STUDI PENGARUH WAKTU PERENDAMAN ABU BATUBARA PLTU SEBAGAI BAHAN PENYERAP LOGAM BERAT LINDI SAMPAH PERKOTAAN

Oleh

Ir. H. Maulana Yusuf, MS., MT
NIP. 195909251988111001

Telah Diseminarkan untuk Kenaikan Pangkat dari Lektor ke Lektor Kepala
Pada Hari Rabu Tanggal 14 Nopember 2012
Di Gedung Graha Pertamina LT 2 FT. UNSRI

Fakultas Teknik
Universitas Sriwijaya
2012

STUDI PENGARUH WAKTU PERENDAMAN ABU BATUBARA PLTU SEBAGAI BAHAN PENYERAP LOGAM BERAT LINDI SAMPAH PERKOTAAN

Maulana Yusuf
Jurusan Teknik Pertambangan Fakultas Teknik Unsri
Jalan Raya Palembang-Prabumulih Km-32 Inderalaya, OI, 30662

ABSTRAK

Karya ilmiah ini merupakan bagian dari penelitian abu batubara sebagai bahan penyerap logam berat lindi sampah perkotaan. Abu batubara merupakan limbah yang dihasilkan dari pembakaran batubara sebagai bahan bakar dari kegiatan industri dan Pembangkit Listrik Tenaga Uap (PLTU). Dari hasil penelitian terdahulu menunjukkan bahwa limbah abu batubara dalam 10 tahun mendatang akan meningkat sampai 156 ton per tahun. Dalam rangka mengurangi dampak negatif dari limbah abu batubara adalah pemanfaatan limbah abu batubara sebagai bahan penyerap logam berat dari lindi sampah perkotaan. Penelitian dilakukan dengan membuat kolam limdi dari sampah perkotaan yang kemudian dimasukkan limbah abu batubara sebagai bahan penyerap. Pengukuran langsung konsentrasi logam berat dilakukan di lapangan kondisi awal pada hari pertama sampai hari ke 22. Hasil penelitian menunjukkan bahwa konsentrasi logam berat pada hari pertama atau kondisi awal pada umumnya di atas baku mutu lingkungan (BML) kecuali logam Cu. Sedangkan fungsi abu batubara sebagai bahan penyerap sudah berperan baik ini terlihat adanya penurunan logam berat sampai hari ke 22 kecuali Fe, Cd, dan Mn penyerapannya relatif lambat.

Kata Kunci : Limbah Abu Batubara, bahan penyerap, Logam Berat, Lindi

I. PENDAHULUAN

Batubara merupakan sumber bahan bakar yang banyak digunakan oleh kegiatan industri dan Pembangkit Listrik Tenaga Uap (PLTU) di Indonesia. Menurut Hartanto, Widiastuti, dan Ulfin (2009) bahwa di Indonesia batubara merupakan sumber bahan bakar terbesar untuk pembangkit listrik disamping sumber yang lainnya. Data menunjukkan bahwa 32,83% dari produksi listrik PLN dihasilkan oleh PLTU berbahan bakar batubara dengan kapasitas terpasang 4.790 MW dan daya mampu 5.910,97 MW. Hal ini sangat masuk akal karena Indonesia mempunyai cadangan batubara yang sangat besar, yaitu sekitar 64.829 juta ton. Peraturan Presiden RI No 5 Tahun 2006 tentang Kebijakan Energi Nasional (KEN) menyebutkan bahwa sampai tahun 2025 Indonesia masih akan mengandalkan bahan bakar batubara hingga mencapai diatas 33%. Konsumsi batubara ini diperkirakan akan lebih meningkat lagi seiring dengan meningkatnya harga minyak.

Menurut Yusuf (2005) menyatakan bahwa Provinsi Sumatera Selatan yang merupakan salah satu sentra batubara di Indonesia selain Sumatera Barat, Bengkulu, dan

Kalimantan akan meningkatkan produksi batubaranya di masa yang akan datang sebesar 20 juta ton per tahun. Peningkatan produksi ini mengindikasikan adanya peningkatan kebutuhan sumberdaya energi terutama untuk industri dan PLTU. Salah satu dampak dari pemakaian batubara sebagai sumber bahan bakar adalah adanya limbah yang dihasilkan dari pembakaran batubara yang berupa abu batubara. Limbah abu batubara tersebut sangat mencemarkan lingkungan terutama melalui udara (*fly ash*) dan kemudian terakumulasi pada bangunan dan permukaan tanah di sekitar lokasi industri dan PLTU atau abu batubara juga terkumpul di dasar atau di sekitar tunggku pembakaran (*bottom ash*). Namun demikian, untuk mengurangi pencemaran lingkungan, setiap industri dan PLTU yang menggunakan batubara sebagai sumber bahan bakar diwajibkan menggunakan alat penangkap abu batubara yang disebut dengan pengendap elektrostatik (*electrostatic precipitator*) sehingga abu batubara dapat ditampung kedalam *hopper*. Pada saat ini diperkirakan banyaknya limbah abu batubara yang dihasilkan di Indonesia sebesar 615.000 ton per tahun. Dengan memperkirakan pemakaian batubara yang selalu meningkat sebesar 29% per tahun, maka limbah abu batubara yang akan dihasilkan akan meningkat menjadi 7.815 ton per tahun pada 10 tahun mendatang.

Menurut Yusuf (2005) bahwa Di Provinsi Sumatera Selatan, batubara selain dimanfaatkan untuk ekspor ke luar negeri dan untuk kebutuhan PLTU di Suralaya juga dimanfaatkan untuk kebutuhan lokal, seperti: Pembangkit Listrik Tenaga Air (PLTA) Keramasan, PLTU Bukit Asam Tanjung Enim, PT. Semen Baturaja, dan industri lainnya. Limbah abu batubara yang dihasilkan oleh kegiatan tersebut sebesar 12.300 ton per tahun atau 2% dari total limbah abu batubara yang dihasilkan dalam skala nasional. Diperkirakan dalam 10 tahun mendatang limbah abu batubara yang dihasilkan meningkat menjadi 156 ton per tahun. Melihat besarnya limbah abu batubara yang dihasilkan dan pemanfaatannya yang masih sangat sedikit saat ini, memberikan peluang penelitian dan pengembangan pemanfaatan abu batubara. Pemanfaatan abu batubara pada saat ini pada bidang konstruksi, teknologi mineral, keramik dan pertanian. Pemanfaatan seperti yang telah disebutkan di atas telah lama dilakukan dan hasilnya relatif baik (Prijatama dan Sumarnadi, 1996). Dalam penelitian ini akan dicoba memanfaatkan abu batubara sebagai bahan penyerap terutama penyerap logam berat terutama pada lindi sampah perkotaan.

