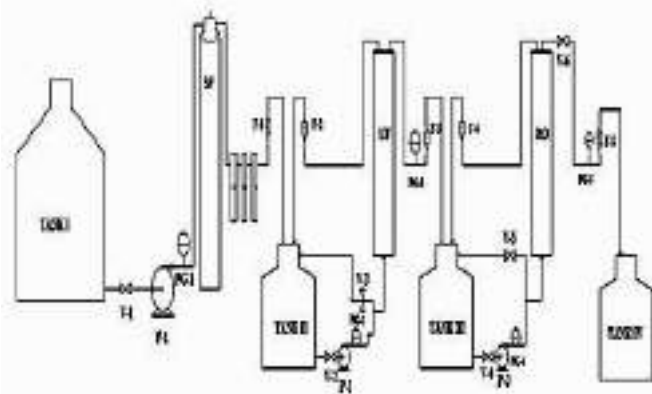
- 1) Produk dari unit *sand filter* ditampung dalam tangki penampungan pada unit ultrafiltrasi untuk dialirkan menuju unit membran ultrafiltrasi.
- 2) Keluaran air hasil dari tabung membran ultrafiltrasi terbagi menjadi dua aliran yaitu aliran permeat dan retentat.
- 3) Laju permeat divariasikan yaitu 2,5 ; 3,5 dan 4,5 lpm.
- 4) Laju aliran air buangan di *recycle* kembali ke tangki penampungan unit ultrafiltrasi untuk di proses kembali
- 5) Selanjutnya aliran air hasil di alirkan menuju tangki penampungan RO.

C. Unit RO

- 1) Permeat produk unit ultrafiltrasi dialirkan ke unit RO.
- 2) Pada unit RO terdapat dua aliran yaitu permeat dan retentat yang ditampung setiap 15 menit.

D. Analisa Permeat

Air hasil pengolahan pada setiap unit yang telah ditampung dianalisa nilai pH, *total dissolve solid* (TDS), dan *electrical conductivity* (EC). Analisa selanjutnya adalah pengukuran kandungan logam berupa Fe dan Mn, dan kandungan sulfat (SO_4). Skema rangkaian alat ditampilkan pada Gambar 1.



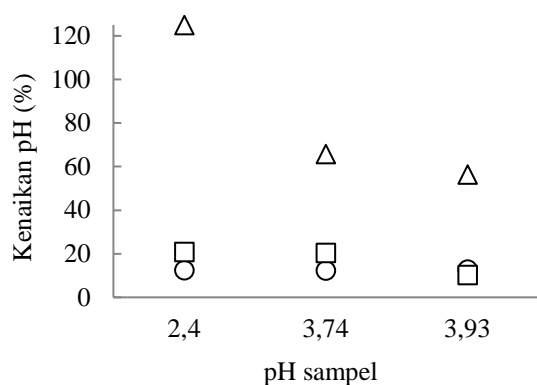
Gambar 1. Skema Pengolahan AAT

HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil Analisa pH

Pada hasil pengolahan air asam tambang menggunakan unit *sand filter*, ultrafiltrasi, dan RO

didapatkan persentase kenaikan pH terlihat pada Gambar 2. Peneliti menganalisa setiap sampel hasil pengolahan yang keluar disetiap unit pengolahan.



Gambar 2. Persentase Kenaikan pH
(○ SF, 11 L/menit; □ UF, 2,5 L/menit; Δ RO, 7 L/menit)

