

PROSIDING SEMINAR NASIONAL TEKNOLOGI PENGELOLAAN LIMBAH XIV

TEMA SEMINAR

Pengembangan IPTEK Pengelolaan Limbah yang Inovatif,
Handal, berkelanjutan dan Berwawasan Lingkungan
Guna Meningkatkan Daya Saing Bangsa



05 Oktober 2016

Gedung IASTH Universitas Indonesia
Salemba – Jakarta

Penyelenggara



UNIVERSITAS INDONESIA

Pusat Teknologi Limbah Radioaktif - BATAN
Dan
Program Studi Ilmu Lingkungan - UI

Diterbitkan Desember 2016

KATA PENGANTAR

Puji syukur kita panjatkan ke hadirat Allah SWT, karena atas karunia-Nya Prosiding Seminar Nasional Teknologi Pengelolaan Limbah XIV dapat diterbitkan. Seminar ini terselenggara atas kerjasama antara Pusat Teknologi Limbah Radioaktif - BATAN dengan Program Studi Ilmu Lingkungan – Universitas Indonesia. Seminar dengan tema “Pengembangan IPTEK Pengelolaan Limbah yang Inovatif, Handal, Berkelanjutan dan Berwawasan Lingkungan Guna Meningkatkan Daya Saing Bangsa” telah dilaksanakan pada tanggal 5 Oktober 2016 di Gedung IASTH It.3 Universitas Indonesia, Salemba.

Seminar diselenggarakan sebagai media sosialisasi hasil penelitian dan pengembangan di bidang limbah radioaktif dan non radioaktif. Seminar Nasional Teknologi Pengelolaan Limbah XIV dijadikan sebagai media tukar menukar informasi dan pengalaman, ajang diskusi ilmiah, peningkatan kemitraan di antara peneliti, akademisi, dan praktisi industri, mempertajam visi pembuat kebijakan dan pengambil keputusan, serta peningkatan kesadaran kolektif terhadap pentingnya pengelolaan limbah yang inovatif, handal, berkelanjutan dan berwawasan lingkungan.

Prosiding ini memuat karya tulis dari berbagai hasil penelitian mengenai pengelolaan limbah radioaktif, industri dan lingkungan. Makalah telah melalui proses evaluasi dari tim editor. Makalah dikelompokkan menjadi empat kelompok, yaitu kelompok pengelolaan limbah, disposal, lingkungan, dan perundang-undangan. Makalah-makalah tersebut berasal dari para peneliti di lingkungan BATAN, BAPETEN dan BPPT serta dosen dan mahasiswa di lingkungan UI, UNDIP, dan UNS.

Semoga penerbitan prosiding ini dapat digunakan sebagai data sekunder dalam pengembangan penelitian dimasa akan datang, serta dijadikan bahan acuan dalam kegiatan pengelolaan limbah. Akhir kata kepada semua pihak yang telah membantu, kami ucapkan terima kasih.

Jakarta, Desember 2016

Kepala
Pusat Teknologi Limbah Radioaktif
Badan Tenaga Nuklir Nasional

Ir. Suryantoro, MT

SUSUNAN TIM EDITOR

Ketua	: Dr. Budi Setiawan	- BATAN
Anggota	: 1. Dr. Sigit Santoso	- BATAN
	2. Dr. Heny Suseno	- BATAN
	3. Drs. Gunandjar, SU	- BATAN
	4. Ir. Aisyah, MT	- BATAN
	5. Dr. Djoko Hari Nugroho	- BAPETEN
	6. Dr. Ir. Mohammad Hasroel Thayib, APU	- UI
	7. Dr. Ir. Setyo Sarwanto Moersidik, DEA	- UI

