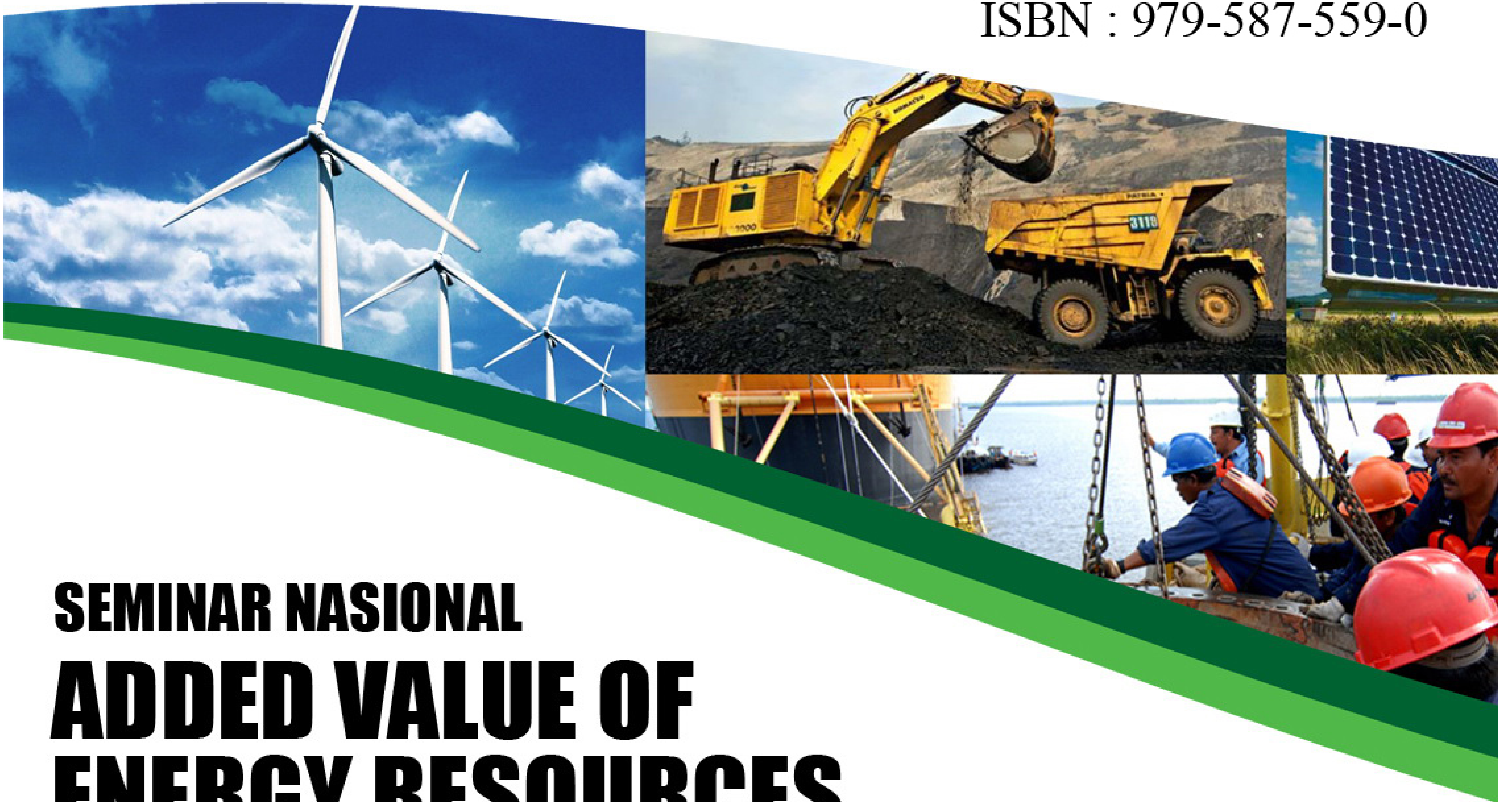


ISBN : 979-587-559-0



**SEMINAR NASIONAL
ADDED VALUE OF
ENERGY RESOURCES**

AVOER VII

PROCEEDINGS



**INOVASI TEKNOLOGI ENERGI DALAM RANGKA
MENINGKATKAN KETAHANAN ENERGI NASIONAL
DAN LINGKUNGAN BERKELANJUTAN**

PROSIDING SEMINAR NASIONAL AVoER 7 2015



Fakultas Teknik
Universitas Sriwijaya



Gedung MM Universitas Sriwijaya
21-22 Oktober 2015

SPONSORED BY

:



Hak Cipta 2015

**PROSIDING
SEMINAR NASIONAL AVoER VII 2015**

**Fakultas Teknik
Universitas Sriwijaya**

Hak Terbit Pada Unsri Press
Jalan Srijaya Negara Bukit Besar Palembang 30139
Telpon 0711- 360969 Fax. 0711- 360969
Email : [**unsri.press@yahoo.com**](mailto:unsri.press@yahoo.com)

Palembang : Unsri Press 2015
Setting & Lay Out Isi : A. Febri Eka Putra, A.Md
Cetakan Pertama, Oktober 2015
xv +35 halaman :21 x 16 cm

Hak cipta dilindungi undang-undang. Dilarang memperbanyak sebagian atau seluruh isi buku ini dalam bentuk apapun, baik secara elektronik maupun mekanik, termasuk memfotokopi, merekam, atau dengan menggunakan sistem penyimpanan lainnya, tanpa izin tertulis dari Penerbit Hak Terbit Pada Unsri Press

ISBN : 979-587-559-0

**Seminar Nasional Added Value Of Energy Resources
(AVOER) VII**

**Gedung Magister Manajemen Universitas Sriwijaya
Jln. Srijaya Negara Bukit Besar Palembang**

**Untuk pertanyaan berkaitan AvoER VII 2015
Silahkan menghubungi**

**Telp. 0711 370178
Fax. 0711 352870**

**Sekretariat :
Grha PTBA Fakultas Teknik Unsri Kampus Palembang**

**Contact Person :
Restu Juniah
0821-7955-5571
Harry Waristian
0821-8396-8393**

**Email : avoer2015@unsri.ac.id
Website : <https://www.avoer.ft.unsri.ac.id>**

REVIEWER

1. Prof. Dr. Ir. Subriyer Nasir, M.S. (Ketua)
2. Prof. Dr. Ir. Eddy Ibrahim, M.S (Waka)
3. Dr. Ir. Dinar Putranto
4. Prof. Dr. Ir. Edy Sutriyono, M.Sc.
5. Prof. Dr. Ir. Hj. Erika Bochori, M.S.
6. Prof. Dr. Ir. Riman Sipahutar, M.Sc.
7. Dr. Ir. Hj.Susila Arita
8. Dr. Ir. Nukman, M.T.
9. Dr. Hj. Tuti Emilia, M.T.
10. Dr. Ir. Endang Wiwik DH. M.Sc.
11. Dr. Yohannes Adiyanto, M.S.
12. Dr. Faisal, DEA
13. Dr. Ir. H. Marwan Asof, DEA.
14. Dr .Ir. Ari Siswanto
15. Dr. Heni Fitria

Published by :

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

Copyright reserved

The organizing comitte 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 VII 2015 ini dapat diselenggarakan sesuai jadwal. Fakultas teknik Universitas Sriwijaya memiliki perhatian khusus berkaitan dengan permasalahan energi. Sebagai bentuk implementasi atas kepedulian tersebut maka dilaksanakan Seminar Nasional Added Value of Energy Resources. Dengan pelaksanaan seminar ini diharapkan dapat menjadi wadah komunikasi dari berbagai segmen yang memiliki sudut pandang serta kepentingan yang berbeda terhadap masalah energi.

Inovasi teknologi energi dalam rangka meningkatkan ketahanan energi nasional dan lingkungan berkelanjutan dipilih menjadi tema AvoER kali ini karena relevan dengan berbagai permasalahan energi saat ini dan yang mungkin muncul dimasa depan memerlukan solusi yang tepat dengan pendekatan yang komprehensif.