Perumusan masalah yang dituangkan dalam pertanyaan penelitian ini terdapat dua permasalahan, yaitu: (1) apakah konsentrasi logam berat pada lindi sampah perkotaan sesuai dengan persyaratan kualitas air minum yang sudah ditetapkan menurut peraturan perundang-undangan yang berlaku? dan (2) apakah abu batubara dari PLTU Bukit Asam Tanjung Enim dapat berfungsi sebagai bahan penyerap logam berat dari Lindi Sampah Perkotaan? Sedangkan terdapat dua tujuan penelitian berdasarkan latar belakang dan perumusan masalah di atas adalah (1) membandingkan konsentrasi logam berat dari lindi sampah perkotaan dengan peraturan perundang-undangan yang berlaku, dan (2) mempelajari pengaruh waktu perendaman abu batubara sebagai bahan penyerap (*abserbent*) logam berat dari lindi sampah perkotaan.

II. TINJAUAN PUSTAKA

II.1. Sifat Kimia dan Fisik Abu Batubara

Menurut Munir (2008) menyatakan bahwa abu batubara adalah bagian dari sisa pembakaran batubara yang berbentuk partikel halus amorf dan abu tersebut merupakan bahan anorganik yang terbentuk dari perubahan bahan mineral (*mineral matter*) karena proses pembakaran. Dari proses pembakaran batubara pada unit pembangkit uap (*boiler*) akan terbentuk dua jenis abu yaitu abu batubara (*fly ash*) dan abu batubara dasar (*bottom ash*). Komposisi abu batubara yang dihasilkan terdiri dari 10 - 20 % abu batubara dasar, sedang sisanya sekitar 80 - 90 % berupa abu batubara. Abu batubara ditangkap dengan *electric precipitator* sebelum dibuang ke udara melalui cerobong. Menurut ACI Committee 226, dijelaskan bahwa abu batubara (*fly ash*) mempunyai butiran yang cukup halus, yaitu lolos ayakan No. 325 (45 mili mikron) 5 – 27 % dengan *spesific gravity* antara 2,15 – 2,6 dan berwarna abu-abu kehitaman. Abu batubara mengandung silika dan alumina sekitar 80 % dengan sebagian silika berbentuk amorf. Sifat-sifat fisik abu batubara antara lain densitasnya 2,23 gr/cm3, kadar air sekitar 4 % dan komposisi mineral yang dominan adalah α-kuarsa dan mullite. Dari hasil penelitian sifat kimia abu batubara (Yusuf, 2005) maka komposisi abu batubara PLTU Bukit Asam Tanjung Enim dapat dilihat pada Tabel 1 di bawah ini.

Tabel 1. Komposisi Senyawa Kimia Abu Batubara PLTU Bukit Asam (Yusuf, 2005)

No.	Senyawa Kimia	Persentase (%)			
		Sampel 1	Sampel 2	Sampel 3	Rara-rata
1	SiO_2	43,57	44,26	40,94	42,92
2	Al_2O_3	29,22	30,57	28,57	29,45
3	Fe_2O_3	4,51	5,24	4,08	4,61
4	CaO	6,23	3,48	5,12	4,94
5	MgO	2,81	2,05	1,83	2,23
6	K_2O	0,72	0,64	0,81	0,72

Kler dan Shpirt (1987) telah meneliti komposisi abu batubara dan arah pemanfaatannya terutama untuk abu batubara yang berasal dari Rusia. Berbagai pemanfaatan abu batubara tersebut adalah untuk pembuatan jalan raya, struktur di bawah permukaan tanah, material pengisi, pembuatan briket, reklamasi, pupuk, pembakaran, mineral tambahan bahan bakar. Banyaknya manfaat abu batubara karena abu tersebut mengandung komposisi kimia seperti : silika (SiO_2), alumina (Al_2O_3) sebagai komponen utama dan Fe_2O_3, K_2O sebagai komposisi ikutan, serta komposisi kimia ikutan lainnya. Penelitian komposisi kimia abu batu bara telah banyak dilakukan terutama oleh Canibano dan Leininger (1987), Roesyadi *et al.*, (1998), Amin dan Arief (1999). Dari penelitian ini menunjukkan bahwa sifat kimia dan sifat fisik abu batubara sangat ditentukan oleh jenis batubara yang digunakan dan industri yang menggunakan

abu batubara tersebut. Perbedaan ini terutama jumlah komposisi kimia dari unsur-unsur yang terkandung dari abu batubara tersebut. Dengan demikian, perbedaan ini sangat menentukan dalam pemanfaatan abu batubara yang sesuai.

II.2. Abu Batubara Sebagai Bahan Penyerap

Menurut Mufrodi, Widiastuti, dan Kardika (2008) menyatakan bahwa adsorpsi secara umum adalah proses penggumpalan substansi terlarut (*soluble*) yang ada dalam larutan oleh permukaan zat atau benda penyerap, dimana terjadi suatu ikatan kimia fisika antara substansi dengan penyerapannya. Adsorpsi dapat dikelompokkan menjadi dua, yaitu:

a. Adsorpsi fisik (*physical adsorption*), yaitu berhubungan dengan gaya van der Waals dan merupakan suatu proses bolak-balik apabila daya tarik menarik antara zat terlarut dan adsorben lebih besar daya tarik menarik antara zat terlarut dengan pelarutnya maka zat yang terlarut akan diadsorpsi pada permukaan adsorben.
b. Adsorpsi kimia (*chemisorption*), yaitu reaksi yang terjadi antara zat padat dan zat terlarut yang teradsorpsi.

Abu batubara memiliki karakteristik yang mirip dengan karbon aktif, hal ini berdasarkan penelitian *Chemical Engineering Alliance and Innovation* (ChAIN) *Center* pada tahun 2006, yang memaparkan bahwa abu memenuhi syarat layak digunakan sebagai adsorben karena luas permukaan dan pori-porinya potensial. Dengan melakukan sedikit intervensi yaitu memperbesar luas permukaannya dengan *chemical activation*, ditambah asam sehingga pori-porinya semakin membesar. Dengan demikian, penggunaan pelarut HCl diupayakan untuk memperbesar pori-pori abu batubara. Abu batubara memiliki potensi yang cukup besar sebagai absorben yang ramah lingkungan. Abu batubara batubara dapat menjadi alternatif pengganti karbon aktif dan zeolit. Tetapi, kapasitas adsorpsi abu batubara sangat bergantung pada asal dan perlakuan pasca pembakaran batubara. Sampai sekarang, pemanfaatan abu batubara masih dilakukan dalam skala kecil karena umumnya kapasitas adsorpsinya masih rendah. Modifikasi sifat fisik dan kimia dapat meningkatkan kapasitas adsorpsi abu batubara. Peningkatan kapasitas adsorpsi dapat membuat adsorben dari abu batubara batubara kompetitif bila dibandingkan dengan karbon aktif dan zeolit.