SUSUNAN PANITIA

Pengarah	:	1. Kepala Badan Tenaga Nuklir Nasional	- BATAN
		2. Ketua Program Studi Ilmu Lingkungan UI	- UI
Penanggung Jawab	:	Ir. Suryantoro, MT	- BATAN
Penyelenggara			
Ketua	:	Budiyono, ST	- BATAN
Wakil Ketua	:	Moch. Romli, S.ST, MKKK	- BATAN
Sekretaris	:	1. Enggartati Budhy Hendarti, A.Md	- BATAN
		2. Pricillia Azhani, STP., M.Si.	- UI
		3. Titik Sundari, A.Md	- BATAN
Anggota	:	1. Widya Handayani, SE	- BATAN
		2. Sugianto, ST	- BATAN
		3. Wezia Berkademi, SE, M.Si	- UI
		4. M. Nurhasim, S.ST	- BATAN
		5. Eri Iswayanti, A.Md	- BATAN
		6. Agustinus Muryama, ST	- BATAN
		7. Budi Arisanto, A.Md	- BATAN
		8. Azhar Firdaus, S.Sos.I, M.Si	- UI
		9. Risdiyana, A.Md	- BATAN
		10. Adi Wijayanto, ST	- BATAN
		11. Arifin Istavara, S.ST	- BATAN
		12. CH. Susiana Atmaja, A.Md	- BATAN
		13. Imam Sasmito	- BATAN
		14. Moh. Cecep Cepi H., S.ST	- UI
		15. Parjono, ST	- BATAN
		16. Siswanto	- BATAN
		17. Sariyadi	- BATAN
		18. Maulana	- BAPETEN
		19. Drs. Hendro	- BATAN
		20. Sunardi, ST	- BATAN
		21. Gatot Sumartono, ST	- BATAN
		22. Ir. Eko Madi Parmanto	- BATAN
		23. Alphana Fridia Cessna, ST., M.Si	- UI
		24. Rukiaty	- BATAN
		25. Ade Rustiadam, S.ST	- BATAN
		26. Ajrieh Setiawan, S.ST	- BATAN
		27. Suparno, A.Md	- BATAN
		28. Suhartono, A.Md	- BATAN

DAFTAR ISI

Kata Pengantar	i
Susunan Tim Editor	ii
Susunan Panitia	iii
Daftar Isi	iv
1 Pengembangan Teknologi Pengolahan Limbah Radioaktif Pra-Disposal : Imobilisasi Limbah Radioaktif Uranium Menggunakan Abu Batubara Sebagai Bahan Matriks <i>Synroc</i> .. Gunandjar dan Yuli Purwanto	1
2 Pengelolaan Limbah Cair Dengan Pendekatan Konsep Eko-Efisiensi: Analisis Hubungan Antara Penerapan Program <i>Cleaner Production</i> Di Area Produksi Dengan Kinerja Instalasi Pengolahan Air Limbah (IPAL)	14
Wahyu Wikandari, Roekmijati Widaningroem Soemantojo, Tri Edhi Budhi Soesilo	
3 Pengolahan Limbah <i>Methylen Blue</i> Secara Fotokatalisis Dengan TiO ₂ Dimodifikasi Fe Dan Zeolit	29
Agus Salim Afrozi, Rahmat Salam, Auring R, Asep Nana S	
4. Kinerja Konsorsium Bakteri Dari Sungai Opak Yogyakarta Dalam Reduksi Nitrat Dengan Sumber Karbon Yang Berbeda	37
Hanies Ambarsari, Miswanto	
5. Pengelolaan Limbah Radioaktif Hasil Dekontaminasi Di Instalasi Produksi Radioisotop Paska Berhenti Operasi	45
Suhaedi Muhammad, Nazaroh, Rr.Djarwanti,RPS	
6. Pemanfaatan Limbah Oli Bekas Sebagai Bahan Bakar Pembantu Peledakan (ANFO) Pada Kegiatan Pertambangan Batubara (Kasus Pemanfaatan Limbah Oli Bekas di PT. JMB Group)	52
Danang Widiyanto	
7. Sistem Pemurnian Helium Pada Reaktor Daya Experimental (RDE) Tipe HTR-10.....	60
Aisyah, Yuli Purwanto	
8. Pengolahan Limbah Daun Jati Kering Dari Desa Leyangan, Ungaran Menjadi Pulp Kering Dengan Proses Soda	68
Linda Kusumaningrum, Heny Kusumayanti	
9 Pembuatan Zat Warna Alami Dari Buah Mangrove <i>Spesies Rhizophora Stylosa</i> Sebagai Pewarna Batik Ramah Lingkungan Dalam Skala Pilot Plan	76
Paryanto, Wusana Agung Wibowo, Moch Helmy Aditya	
10 Konsentrasi Faktor Pada Bioakumulasi Plutonium Oleh Siput Macan (<i>Babylonia Spirata L.</i>) Di Perairan Teluk Jakarta	82
Murdahayu Makmur , Muhammad Qowi Fikri, Defri Yona, Syarifah Hikmah JS	
11. Pengaruh Koefisien Distribusi ¹³⁷ Cs Pada Keselamatan Calon Tapak Fasilitas Disposasi Limbah Radioaktif	93
Budi Setiawan, Dadang Suganda	
12. Kajian Pengolahan Limbah Radioaktif Cair Menggunakan Beberapa Adsorben	105
Mirawaty, Gustri Nurliati	