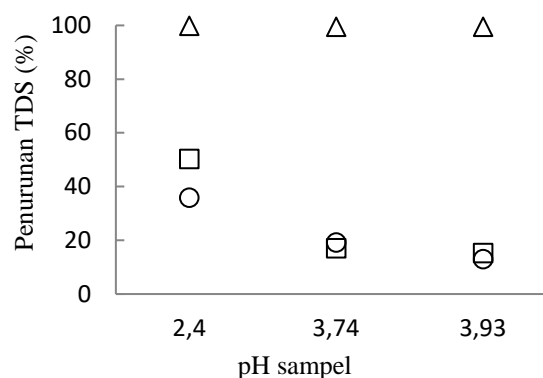
Pada grafik hasil analisa terlihat persentase kenaikan pH keluaran unit *sand filter*, ultrafiltrasi dan *RO* semakin meningkat. Pada hasil analisa terlihat bahwa kerja setiap unit memiliki kemampuan yang berbeda untuk menaikkan kandungan pH. Pada unit *sand filter* terjadi kenaikan pH dari kandungan pH awal. Pada sampel pH 2,4 meningkat menjadi 2,7 untuk sampel pH 3,74 meningkat menjadi 4,2 dan untuk sampel pH 3,93 meningkat menjadi 4,4. Dari hasil tersebut didapatkan persentase kenaikan pH di unit *sand filter* sebesar 12%. Unit ultrafiltrasi didapatkan kenaikan pH yang lebih tinggi dari unit *sand filter* dimana pH 2,4 meningkat menjadi 2,9, pH 3,74 meningkat menjadi 4,5 dan pH 3,93 meningkat menjadi 4,3.

Dari hasil tersebut didapatkan persentase kenaikan pH di unit ultrafiltrasi berkisar 20%. Pada unit *RO* didapatkan kenaikan persentase yang lebih tinggi dibandingkan unit ultrafiltrasi dan *sand filter* yaitu pada pH 2,4 meningkat menjadi 5,4, pH 3,74 meningkat menjadi 6,2 dan pH 3,93 meningkat menjadi 6,1. Dari hasil analisa tersebut didapatkan persentase kenaikan pH di unit *RO* sebesar 66% sampai 125%. Hasil tersebut terlihat bahwa pori-pori membran yang lebih kecil mampu menaikkan pH lebih tinggi.

Namun pada pH 3,93 keluaran unit ultrafiltrasi didapatkan hasil kenaikan pH yang menurun dibandingkan hasil *sand filter*. Hal tersebut terjadi karena berikutnya kandungan asam pada air hasil keluaran unit *sand filter* untuk waktu pengolahan lebih dari satu jam. Ditandai pada keluaran air hasil berikutnya *fly ash* sehingga air hasil yang tertampung pada tangki penampungan ultrafiltrasi memiliki kandungan pH yang lebih tinggi. Akibat hal tersebut pada hasil pengolahan keluaran ultrafiltrasi didapatkan penurunan kenaikan pH akibat tingginya kandungan pH awal pada tangki penampungan.

Hasil Analisa Total Dissolve Solid (TDS)

Hasil analisa TDS untuk air asam tambang keluaran unit pengolahan *sand filter*, ultrafiltrasi dan *RO* terlihat pada gambar 3 yang menampilkan hasil persentase penurunan TDS di setiap unit pengolahan.



Gambar 3. Persentase Penurunan TDS
(○ SF, 11 L/menit; □ UF, 2,5 L/menit; Δ RO, 7 L/menit)

Pada hasil pengolahan didapatkan kenaikan persentase penurunan TDS semakin meningkat untuk hasil pengolahan dari unit yang memiliki pori-pori yang lebih rapat. Ditunjukkan pada unit *RO* memiliki persentase penurunan TDS yang lebih tinggi. Semakin rapatnya pori-pori membran maka semakin baik kerja membran untuk menyaring kandungan logam. Pada hasil pengolahan didapatkan penurunan TDS dari kandungan TDS awal hasil pengolahan di unit *sand filter*. Pada Sampel pH 3,93 kandungan TDS turun menjadi 80 ppm, sampel pH 3,74 kandungan TDS turun menjadi 76 ppm dan sampel pH 2,4 kandungan TDS turun menjadi 334 ppm. Dari hasil analisa tersebut persentase penurunan TDS di unit *sand filter* mencapai 12% sampai 36%. Peran membran silika pada pengolahan berfungsi untuk menjernihkan air asam tambang sehingga pada hasil pengolahan didapatkan air asam tambang yang lebih jernih.