Pada kesempatan ini kami menyampaikan ucapan terima kasih kepada narasumber :

1. Prof. Dr. Ir. San Afri Awang, M.Sc
2. Ir. Maritje Hutapea
3. Ir. Bambang Gatot A, MM
4. Ir. Muhammad Rudy
5. Ir. Iskandar Surya Alam
6. Ir. Edwin A. Mba dan MM

yang telah berkenan hadir meluangkan waktu menjadi narasumber pada acara seminar yang dilaksanakan pada 20-21 Oktober 2015. Selanjutnya kami mengucapkan terima kasih kepada para sponsor dan fakultas teknik UNSRI.

Palembang, 10 Oktober 2015
Plt. Dekan FT Unsri,

**PANITIA PELAKSANA
SEMINAR NASIONAL AVOER VII 2015**

Pengarah : Prof. Dr. Ir. H.M. Taufik Toha, DEA (Dekan Fakultas Teknik)
Dr. Ir. Hj. Sri Haryati, DEA
(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 : Prof.Dr.Ir.Riman Sipahutar, M.Sc., PhD (Ketua UPPM FT.Unsri)

Ketua : Dr.Ir.Restu Juniah, MT.
Sekretaris I : Bochori, ST ,MT.
Sekretaris II : Harry Waristian, ST, MT.
Bendahara : Ir.Hj.Marwani, MT
Wk Bendahara : Umiyati

I. Seksi Makalah/Publikasi : Prof. Dr. Ir. Subriyer Nasir, M.S.
Prof. Dr. Ir. Eddy Ibrahim, M.S
Prof. Dr. Ir. Edy Sutriyono, M.Sc.
Prof. Dr. Ir. Hj. Erika Bochori, M.S.
Prof. Dr. Ir. Riman Sipahutar, M.Sc.
Dr. Ir. Dinar Putranto, MSCE
Ir. Hj.Susila Arita, DEA, PhD.
Dr. Ir. Nukman, M.T.
Hj. Tuti Emilia, ST, MT, PhD.
Dr. Ir. Endang Wiwik DH. M.Sc.
Dr. Johannes Adiyanto, ST, MT.
Dr. Ir. M.Faisal, DEA
Dr. Ir. H. Marwan Asof, DEA.
Dr .Ir. Arie Siswanto, MSCE
Heni Fitriani, ST, MT, PhD.

II. Seksi Web : Irsyadi Yani S.T., M.Eng., Ph.D (Ketua)
Ayatullah Khomeini, S.T. (Waka)
Hj. Rr. Harminuke EH, S.T., M.T
M. Yanis, S.T., M.T.
Carbella Azhary, S.Kom.
Panji Pratama, S.E.
Fandy, S.Kom.
Rudiansyah, S.Kom.

- III. Seksi Acara dan Dokumentasi : Prof. Dr. Ir. Kaprawi, DEA (Ketua)
Dr. Leli Komariah (Waka)
Ir. Farida Ali, DEA
Dr. Budhi Kuswan Susilo, S.T., M.T
Ir. Hj. Tri Kurnia Dewi, M.Sc, PhD.
Ir. Irwin Bizzy, M.T.
Ir. Fusito HY, M.T.
Dr. Novia, M.T.
Dr. Dewi Puspita Sari, S.T., MT.
Qomarul Hadi, S.T, M.T.
Dr. Ir. Hj. Reini Silvia I, MT
Ir. Sariman, M.S
Ir. Dyos Santoso, M.T
Ir. Sri Agustina, MT.
Budi Santoso, S.T.,M.T
Ratna Dewi, S.T., M.T
Iwan Muwarman,ST, MT
Wenny Herlina, S.T., M.T.
M. Baitullah Al-Amin, S.T., M.Eng.
Bimo Brata Adhitya S.T.,M.T.
Alek Alhadi, S.T.
- IV. Seksi Dana : Prof. Ir. H. Zainuddin Nawawi, Ph.D (Ketua)
Dr. Ir. Diah Kusuma Pratiwi,M.T. (Waka)
Dr. Ir. H. Syamsul Komar.
Ir. Hj. Ika Juliantina, M.S.
Ir. Rudiyanto Thayib, M.Sc.
Dr. Ir. H. Joni Arliansyah, M.Eng
Dr. Agung Mataram, S.T., M.T.
Ir. Mukiat, M.S
Ir. Joni Yanto, M.T
Ellyani, S.T., M.T.
Waluyo, S.T.
Heriyanto, S.E.
- V. Seksi Sekretariat : Ir. Maulana Yusuf, MS, MT.
Ir. Taufik Arief, M.T.
Caroline, S.T.,M.T.
Barlin, S.T. M.T
Marzuki, S.E.
Maidawati, SE, M.Si
Irhas Bambang
Ibrahim
Parnoto
M. Faisal Fikri,S.E.
Devin Ariansyah, S.E

Danar Hadi
Ahmad Husni
Eva Oktarina Sari, S.T.
Sepriadi, S.T.
Ridwan

VI. Seksi Pameran : Wenty Truly, S.T., M.T
Adam Fitria Wijaya, S.T., M.T.
Rr. Yunita Bayuningsih, S.T.,M.T.
Puji Astuti, SE, M.Si
Dessa Andriyali, S.T.,M.T.
Hendi Warlika, S.T.,M.T
Ganis Mahesa
Muhammad Ichsan

VII. Seksi Transportasi, Publikasi dan Dokumentasi : Ir. A. Rahman (Ketua)
Rosihan Pebrianto, S.T., M.T. (Waka)
Aneka Firdaus, S.T., M.T.
Hasan Basri, SE
M. Jamil
Maryono
David Tahharry
Syahrial Indrajaya
Bastari Subroto
Muhiban
Budiono
Sutrisno
M. Hanafi, ST
Agus Gatot H
A. Rivai
Vety, S.T
Erik Wijaya, S.T.

VIII. Seksi Perlengkapan dan Tata Tempat : Ir. Firmansyah Burlian, M.T.
Ir. Sarino, M.T.
Ir. Helmy Alian, M.T.
Subiyanto, SE, M.Si
Trimono
Gunawan Azril, SE
Rusli Efendi
Ruhul Qudus
Amancik
Sutrisno
Bahder Joham
Bayumi

- IX. Seksi Pembantu Umum : Ir. Ubaidillah Anwar, M.S. (Ketua)
Ir. Muhammad Amin, M.S. (Waka)
Hj. Ike Bayusari, S.T., M.T.
Rahmatullah, S.T., M.T.
Gustini, S.T.,M.T.
Muhammad Nafiz
BEM FT UNSRI
PERMATA Unsri
- X. Seksi Konsumsi : Ir. Hj. Hartini Iskandar, M.Si. (Ketua)
Ir. Siti Miskah, ST, MT (Waka)
Ir. Familia Coniwati, MT
Ir. Hj. Rosdiana Moeksin, MT
Diana Purbasari, S.T., M.T.
Osni Susanti, S.T.
Astuti, ST, MT.
Yunisa Risma, A.Md
Hamidah
Tirta Nirmala, S.Si
Riana Saimona, SE

UCAPAN TERIMA KASIH

Panitia AvoER VII 2015 menyampaikan terima kasih dan penghargaan sebesar-besarnya kepada sponsor, keynote speaker dan semua pihak yang membantu terselenggaranya kegiatan ini

SPONSOR

PT. Pertamina Geothermal Energy
PT. Kaltim Prima Coal
PT. Adaro Energy, Tbk
PT. Adaro Envirocoal
PTBA Unit Tarahan
PT. Pertamina EP Aset 2
PT. Baturona Adimulya
PT. Timah, Tbk
SKK Migas
PT. Semen Baturaja, Tbk

Narasumber

Prof. Dr. Ir. San Afri Awang, M.Sc
Ir. Maritje Hutapea
Ir. Bambang Gatot A, MM
Ir. Muhammad Rudy
Ir. Iskandar Surya Alam
Ir. Edwin A. MBA, MM