13	Studi Eksperimen Difusi Boron Dalam Bentonit Terkompaksi Dalam Kondisi Reduksi Oleh Fe	113
	Mas Udi, Noria Ohkubo	
14	Pengolahan Limbah Uranium Cair Dengan Resin Anion Amberlite IRA-400 Cl Dan Imobilisasi Resin Jenuh Menggunakan Polimer	118
	Dwi Luhur Ibnu Saputra, Wati, Nurhayati	
15	Studi Pemanfaatan Zeolit Sebagai Bahan Penopang Asam Oksalat Untuk Dekontaminasi Permukaan Aluminium	124
	Sutoto	
16	Karakteristik Limbah Radioaktif Tingkat Rendah Dan Sedang Reaktor Daya Eksperimental HTR-10	129
	Kuat Heriyanto	
17	Pengembangan Penerapan Sistem Pengawasan Dalam Rangka Pencegahan Masuknya <i>Scrap Metal</i> Terkontaminasi Zat Radioaktif ke Dalam Wilayah Hukum Republik Indonesia	136
	Nanang Triagung Edi Hermawan	
18	Pengawasan Zirkon Di Indonesia	145
	Moekhamad Alfiyan	
19	Polimorfisme XPD23 Pada Pekerja Radiasi Medik	151
	Wiwin Mailana, dan Yanti Lusiyantri	
20	Pengukuran Radiasi Dan Konsentrasi <i>Naturally Occuring Radioactive Materials</i> (NORM) Pada Lahan Calon Tapak PLTU Batubara Kramatwatu Serang Banten	155
	Sucipta, Risdiyana S., Arimuladi SP.	
21	Perhitungan Jumlah Limbah Paska Dekomisioning Reaktor Triga Mark II Bandung	165
	Sutoto, Kuat Heriyanto, Mulyono Daryoko	
22	Fenomena Distribusi Radionuklida Kontaminan Pada Air Kanal Fasilitas KH-IPSB3 Pasca Perbaikan Filter <i>Skimer</i>	173
	Titik Sundari, Darmawan Aji, Arifin	
23	Difusi Radiocesium Oleh Tanah Urugan Sebagai Bahan Penutup Fasilitas Disposal Demo di Kawasan Nuklir Serpong : Karakterisasi <i>Dry Density</i> Tanah Permukaan di Lokasi Fasilitas Disposal Demo	179
	Nurul Efri Ekaningrum, Budi Setiawan	
24	Uji Integritas Kelongsong Bahan Bakar Nuklir Bekas Reaktor Dengan Metode Uji Cicip ..	186
	Dyah Sulistyani Rahayu, Darmawan Aji	
25	Verifikasi Penggunaan Library Origen 2.1 Untuk Perhitungan Inventori Teras Reaktor Tipe HTGR 10 MWth	194
	Anis Rohanda, Jupiter S. Pane, Amir Hamzah	
26	Penentuan Densitas Boron Karbida (B ₄ C) Menggunakan Autopiknometer Dan Secara Metrologi	199
	Torowati, Mu`nisatun, S., Yatno Dwi Agus	
27	Evaluasi Pengukuran Tingkat Kontaminasi Permukaan Material Terkontaminasi Untuk Tujuan Klierens (Studi Kasus : Limbah Pelat Logam Hasil Dekomisioning Fasilitas Pemurnian Fosfat Pt. Petrokimia Gresik)	205
	Moch Romli, Mas'udi , Sugeng Purnomo, M. Nurhasyim, T. Sulistiyo H.N., Suhartono, Imam Sasmito, L. Kwin P	