Penurunan kandungan logam (TDS) dikarenakan peran *manganite* dan *ferrolite* pada tabung *sand filter* yang mampu menangkap kandungan logam yang terdapat pada air asam tambang berupa aluminium, besi dan mangan. Serta peran adsorben *fly ash* yang berfungsi untuk menangkap logam berat pada air asam tambang. Mengingat kandungan logam air asam tambang tidak hanya aluminium (Al), besi (Fe), dan mangan (Mn) tetapi terdapat juga kandungan logam berat lainnya berupa logam Tembaga (Cu), Timbal (Pb), dan Zink (Zn). Pada unit ultrafiltrasi didapatkan penurunan TDS yang lebih tinggi dibandingkan unit *sand filter*. Pada sampel pH 3,93 kandungan TDS turun menjadi 78 ppm, pada sampel pH 3,74 kandungan TDS turun menjadi 78 ppm dan sampel pH 2,4 kandungan TDS turun menjadi 259 ppm. Dari hasil tersebut didapatkan persentase penurunan TDS di unit ultrafiltrasi sebesar 16% sampai 50%. Pada proses pengolahan air asam tambang di unit ultrafiltrasi, laju air hasil selalu lebih rendah dari air buangan. Ini menunjukkan bahwa air asam tambang yang mampu lolos dari membran menjadi permeat lebih

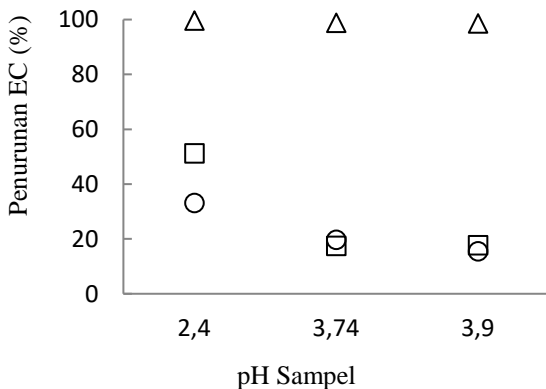
sedikit dibandingkan air asam tambang yang tidak lolos pori-pori membran menjadi retentat. Hal ini dapat terjadi karena pori-pori membran yang sangat kecil hanya 0,01 mikron. Sehingga kemampuan membran pada unit ultrafiltrasi untuk menyaring kandungan logam sangat baik ditandai laju air hasil lebih kecil dari laju air buangan.

Namun pada pengolahan untuk pH 3,74 didapatkan hasil penurunan TDS di ultrafiltrasi lebih kecil dibandingkan unit *sand filter*. Hal tersebut terjadi karena terbawanya kandungan logam yang telah tersaring ke air hasil *sand filter* sehingga air yang tertampung di tangki penampungan ultrafiltrasi memiliki peningkatan kandungan logam sehingga ketika keluaran hasil proses ultrafiltrasi didapatkan persentase penurunan yang lebih rendah dibandingkan hasil pengolahan di unit *sand filter*.

Sedangkan pada pengolahan di unit *RO* mengalami penurunan TDS yang lebih tinggi dibandingkan pengolahan di unit *sand filter* dan ultrafiltrasi dimana pada sampel pH 3,93 nilai TDS turun menjadi 0,5 ppm, sampel pH 3,74 nilai TDS turun menjadi 0,5 ppm dan sampel pH 2,4 nilai TDS turun menjadi 1 ppm. Dari hasil analisa tersebut didapatkan persentase penurunan TDS di unit *RO* mencapai 99% dari kandungan TDS awal. Pada pori-pori membran yang lebih rapat sebesar 0,0001 mikron mampu menahan kandungan logam berat yang masih ada pada keluaran hasil unit ultrafiltrasi, dapat dilihat dengan laju air hasil unit *RO* tidak terbaca pada *flowmeter*. hal tersebut menunjukkan bahwa air asam tambang yang lolos membran CSM pada unit *RO* sangat sedikit dibandingkan dengan laju air buangan yang menjadi retentat.