DAFTAR ISI

PRAKATA	vi
KEPANITIAAN	vii
UCAPAN TERIMA KASIH	xi
DAFTAR ISI	xii
ANALISIS DAMPAK PEMBANGKIT LISTRIK TENAGA MIKROHIDRO PADA DAERAH ALIRAN SUNGAI ENIM DI DESA TANJUNG TIGA Y. Andriani, T.Y.M. Zaqlael, R.H. Kosetoer	1
ANALISIS ENERGI PADA SISTEM ROTARY KILN DI PT. SEMEN BATURAJA (PERSERO) H. Basri, G. Sitorus	2
APLIKASI TEKNOLOGI GASIFIKASI BATUBARA BA59 PT BUKIT ASAM (PERSERO), TBK INDUSTRI BATUBARA MERAH Irwin Bizzy ¹⁾ , Epina Cornely ²⁾ , Sri Maryani ³⁾ , Achmad Ubaidillah ⁴⁾ , Chandra Permadi ⁵⁾ ..	11
APLIKASI TEKNOLOGI GASIFIKASI BATUBARA BAWAH TANAH DAN PERKEMBANGANNYA DI INDONESIA Zulfahmi	18
EFEKTIVITAS PENGGUNAAN KOMBINASI DOLOMIT, MANGAN ZEOLIT DAN KARBON AKTIF DALAM PENGOLAHAN LIMBAH AIR ASAM TAMBANG Kr. Harminuke Eko Handayani, Efran Candra	31
STUDI LIMBAH KULIT KAYU GELAM DENGAN PEMANASAN DAN TANPA PEMANASAN SEBAGAI KOAGULAN LATEKS Farida Ali ¹⁾ , Karina, Mardanila Apriani	38
PENGEMBANGAN ENERGI TERBARUKAN DAN KONSERVASI ENERGI DI PULAU PAPUA Ririn Aprillia, Ahmad Fajrin K. Wijaya	51
PEMANFAATAN TEKNOLOGI QUADCOPTER UNTUK MONITORING LOKASI KEBAKARAN HUTAN I. Bayusari, R. Thayeb dan D. Yuniarti C	60
DETERJEN DARI BUAH MENGGUDU (<i>MORINDA CITRIFOLIA</i>) S. Haryati, A.M. Afandi, A. Tiofami, R.W. Putri	66
PEMBUATAN PLASTIK BIODEGRDABLE DARI TEPUNG NASIAKING Sclpiana, Jeo Fitra Riansya, Kevin Yordan	71

PENGARUH KONSENTRASI ASAM DAN WAKTU HIDROLISIS PADA PEMBENTUKAN BIOETANOL DARIDAUN NANAS Nina Haryani, Novia, Viesta Listuyeri Syarif, Soraya Rizky Ananda	82
PERFORMANSI MINYAK NABATI SEBAGAI CAIRAN PENDINGIN PEMESINAN RAMAH LINGKUNGAN MENGGUNAKAN <i>RESPONSE SURFACE METHODOLOGY</i> Muhammad Yanis, Zainal Abidin, Nova Yuliasari	93
PENINGKATAN MUTU BAHAN BAKAR DENGAN PENAMBAHAN BIODIESEL SEBESAR 20% KE DALAM BAHAN BAKAR MINYAK DIESEL B.R. Barus, I. Paryanto	99
PENGOLAHAN LIMBAH CAIR INDUSTRI KAIN JUMPUTAN MENGGUNAKAN KARBON AKTIF DARI BIJI BUAH PINANG HIAS Lia Cundari, Pazza Patriansyah P, Yolanda Febrina	104
PENGARUH MASA PENYIMPANAN TERHADAP KESTABILAN CAMPURAN BAHAN BAKAR BIODIESEL DAN MINYAK SOLAR Bina Restituta Barus, Imam Paryanto, Fatimah Tresna Pratiwi	110
PENGOLAHAN LIMBAH LOGAM BERAT Cr(VI) MENGGUNAKAN KOLOM ADSORBEN KERAMIK SARGASSUM Tine Aprianti, Prahady Susmanto	117
PENGARUH MASA PENYIMPANAN TERHADAP KESTABILAN CAMPURAN BAHAN BAKAR BIODIESEL DAN MINYAK SOLAR Bina Restituta Barus, Imam Paryanto, Fatimah Tresna Pratiwi	110
PENGOLAHAN LIMBAH LOGAM BERAT Cr(VI) MENGGUNAKAN KOLOM ADSORBEN KERAMIK SARGASSUM Tine Aprianti, Prahady Susmanto	117
PERANCANGAN PIPA KALOR SEBAGAI ALAT PENDINGIN KOMPUTER Marwani	121
EFEK PERUBAHAN DIAMETER DAN JUMLAH NOSEL PADA ALAT PENDINGIN TABUNG VORTEX TERHADAP SUHU UDARA KELUARAN M. Zahri Kadir, Iman Edi Kuswari, Benny Masriyandi	127
PENGARUH PERLAKUAN ALKALISASI KOMPOSIT SERAT IJUK POHON AREN TERHADAP KEKUATAN IMPAK DAN TARIK Helmy Alian, Patrol Mutaqin	134
PENGOLAHAN LIMBAH PLASTIK MENJADI BAHAN BAKAR CAIR DENGAN PROSES CATALYTIC CRACKING Siti Miskah, Niken Puteri Gumay, Ovia Yuliani	143

BRIKET BIOARANG KULIT BIJI KARET DENGAN KOMBINASI KULIT KAKAO DAN DENGAN SERBUK GERGAJI Ir. Hj. Rosdiana Moeksin, MT	148
INTENSITAS KONSUMSI ENERGI DI UNIVERSITAS IBA Bahrul Ilmi, Reny Afriany	153
PEMBUATAN NATRIUM KARBOKSIMETIL SELULOSA (Na-CMC) DARI SELULOSA LIMBAH KULIT KACANG TANAH (<i>Arachis Hypogea L.</i>) M. Dani, Z. S. Daulay, P. Coniwanti	162
OKUS: MASA DEPAN SUMBER ENERGI PLTMH YANG RAMAH LINGKUNGAN DAN KEBERLANJUTAN Dr. Ir. Restu Juniah MT	170
MODEL INVERSI RESPON GEOLISTRIK PADA LAPISAN BATUBARA SEBAGAI RESERVOIR COAL BED METHANE (CBM) Eddy Ibrahim, Endang Wiwik D.H, Sutopo, Bagus E, N	178
RANCANGAN SISTEM PENGOLAHAN AIR UMPAN BOILER PABRIK BIODIESEL SKALA PILOT UNIVERSITAS SRIWIJAYA Budi Santoso, Leily Nurul Komariah, Hamdani, Zahroini Rahmah	183
PENGOLAHAN AIR ASAM TAMBANG SINTETIK MENGGUNAKAN KOMBINASI ADSORBEN DIATOMIT DAN MEMBRAN KERAMIK NANOFILTRASI Subriyer Nasir, Tuty Emilia Agustina, Rizka Mayasari	191
KAJIAN TEKNIS DAN EKONOMIS RENCANA PEMBANGUNAN PEMBANGKIT LISTRIK MULUT TAMBANG BATUBARA (MINE MOUTH POWER PLANT) DI BABAT TOMAN KABUPATEN MUSI BANYU ASIN PROVINSI SUMATERA SELATAN A. Taufik Arief	200
KAJIAN PEMUKIMAN DI LAHAN BASAH DALAM PERSPEKTIF LINGKUNGAN DI KOTA PALEMBANG Tutur Lussetyowati	208
PENGOLAHAN LIMBAH AIR ASAM TAMBANG DENGAN MENGGUNAKAN REAGEN FENTON DAN ADSORPSI KARBON AKTIF T. E. Agustina, M. F. Hendrawan, dan A. Ambari	216
PENGARUH TEKANAN (EVAPORASI DAN NON EVAPORASI) PADA PROSES PENGERINGAN BATUBARA TERHADAP KARAKTERISTIK BATUBARA Y.B. Ningsih M.Huda	223

PENGOLAHAN AIR ASAM TAMBANG SINTETIK MENGGUNAKAN KOMBINASI ADSORBEN DIATOMIT DAN MEMBRAN KERAMIK NANOFILTRASI

Subriyer Nasir, Tuty Emilia Agustina, Rizka Mayasari
Jurusan Teknik Kimia, Universitas Sriwijaya, Palembang
Corresponding author: subriyer@unsri.ac.id

ABSTRAK: Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengolahan alternatif air asam tambang menggunakan adsorbent diatomit dan dilanjutkan dengan membran keramik nanofiltrasi. Parameter sifat fisik dan kimia air asam tambang sintetik yang diteliti adalah pH, Total Dissolved Solids (TDS), konduktivitas listrik (EC), Total Suspended Solid (TSS) dan ion logam (Fe, dan Mn) serta ion sulfat. Hasil menunjukkan bahwa penggunaan diatomit sebagai adsorben meningkatkan pH hingga 7,5 dan menurunkan nilai TDS, EC, TSS dan mengurangi ion logam Fe, Mn, Sulfat hingga berturut-turut 75,01%, 85,56%, dan 90,45%. Membran keramik nanofiltrasi sebagai metode lanjutan menunjukkan kinerja yang cukup baik untuk mengolah air asam tambang sintetik dan air yang dihasilkan memenuhi kriteria untuk air bersih jika merujuk kepada ion logam Fe, Mn, dan ion Sulfat. Fluks permeat akan tinggi pada waktu operasi 15 menit pertama dan selanjutnya akan stabil hingga 120 menit berikutnya.