28	Evaluasi Tahanan Pembumian Instalasi Penyalur Petir Pada Stasiun Meteorologi Kawasan Nuklir Serpong	212
	Adi Wijayanto, Arief Yuniarto, Budihari	
29	Evaluasi Pengendalian Dosis Radiasi Pada Kegiatan <i>Dismantling</i> Dan Pengondisian Zat Radioaktif Terbungkus Yang Tidak Digunakan	217
	Suhartono, Moch Romli, Arie Budianti, Adi Wijayanto, Mahmudin	
30	Penerimaan Dosis Radiasi Sebagai Indikator Keselamatan Dalam Proses Pengolahan Limbah Radioaktif Tahun 2015	224
	L.Kwin Pudjiastuti, Hendro, Suhartono, Arie Budianti	
31	Penerapan Nilai Batas Lepas Radioaktivitas ke Badan Air di Kawasan Nuklir Serpong ..	230
	Arif Yuniarto, Aepah Nurbiyanti, Ambar Winansi, Ritayanti	
32	Analisis Kegagalan Proses Pembangkit Uap Pada Instalasi Pengolahan Limbah Radioaktif Cair	241
	Budiyono, Sugianto	
33	Jaminan Mutu Layanan Evaluasi Dosis Perorangan Dengan <i>TLD Barc</i> di PTKMR-Batan ..	250
	Nazaroh, Rofiq Syaifudin, Sri Subandini Lolaningrum, dan Nina Herlina	
34	Perancangan Sistem Kendali <i>VAC Off-Gas</i> Pada Instalasi Pengolahan Limbah Radioaktif berbasis Programable Logic Control	260
	Sugianto, Budiyono, Arifin Istavara	
35	Uji Kelayakan Operasi Genset BRV20 RSG-Gas Setelah Dilakukan Perbaikan	268
	Teguh Sulisty	
36	Analisis Sistem Ventilasi Fasilitas Produksi 131I di PTRR-BATAN.....	278
	Mulyono, Hermanto, Sofyan Sori, Sriyono	
37	Aplikasi <i>Scada</i> Dengan Media Komunikasi Nirkabel 2.4 Ghz Untuk Pengendali Operasi Fasilitas Kanal Hubung Penyimpanan Sementara Bahan Bakar Nuklir Bekas (KHIPSB3)	283
	Parjono , Budiyono	
38	Pembuatan Dan Pengujian <i>Burner</i> Pada Tungku Peleburan Timbal Untuk Fabrikasi <i>Shielding</i> Sumber Radioaktif Bekas Terbungkus	292
	Arifin Istavara, Jonner Sitompul, Sugianto	
39	Aplikasi Reaktor Pada <i>Capacitor Bank</i> Sebagai Peredam Harmonik Catu Daya Instalasi Pengolahan Limbah Radioaktif	299
	Jonner Sitompul, Sugianto	

STUDI PEMANFAATAN ZEOLIT SEBAGAI BAHAN PENOPANG ASAM OKSALAT UNTUK DEKONTAMINASI PERMUKAAN ALUMINIUM

Sutoto

Pusat Teknologi Limbah Radioaktif-Badan Tenaga Nuklir Nasional
Kawasan Puspiptek Serpong Gedung 50, Tangerang Selatan, Banten 15310

ABSTRAK

STUDI PEMANFAATAN ZEOLIT SEBAGAI BAHAN PENOPANG OKSALAT UNTUK DEKONTAMINASI PERMUKAAN ALUMINIUM. Studi dekontaminasi permukaan plat aluminium telah dilakukan dengan serbuk zeolit bermuatan oksalat. Tujuannya adalah untuk mendekontaminasi permukaan peralatan aluminium berpresisi tinggi yang akan dipakai ulang (*reused*). Bahan pendekontaminasi zeolit bermuatan oksalat bervariasi konsentrasi dibuat dengan cara merendam sejumlah 20 g zeolit ke dalam larutan asam oksalat 25 ml berkonsentrasi masing-masing : 0,1 M, 0,2 M, 0,3 M, 0,4 M dan 0,5 M. Optimalisasi proses sorpsi oksalat kedalam zeolit ditentukan berdasarkan waktu perendaman selama 45 hari. Hasil perendaman dipisahkan dan kandungan oksalat tersisa dalam larutan dianalisis secara titrasi volumetri dengan larutan standar 0,1 N NaOH. Berbagai konsentrasi oksalat tersorpsi zeolit sebagai sampel bahan pendekontaminasi adalah 0,183 ; 0,282 ; 0,370 ; 0,567 ; 0,539 mmol/g. Selanjutnya dikeringkan dalam oven bertemperatur 110°C selama 3 jam. Pengujian dekontaminasi dengan zeolit-oksalat sebagai bahan pendekontaminasi dilakukan terhadap sampel permukaan plat aluminium berukuran (panjang x lebar x tebal) adalah (6,0 x 6,0 x 0,04) cm dengan penggosokan kontinyu menggunakan bantuan putaran pengaduk magnetik. Dekontaminasi dilakukan dengan waktu penggosokan selama 5 menit pada bervariasi kecepatan putaran 100; 200; 300 rpm. Permukaan sampel hasil dekontaminasi menjadi licin -cemerlang (*brightness*) dengan pengurangan berat relatif kecil. Hasil tersebut mengindikasikan bahwa serbuk zeolit-oksalat dapat dipakai sebagai bahan pendekontaminasi permukaan logam aluminium dengan tingkat kerusakan permukaan relatif kecil.

Kata kunci : Zeolit, sorpsion, asam oksalat, dekontaminasi kimia-mekanika

ABSTRACT

UTILIZATION STUDY OF ZEOLYTE AS AN SUPPORTING MATERIALS OF OXALIC ACID COMPOUND FOR DECONTAMINATION PROCESS OF ALUMINIUM SURFACE. Decontamination study of aluminium surface by zeolite oxalic loaded was done. The objective is preparing of a decontamination method for high precision aluminium equipment made to reused propose without any lack and decreasing of their specification.