Hasil Analisa Electrical Conductivity (EC)

Hasil analisa kandungan EC pada air hasil pengolahan didapatkan hasil yang berbanding lurus dengan hasil analisa TDS. Gambar 4 menampilkan hasil persentase penurunan TDS di setiap unit pengolahan



Gambar 4. Persentase Penurunan EC

(○ SF, 11 L/menit; □ UF, 2,5 L/menit; Δ RO, 7 L/menit)

Pada hasil analisa didapatkan persentase penurunan EC dari kandungan EC awal keluaran unit *sand filter*. Pada sampel pH 3,93 kandungan EC turun menjadi 160,9 $\mu\text{S/cm}$, pada sampel pH 3,74 kandungan EC turun menjadi 157,4 $\mu\text{S/cm}$ dan pada sampel pH 2,4

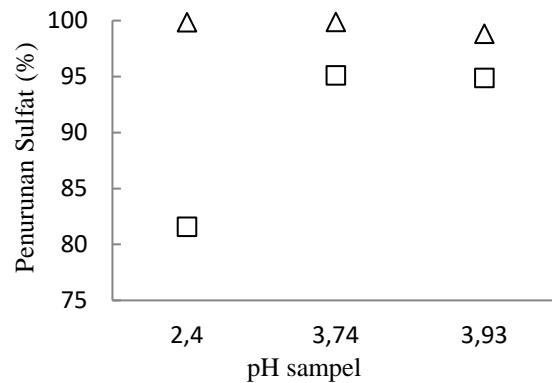
kandungan EC turun menjadi 753 $\mu\text{S/cm}$. Dari hasil analisa tersebut didapatkan penurunan EC di unit *sand filter* sebesar 15% sampai 32%. Pada hasil tersebut terlihat kerja dari membran yang berada dalam tabung sand filter berupa *ferrolite* dan *manganite* mampu menyerap kandungan logam terbukti dengan naiknya persentase penurunan EC, serta adsorben *fly ash* yang digunakan juga membantu menurunkan kandungan logam yang masih ada pada keluaran tabung *sand filter*.

Pada unit ultrafiltrasi dengan pori-pori membran yang lebih rapat sebesar 0,01 mikron didapatkan persentase penurunan EC yaitu pada sampel pH 3,93 kandungan EC turun menjadi 156,7 $\mu\text{S/cm}$, pada sampel pH 3,74 kandungan EC turun menjadi 161,8 $\mu\text{S/cm}$ dan pada sampel pH 2,4 kandungan EC turun menjadi 549 $\mu\text{S/cm}$. dari hasil analisa tersebut didapatkan persentase penurunan EC di unit ultrafiltrasi sebesar 17% sampai 51%. Pada penelitian laju air hasil selalu lebih rendah dari laju air buangan. Ini menunjukkan bahwa air asam tambang yang mampu lolos dari membran menjadi permeat lebih sedikit dibandingkan air asam tambang yang tidak lolos dari membran menjadi retentat. Pada hasil analisa pH 3,74 didapatkan persentase penurunan di unit ultrafiltrasi lebih rendah dibandingkan *sand filter*. Hasil tersebut sama dengan kondisi pada hasil pengukuran TDS yang diakibatkan karena terikutnya partikel logam yang tersaring.

Pada unit *RO* didapatkan persentase penurunan EC pada sampel pH 3,93 kandungan EC turun menjadi 2,8 $\mu\text{S/cm}$, pada sampel pH 3,74 kandungan EC turun menjadi 2,38 $\mu\text{S/cm}$ dan pada sampel pH 2,4 kandungan EC turun menjadi 3,66 $\mu\text{S/cm}$. Dari hasil analisa tersebut didapatkan persentase penurunan EC di unit *RO* mencapai 98%-99%. Hasil analisa EC berbanding lurus dengan hasil analisa TDS karena keduanya sama-sama menganalisa kandungan logam. Pada hasil pengolahan air asam tambang yang dilakukan telah mencapai baku mutu lingkungan untuk kandungan logam.