Kata Kunci: Diatomit, waktu kontak, tinggi unggun, Nanofiltrasi.

PENDAHULUAN

Air asam tambang merupakan salah satu masalah serius dalam aktivitas pertambangan. Kontaminasi air asam tambang dapat terjadi selama konstruksi, penambangan, dan di area bekas tambang. Air asam di area pertambangan mengandung ion-ion logam seperti Al, Mn, Fe, dan senyawa sulfat dengan pH antara 2-6. (Nasir, et-al, 2014). Air asam tambang berdampak besar bagi kelestarian lingkungan serta masyarakat sekitar baik secara langsung maupun tidak langsung. Penambahan kapur dengan dosis tertentu adalah cara yang digunakan oleh industri pertambangan batubara untuk menetralkan air asam tambang. Namun, upaya menetralkan air asam tambang tanpa penambahan zat kimia perlu dilakukan agar tidak menimbulkan masalah baru terhadap lingkungan.

Salah satu metode konvensional yang digunakan selama ini adalah penggunaan kapur yang memiliki kelemahan seperti penggunaan lahan yang luas, dan biaya pembelian kapur sebagai penetral. Penggunaan adsorbent diatomit dilanjutkan dengan membran keramik nanofiltrasi diharapkan mengurangi ion logam besi (Fe),

mangan (Mn) dan ion sulfat yang menyebabkan keasaman pada air asam tambang.

Tujuan dari penelitian ini untuk mengetahui kualitas fisik dan kimia dari pengolahan air asam tambang sintetik menggunakan metode adsorpsi dan membran keramik. Selain itu, untuk mengetahui kinerja penggunaan adsorbent diatomit pada kualitas fisik dan kimia air asam tambang sintetik dan kinerja membran keramik nanofiltrasi untuk menghasilkan air bersih.

Air asam tambang terbentuk karena adanya sulfur dan mineral pengotor yang terkandung di dalamnya. Mineral pengotor yang terdapat di air asam tambang dalam bentuk pyrite (FeS_2), Marcasite (FeS_2), Pyrrhotite (Fe_xS_x), Chalcosite (CuS_2), Covelite (CuS), Chalcopyrite (CuFeS_2), Molybdenite (MoS_2), Milerite (NiS), Galena (PbS), Sphalerite (ZnS), dan Arsenopyrite (FeAsS). (Skousen et al, 1998).

Senyawa pirit (FeS_2) adalah senyawa yang menyebabkan keasaman dan terlarutnya ion-ion logam pada batubara atau mineral lainnya. Senyawa pirit dapat teroksidasi ketika bereaksi dengan udara dan air sehingga menghasilkan ion H^+ , ion sulfat, kation logam

lainnya.(Skousen et al, 1998;Castello 2003). Sulfida dalam batuan teroksidasi secara alamiah (pada proses pembukaan tambang). Selanjutnya dengan kondisi kelembaban lingkungan yang cukup tinggi akan menyebabkan sulfida menjadi asam sulfat.

Pencegahan pembentukan air asam tambang dapat di atasi dengan metode preventif dan remediasi (Johnson dan Hallberg, 2005). Pengolahan dapat dilakukan dengan proses pengolahan kimia, atau pasif dalam bentuk lagoon atau cascade yang melibatkan zat alami atau proses biologis.

Membran

Membran berfungsi memisahkan material berdasarkan ukuran dan bentuk molekul, menahan komponen dari umpan yang mempunyai ukuran lebih besar dari pori-pori membran dan melewatkan komponen yang mempunyai ukuran yang lebih kecil. Larutan yang mengandung komponen yang tertahan disebut konsentrat dan larutan yang mengalir disebut permeat. Filtrasi dengan menggunakan membran selain berfungsi sebagai sarana pemisahan juga berfungsi sebagai sarana pemekatan dan pemurnian dari suatu larutan yang dilewatkan pada membran tersebut. Proses membrane adalah proses pemisahan pada tingkat molekuler atau partikel yang sangat kecil. Proses pemisahan dengan membran dimungkinkan karena membran mempunyai kemampuan memindahkan salah satu komponen lebih cepat daripada komponen lain berdasarkan perbedaan sifat fisik dan kimia dari membran serta komponen yang dipisahkan.

Membran Nanofiltrasi

Nanofiltrasi merupakan proses khusus yang dipilih ketika proses Reverse Osmosis dan Ultrafiltrasi bukan merupakan pilihan yang tepat untuk operasi pemisahan. Nanofiltrasi adalah proses filtrasi membran yang relatif baru yang sering digunakan pada air yang mengandung total padatan terlarut rendah seperti air permukaan dan air tanah yang segar, bertujuan untuk pelunakan (penghilangan kation polivalen) dan penghilangan disinfeksi oleh produk prekursor seperti bahan organik

alami dan bahan organik sintetis. Nanofiltrasi bisa digunakan untuk beberapa jenis pemisahan seperti demineralisasi, penghilangan zat warna, dan desalinasi. Pada larutan yang terdiri solute organik, suspended solid, dan ion polyvalen, permeat yang dihasilkan mengandung ion monovalen dan berupa larutan organik dengan BM rendah seperti alkohol (Baker,2004).

Nanofiltrasi adalah proses yang menggunakan tekanan sebagai driving force. Proses pemisahan didasarkan pada ukuran molekul. Membran yang digunakan dalam proses nanofiltrasi memiliki retensi yang tidak terlalu besar terhadap garam univalent (Dasilva et al. 2007).

Pori pada membran nanofiltrasi tidak bisa diamati dengan menggunakan mikroskop, walaupun begitu air masih bisa melewati membran sedangkan garam multivalent dan bahan organik dengan BM rendah akan terejeksi. Membran nanofiltrasi dengan ukuran pori sekitar 0,001 mikrometer memiliki keterbatasan dalam mengolah air baku menjadi air minum. Membran nanofiltrasi hanya dapat memisahkan air dari padatan terlarut, bakteri, virus, ion multivalensi seperti Ca^{2+} , Mg^{2+} dll dan tidak dapat memisahkan ion monovalensi seperti Na^+ , K^+ dll. Hal ini berarti, membran nanofiltrasi hanya dapat mengolah air baku yang berupa air tawar (Ren dan Wang, 2011).

Adsorpsi

Adsorpsi merupakan tahapan proses penyerapan zat-zat dari fase larutannya baik pada permukaan cair ataupun padat. Adsorpsi telah diterapkan sebagai proses yang efisien untuk menghilangkan berbagai zat terlarut misalnya dalam pengolahan air. Saat ini, molekul atau ion dihilangkan dari larutan dengan adsorpsi pada permukaan padat.

Diatomit

Diatomit (*Diatomaceous-earth*) atau tanah diatom adalah mineral sedimen yang sebagian besar terdiri dari amorf silikon dioksida dari cangkang fosil ganggang diatom. Selanjutnya, tanah diatom tersusun atas mineral-

mineral sebagai berikut montmorillonite, caolinite, kuarsa, kalsit, dan feldspar.

Beberapa penelitian menunjukkan bahwa komponen utama dari tanah diatom mengandung silika dan alumina yang bergantung pada lingkungan sekitarnya. Struktur tanah diatom cocok untuk kapasitas serap tinggi, dan luas permukaan, stabilitas kimia, serta bulk density yang rendah. Aplikasi diatom antara lain sebagai media filtrasi, adsorben untuk cairan, katalis, pestisida, bahan pengisi dalam cat dan kertas, dan produk abrasif di berbagai industri. Karakteristik tanah diatom adalah berpori kecil, kepadatan rendah, adsorpsi air yang tinggi dan tidak mudah larut dalam asam. Selain itu, harganya yang murah dan mudah diperoleh. Penelitian yang menggunakan tanah diatom sebagai adsorben untuk berbagai senyawa telah banyak diterapkan. Ini juga didukung oleh beberapa peneliti yang telah mempelajari berbagai pengolahan tanah diatom sebelum digunakan sebagai adsorben untuk meningkatkan efektivitas dan selektivitas.