The loading was done by immersion of 20 g zeolyte into the 25 ml oxalic acid solution with various concentration of : 0,1 M, 0,2 M, 0,3 M, 0,4 M and 0,5 M during 45 days. After immersion process zeolite was separated by decanting and then the solution was analysed to determine the content of oxalic acid by volumetric method using solution standard of 0,1N NaOH and zeolyte was dried in the oven at 110°C for 3 hours. The result of oxalic acid in the zeolyte was 0,183 ; 0,282 ; 0,370 ; 0,567 ; 0,539 mmol/g. The decontamination experiments was done for aluminium pieces with dimension 6 cm x 6 cm and 0,4 mm thickness by brushing continuously using magnetic stirrer with rotation velocity are : 100 ; 200; 300 rpm for 5 minutes respectively. The brushing result is not yet significant to weight reduction of aluminium but shown a brightening of surfaces. It indicates that the zeolyte can be used for decontaminater material and must be continued by experiments to find the optimazing of decontamination process.

Key word : zeolyte, sorption, oxalic acid, chemical-mechanical decontamination

PENDAHULUAN

Pengembangan metode dan teknologi dekontaminasi terus dilakukan untuk meningkatkan sistem keselamatan pengoperasian instalasi nuklir. Fasilitas laboratorium radiasi nuklir dengan berbagai jenis peralatan proses dan analisis yang berbahan aluminium banyak ditemukan. Kemungkinan permukaan peralatan tersebut tercemari zat radioaktif karena ketumpahan/tercipratan adalah besar. Akumulasi jumlah kontaminannya akan meningkatkan laju paparan radiasi diatas batas aman yang diperbolehkan. Keleluasaan gerak dan lama waktu pekerja beraktivitas berada di dalam

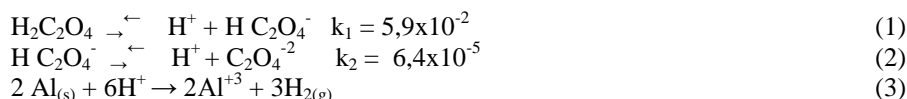
ruangan ditentukan untuk meminimalisir serapan dosis radiasi. Batasan serapan dosis radiasi tahunan untuk pekerja radiasi telah ditentukan oleh badan pengawas, yaitu 20 mSv/th dan tidak melebihi 100 mSv/5 th^[1]. Berkaitan hal tersebut diatas, maka keberadaan sumber radiasi yang berada di sekitarnya harus diminimalisir sehingga keselamatan pekerja aman.

Proses dekontaminasi sebagai salah satu upaya menurunkan tingkat laju radiasi dengan cara mengambil kontaminan (sumber radiasi) yang menempel di permukaan peralatan harus dilakukan. Yaitu, mengikis permukaan bahan/peralatan sehingga kontaminan yang menempel akan terlepas menjadi limbah

radioaktif. Proses dekontaminasi tersebut dapat dilakukan secara fisika- mekanikal atau secara kimia. Parameter efektivitas metode-teknologi dekontaminasi yang dipakai ditunjukkan dari besaran nilai faktor dekontaminasi (FD), disamping jumlah limbah sekunder yang dikeluarkan. Untuk mendapatkan metode yang tepat dengan FD besar, murah dan mudah dioperasikan, maka perlu dilakukan percobaan pengembangan teknologinya.

Dekontaminasi secara kimia adalah metode yang jangkauan efektivitas dekontaminasi nya (FD) besar, karena disamping berinteraksi langsung dengan zat kontaminan juga dapat berinteraksi secara kimia dengan logamnya dengan mekanisme reduksi-oksidasi (redoks). Akibat yang ditimbulkan adalah terkikisnya permukaan logam yang menyebabkan terlepasnya kontaminan yang ada. Jumlah limbah sekunder dan cara penangannya juga menjadi obyek litbang, salah satunya adalah dengan penggunaan bahan penopang sehingga cairan kimia pendekontaminasi dapat lebih lama berinteraksi dengan permukaan dan mudah pengambilannya kembali.