II.2. Logam Berat Lindi Sampah Perkotaan

Sampah perkotaan sebagai salah satu penyebab terbesar pencemaran lingkungan telah banyak memberikan dampak buruk bagi kesehatan manusia, khususnya penduduk di dekat TPA (Tempat Pembuangan Akhir) Sampah. Salah satu penyebab sampah sebagai pencemar lingkungan adalah logam berat yang terkandung di dalamnya yang kebanyakan bersumber dari buangan industri dan sebagian dari buangan rumah tangga, seperti baterai, logam-logam, dan lain-lain, yang jika terakumulasi di dalam tubuh manusia dapat mengakibatkan kelumpuhan bahkan kematian. Semakin meningkatnya pencemaran di lingkungan sekitar, menuntut kesadaran manusia untuk bersama-sama mengolah limbah yang mereka hasilkan. Logam berat adalah unsur logam yang mempunyai massa jenis lebih besar dari 5 g/cm^3, antara lain Cd, Hg, Pb, Zn, dan Ni. Logam berat Cd, Hg, dan Pb dinamakan sebagai logam non esensial dan pada tingkat tertentu menjadi logam beracun bagi makhluk hidup. Logam berat ialah unsur logam

dengan berat molekul tinggi. Dalam kadar rendah logam berat pada umumnya sudah beracun bagi tumbuhan dan hewan, termasuk manusia.

Menurut Sudarwin (2008) menyatakan bahwa logam berat masih termasuk golongan logam dengan kriteria - kriteria yang sama dengan logam-logam yang lain. Perbedaan terletak pada dari pengaruh yang dihasilkan bila logam berat ini masuk atau diberikan ke dalam tubuh organisme hidup. Istilah logam berat sebetulnya sudah dipergunakan secara luas, terutama dalam perpustakaan ilmiah, sebagai unsur yang menggambarkan bentuk dari logam tertentu. Karakteristik dari kelompok logam berat adalah sebagai berikut:

1. Memiliki spesifikasi gravitasi yang sangat besar (lebih dari 5).
2. Mempunyai nomor atom 22-23 dan 40-50 serta unsur laktanida dan aktinida.
3. Mempunyai respon biokimia yang khas (spesifik) pada organisme hidup.

Semua logam berat dapat dikatakan sebagai bahan beracun yang akan meracuni makhluk hidup. Sebagai contoh logam berat air raksa (Hg), kadmium (Cd), timbal (Pb), dan krom (Cr). Namun demikian, meskipun semua logam berat dapat mengakibatkan keracunan atas makhluk hidup, sebagian dari logam - logam berat tersebut dibutuhkan oleh makhluk hidup. Kebutuhan tersebut dalam jumlah yang sangat kecil/sedikit. Tetapi apabila kebutuhan yang sangat kecil tersebut tidak terpenuhi dapat berakibat fatal terhadap kelangsungan makhluk hidup. Karena tingkat kebutuhan yang sangat dipentingkan maka logam-logam tersebut juga dinamakan sebagai logam-logam esensial tubuh. Bila logam-logam esensial yang masuk ke dalam tubuh dalam jumlah yang berlebihan, maka berubah fungsi menjadi racun. Contoh dari logam berat esensial ini adalah tembaga (Cu), seng (Zn), dan nikel (Ni).

Logam berat adalah unsur-unsur kimia dengan bobot jenis lebih besar dari 5 gr/cm3, terletak di sudut kanan bawah sistem periodik, mempunyai afinitas yang tinggi terhadap unsur S dan biasanya bernomor atom 22 sampai 92 dari perioda 4 sampai 7 (Miettinen, 1977). Sebagian logam berat seperti timbal (Pb), kadmium (Cd), dan merkuri (Hg) merupakan zat pencemar yang berbahaya. Afinitas yang tinggi terhadap unsur S menyebabkan logam ini menyerang ikatan belerang dalam enzim, sehingga enzim bersangkutan menjadi tak aktif. Gugus karboksilat (-COOH) dan amina (-NH2) juga bereaksi dengan logam berat. Kadmium, timbal, dan tembaga terikat pada sel-sel membran yang menghambat proses transpormasi melalui dinding sel. Logam berat juga mengendapkan senyawa fosfat biologis atau mengkatalis penguraiannya (Manahan, 1977).

Berdasarkan sifat kimia dan fisikanya, maka tingkat atau daya racun logam berat terhadap hewan air dapat diurutkan (dari tinggi ke rendah) sebagai berikut merkuri (Hg), kadmium (Cd), seng (Zn), timah hitam (Pb), krom (Cr), nikel (Ni), dan kobalt (Co). Daftar urutan toksisitas logam paling tinggi ke paling rendah terhadap manusia yang mengkomsumsi ikan adalah sebagai berikut $Hg^{2+} > Cd^{2+} > Ag^{2+} > Ni^{2+} > Pb^{2+} > As^{2+} > Cr^{2+}$ $Sn^{2+} > Zn^{2+}$. Sedangkan menurut Kementrian Negara Kependudukan dan Lingkungan Hidup (1990) sifat toksisitas logam berat dapat dikelompokan ke dalam 3 kelompok, yaitu :

a. Bersifat toksik tinggi yang terdiri dari atas unsur-unsur Hg, Cd, Pb, Cu, dan Zn

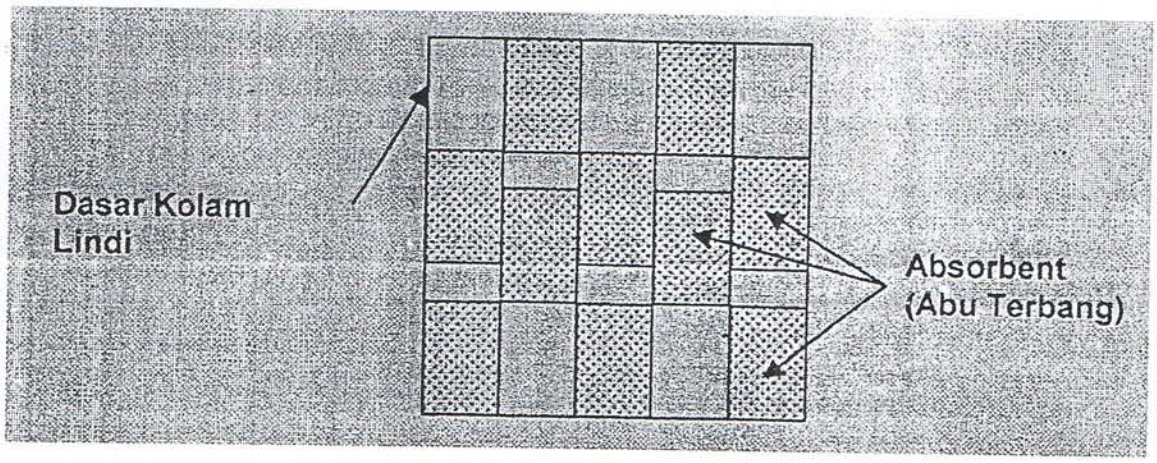
b. Bersifat toksik sedang terdiri dari unsur-unsur Cr, Ni, dan Co
c. Bersifat tosik rendah terdiri atas unsur Mn dan Fe