Hasil Analisa Kandungan Sulfat

Air hasil keluaran unit ultrafiltrasi dan *RO* dilakukan analisa penurunan kandungan sulfat. Gambar 5 menampilkan persentase penurunan sulfat keluaran unit pengolahan.



Gambar 5. Persentase Penurunan Kandungan Sulfat

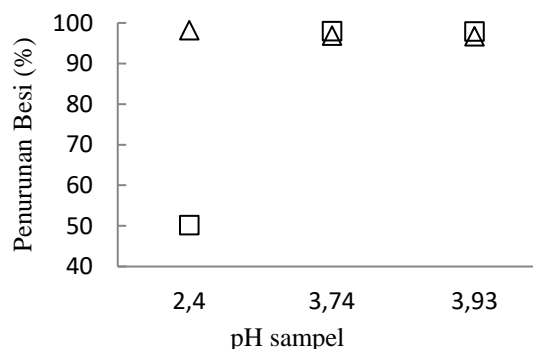
(□ UF, 2,5 L/menit; Δ RO, 7 L/menit)

Dari grafik didapatkan persentase penurunan sulfat keluaran unit ultrafiltrasi. Pada pH 3,93 kandungan sulfat turun menjadi 68,5714 mg/L, pada pH 3,74 kandungan sulfat turun menjadi 65,7149 mg/L dan pada pH 2,4 kandungan sulfat turun menjadi 246,8027 mg/L. Dari hasil analisa tersebut didapatkan persentase penurunan kandungan sulfat di unit ultrafiltrasi sebesar 81% sampai 95 %. Kerja membran hollow fibber dengan pori-pori sebesar 0,01 mikron pada unit ultrafiltrasi masih dalam peforma yang baik karena penurunan sulfat yang cukup tinggi. Sedangkan untuk hasil penurunan sulfat pada unit RO dengan membran CSM pori-pori 0,0001 mikron didapatkan penurunan yang lebih tinggi dari unit pengolahan ultrafiltrasi. Pada pH 3,93 kandungan sulfat turun menjadi 0,2604 mg/L, pada pH 3,74 kandungan sulfat turun menjadi 1,5625 mg/L dan pada pH 2,4 kandungan sulfat turun menjadi 1,8229 mg/L. Dari hasil analisa tersebut didapatkan persentase kandungan sulfat pada unit RO sebesar 98 % sampai 99,9%. Pada hasil tersebut terlihat untuk unit pengolahan dengan pori-pori membran lebih rapat sebesar 0,0001 mikron mampu menyaring kandungan sulfat lebih optimal sehingga dari hasil pengolahan air asam tambang didapatkan air asam tambang yang telah sesuai baku mutu lingkungan.

Hasil Analisis Kandungan Besi

Analisis permeat unit ultrafiltrasi dan RO didapatkan penurunan kandungan besi. Gambar 6 menampilkan persentase penurunan besi pada unit pengolahan air asam tambang.

Hasil analisa kandungan besi pada air hasil pengolahan unit ultrafiltrasi dan RO didapatkan penurunan yang cukup tinggi, dimana untuk air hasil keluaran unit ultrafiltrasi terjadi penurunan kandungan besi dari kandungan besi awal sebesar 0,808 mg/L. Pada pH 3,93 kandungan besi turun menjadi 0,0174 mg/L, pada pH 3,74 kandungan besi turun menjadi 0,0165 mg/L dan pada pH 2,4 kandungan besi turun menjadi 0,4023 mg/L.



