

459/TA-SS/TL-2/VI/2018

**LAPORAN TUGAS AKHIR  
(EV – 003)**

**Penyisihan Fosfat ( $PO_4$ ) dalam Air Bekas Buatan Menggunakan  
Zeolit Termodifikasi *Treated Natural Zeolite* RA52 dan Karbon  
Aktif**

**Disusun Oleh:**

**Deddy Prasetyo  
113050006**



**JURUSAN TEKNIK LINGKUNGAN  
FAKULTAS TEKNIK  
UNIVERSITAS PASUNDAN  
BANDUNG  
2018**

**Penyisihan Fosfat ( $PO_4$ ) dalam Air Bekas Buatan Menggunakan  
Zeolit Termodifikasi *Treated Natural Zeolite* RA52 dan Karbon  
Aktif**

**LAPORAN TUGAS AKHIR  
(EV – 003)**

**Diajukan untuk memenuhi persyaratan penyelesaian Program S-1  
Jurusan Teknik Lingkungan Fakultas Teknik  
Universitas Pasundan**

**Disusun Oleh:**

**Deddy Prasetyo  
113050006**



**JURUSAN TEKNIK LINGKUNGAN  
FAKULTAS TEKNIK  
UNIVERSITAS PASUNDAN  
BANDUNG  
2018**

**HALAMAN PENGESAHAN**  
**LAPORAN TUGAS AKHIR**  
**(EV – 003)**

**Penyisihan Fosfat ( $PO_4$ ) dalam Air Bekas Buatan Menggunakan Zeolit  
Termodifikasi *Treated Natural Zeolite* RA52 dan Karbon Aktif**

**Disusun Oleh:**

**Deddy Prasetyo**  
**113050006**



**Telah disetujui dan disahkan**  
**Pada 30 Mei 2018**

Pembimbing I

Pembimbing II

( Lili Mulyatna, Ir., MT)

( Dr. Hary Pradiko, ST., MT)

Penguji I

Penguji II

( Dr. Yonik M. Yustianti, Ir., MT)

( Dr. Evi Afiatun, Ir., MT)

# Penyisihan Fosfat ( $\text{PO}_4$ ) dalam Air Bekas Buatan Menggunakan Zeolit Termodifikasi *Treated Natural Zeolite* RA52 dan Karbon Aktif

Deddy Prasetyo

Program Studi Teknik Lingkungan Fakultas Teknik  
Universitas Pasundan Bandung

## *Abstrak*

Air bekas merupakan bagian dari limbah cair domestik yang proses pengalirannya tidak melalui toilet, misalnya seperti air bekas mandi, air bekas mencuci pakaian, dan air bekas cucian dapur. Air bekas yang masuk ke lingkungan perairan dapat berpotensi meningkatkan fosfat ( $\text{PO}_4$ ). Keberadaan fosfat yang berlebihan di badan air menyebabkan suatu fenomena yang disebut eutrofikasi (pengkayaan nutrien). Tujuan penelitian ini adalah menemukan besarnya penurunan kadar fosfat dalam air bekas buatan dengan melakukan variasi media, pemilihan arah aliran dan penentuan waktu kontak air bekas buatan menggunakan media zeolit termodifikasi (TNZ) tipe RA 52 dan karbon aktif. Salah satu upaya pengolahan menggunakan media berbutir atau filtrasi, media filtrasi yang digunakan yaitu zeolit termodifikasi tipe RA 52 dan karbon aktif. Reaktor berbentuk silinder dengan diameter 20,32 cm, tinggi reaktor 80 cm dan tinggi maksimum media di dalam reaktor sebesar 54,5 cm. Hasil penelitian menunjukkan bahwa konfigurasi 1 (zeolit) dengan arah aliran pengisian dari atas ke bawah di menit ke-90 merupakan konfigurasi terbaik dalam penyisihan fosfat ( $\text{PO}_4$ ) dengan nilai fosfat air olahan sebesar 0,52 mg/l dengan presentase penyisihan sebesar 95,77%. Arah aliran pengisian dari bawah merupakan arah aliran terbaik dalam penyisihan fosfat ( $\text{PO}_4$ ) dan waktu kontak 15 menit merupakan waktu kontak optimum dibandingkan waktu kontak menit ke-30 hingga menit ke-90. Hasil penelitian menggunakan zeolit RA 52 mampu menyisihkan fosfat sampai dengan dibawah nilai baku mutu PERMENLH No.5/2014 dengan nilai sebesar 2 mg/l.