Adanya logam berat di perairan, berbahaya baik secara langsung terhadap kehidupan organisme, maupun efeknya secara tidak langsung terhadap kesehatan manusia. Hal ini berkaitan dengan sifat-sifat logam berat.

III. METODOLOGI PENELITIAN

III.1. Persiapan

Dalam penelitian ini dilakukan di lokasi TPA Karya Jaya kota Palembang dimana dilokasi tersebut dibuat kolam tempat penampungan lindi dengan ukuran adalah 2 m x 2 m x 2 m. Selain menyiapkan kolam penampungan lindi juga disiapkan abu terbang sebagai bahan penyerap (*adsorbent*) yang dikemas dalam karung-karung dengan ukuran 40 cm x 60 cm x 15 cm dengan berat lebih kurang 20 kg/karung. Jumlah abu batubara yang digunakan adalah sebanyak 10 karung dan kemudian dilakukan pemasangan abu batubara di dasar kolam. Selain persiapan kolam penampungan lindi dan bahan penyerap maka disiapkan atap plastik di atas kolam lindi untuk mencegah pengenceran oleh air hujan.



Gambar 1. Susunan Bahan Penyerap pada Kolam Lindi

III.2. Pengambilan Sampel

Setelah dilakukan persiapan maka langkah selanjutnya dilakukan pengambilan sampel dimana langkah pertama diambil pengambilan sampel lindi pada hari kesatu merupakan data awal. Langkah kedua dilakukan pengambilan sampel setelah perendaman bahan penyerap (*adsorbent*) dengan lama perendaman mulai hari kedua sampai hari ke 22. Semua sampel lindi untuk logam berat seperti: Fe, Cd, Mn, Ni, Zn, Cu, dan Pb dianalisis di laboratorium untuk mengetahui konsentrasi logam berat dari lindi tersebut.

III.3. Pengolahan dan Analisis Data

Setelah sampel lindi untuk logam berat seperti: Fe, Cd, Mn, Ni, Zn, Cu, dan Pb dianalisis di laboratorium terutama konsentrasinya kemudian dibandingkan dengan Peraturan Menteri Kesehatan Republik Indonesia Nomor: 492/MENKES/PER/IV/2010 Tentang Persyaratan Kualitas Air Minum khususnya untuk logam berat dan setelah itu data laboratorium tersebut diolah dengan menggunakan analisis regresi menggunakan excel. Analisis regresi menggunakan dua variabel dimana variabel bebas adalah waktu perendaman bahan penyerap (t) dan variabel tak bebas adalah konsentrasi logam berat dari lindi sampah perkotaan. Dari analisis regresi tersebut akan dianalisis apakah konsentrasi logam berat tersebut akan berkurang terhadap lamanya waktu perendaman.

IV. HASIL DAN PEMBAHASAN

IV.1. Hasil

Dalam rangka melakukan pembahasan maka dilakukan dalam dua tahap, yaitu: (1) melakukan pembandingan konsentrasi logam berat dari lindi sampah perkotaan dengan konsentrasi persyaratan kualitas air minum yang dikeluarkan berdasarkan Peraturan Menteri Kesehatan Republik Indonesia Nomor: 492/MENKES/PER/IV/2010, dan (2) Melihat kecenderungan antara waktu perendaman abu batubara sebagai bahan penyerap dengan perubahan logam berat lindi sampah perkotaan. Konsentrasi logam berat yang diperkenankan terutama untuk air minum diperlukan mengingat dampak logam berat tersebut pada daerah sekitar TPA Karya Jaya terutama wilayah permukiman penduduk. Dampak penyebaran logam berat ini akan terjadi melalui aliran air tanah maupun pada waktu hujan air lindi akan melimpah kesumur penduduk. Oleh karena itu, standarisasi kualitas air minum memang sangat diperlukan karena sumur penduduk digunakan untuk keperluan sehari-hari. Tabel 2 memperlihatkan konsentrasi logam berat yang dizinkan sebagai persyaratan air minum. Dari Tabel 2 tersebut terlihat bahwa makin berbahanyanya logam berat tersebut maka kadar maksimal yang diperbolehkan akan semakin kecil. Logam Cd, Ni, Pb, Fe, Mn, Cu, dan Zn merupakan peringkat logam berat mulai dari yang berbahaya sampai yang relatif berbahaya.

Tabel 2. Persyaratan Logam Berat pada Air Minum
(PERMENKES Nomor: 492/MENKES/PER/IV/2010)

No.	Jenis Parameter	Satuan	Kadar Maksimum yang Diperbolehkan
1	Fe	mg/l	0,3
2	Cd	mg/l	0,003
3	Mn	mg/l	0,4
4	Ni	mg/l	0,07
5	Zn	mg/l	3
6	Cu	mg/l	2
7	Pb	mg/l	0,01

Berdasarkan hasil penelitian yang dilakukan terhadap logam berat dari lindi sampah perkotaan dengan waktu perendaman abu batubara sebagai bahan penyerap selama waktu pengamatan dari hari pertama sampai hari ke 22 diperoleh data hasil analisis laboratorium sebagai berikut:

Tabel 3. Hasil Analsis Laboratorium Terhadap Logam Berat Lindi Sampah Perkotaan

Hari Ke-	Konsentrasi Logam Berat Lindi Sampah Perkotaan (mg/l)						
	Fe	Cd	Mn	Ni	Zn	Cu	Pb
1	10,360	1,520	18,720	0,540	4,070	1,520	2,570
2	24,350	1,875	15,320	0,420	4,010	1,010	2,170
3	20,870	1,020	12,120	0,420	2,310	0,830	1,640
4	21,320	1,310	14,670	0,430	2,510	0,670	1,550
5	15,420	1,022	10,260	0,480	2,020	0,350	1,640
6	20,210	1,080	10,380	0,210	2,010	0,720	1,540
7	18,330	0,870	10,210	0,260	1,510	0,220	0,640
8	14,920	0,810	10,210	0,290	2,010	0,330	0,290
9	10,820	0,270	14,370	0,060	2,720	0,190	1,030
10	10,550	0,260	8,630	0,020	1,030	0,130	0,410
11	8,370	0,210	8,420	0,018	1,022	0,118	0,816
12	9,540	0,035	5,412	0,018	2,012	0,216	1,030
13	9,072	0,020	6,735	0,042	1,510	0,109	0,416
14	10,614	0,029	6,410	0,055	1,640	0,122	0,219
15	8,721	0,055	3,018	0,055	0,010	0,075	0,630
16	6,020	0,018	2,422	0,020	0,024	0,029	0,272
17	6,510	0,072	2,038	0,018	0,022	0,010	0,205
18	6,710	0,055	3,168	0,010	0,042	0,020	1,014
19	6,850	0,020	2,041	0,018	0,010	0,012	0,832
20	6,410	0,020	1,060	0,010	0,010	0,020	0,270
21	2,840	0,010	1,260	0,010	0,020	0,020	0,270
22	2,510	0,008	1,020	0,005	0,010	0,030	0,220

Sumber: Hasil Analisis Laboratorium

IV.2. Pembahasan

1. Membandingkan Konsentrasi Logam Berat dari Lindi Sampah Perkotaan dengan Peraturan Perundang-undangan yang Berlaku

Dari data laboratorium terhadap pengamatan logam berat lindi sampah perkotaan pada hari pertama dan pada hari kedua puluh dua dibandingkan dengan peraturan

perundang-undangan yang berlaku Peraturan Menteri Kesehatan Nomor: 492/MENKES/PER/IV/2010 yang dapat dilihat pada Tabel 4 di bawah ini.

Tabel 4. Perbandingan Logam Berat Lindi Sampah Perkotaan dengan Peraturan Menteri Kesehatan Nomor: 492/MENKES/PER/IV/2010

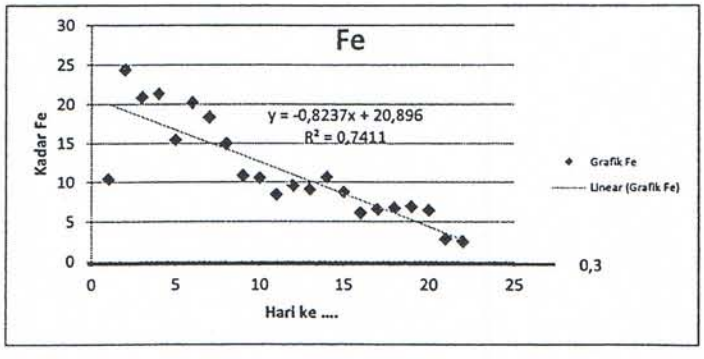
No.	Jenis Parameter	Konsentrasi (mg/l)		
		Hari Ke-1	Hari Ke-22	Baku Mutu Lingkungan (BML)
1	Fe	10,360	2,510	0,300
2	Cd	1,520	0,008	0,003
3	Mn	18,720	1,020	0,400
4	Ni	0,540	0,005	0,070
5	Zn	4,070	0,010	3,000
6	Cu	1,520	0,030	2,000
7	Pb	2,570	0,220	0,010

Dari Tabel 4 terlihat bahwa pada hari ke-1 hanya logam Cu yang di bawah ambang batas sedangkan untuk logam Fe, Cd, Mn, Ni, Zn, dan Pb di atas ambang batas. Sedangkan pada hari ke-22 terlihat bahwa logam Ni, Zn, dan Cu berada di bawah ambang batas sedangkan Fe, Cd, dan Mn masih di atas ambang batas. Kondisi logam di atas ambang batas karena penyerapan logam Fe, Cd, dan Mn terhadap waktu akan membutuhakn waktu yang lebih lama dengan kata lain penyerapan logam berat relatif lambat.

2. Mempelajari Pengaruh Waktu Perendaman Abu Batubara sebagai Bahan Penyerap (*adsorbent*) Logam Berat dari Lindi Sampah Perkotaan

a. Analisis Logam Fe

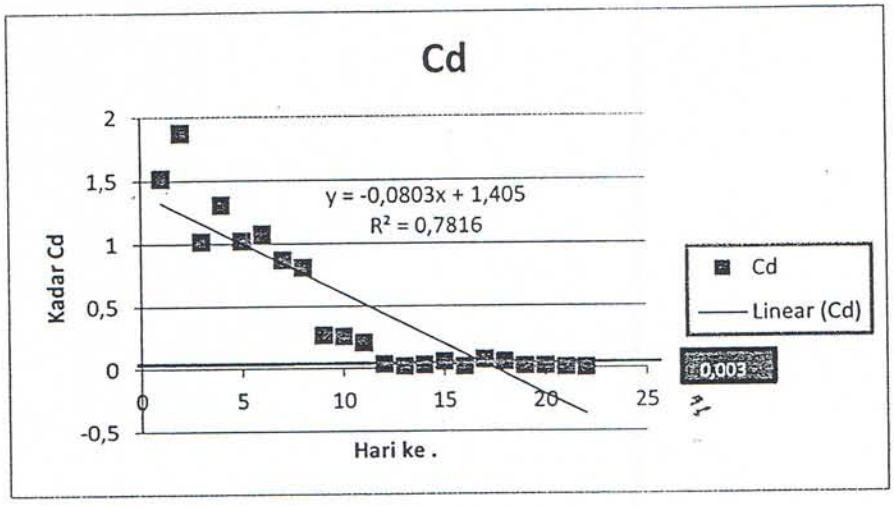
Dari analisis regresi menggunakan *excell* maka kurva menunjukkan karakteristik linier yang menurun dimana konsentrasi Logam Fe akan semakin kecil jika waktu perendaman semakin lama. Dengan demikian proses penyerapan logam Fe oleh abu batubara sebagai penyerap dapat berjalan dengan baik (Gambar 1).