Diatomit atau tanah diatom termasuk zat organik dan oksida logam yang memiliki kemampuan adsorpsi ion logam. Tanah diatom alami memiliki permeabilitas yang rendah (antara 0,01 Darcy - 0,10 Darcy) karena distribusi ukuran partikel dan struktur berpori alami dari diatom.

METODOLOGI

Material

Bahan-bahan yang digunakan dalam penelitian ini meliputi air asam tambang buatan, adsorben diatom dengan ukuran partikel 50 mesh, air, asam sulfat (H_2SO_4), Besi sulfat hepta hidrat ($FeSO_4 \cdot 7H_2O$), Mangan sulfat mono hidrat ($MnSO_4 \cdot H_2O$), dan Aluminium sulfat Oktadekahidrat ($Al_2(SO_4)_3 \cdot 18H_2O$).

Peralatan

Peralatan yang digunakan dalam penelitian terdiri dari kolom adsorben dan membran keramik nanofiltrasi. Kolom adsorben terbuat dari plexiglass dengan tinggi 146 cm dan diameter 32 cm. Sedangkan, membran nanofiltrasi terbuat dari bahan keramik (Doulton ceramic water filter) dengan ukuran pori-pori $0,001 \mu m$, tinggi 10

in dan diameter 2 in.. Housing membrane menggunakan tipe CHF 1034. Ukuran housing 10 in, dengan inlet $\frac{1}{4}$ in dan outlet $\frac{1}{4}$ in. Untuk mengalirkan umpan digunakan Pompa booster merk Deng Yuan Taiwan tipe 2500NH.

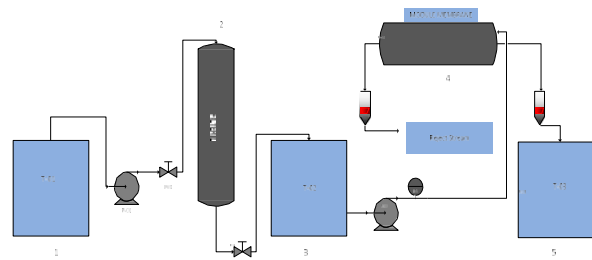
Variabel Penelitian

Variabel penelitian yang digunakan adalah variabel bebas terdiri dari ketinggian unggun pada kolom adsorpsi, waktu dan laju alir pada proses adsorpsi dan nanofiltrasi. Variabel tetap meliputi volume air asam tambang, sedangkan parameter penelitian terdiri dari pH, TDS, EC, TSS, konsentrasi Mn, Fe, Sulfat.

Air sebanyak 500 liter ditampung dalam tanki dan ditambahkan bahan-bahan kimia yaitu 2,01 gr $FeSO_4 \cdot 7H_2O$, 15,90 gr $MnSO_4 \cdot H_2O$, 19,75 gr $Al_2(SO_4)_3 \cdot 18H_2O$, dan 4,30 ml H_2SO_4 98% untuk pH 3,5.

Pengolahan air asam tambang sintetik

Kolom adsorben digunakan sebagai pengolahan awal Air asam tambang sintetik sebelum dimupankan dalam membran nanofiltrasi. Adsorben diatom diletakkan di kolom. Sebelumnya, adsorben diatom disaring dengan ukuran partikel 250 mesh. Kemudian hasil penyaringan dipanaskan sampai temperatur $300^\circ C$ selama 3 jam menggunakan furnace. Sebanyak 60 kg diatom dimasukkan ke dalam Kolom adsorben terbuat dari bahan plexiglass dengan tinggi 146 cm dan diameter kolom 32 cm. Kolom adsorben dihubungkan dengan 3 valve untuk mengatur laju alir sampel umpan, pembuangan, dan sampel air yang telah disaring untuk dilanjutkan ke proses membran nanofiltrasi.



Gambar 1. Skema Proses Adsorpsi dan Membran Nanofiltrasi

HASIL DAN PEMBAHASAN

Analisa Sampel Air Asam Tambang (AAT)

Analisa air asam tambang di PT. Bukit Asam Tbk bertujuan untuk menentukan bahan-bahan yang terkandung di dalam air asam tambang. Hasil analisa digunakan sebagai petunjuk untuk membuat air asam tambang sintetik yang digunakan dalam penelitian.

Tabel 2. Karakteristik Air Asam Tambang PTBA

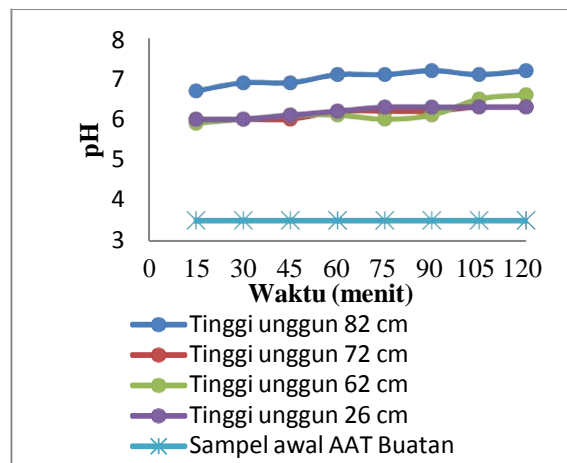
Parameter	Satuan	Nilai	PP 82, 2001)	Kepmen LH 113/ 2003
PH	-	3,93	6-9	6-9
TDS	mg/L	1650	1000	-
TSS	mg/L	14,2	50	400
EC	µs/cm	3870	-	-
Besi	mg/L	0,808	0,3	7
Aluminium	mg/L	1,603	-	-
Mangan	mg/L	10,31	1	4
Sulfate	mg/L	1341	400	-

Tabel 3. Analisa Sampel Air Asam Tambang Sintetik

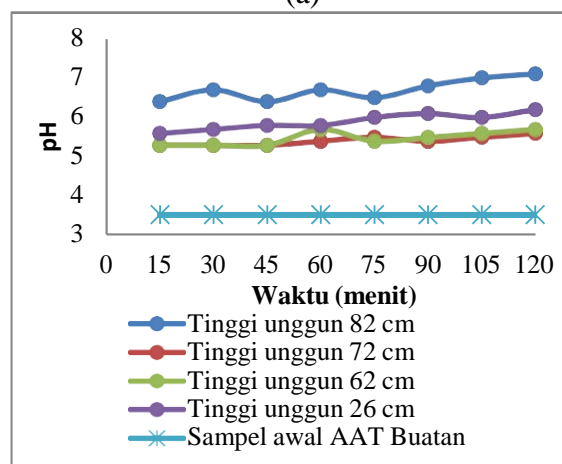
pH	EC (µs/cm)	TDS (mg/L)	TSS (mg/L)	Fe (mg/L)	Al (mg/L)	Mn (mg/L)	Sulfat (mg/L)
3,5	333	176	51,6	0,808	1,60	10,3	2916

Keasaman Permeat

Gambar 2 menjelaskan bahwa pH sampel AAT sintetik meningkat secara cepat di 15 menit awal ketika terjadi kontak antara larutan dan adsorben, kemudian menjadi stabil. pH sampel AAT sintetik mengalami kenaikan dari 3,5 hingga 7,2 selama 120 menit pada ketinggian unggun 82 cm dengan kondisi operasi laju alir 3 LPM dan 6 LPM. Hasil pengukuran pH yang diperoleh tidak menunjukkan perbedaan yang signifikan untuk berbagai ketinggian unggun dan laju alir. Tetapi, kondisi optimal terjadi pada laju alir yang rendah dan ketinggian unggun maksimum.