Kata kunci : Air Bekas Buatan, Fosfat ( $\text{PO}_4$ ), Karbon Aktif, Zeolit Termodifikasi *Treated Natural Zeolite* RA52

# Removal Phosphate ( $\text{PO}_4$ ) from Artificial Greywater Using Modified Zeolite Treated Natural Zeolite RA52 and Activated Carbon

Deddy Prasetyo

*Department of Environmental Engineering  
Pasundan University*

## **Abstract**

Greywater is part of the domestic waste that process streaming, not through the toilet, such as water used to bathe, water used to wash clothes, and water used to wash the kitchen. Greywater that goes into the aquatic environment can potentially increase the phosphate ( $\text{PO}_4$ ). The existence of excessive phosphate in the body of water causes a phenomenon called eutrophication (nutrient enrichment). The purpose of this research is to find the magnitude of decline in the water levels of phosphate in secondhand to perform a variety of media, selecting the best flow and timing of water contact secondhand using modified zeolite (TNZ) type RA 52 and activated carbon. One of the attempts to use the media processing grained or filtration, filtration media used is a modified zeolite-type RA 52 and activated carbon. Cylindrical reactor with a diameter of 20.32 cm, height 80 cm reactor and a maximum height of media in the reactor amounted to 54.5 cm. The results showed that the configuration 1 (zeolite) the flow from down direction in the 90 minute is the best configuration in allowance phosphate ( $\text{PO}_4$ ) with the value of the processed water phosphate 0,52 mg/l with a percentage of 95.77% allowance. The direction of flow from down stream flow is the best direction in the allowance phosphate ( $\text{PO}_4$ ) and a contact time of 15 minutes is the optimum contact time than the contact time of 30 minutes to 90 minutes. The results using zeolite RA 52 capable of removing phosphate and below the quality standard value PERMENLH No.5/2014, with a value of 2 mg/l.

Keywords : Artificial Greywater, Phosphate ( $\text{PO}_4$ ), Activated Carbon, Modified Zeolite Treated Natural Zeolite RA52

## DAFTAR ISI

<b>LEMBAR PENGESAHAN</b> .....	i
<b>ABSTRAK</b> .....	ii
<b>ABSTRACT</b> .....	iii
<b>KATA PENGANTAR</b> .....	iv
<b>DAFTAR ISI</b> .....	vi
<b>DAFTAR TABEL</b> .....	ix
<b>DAFTAR GAMBAR</b> .....	x
<b>BAB I PENDAHULUAN</b>	
1.1 Latar Belakang .....	I-1
1.2 Maksud dan Tujuan Penelitian.....	I-3
1.3 Ruang Lingkup.....	I-3
1.4 Sistematika Penulisan .....	I-3
<b>BAB II TINJAUAN PUSTAKA</b>	
2.1 Air Limbah <i>Greywater</i> .....	II-1
2.2 Deterjen.....	II-4
2.2.1 Kandungan Deterjen.....	II-5
2.2.2 Jenis-Jenis Deterjen.....	II-7
2.3 Fosfat.....	II-8
2.4 Penyisihan Fosfat dalam Air Buangan.....	II-10
2.4.1 Penyisihan Secara Kimia Fisik.....	II-10
2.4.2 Penyisihan Secara Biologis .....	II-12
2.4.3 Koagulasi dan Flokulasi .....	II-13
2.4.4 Filtrasi .....	II-13
2.5 Zeolit.....	II-14
2.6 Proses Pembentukan Zeolit.....	II-16
2.7 Zeolit Alam .....	II-17
2.8 TNZ ( <i>Treated Natural Zeolit</i> ).....	II-19
2.9 Karbon Aktif .....	II-21
2.10 Adsorpsi .....	II-23
2.11 <i>Molecular Sieve</i> .....	II-24