Gambar 1. Penyerapan Logam Fe

b. Analisis Logam Cd

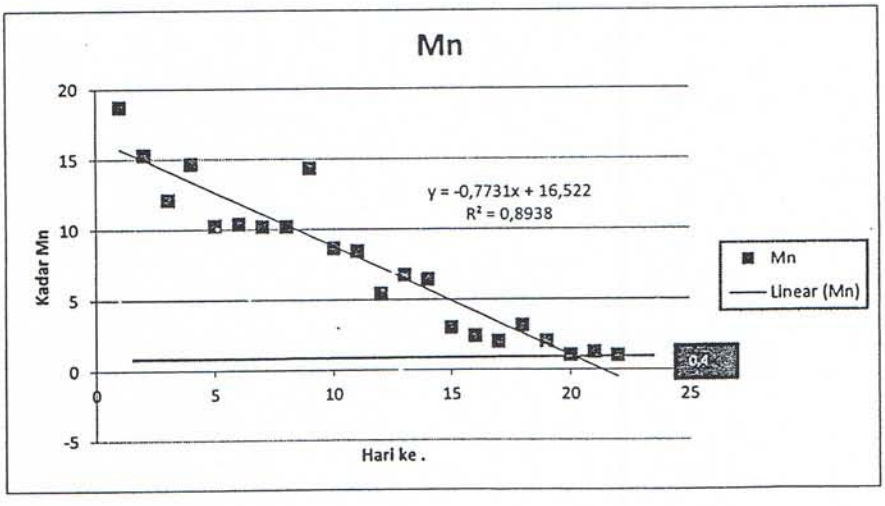
Dari analisis regresi menggunakan *excell* maka kurva menunjukkan karakteristik linier yang menurun dimana konsentrasi Logam Cd akan semakin kecil jika waktu perendaman semakin lama. Dengan demikian proses penyerapan logam Cd oleh abu batubara sebagai penyerap dapat berjalan dengan baik (Gambar 2).



Gambar 2. Penyerapan Logam Cd

c. Analisis Logam Mn

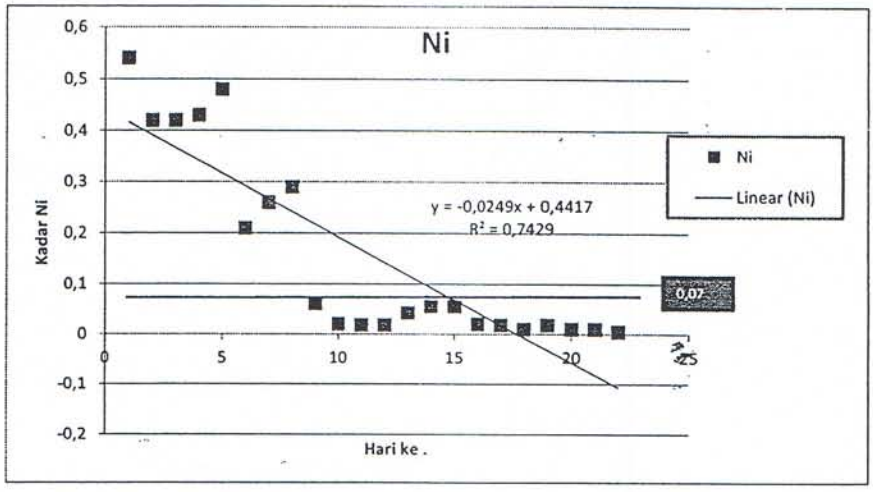
Dari analisis regresi menggunakan *excell* maka kurva menunjukkan karakteristik linier yang menurun dimana konsentrasi Logam Mn akan semakin kecil jika waktu perendaman semakin lama. Dengan demikian proses penyerapan logam Mn oleh abu batubara sebagai penyerap dapat berjalan dengan baik (Gambar 3).



Gambar 3. Penyerapan Logam Mn

d. Analisis Logam Ni

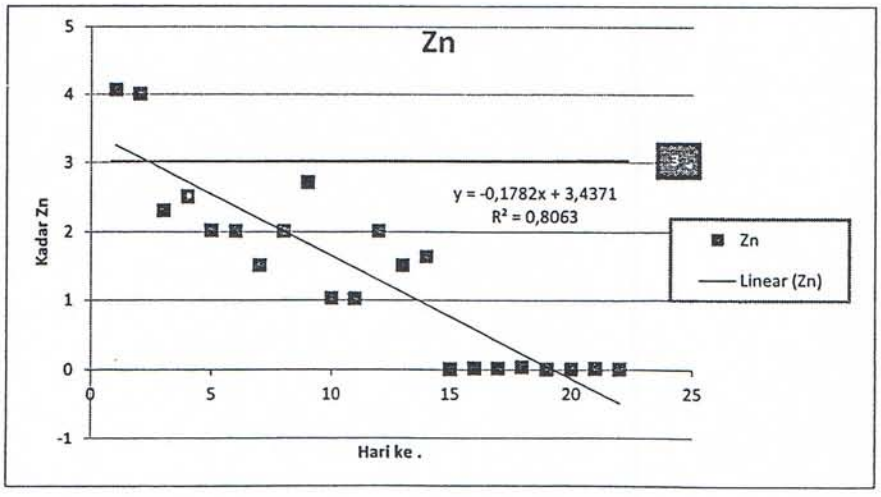
Dari analisis regresi menggunakan *excell* maka kurva menunjukkan karakteristik linier yang menurun dimana konsentrasi Logam Ni akan semakin kecil jika waktu perendaman semakin lama. Dengan demikian proses penyerapan logam Ni oleh abu batubara sebagai penyerap dapat berjalan dengan baik (Gambar 4).



Gambar 4. Penyerapan Logam Ni

e. Analisis Logam Zn

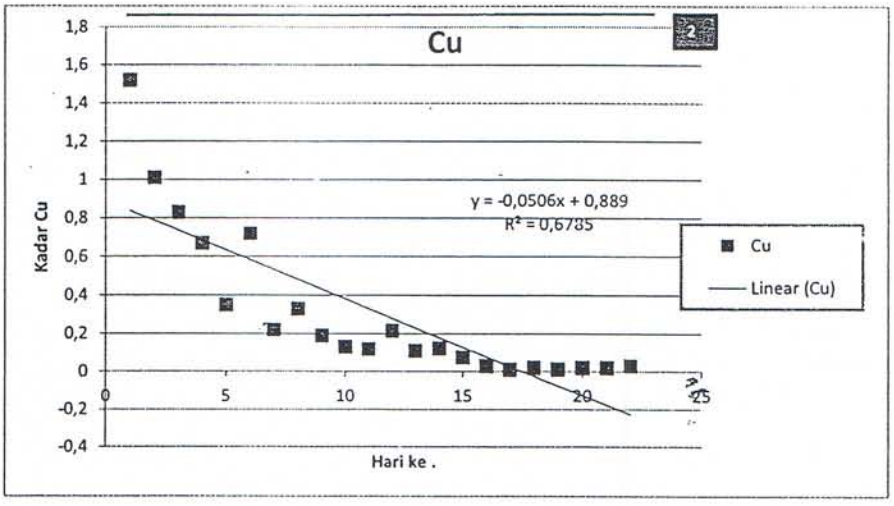
Dari analisis regresi menggunakan *excell* maka kurva menunjukkan karakteristik linier yang menurun dimana konsentrasi Logam Zn akan semakin kecil jika waktu perendaman semakin lama. Dengan demikian proses penyerapan logam Zn oleh abu batubara sebagai penyerap dapat berjalan dengan baik (Gambar 5).