Zeolit sebagai mineral alam yang banyak ditemui di Indonesia adalah berkemampuan menukarkan ion dan menyerap senyawa kimia dengan batas maksimum yang tertentu. Pemakaian di sektor dekontaminasi dapat dilakukan dengan cara memuatkan



Percobaan dekontaminasi dengan zeolit alam yang dimuati oksalat dilakukan secara laboratorium di PTLR untuk mendekontaminasi logam aluminium. Variasi konsentrasi oksalat dilakukan untuk mengetahui kapasitas penyerapannya (sorpsi) dan untuk pengikisan mekanik dilakukan dengan cara penggosokkan menggunakan bantuan putaran pengaduk magnet. Hasil yang didapatkan adalah kesiapan metode dekontaminasi kimia-mekanikal menggunakan asam oksalat dengan bahan penopang zeolit untuk mendekontaminasi permukaan peralatan berbahan aluminium yang akan dipakai ulang. Pengadaan peralatan pengganti akan membutuhkan waktu dan biaya yang besar, sehingga tindakan dekontaminasi sangat diperlukan.

Tujuan penelitian ini adalah menambah variasi metode dekontaminasi peralatan berbahan aluminium dan logam-logam lunak yang akan dipakai ulang (*reused*). Kemudahan pelaksanaan *polishing* dekontaminasi dengan cepat dan sedikit menimbulkan limbah sekunder merupakan keunggulan metode yang dilakukan.

senyawa pendekontaminasi ke dalam bentonit dan selanjutnya dapat dipakai untuk tujuannya dengan keuntungan memudahkan pengelolaan selanjutnya. Salah satu senyawa pendekontaminasi kimia adalah asam lemah oksalat, yang dapat dimuatkan ke dalam bentonit. Zeolit yang telah dimuati dapat digosokkan secara mekanik sehingga kekerasan mineral akan mengikis permukaan logam. Bersamaan proses tersebut terjadi juga interaksi kimia kontaminan dengan asam oksalat yang berakibat proses dekontaminasinya meningkat. Pemakaian berbagai jenis pendekontaminasi berbasis asam sitrat dengan pengkondisi amonium oksalat dan hidrogen peroksida pada pH 5 telah memberikan hasil baik untuk mendekontaminasi logam *stainless steel* dengan FD sekitar 7.^[2] Penggunaan dengan pendekontaminasi asam oksalat untuk logam yang sejenis dengan cara perendaman dan menggunakan bahan penopang gel juga telah dilakukan dengan hasil optimal^[3]. Selanjutnya untuk melengkapi dan mengembangkan sistem dekontaminasi secara kimia yang ada, terutama untuk bahan aluminium maka perlu ditentukan metode yang optimal dengan hasil tidak merusak permukaan bahan. Asam-asam lemah dengan tingkat reduksi rendah dimungkinkan dapat mengikis permukaan aluminium secara lambat dan dapat terkontrol tingkat pengikisannya, reaksi pengikisannya terlihat pada persamaan 3.^[3,4,5]

Limbah seunder yang berupa serbuk zeolit terkontaminasi akan dapat mudah diolah secara sementasi mengikuti prosedur yang telah tersedia di fasilitas pengolahan limbah.

METODOLOGI

Bahan

Serbuk zeolit alam berukuran 100 mesh, larutan 1 M $\text{H}_2\text{C}_2\text{O}_4$, larutan 0,01 M NaOH, indikator Phenol Phtaline dan plat aluminium berukuran (panjang x lebar x tebal) = (6,0 x 6,0 x 0,04) cm

Peralatan

Peralatan laboratorium gelas, pengaduk magnet dengan bar magnetik jenis tabung (tube), timbangan analitis dan pemanas listrik (*oven*).

TATA KERJA

Bahan pendekontaminasi zeolit bermuatan oksalat dibuat dengan cara merendam serbuk zeolit kedalam larutan asam oksalat selama waktu yang ditentukan. Untuk percobaan

dibuat 5 buah sampel pendekontaminasi (zeolit-oksalat) dengan berbagai konsentrasi oksalat bervariasi. Proses pemuatan dilakukan dengan cara merendam 5 buah sampel zeolit berat masing-masing 20 g ke dalam larutan asam oksalat 25 ml berbagai variasi konsentrasi asam oksalat adalah : 0,1 M, 0,2 M, 0,3 M, 0,4 M dan 0,5 M selama 45 hari. Kapasitas pemuatannya ditentukan dengan menentukan kandungan oksalat tersisa dalam larutan secara volumetri menggunakan larutan standar 0,01 N NaOH, kemudian kandungan oksalat dalam zeolit adalah selisih oksalat semula dengan oksalat tersisa. Sebelum dipakai sebagai bahan pendekontaminasi, zeolit hasil pemuatan dikeringkan di dalam oven temperatur 110^oC selama 3 jam. Percobaan dekontaminasi dilakukan dengan cara menempatkan sejumlah zeolit-oksalat (pendekontaminasi) di atas permukaan plat, kemudian digosok-gosokan dengan arah melingkar menggunakan bantuan penggerak batang pengaduk magnet. Batang