2.12 Penelitian Terdahulu .....	II-24
---------------------------------	-------

### **BAB III METODOLOGI PENELITIAN**

3.1 Metode Penelitian.....	III-1
3.2 Tahapan Penelitian .....	III-1
3.2.1 Studi Literatur .....	III-2
3.2.2 Desain Reaktor dan Persiapan Penelitian.....	III-2
3.2.3 Daftar Alat.....	III-3
3.2.4 Daftar Bahan .....	III-4
3.3 Pembuatan Air Baku .....	III-4
3.4 Variasi Tiga Konfigurasi Media.....	III-5
3.5 Penentuan Arah Aliran dan Variasi Waktu Kontak Media .....	III-6
3.6 Pemeriksaan Kualitas Air Olahan Konsentrasi .....	III-7
3.7 Pemeriksaan Kemampuan Adsorpsi Zeolit Termodifikasi dan Karbon Aktif .....	III-8
3.8 Hasil dan Pembahasan.....	III-8

### **BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN**

4.1 Umum.....	IV-1
4.1.1 Air Bekas Buatan .....	IV-1
4.1.2 Pembuatan Kurva Kalibrasi Fosfat .....	IV-1
4.2 Hasil Penelitian .....	IV-3
4.2.1 Fosfat ( $PO_4$ ) .....	IV-4
4.2.2 <i>Total Dissolved Solid (TDS)</i> .....	IV-9
4.2.3 pH .....	IV-14
4.3 Hasil Pengujian Terhadap Kemampuan Adsorpsi Zeolit dan Karbon Aktif .....	IV-17

### **BAB V KESIMPULAN DAN SARAN**

5.1 Kesimpulan.....	V-1
5.2 Saran .....	V-2

### **DAFTAR PUSTAKA**

### **LAMPIRAN**

# BAB I

## PENDAHULUAN

### 1.1 Latar Belakang

Banyaknya aktivitas manusia yang menggunakan air mengakibatkan konsumsi air bersih semakin besar, dengan peningkatan kebutuhan ini akan diikuti oleh jumlah air limbah yang dihasilkan dari berbagai aktivitas manusia. Limbah cair rumah tangga merupakan salah satu bahan sisa dari aktivitas manusia sehari-hari. Limbah cair banyak berasal dari air buangan domestik, misalnya air bekas mandi, bekas cuci pakaian, perabotan rumah tangga, dan bahan makanan serta jasa pencucian komersil, buangan tekstil, pewarnaan dan industri kosmetik (Chazanah (2002) dalam Febriani 2015).

*Greywater* merupakan bagian dari limbah cair domestik yang proses pengalirannya tidak melalui toilet, misalnya seperti air bekas mandi, air bekas mencuci pakaian, dan air bekas cucian dapur. Sekitar 60 – 85% dari total volume kebutuhan air bersih akan menjadi limbah cair domestik (Metcalf & Eddy, 1991). Bagian dari *greywater* adalah sekitar 75% dari total volume limbah cair domestik (Hansen & Kjellerup (1994) dalam Febriani, 2015). *Greywater* tanpa pengolahan jika masuk ke lingkungan perairan dapat berpotensi meningkatkan COD, BOD dan Fosfat ( $PO_4$ ), yang berakibat berkurangnya nilai oksigen terlarut (DO). Dengan menurunnya kandungan DO di perairan maka akan mempengaruhi kehidupan ikan dan biota air lainnya. Selain itu, masuknya air limbah domestik ke perairan juga dapat menimbulkan bau yang tidak enak dan resiko terjadinya “eutrofikasi” (Eiger & Smith (2002) dalam Febriani, 2015). Melihat besarnya resiko pencemaran air maka limbah *greywater* diharapkan dilakukan pengolahan lebih dahulu sebelum dialirkan ke badan air permukaan (sungai dan danau).