Gambar 5. Penyerapan Logam Zn

f. Analisis Logam Cu

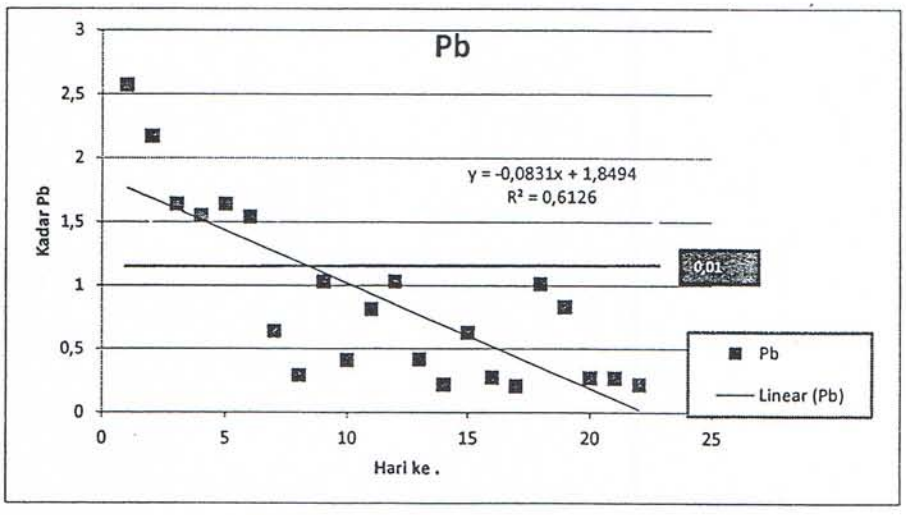
Dari analisis regresi menggunakan *excell* maka kurva menunjukkan karakteristik linier yang menurun dimana konsentrasi Logam Cu akan semakin kecil jika waktu perendaman semakin lama. Dengan demikian proses penyerapan logam Cu oleh abu batubara sebagai penyerap dapat berjalan dengan baik (Gambar 6).



Gambar 6. Penyerapan Logam Cu

g. Analisis Logam Pb

Dari analisis regresi menggunakan *excell* maka kurva menunjukkan karakteristik linier yang menurun dimana konsentrasi Logam Pb akan semakin kecil jika waktu perendaman semakin lama. Dengan demikian proses penyerapan logam Pb oleh abu batubara sebagai penyerap dapat berjalan dengan baik (Gambar 7).



Gambar 7. Penyerapan Logam Pb

V. KESIMPULAN DAN SARAN

V.1. Kesimpulan

Dari hasil penelitian yang telah dilakukan pada lindi sampah perkotaan dapat ditarik kesimpulan sebagai berikut:

1. Pada umumnya konsentrasi logam berat pada lindi sampah perkotaan melampaui baku mutu lingkungan (BML) kecuali untu logam Cu yang ditunjukkan oleh kondisi awal atau hari pertama.
2. Dari hasil penelitian juga terlihat bahwa abu batubara berfungsi sebagai bahan penyerap logam berat dari lindi sampah perkotaan.

V.2. Saran

Penelitian ini tentunya masih mempunyai kelemahan karena untuk penelitian yang lengkap membutuhkan dana atau biaya yang besar pula. Oleh karena itu, dalam penelitian ini disarankan sebagai berikut :

1. Penelitian tentang abu batubara dimana variabel berat abu batubara perlu dipertimbangkan dimana rasio bahan penyerap merupakan variabel.
2. Perlu masa waktu penelitian lebih lama terutama untuk melihat pola kurva yang terbentuk.

VI. DAFTAR PUSTAKA

Amin, M., dan Arief, A.T. 1999. *Proses Pemisahan Al_2O_3 sdari Abu Batubara sebagai Bahan Semen dengan Metode Leaching.* Laporan Penelitian, Lembaga Penelitian Universitas Sriwijaya, Inderalaya.

Canibano, J.G., and Leininger, D. 1987. *The Characteristics and Use of Coal Waste.* Proceeding of the second International Conference on the Reclamation, treatment and Utilization of Coal Mining Waste, Elsevier, New York.

Kler, V.R., and Shpirt, M.Y. 1987. *Utilization during Explorations in Coal Deposits in the USSR.* Proceeding of the second International Conference on the Reclamation, treatment and Utilization of Coal Mining Waste, Elsevier, New York.

Mufrodi, Z., Widiastuti, N., and Kardika, R. C. 2008. *Adsorpsi Zat Warna Tekstil dengan Menggunakan Abu Terbang (fly ash)untuk Variasi Massa Adsorbent dan Suhu Operasi.* Prosiding Seminar Nasional Teknoin Bidang Teknik Kimia dan Tekstil, ISBN : 978-979-3980-15-7,Yogyakarta.

Munir, Misbachul. 2008. *Pemanfaatan Abu Batubara (fly ash) untuk Hollow Block yang Bermutu dan Aman bagi Lingkungan.* Tesis S-2, Program Magister Ilmu Lingkungan, Program Pascasarjana, Universitas Diponegoro, Semarang.

Prijatama, H., dan Sumarnadi, E. T. 1996. *Mengubah Limbah Menjadi Rupiah: Pemanfaatan Limbah Abu Batubara PLTU*. Prosiding Pemaparan Hasil Litbang Ilmu Pengetahuan Teknik, Bandung.

Roeysdi, *et al*. 1998. *Pembuatan Semen Pozolan kapur dari Abu Batubara Paiton*. Prosiding Seminar Nasional Fundamental dan Aplikasi Teknik Kimia, ITS, Surabaya.

Sudarwin. 2008. *Analisis Spasial Pencemaran Logam Berat (Pb dan Cd) pada Sedimen Aliran Sungai dari Tempat Pembuangan Akhir (TPA) Sampah Jatibarang Smarang*, Tesis S-2, Program Magister Ilmu Lingkungan, Program Pascasarjana, Universitas Diponegoro, Semarang.

Yusuf, M. 2005. *Pengaruh Penambahan Aktifator terhadap Kualitas Semen Pozolan Kapur dari Abu Batubara*. Jurnal Rekayasa Sriwijaya, Nomor 3 Volume 10 Hal 52-56.