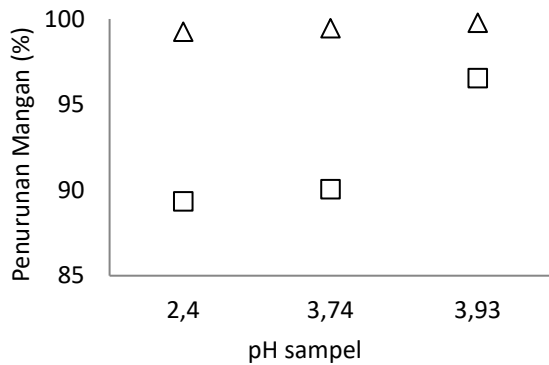
Gambar 6. Persentase Penurunan Kandungan Besi (□ UF, 2,5 L/menit; △ RO, 7 L/menit)

Dari hasil analisa tersebut didapatkan persentase penurunan kandungan besi di unit ultrafiltrasi sebesar 50% sampai 97,9% dari hasil tersebut dapat dikatakan kerja membran *hollow fiber* masih dalam performa penyaringan yang baik. Namun untuk pengolahan pada pH 2,4 kemampuan ultrafiltrasi menurun karena hanya menurunkan kandungan besi sebesar 50% namun nilai kandungan besi tetap sesuai baku mutu lingkungan. Analisa air hasil keluaran unit RO didapatkan persentase penurunan besi yang lebih tinggi. Pada pH 3,93 kandungan besi turun menjadi 0,0265 mg/L, pada pH 3,74 kandungan besi turun menjadi 0,0256 mg/L dan pada pH 2,4 kandungan besi turun menjadi 0,0146 mg/L. Dari hasil analisa tersebut didapatkan persentase penurunan besi di unit RO sebesar 96,5 % sampai 98%. Dari hasil analisa didapatkan bahwa untuk pengolahan air asam tambang pada unit pengolahan dengan pori-pori membran yang lebih rapat sebesar 0,0001 mikron didapatkan penyaringan kandungan besi lebih tinggi.

Pada hasil pengolahan dengan pH 3,74 dan 3,93 terjadi penurunan grafik persentase penurunan besi pada unit RO. Dimana air hasil ultrafiltrasi memiliki persentase kenaikan besi lebih besar dari pada persentase kenaikan besi pada air hasil keluaran RO. Hal tersebut dapat terjadi karena banyaknya kotoran pada membran CSM di unit RO akibat pengolahan yang dilakukan sebelumnya sehingga kerja membran mengalami sedikit penurunan dengan terikutnya sebagian logam yang telah tersaring pada permukaan membran CSM. Namun unit RO masih mampu menurunkan besi sebesar 96,5% sampai 98%. Dari hasil tersebut kerja unit RO masih menghasilkan air asam tambang yang telah mencapai standar baku mutu lingkungan

Hasil Analisa Kandungan Mangan

Analisa pada air hasil keluaran unit ultrafiltrasi dan RO didapatkan penurunan kandungan mangan. Gambar 7 menampilkan persentase penurunan mangan pada unit pengolahan air asam tambang.



Gambar 7. Persentase Penurunan Kandungan Mangan (□ UF, 2,5 L/menit; △ RO, 7 L/menit)

Pada analisa air hasil pengolahan keluaran unit ultrafiltrasi didapatkan persentase penurunan mangan dari kandungan mangan awal sebesar 10,35 mg/L. pada pH 3,93 kandungan mangan turun menjadi 0,3585 mg/L, pada pH 3,74 kandungan mangan turun menjadi 1,0293 mg/L dan pada pH 2,4 kandungan mangan turun menjadi 1,1024 mg/L. Dari hasil analisa tersebut didapatkan persentase penurunan mangan di unit ultrafiltrasi sebesar 89,5% sampai 97%. Sedangkan untuk persentase penurunan kandungan mangan pada air asam tambang keluaran unit RO penurunan lebih tinggi dibandingkan hasil keluaran unit ultrafiltrasi. Pada pH 3,93 kandungan mangan turun menjadi 0,0235 mg/L, pada pH 3,74 kandungan mangan turun menjadi 0,0556 mg/L dan pada pH 2,4 kandungan mangan turun menjadi 0,0769 mg/L. Dari hasil analisa tersebut didapatkan persentase penurunan mangan di unit RO sebesar 99,5% sampai 99,5%. Hasil tersebut menunjukkan membran yang memiliki pori-pori yang lebih rapat yaitu pada unit RO sebesar 0,0001 mikron mampu menyaring kandungan mangan lebih optimal. Namun pada proses pengolahan di unit ultrafiltrasi dan RO tetap menghasilkan air keluaran yang telah sesuai baku mutu lingkungan.