Deterjen yang merupakan bagian dari limbah *grey water*, mengandung bahan aktif seperti kwaterner ammonium klorida, LAS, sodium *dodecyl benzene sulfonate*, natrium karbonat, natrium fosfat, *alkilbenzena sulfonate* merupakan bahan aktif yang banyak terkandung pada pelembut pakaian dan deterjen



(Cony, dkk, 2012). Pengolahan limbah *greywater* dalam skala domestik sendiri tidak begitu populer dilakukan. Banyak dari masyarakat yang membuang limbah bekas cucian ke tanah atau ke drainase perkotaan. Salah satu alternatif pengolahan limbah *greywater* dengan menggunakan media berupa zeolit.

Zeolit adalah mineral kristal alumina silika tetrahidrat berpori yang mempunyai struktur kerangka tiga dimensi, terbentuk oleh tetrahedral  $[\text{SiO}_4]^{4-}$  dan  $[\text{AlO}_4]^{5-}$  yang saling terhubung oleh atom-atom oksigen sedemikian rupa, sehingga membentuk kerangka tiga dimensi terbuka yang mengandung kanal-kanal dan rongga-rongga, yang didalamnya terisi oleh ion-ion logam, biasanya adalah logam-logam alkali atau alkali tanah dan molekul air yang dapat bergerak bebas (Chetam, 1992) dalam Lestari, 2010).

Berdasarkan hasil dari penelitian yang telah dilakukan sebelumnya oleh PT. Muin Bangun Persada (2004) menggunakan zeolit termodifikasi tipe RA 52 dapat menurunkan fosfat  $[\text{PO}_4]$  sebesar 99,73% pada air limbah buatan dengan ketebalan zeolit 60 cm dengan satu kali saring filtrasi dengan reaktor filtrasi berdiameter 3 inchi dan tinggi 90 cm.

Permasalahan air yang disebabkan oleh deterjen memerlukan penanganan yang tepat agar tidak mencemari lingkungan dan mengganggu kesehatan. Menurut Peraturan Menteri Lingkungan Hidup Republik Indonesia No.5 Tahun 2014 tentang baku mutu limbah cair bagi kegiatan industri sabun, deterjen dan produk minyak nabati kadar maksimum fosfat  $[\text{PO}_4]$  yang diperbolehkan adalah 2 mg/l. Perlunya pengolahan air bekas sebelum dibuang ke badan air agar sesuai dengan baku mutu.

Berdasarkan latar belakang tersebut, perlu dilakukan penelitian tentang pengolahan air bekas dengan menggunakan media zeolit termodifikasi tipe RA 52. Salah satu upaya pengolahan yaitu dengan media berbutir atau filtrasi. Media filtrasi yang digunakan yaitu zeolit termodifikasi tipe RA 52. Media yang digunakan adalah bahan yang relatif murah dan mudah didapat.

Penggunaan zeolit termodifikasi tipe RA 52 diharapkan dapat menurunkan kadar fosfat [ $\text{PO}_4$ ] dalam air bekas buatan.

## 1.2 Maksud dan Tujuan Penelitian

Maksud dari penelitian ini adalah mengetahui kemampuan pengolahan air bekas buatan dengan menggunakan zeolit termodifikasi RA 52. Tujuan penelitian ini adalah menemukan besarnya penurunan kadar fosfat dalam air bekas buatan dengan menggunakan media zeolit termodifikasi (TNZ) tipe RA 52 dan karbon aktif.