pengaduk magnet dipasang dengan posisi *centris*, kemudian ditutup dengan cawan gelas. Proses pengikisan dilakukan dengan memutar pengaduk dengan kecepatan bervariasi dari 100. 200 dan 300 rpm, masing-masing selama 5 menit. Untuk mengetahui hasil pengikisan ditentukan dengan cara pengurangan berat plat sebelum dan sesudah pengikisan.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Pada perlakuan pemuatan oksalat ke dalam zeolit alam, paska pengeringan teramati adanya perubahan warna dari kebiruan menjadi abu-abu. Perubahan tersebut sangat dimungkinkan dikarenakan adanya penguapan air dari serbuk zeolit. Mekanisme proses pemuatan oksalat ke dalam serbuk zeolit yang dilakukan secara perendaman selama 45 hari adalah proses sorpsi- pertukaran ion. Hasil pemuatan oksalat ke dalam serbuk zeolit sebagai bahan pendekontaminasi terlihat pada Tabel. 1

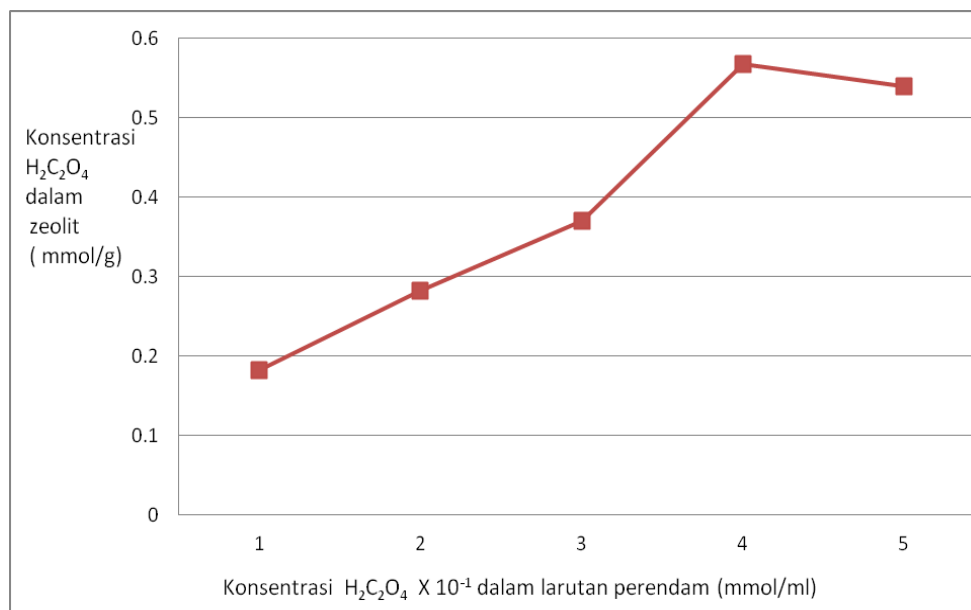
Tabel.1 Konsentrasi hasil pemuatan oksalat pada serbuk zeolit sebagai bahan Pendekontaminasi

No Sampel	Konsentrasi H ₂ C ₂ O ₄ perendam (mmol/ml)	Konsentrasi H ₂ C ₂ O ₄ dalam zeolit (mmol/g)
1	0,1	0.182
2	0,2	0.282
3	0,3	0.370
4	0,4	0.567
5	0,5	0.539

Dari Tabel 1 terlihat bahwa kapasitas penyerapan oksalat pada serbuk zeolit dengan retensi waktu perendaman 45 hari tergantung dari jumlah asam oksalat dalam larutan. Gambar. 1 menunjukkan pengaruh konsentrasi asam oksalat Kapasitas sorpsi oksalat ke dalam zeolit yang optimal didapatkan adalah 0,567 mmol/g.

Pada penggunaan percobaan dekontaminasi permukaan aluminium dengan bantuan penggosokan memakai *magnetic stirrer*, diamati tidak/belum terjadi pengurangan berat (pengikisan) yang *significant*. Keadaan tersebut dimungkinkan karena kurang besarnya gaya tekanan (*pressure force*) yang diberikan ke serbuk untuk berputar, sehingga belum mampu mengikis permukaan aluminium. Hasil akhir yang diperoleh adalah adanya perubahan warna permukaan aluminium menjadi cemerlang (*brigtmess*). Keadaan tersebut mengindikasikan bahwa telah terjadi gesekan (*abrasive*) antara