KESIMPULAN

1. Pengolahan air asam tambang dengan pH 3,74 dan 3,93 menggunakan teknologi *sand filter*, ultrafiltrasi dan RO mampu menaikkan pH hingga 6-7.
2. Kemampuan kerja membran untuk meningkatkan kualitas air asam tambang di unit *sand filter*, ultrafiltrasi dan RO menunjukkan performma kerja yang baik ditandai penurunan kandungan besi antara 0,0165 mg/L sampai 0,4023 mg/L. Penurunan kandungan mangan antara 1,1024 mg/L sampai 0,3585 mg/L dan penurunan kandungan sulfat antara 65,7149 mg/L sampai 246,8027 mg/L. Dari hasil analisa didapatkan penurunan mencapai 98% sampai 99% namun kemampuan meningkatkan pH belum maksimal untuk air asam tambang dengan pH 2,4 karena pH permeat belum sesuai standar baku mutu lingkungan.

Perlunya dilanjutkan penelitian pengolahan air asam tambang dengan pH di bawah 3 dengan waktu

pengolahan yang lebih lama agar permeat mencapai baku mutu.

UCAPAN TERIMA KASIH

Penelitian ini merupakan bagian dari Penelitian Unggulan Perguruan Tinggi- Universitas Sriwijaya tahun 2013 yang didanai melalui skema hibah Desentralisasi DP2M-Dikti

DAFTAR PUSTAKA

- Akcil. Ata, Soner. Koldas. (2006). *Journal of Acid Mine Drainage*. Vol. 14. Hal 1139-1145. Department of Mining Engineering. Suleyman Demirel University.
- Anonim (2003) *(Peraturan Menteri Lingkungan Hidup/Air limbah Batubara)*.
- B.Bayat. (2002). *Journal of Hazardous Materials*. Vol. 95(3). Hal 275-290.
- Costello, Christine. (2003). *Acid Mine Drainage: Innovative Treatment Technologies*. National Network of Environmental Management Studies. Washington DC.
- Nasir,S., Ibrahim, E., Arief, T., (2013), *Perancangan Plant Pengolahan Air Asam Tambang dengan Metode Sand Filtrasi, Ultrafiltrasi dan Reverse Osmosis*, Laporan Hasil Penelitian Unggulan Perguruan Tinggi Negeri-Unsri.
- Nunez.S.P, K.F.Peinemann. 2001. *Membrane Technology in The Chemical Industry*. Federal of Germany, Germany.
- Skousen. J, A.Rose, G.Geidel, J.Foremen, R.Evans, W.Hellier. (1998). *A Hand of Technologies for Avoidance and Remediation of Acid Mine Drainage*. West Virginia University. Morgantown. West Virginia.
- Notodarmodjo, Suprihanto dan Anne Deniva. (2004). *Penurunan zat organik dan kekeruhan menggunakan teknologi membran ultrafiltrasi dengan system aliran Dead-end*. Proceeding ITB Sains & Tek. Vol 36 A. No. 1.hal 63-82. Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan. Departemen Teknik Lingkungan. ITB

SERTIFIKAT

diberikan kepada :

Subriyer Nasir

Atas partisipasinya sebagai

PEMAKALAH

**Dalam acara Seminar Nasional
Added Value of Energy Resources (AVoER VI)
Palembang, 30 Oktober 2014**

**Diselenggarakan oleh :
Fakultas Teknik Universitas Sriwijaya**



**Dekan Fakultas Teknik
Universitas Sriwijaya**

Prof. Dr. Ir. H. M. Taufik Toha, DEA

**Ketua Pelaksana
Seminar Nasional AVoER VI**

Dr. Ir. Hj. Sri Hayati, DEA