(a)

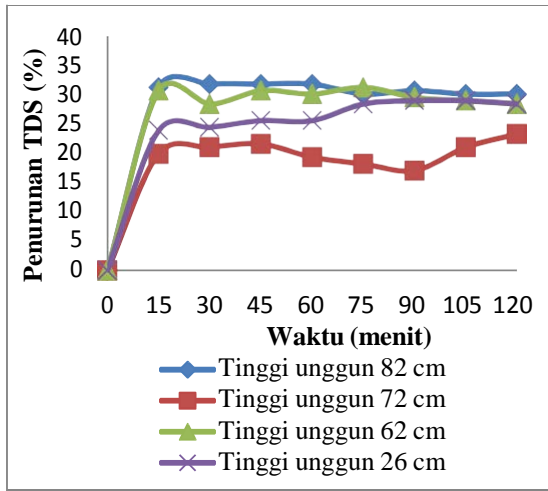


(b)

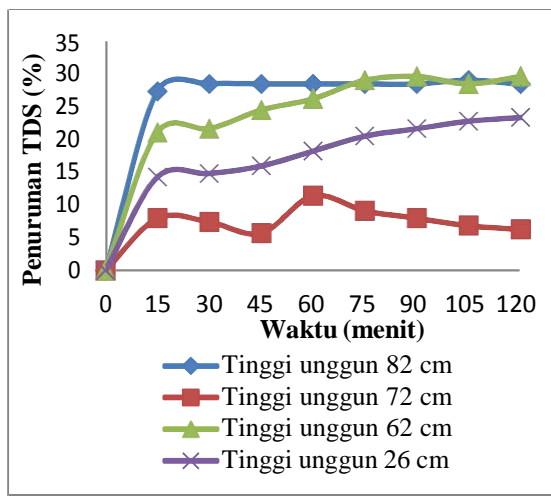
Gambar 2. Pengaruh waktu kontak terhadap pH sampel AAT sintetik pada variasi ketinggian unggun a) Laju alir 3 LPM b) Laju alir 6 LPM

Total Padatan Terlarut (TDS) dan Konduktivitas listrik (EC) Permeat

Gambar 3 menjelaskan bahwa ketinggian unggun berpengaruh pada penyerapan partikel pengotor. Makin besar laju alir menyebabkan kontak antara sampel dengan adsorben terlalu cepat sehingga proses penyerapan tidak efektif. Hal ini ditunjukkan pada gambar, nilai TDS sampel AAT sintetik pada laju alir 6 LPM dan ketinggian unggun 82 cm hanya menurun 30,1%. Jadi, semakin lambat laju alir maka akan semakin efektif penyerapan partikel pengotor.



(a)

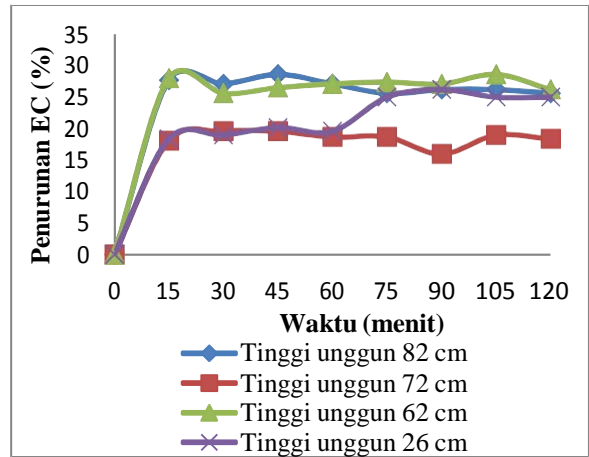


(b)

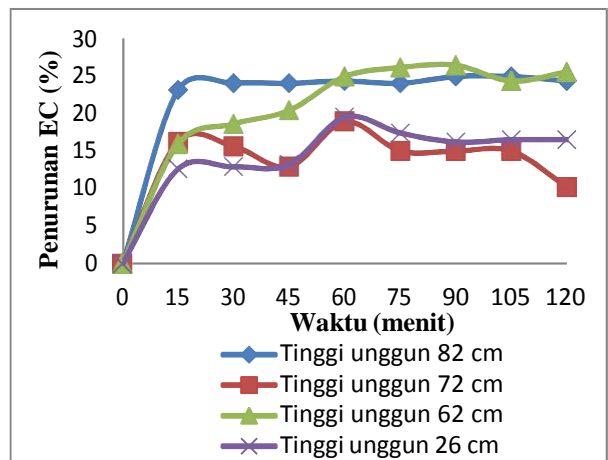
Gambar 3 Persentase penurunan TDS AAT sintetik terhadap waktu kontak pada variasi ketinggian unggun

(a) Laju alir 3 LPM (b) Laju alir sampel 6 LPM

Gambar 4 menampilkan persentase penurunan daya hantar listrik (EC) sampel AAT sintetik pada laju alir 3 LPM dan 6 LPM. Sama halnya dengan nilai TDS, persentase penurunan sampel AAT sintetik pada laju alir 3 LPM lebih besar dari sampel AAT sintetik pada laju alir 6 LPM. Tinggi dan rendahnya daya hantar listrik di air mengindikasikan banyaknya logam-logam terlarut di dalam air. Makin banyak garam terlarut yang terionisasi, makin besar nilai daya hantar listriknya. Asam, basa, dan garam adalah penghantar listrik yang baik sementara bahan-bahan organik adalah penghantar listrik yang jelek.



(a)

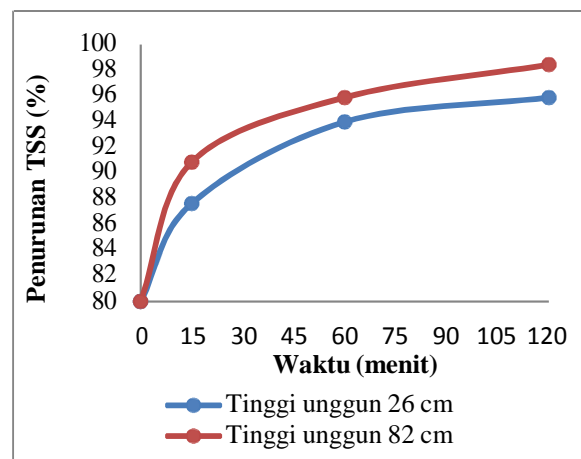


(b)

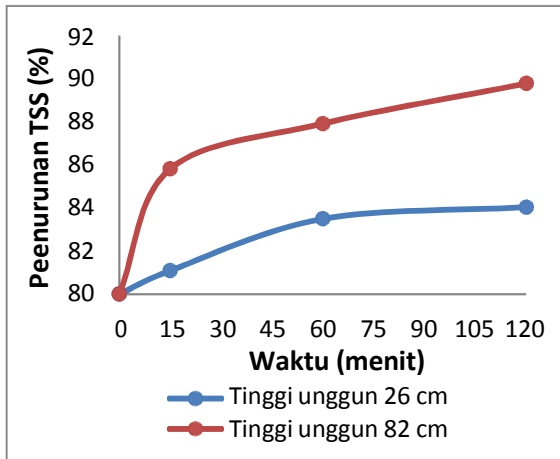
Gambar 4 Persentase penurunan EC AAT sintetik terhadap waktu kontak pada variasi ketinggian unggun

(a) Laju alir 3 LPM (b) Laju alir 6 LPM

Total Suspended Solid (TSS) Permeat



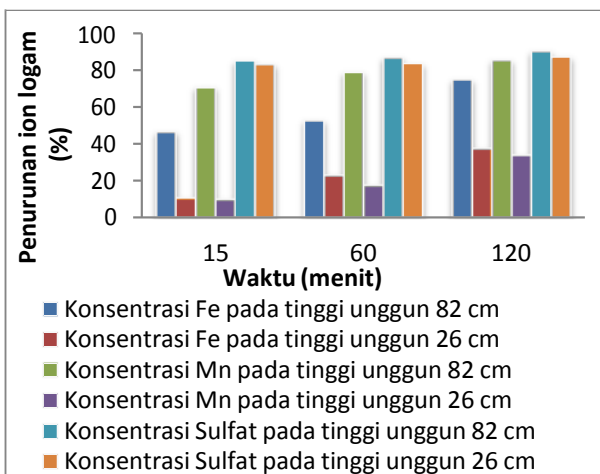
(a)



(b)
Gambar 5 Persentase penurunan TSS terhadap waktu kontak pada variasi ketinggian unggun (a) Laju alir 3 LPM (b) Laju alir 6 LPM