UNIVERSITAS SRIWIJAYA
FAKULTAS TEKNIK
Jalan Raya Prabumulih KM. 32 Indralaya OI (30662) Telepon (0711) 580739 Faximille (0711) 580741
e-mail : ftunsri@unsri.ac.id

KEPUTUSAN
DEKAN FAKULTAS TEKNIK UNIVERSITAS SRIWIJAYA
Nomor: 694 /UN9.1.3/SK-KP/2012

Tentang
Pengangkatan Panitia Pembahas Kenaikan Pangkat
pada Fakultas Teknik Universitas Sriwijaya atas nama **Ir. H. Maulana Yusuf, MS. MT**

DEKAN FAKULTAS TEKNIK UNIVERSITAS SRIWIJAYA

Menimbang : a.bahwa untuk kelancaran kegiatan Pembahas Kenaikan Pangkat lingkungan Fakultas Teknik Universitas Sriwijaya;
b.sehubungan dengan butir a tersebut diatas, maka dipandang perlu diterbitkan surat keputusan sebagai pedoman landasan hukumnya.

Mengingat :
1. Undang-Undang Nomor. 8 tahun 1974 sebagaimana telah diubah dengan Undang-Undang Nomor. 43 tahun 1999 dan Nomor. 20 tahun 2003;
2. Peraturan pemerintah Nomor. 42 Tahun 1960 dan Nomor. 17 tahun 2010 dan Nomor 66 tahun 2010;
3. Keputusan Mendikbud RI Nomor 257/MPN.A4/KP/2011 tanggal 15 November 2011;
4. Keputusan Mendikbut Nomor. 0195/O/1995;
5. Keputusan Mendiknas Nomor 064/O/1995;
6. Keputusan Permendiknas Nomor. 61 tahun 2009
7. Keputusan Rektor UNSRI Nomor. 028/H9/KP/2009 tgl 9-2-2009

MEMUTUSKAN

Menetapkan

Pertama : Keputusan Dekan Fakultas Teknik Universitas Sriwijaya tentang Pengangkatan Panitia Pembahas Kenaikan Pangkat pada Fakultas Teknik Universitas Sriwijaya atas nama **Ir. H. Maulana Yusuf, MS. MT**;

Kedua : Mengangkat/menunjuk Panitia Pembahas Kenaikan Pangkat Fakultas Teknik Universitas Sriwijaya dengan susunan personil terlampir;

Ketiga : Semua biaya yang timbul akibat dikeluarkannya Surat Keputusan ini dibebankan kepada anggaran Fakultas Teknik Universitas Sriwijaya dan/atau dana khusus yang disediakan untuk itu;

Keempat : Keputusan ini berlaku sejak tanggal **ditetapkan**, dengan ketentuan bahwa segala sesuatu akan diubah dan /atau diperbaiki sebagaimana mestinya apabila ternyata terdapat kekeliruan dalam keputusan ini.

Ditetapkan di : Indralaya
Pada tanggal : 9 November 2012

DEKAN,

KEMENTERIAN PENDIDIKAN DAN KEBUDAYAAN UNIVERSITAS SRIWIJAYA FAKULTAS TEKNIK

PROF. DR. IR. H. M. TAUFIK TOHA, DEA
NIP. 195308141985031002

TEMBUSAN:
1. Rektor UNSRI

Lampiran : Surat Keputusan Dekan FT Unsri
Nomor : 694 /UN9.1.3/SK-KP/2012
Tanggal : 9 November 2012

Daftar Nama Panitia Pembahas Kenaikan Pangkat pada Fakultas Teknik Universitas Sriwijaya atas nama Ir. H. Maulana Yusuf, MS. MT

Pengarah	: Prof. Dr. Ir. H.M. Taufik Toha, DEA
Penanggung Jawab	: 1. Dr. Hj. Tuty Emilia Agustina, ST.MT 2. Dr. Ir. Amrifan SM, Dipl.Ing. 3. Ir. H. Hairul Alwani HA, MT
Ketua	: Dr. Ir. Riman Sipahutar, MSc
Sekretaris	: Bochori, ST.,MT
Pembahas	: 1. Prof. Dr.Ir. Eddy Ibrahim, MS 2. Dr. Ir. Riman Sipahutar, MSc.
Wakil Peserta	: Bochori, ST.,MT
Moderator	: Djulil Amri, ST. MT
Anggota	: 1. Ir. H. Djuki Sudarmono, DESS 2. Al-Antoni Ahmad, ST,.MT 3. Marzuki, SE 4. Maidawati. SE., M.Si 5. Subiyanto, SE 6. Heriyanto, SE
Anggota Pelaksana	: 1. Ibrahim 2. RD. Ida Farida 3. Hairul Anwar, A.Md 4. Ahmad Husni 5. Riana Saimona

DEKAN,

KEMENTERIAN PENDIDIKAN DAN KEBUDAYAAN UNIVERSITAS SRIWIJAYA FAKULTAS TEKNIK

PROF. DR. IR. H. M. TAUFIK TOHA, DEA
NIP. 195308141985031002

UNIVERSITAS SRIWIJAYA
TIM PENILAIAN ANGKA KREDIT

LEMBAR PENGESAHAN
MAKALAH SEMINAR KENAIKAN PANGKAT / JABATAN

Makalah yang berjudul sebagai berikut :

STUDI PENGARUH WAKTU PEREDAMAN ABU BATUBARA PLTU SEBAGI BAHAN PENYERAP (ADSORBENT) LOGAM BERAT LINDI SAMPAH PERKOTAAN

Telah diseminarkan pada Seminar Kenaikan Jabatan Lektor ke Lektor Kepala yang dilaksanakan

Pada hari / tanggal : Rabu /14 Nopember 2012
Bertempat di : Gedung Grha Pertamina LT 2 FT UNSRI

Dan telah dilakukan perbaikan dan perubahan sesuai dengan saran dan masukan yang disampaikan oleh para pembahasan dan peserta yang hadir pada seminar tersebut,

Inderalaya, 14 Nopember 2012
Dosen Pengusul

Ir. H. Maulana Yusuf, MS. MT
NIP. 19590925 198811 1 001

Mengetahui :

No	Fungsi	Nama	Tanda Tangan
1	Moderator Seminar	Djulil Amri, ST. MT	
2	Pembahas I	Prof. Dr. Ir. Eddy Ibrahim, MS	
3	Pembahas II	Dr. Ir. Riman Sipahutar, MSc	
4	Wakil Peserta	Bochori, ST., MT MT	

Inderalaya, 14 Nopember 2012

Dekan
Fakultas Teknik Universitas Sriwijaya

Prof. Dr. Ir. H. M. Taufik Toha, DEA
NIP. 19530814 1985 03 1 002