## 1.3 Ruang Lingkup

Adapun ruang lingkup dari penelitian ini adalah sebagai berikut :

1. Air yang digunakan sebagai obyek penelitian adalah air bekas buatan yang terdiri dari campuran air keran Laboratorium Air Teknik Lingkungan UNPAS yang dicampur dengan sabun mandi dan deterjen.
2. Media penyisihan air bekas buatan yang digunakan adalah zeolit termodifikasi tipe RA 52 dan karbon aktif.
3. Tabung reaktor penyisihan air bekas berbentuk silinder.
4. Melakukan variasi 3 konfigurasi media untuk mencari media yang efektif dalam menurunkan fosfat.
5. Melakukan pemilihan arah aliran terbaik dalam proses penyisihan serta melakukan variasi waktu kontak air bekas buatan dan media selama menit ke- 15, 30, 45, 60, 75 dan 90.
6. Paramater yang akan diuji meliputi parameter fisik (TDS) dan kimia (pH dan Fosfat).
7. Pengujian adsorpsi zeolit termodifikasi dan karbon aktif.

## 1.4 Sistematika Penulisan

Penulisan laporan tugas akhir ini disusun dengan menggunakan sistematika penulisan sebagai berikut :

## **BAB I PENDAHULUAN**

Dalam bab ini berisi tentang latar belakang, rumusan masalah, maksud dan tujuan penelitian, ruang lingkup dan sistematika penulisan.

## **BAB II TINJAUAN PUSTAKA**

Pada bab ini menjelaskan tentang teori-teori yang mendukung penelitian dengan bersumber pada literatur dan jurnal serta penelitian-penelitian terdahulu.

## **BAB III METODOLOGI PENELITIAN**

Berisi tentang daftar alat dan bahan yang digunakan, diagram alir penelitian, metode pengumpulan data serta metode analisa data yang digunakan dalam penelitian.

## **BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN**

Pada bab ini menjelaskan mengenai hasil yang diperoleh selama penelitian disertai dengan analisis data dan pembahasannya.

## **BAB V KESIMPULAN DAN SARAN**

Menyajikan kesimpulan hasil penelitian yang telah dilakukan serta saran yang dapat berguna pada penelitian selanjutnya.



## DAFTAR PUSTAKA

Agustina, Tuty Emilia. Luigi, Chris. Lorenza, Tizana. 2015. *Pengaruh Ketinggian Unggun Zeolit dan Suhu Aktivasi Zeolit Terhadap Penurunan Konsentrasi Fosfat Pada Air limbah Laundry Sintetik*. Jurusan Teknik Kimia Fakultas Teknik Universitas Sriwijaya.

Aprianti, Kartika. Destiarti, Lia. Wahyuni, Nelly. 2015. *Karakteristik Zeolit Mangan Komersial dan Aplikasinya Dalam Mengadsorpsi Ion Fosfat*. JKK, Tahun 2015, Volume 4(1), halaman 52-57. ISSN : 2302-1077. Universitas Tanjungpura.

Azami, Mia. 2012. *Pengolahan Limbah Cair Laboratorium Kimia Dalam Penurunan Kadar Organik Serta Logam Berat Fe, Mn, Cr Dengan Metode Koagulasi dan Adsorpsi*. Tugas Akhir Program Studi Kimia Universitas Indonesia, Depok.

Febriani, Karina Rizki. 2015. *Uji kapasitas Adsorpsi Coco Peat untuk Menyisihkan deterjen dalam Limbah Cair Domestik*. Tugas Akhir Prodi Teknik lingkungan ITB, Bandung.

Firdaus, Ade Rahmat. 2014. *Efektivitas Media Arang Kayu dan Arang Batok Kelapa Dalam Mereduksi Konsentrasi Phosphate ( $PO_4$ ) Pada Air Limbah Laundry*. Jurnal Fakultas Kesehatan Masyarakat Universitas Mulawarman, Samarinda.