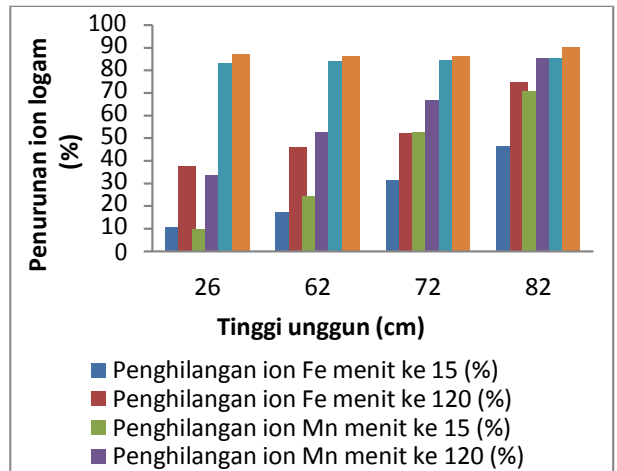
Gambar 5 menjelaskan persentase penurunan TSS sampel AAT sintetik dengan variasi laju alir dan ketinggian unggun. (26 cm, 62 cm, 72 cm, 82 cm). Pada ketinggian unggun 82 cm, TSS mengalami penurunan sebesar 98,45% selama 120 menit pada laju alir 3 LPM, sedangkan pada laju alir 6 LPM nilai TSS menurun hingga 89,77%. Hal ini menjelaskan bahwa semakin besar laju alir dan semakin lama waktu kontak, maka kadar polutan yang terserap semakin sedikit sehingga nilai total suspended solid (TSS) semakin menurun.

Penghilangan ion Fe, Mn, Sulfat di proses adsorpsi pada laju alir 3 LPM



Gambar 5. Persentase penghilangan logam-logam sampel AAT sintetik terhadap waktu kontak.

Penghilangan ion-ion logam berat seperti Fe, Mn, dan Sulfat dari AAT sintetik telah dilakukan untuk menentukan keefektifan *diatomit* sebagai adsorbent pada proses adsorpsi. Hasil penelitian menjelaskan bahwa *diatomit* dapat menurunkan konsentrasi Fe, Mn dan Sulfat dalam 15 menit pertama. Penggunaan *diatomit* sebagai adsorbent dapat menghilangkan ion-ion logam Fe, Mn, dan Sulfat sebesar 75,01%, 85,56%, dan 90,45% pada ketinggian 82 cm selama 120 menit.

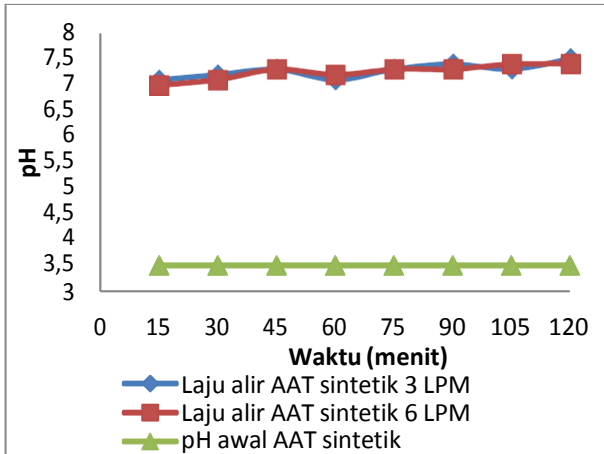


Gambar 6 Persentase penghilangan logam sampel AAT sintetik terhadap ketinggian unggun.

Gambar 6 menunjukkan bahwa peningkatan persentase penghilangan logam-logam berat juga meningkatkan pemakaian dosis adsorbent. Bila jumlah adsorbent yang digunakan sedikit (ketinggian unggun 26 cm) dibandingkan jumlah ion-ion logam yang terkandung dalam sampel, maka kemampuan luas permukaan adsorpsi menjadi tidak efektif. Sebaliknya, semakin banyak jumlah adsorbent yang digunakan maka semakin efektif kemampuan luas permukaan adsorpsi untuk menyerap ion-ion logam yang terkandung di dalam sampel. Hasil penelitian menunjukkan bahwa data yang diperoleh memenuhi kriteria baku mutu air limbah bagi kegiatan pertambangan berdasarkan Keputusan Menteri Lingkungan Hidup No.113 tahun 2003.

Analisa hasil Membran Nanofiltrasi

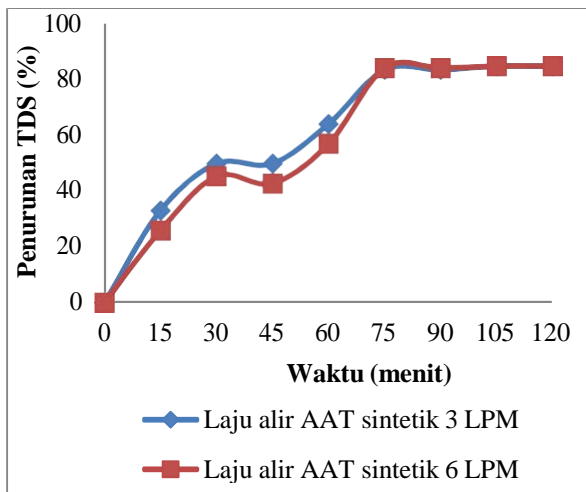
pH Permeat



Gambar 7. Pengaruh waktu kontak terhadap pH sampel AAT sintetik pada laju alir 3LPM dan 6 LPM

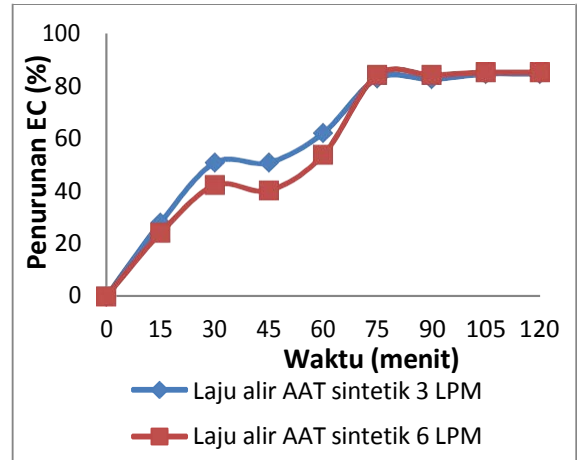
Pada gambar 7 menunjukkan kinerja membran nanofiltrasi mampu menghasilkan pH rata-rata 7. Hal ini dikarenakan pori-pori membran nanofiltrasi 0,001µm. Nilai tertinggi pH terjadi pada laju alir 3 LPM sebesar 7.5 atau persentase kenaikan sekitar 114% dari sampel awal. Aplikasi membran nanofiltrasi dengan proses lain dapat membuat kondisi pH menjadi konstan, sehingga data yang diperoleh memenuhi kriteria kualitas air baku Kelas I berdasarkan Peraturan Pemerintah Republik Indonesia No 82 tahun 2001.

TDS dan EC Permeat



Gambar 8. Persentase penurunan TDS terhadap waktu kontak pada variasi laju alir

Gambar 8 menunjukkan di menit awal, persentase penurunan TDS sampel AAT sintetik meningkat tajam hingga 80 % selama 75 menit.

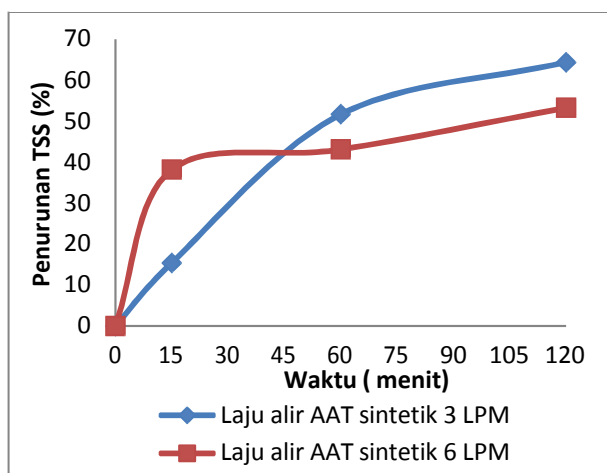


Gambar 9. Persentase penurunan EC sampel AAT sintetik terhadap waktu kontak pada variasi laju alir

Setelah itu, persentase penurunan TDS di menit berikutnya cenderung konstan hingga menit terakhir (120 menit). Hal ini menunjukkan bahwa kondisi optimal membran nanofiltrasi untuk menyerap partikel pengotor pada sampel AAT sintetik di menit ke 75. Konduktivitas listrik berbanding lurus dengan nilai TDS, seperti pada Gambar 9. Konduktivitas listrik (EC) adalah sifat fisik air yang menunjukkan kandungan ion terlarut dalam air, umumnya berasal dari garam terlarut. Konduktivitas air tergantung pada konsentrasi ion dan suhu air, oleh karena itu peningkatan padatan terlarut akan mempengaruhi peningkatan EC (McNeely et.al, 1979). Nilai konduktivitas listrik sebanding dengan nilai total padatan terlarut.