zeolit dengan bidang permukaan aluminium. Secara visual dapat diketahui bahwa proses dekontaminasi sudah berjalan tetapi belum optimal pengikisannya. Salah satu penyebab adalah kurang besarnya gaya penggosokan (gaya sentrifugal *magnetic stirrer*) yang dipakai untuk menggerakkan zeolit. Gaya sentrifugal penggosokan yang diberikan dari perputaran batang pengaduk terdistribusi mengarah ke vertikal dan horisontal. Gaya vertikal akan berdampak pada proses pemampatan, sedangkan gaya horisontal akan mengakibatkan proses pengikisan. Proses terjadinya *brigtmess* permukaan aluminium tanpa pengurangan berat adalah salah satu dampak dari permukaan mengalami *abrasive* dengan gaya relatif kecil. Proses pemampatan struktur bahan aluminium berjalan dan dimungkinkan terjadi peningkatan densitasnya.



Gambar. 1 Pengaruh konsentrasi asam oksalat

Peranan asam oksalat sebagai bahan pendekontaminasi dan pengkondisi bahan zeolit

Karakteristik permukaan butir serbuk zeolit bermuatan oksalat belum dilakukan secara mikroskopik, sehingga hasil interaksi *abrasive* aluminium tidak dapat terkuualifikasi. Perubahan berat sebelum dan sesudah dekontaminasi relatif sangat kecil. Perubahan yang dapat langsung teramati adalah permukaan plat aluminium menjadi cemerlang (*brightening*). Hasil tersebut terjadi dimungkinkan karena permukaan aluminium mengalami interaksi tekanan aliran (*stressing force*) dari pergerakan serbuk zeolit. Kekuatan daya tarik magnetik terhadap batang pengaduk (*bar magnetic*) yang diputar akan menekan permukaan aluminium, sehingga memungkinkan terjadinya proses pemampatan tebal aluminium menjadi lebih kecil. Panas yang dihasilkan selama interaksi kedua permukaan aluminium dan zeolit berinteraksi memasok proses pemampatan terjadi. Besarnya porositas aluminium dan besaran daya hantar panasnya merupakan parameter yang mengakibatkan kecepatan proses pengikisan terjadi. Sangat dimungkinkan laju dekontaminasi akan didapatkan dengan perlakuan meningkatkan kecepatan putaran dan waktu penggosokannya. Untuk kesempurnaannya dibutuhkan analisis uji kekerasan dan pengukuran densitas zeolit termuati oksalat. Semakin tinggi tingkat kekerasan serbuk (*hardness*), akan semakin baik dipakai sebagai pendekontaminasi. Sedangkan untuk optimalisasi dekontaminasi secara kimia perlu ditelusuri pada kondisi basah. Peran asam

oksalat sebagai asam lemah dan pembangkit reduktor, ion hidrogen (H^+) hanya dapat terjadi dalam media larutan. Percobaan oleh pengaruh penambahan air sebagai pelarut dan media terjadinya proses kesetimbangan kimia perlu dilakukan. Timbulnya panas akibat proses *friction* juga dapat mempengaruhi reaktivitas asam oksalat.

KESIMPULAN

Zeolit alam dari pasaran lokal bersifat *sorbent* dan mampu mengikat (dimuati) oleh gugus oksalat yang dapat berfungsi sebagai bahan pendekontaminasi permukaan logam aluminium. Kekerasan mineral zeolit relatif rendah sehingga nilai faktor pengikisannya rendah dan dapat meningkat setelah dimuati gugus oksalat yang akan bereaksi asam terhadap aluminium. Limbah sekunder zeolit terkontaminasi relatif mudah pengelolaannya dan dapat diolah secara sementara.

DAFTAR PUSTAKA

1. BAPETEN, " Proteksi dan Keselamatan Radiasi Nuklir dalam Pemanfaatan Tenaga Nuklir" Perka Kepala Bapeten No.4 Tahun 2013.
2. MULYONO DARYOKO," *Dekontaminasi Permukaan Baja Tahan Karat Dengan Metoda Kimia Berbasis Asam Sitrat*" Prosiding Seminar Nasional Pengelolaan Limbah VIII, PTLR-BATAN, 2010

3. SALIMIN ZAINUS," *Dekontaminasi Glove Box Dengan Asam Oksalat dan Bahan Penopang Gel*" Pertemuan dan Presentasi Ilmiah Pengolahan Limbah I, Serpong 10-11 Desember 1997
4. WILLIAM F. SMITH, "*Principles of Materials Science And Engineering*" McGraw- Hill, Inc, International Edition, USA, 1996
5. KHOPKAR S. M, "*Konsep Dasar Kimia Analitik*" Penerbit Universitas Indonesia, Jakarta, 1999