<http://duniaairdansanitasi.blogspot.com/2014/02/filtrasi-dalam-instalasi.html>

(diakses 4 juni 2018, pukul 00:02)

[http://artikelkimiasatu.blogspot.com/2016/06/macam-macam-reaktor-dan-](http://artikelkimiasatu.blogspot.com/2016/06/macam-macam-reaktor-dan-pengertiannya.html)

[pengertiannya.html](http://artikelkimiasatu.blogspot.com/2016/06/macam-macam-reaktor-dan-pengertiannya.html) (diakses 4 juni 2018, pukul 00:05)

Lestari, Dewi Yuanita. 2010. *Kajian modifikasi dan karakterisasi zeolit alam dari berbagai negara*. Jurnal Pendidikan Kimia UNY, Yogyakarta.

Lestari, Nainna Anjanni Ade. Diantari, Rara. Efendi, Eko. 2015. *Penurunan Fosfat Pada Sistem Resirkulasi Dengan Penambahan Filter Yang Berbeda*. e-Jurnal Rekayasa dan Teknologi Budidaya Perairan. Volume III No 2 Februari 2015 ISSN: 2302-3600.

Muin, Zulkarnaen. Direktur PT. Muin Bangun Persada. (Agustus 2017 & April 2018). Komunikasi Personal.

Peraturan Menteri Lingkungan Hidup Republik Indonesia No.5 Tahun 2014 tentang baku mutu limbah cair bagi kegiatan industri sabun, deterjen dan produk minyak nabati

Pratiwi, Suci. 2017. *Efisiensi Penyisihan Kesadahan Menggunakan Zeolit Alam dan Zeolit Termodifikasi*. Tugas Akhir Prodi Teknik Lingkungan UNPAS, Bandung.

Pratomo, Sigit Wahyu. Mahatmanti, F. Widhi. Sulistyaningsih, Triastuti. *Pemanfaatan Zeolit Alam Teraktivasi  $H_3PO_4$  sebagai Adsorben Ion Logam Cd(Ii) dalam Larutan*. Indonesian Journal of Chemical Science 6 (2) (2017) p-ISSN 2252-6951 e-ISSN 2502-6844. Universitas Negeri Semarang.

Puspitahati, Cony. Bambang S, Didik. 2012. *Studi Kinerja Biosand Filter Dalam Mengolah Limbah Laundry*. Jurnal Teknik Lingkungan ITS, Surabaya.

Rahadiansyah, 2017. *Efisiensi Penyisihan Fe, Mn dan Kesadahan dalam Air Tanah Dengan Menggunakan Saringan Kombinasi Zeolit Termodifikasi Treated Natural Zeolite (TNZ RC 42 dan TNZ RC 22) dan Karbon Aktif*. Tugas Akhir Prodi Teknik Lingkungan Universitas Pasundan, Bandung.

Silaban, T.F., L. Santoso. Suparmono. 2012. *Peningkatan Kerja Filter Air untuk Menurunkan Konsentrasi Amonia pada Pemeliharaan Ikan Mas. (Cyprinus carpio)*. e-JRTBP 1:47-56.

Suardana, I. N. 2008. *Optimalisasi Daya Adsorpsi Zeolit terhadap Ion Kromium (III)*. Jurnal Penelitian dan Pengembangan Sains & Humaniora 2: 17-33.

Yopita, Widya. 2016. *Pengolahan Air Hujan Untuk Air Minum Menggunakan Media Filter Treated Natural Zeolite (TNZ) dan Karbon Aktif*. Tugas Akhir Prodi Teknik Lingkungan UNPAS, Bandung.

Yuliasuti, Rieke. Cahyono, Handaru Bowo. 2017. *Efektifitas Pengolahan Limbah Cair Industri Asbes Menggunakan Flokulan dan Adsorben*. *Jurnal Teknologi Proses dan Inovasi Industri*, Vol.2, No.2, November 2017.