TSS Permeat

Dari Gambar 10 terlihat bahwa penurunan TSS AAT sintetik terjadi pada laju alir 3 LPM sebesar 65 % selama 120 menit. Kesimpulan dari gambar tersebut bahwa semakin lama waktu kontak maka semakin banyak partikel yang terserap sehingga menyebabkan tingginya persentase penurunan TSS.



Gambar 10. Persentase penurunan TSS sampel AAT sintetik terhadap waktu kontak pada variasi laju alir

Semakin lambat laju alir berpengaruh terhadap kinerja membrane. Hal ini dikarenakan partikel pengotor terserap dengan baik ke dalam membran sehingga kinerja membran lebih efektif. Kesimpulannya, nilai TSS memenuhi kualitas air baku golongan I, berdasarkan Peraturan Pemerintah No 82 tahun 2001.

Penurunan ion-ion logam Fe, Mn, dan Sulfat pada permeat Membran Keramik Nanofiltrasi

Hasil analisis terhadap permeat membran keramik terlihat pada Tabel 4.

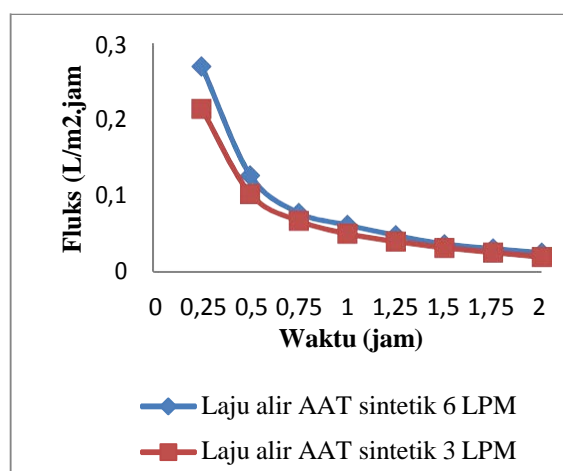
Tabel 4. Penghilangan ion-ion logam Fe, Mn, dan Sulfat menggunakan membran keramik nanofiltrasi

Kondisi Operasi	Fe (Mg/L)	Mn (Mg/L)	Sulfat (Mg/L)
Sampel Awal	0.81	10,31	1341
AAT pH 3,5, Laju alir 3 LPM 120 menit	0,06	0,24	104,17

Tabel 4 menunjukkan hasil analisa penghilangan ion-ion logam yang terkandung di dalam air asam tambang sintetik memenuhi kualitas standar air baku golongan I berdasarkan Peraturan Pemerintah No 82, 2001. Sedangkan pada proses adsorpsi, konsentrasi ion-ion logam yang terkandung di AAT sintetik hanya memenuhi kriteria Baku Mutu Limbah untuk kegiatan pertambangan berdasarkan Keputusan Menteri Lingkungan Hidup No 113 tahun 2003..

Fluks

Fluks didefinisikan sebagai banyaknya volum permeat yang melewati luas permukaan membrane per satuan waktu. Gambar di bawah menggambarkan nilai fluks yang dihasilkan dari proses membran nanofiltrasi terhadap fungsi waktu. Berdasarkan gambar diperoleh fluks tertinggi adalah 0,269 L/m²jam di 15 menit pertama dan menurun hingga 2 jam sebesar 0,0251. Hal ini menunjukkan bahwa semakin lama waktu maka semakin menurunkan nilai fluks juga.



Gambar 11. Pengaruh waktu kontak terhadap Fluks sampel AAT sintetik pada variasi laju alir

Pada gambar ditunjukkan bahwa nilai fluks AAT sintetik pada laju alir 6 LPM lebih besar dibandingkan dengan laju alir 3 LPM. Hal ini menjelaskan bahwa semakin cepat laju alir maka membutuhkan tekanan yang lebih besar untuk mengalirkan sampel AAT sintetik sehingga nilai fluks akan menjadi lebih besar.

I. Kesimpulan

Kesimpulan dari penelitian ini sebagai berikut :

1. Air asam tambang sintetik pada pH 3,5 menggunakan diatomit sebagai adsorben di adsorpsi dan metode nanofiltrasi dapat meningkatkan pH hingga 7,5 sehingga memenuhi kriteria kualitas air Gol. I. (Peraturan Pemerintah No 82, 2001)
2. Semakin tinggi unggun dan semakin lambat laju alir, maka semakin efektif penyerapan partikel pengotor di sampel AAT buatan. Kondisi optimal

- di proses adsorpsi didapatkan pada laju alir 3 LPM dan tinggi unggun adsorben 82 cm.
3. Semakin lama waktu kontak, maka menaikkan nilai pH, sementara nilai TDS, EC dan TSS menurun. Konsentrasi ion-ion logam yang terkandung di dalam sampel AAT sintetik berkurang hingga 75,01% untuk Fe, 85,56% untuk Mn, dan 90,45% untuk Sulfat.
 4. Membran Nanofiltrasi menunjukkan kinerja yang baik untuk menghilangkan ion-ion logam air asam tambang sintetik sehingga air yang dihasilkan memenuhi kriteria air bersih jika ditinjau dari penurunan ion logam Fe, Mn, dan Sulfat.

- Nuryono. (2003). "Kinetic Study on Adsorption of Chromium (III) to Diatomaceous Earth Pre-treated with Sulfuric Acid and Hydrochloric Acids". Yogyakarta : Gajah mada University.
- Rios, C.A., Williams, C.D., dan Roberts, C.L. (2008). "Removal of Heavy Metal from Acid Mine Drainage (AMD) Using Coal Fly Ash, Natural Clinker, and Synthetic Zeolites". *Journal of Hazardous Materials* 156: 23-35.
- Roberta Fornarelli. (2013). "Factors Influencing Nanofiltration of Acid Mine Drainage". Australia : Murdoch University.
- S.S Badawy. (2011). "Study on The removal of Iron (III) and Chromium (III) from Aqueous Streams Using Inorganic Nanofiltration Membrane". *Australian Journal of Basic and Applied Sciences*. 5(11): 236-243.

UCAPAN TERIMA KASIH

Peneliti mengucapkan terimakasih kepada DP2M Dikti melalui Penelitian Unggulan Perguruan Tinggi Negeri Universitas Sriwijaya tahun 2014 yang telah mendanai sebagian penelitian ini.

DAFTAR PUSTAKA

- Agung Purwanto. (2013). "Impregnation of 2-Mercaptobenzothiazole on Diatomaceous Earth and Its Application as Mercury (II) Adsorbent in Aqueous Medium". Indonesia : UNJ
- Baker, R.W. (2004), "Membrane Technology and Applications, 2nd ed", John Wiley and Sons, West Sussex, England.
- C. L. Dlamini, A. O. Fadiran, J. M. Thwala (2013) , "A Study of Environmental Assessment of Acid Mine Drainage in Ngwenya, Swaziland," *African Journal of Environmental Protection*, 2013, 4, 20-26.
- Fabiane Christine. (2008). "Efficacy Of Diatomaceous Earth And Temperature To Control The Maize Weevil In Stored Maize". Brazil : Federal do Paraná Caixa University.
- Lopez, M.A. (2008.) "Silicon Hydroxyapatite Bioactive Coatings (Si-HA) from Diatomaceous Earth and Silica ". Spain : University of Vigo.
- Mullett Mark. (2014). "Nanofiltration of Mine Water Impact of Feed pH and Membrane Charge on Resource Recovery and Water Discharge". Australia : Murdoch University
- Nasir S, Ibrahim Eddy and Arief Taufik. (2014), "Plant Design of Acid Mine Drainage Treatment Using Sand Filtration, Ultrafiltration and RO ". Prosiding SNaPP2014 Sains, Technology, and Medical.