

Desain Pretreatment Penurun Kadar *Phosphate* Unit *Laundry* RSUD Dr. R. Koesma Tuban Dengan Metode Presipitasi dan Filtrasi

Riefky Nugraha Adhi^{1*}, Denny Dermawan², Moch Luqman Ashari³

¹²Program Studi Teknik Pengolahan Limbah, Jurusan Teknik Permesinan Kapal, Politeknik Perkapalan Negeri Surabaya, Surabaya 6011

³Program Studi Teknik Keselamatan dan Kesehatan Kerja, Jurusan Teknik Permesinan Kapal, Politeknik Perkapalan Negeri Surabaya, Surabaya 6011

E-mail: rifynugrahaadhi28@gmail.com

Abstrak

Rumah sakit dalam kegiatannya banyak menggunakan bahan-bahan yang mencemari lingkungan. Unit *laundry* merupakan salah satu kegiatan yang menghasilkan limbah cair dengan kandungan kimia yang tinggi, salah satu kandungan kimia yang terdapat pada limbah cair tersebut adalah *phosphate*. Pembuatan *prototype pretreatment* unit *laundry* RSUD Dr. R. Koesma Tuban, bertujuan untuk dapat mendesain dan merancang *prototype pretreatment* penurun kadar *phosphate* unit *laundry* RSUD Dr. R. Koesma Tuban. Metode yang digunakan dalam pembuatan *prototype* penurun kadar *phosphate* adalah metode presipitasi dan filtrasi. Metode presipitasi merupakan salah satu proses pengolahan kimiawi yang efektif menghilangkan kandungan *phosphate* dalam pengolahan air limbah, digunakan variasi bahan kimia dalam meremoval kadar *phosphate* yaitu dengan menggunakan alum, feri klorida dan ferro sulfat sebagai presipitan. Metode filtrasi digunakan filter yang efektif dalam meremoval *phosphate* yaitu, menggunakan filter zeolit dengan ketinggian media 25 cm dan diaktivasi pada suhu 300°C.

Kata Kunci: limbah *laundry*, *phosphate*, *prototype*, presipitasi, filtrasi

1. PENDAHULUAN

Rumah sakit dalam kegiatannya banyak menggunakan bahan-bahan yang berpotensi mencemari lingkungan, salah satu kegiatan yang menjadi sumber pencemar salah satunya unit *laundry*. Unit *laundry* merupakan salah satu kegiatan yang menghasilkan limbah cair dengan kandungan kimia yang tinggi, hal tersebut disebabkan oleh penggunaan deterjen pada unit *laundry*. Salah satu kandungan kimia yang terdapat pada limbah cair tersebut adalah *phosphate*, limbah yang mengandung *phosphate* akan menyebabkan masalah lingkungan hidup yaitu menyebabkan *eutrofikasi*.

Menurut Nurlaila (2008), presipitasi merupakan salah satu proses pengolahan kimiawi yang efektif menghilangkan kandungan *phosphate* dalam pengolahan air limbah. Presipitasi adalah pengurangan bahan-bahan terlarut dengan cara penambahan bahan-bahan kimia terlarut yang menyebabkan terbentuknya padatan-padatan. Filtrasi juga merupakan metode yang tepat untuk menurunkan kadar *phosphate*. Proses filtrasi menggunakan filter zeolit dengan ketinggian media 25 cm dan telah diaktivasi pada suhu 300°C. Persentase penurunan konsentrasi fosfat tertinggi mencapai lebih dari 52%. Zeolit memiliki kemampuan adsorpsi fosfat yang cukup baik.

Oleh karena itu guna mengurangi konsentrasi parameter *phosphate* sesuai Peraturan Gubernur Jawa Timur No.72 Tahun 2013, tentang baku mutu air limbah bagi Industri dan/atau kegiatan rumahsakit, bahwa parameter *phosphate* (PO_4) adalah 2 mg/l, agar *phosphate* yang dihasilkan tidak mengakibatkan *eutrofikasi* yang mengganggu operasi IPAL, dengan menggunakan proses pengolahan secara biologis aerobik. Pembuatan *prototype pretreatment* unit *laundry* RSUD Dr. R. Koesma Tuban, bertujuan untuk dapat mendesain dan merancang *prototype pretreatment* penurun kadar *phosphate* unit *laundry* RSUD Dr. R. Koesma Tuban.

2. METODOLOGI

Identifikasi Masalah dan penetapan Tujuan

Identifikasi masalah bermaksud untuk menetapkan tujuan. Identifikasi masalah didapatkan saat melakukan pengamatan, sehingga bisa dilakukan sebuah penelitian. Pada tahap ini juga dilakukan penetapan tujuan, tujuan penelitian ini adalah membuat desain *prototype* untuk menurunkan kadar *phosphate* pada limbah cair Unit *Laundry* RSUD Dr. R. Koesma Kabupaten Tuban.

Observasi Lapangan

Pada tahap ini dilakukan pengamatan secara langsung pada pengolahan limbah Unit *Laundry* RSUD Dr. R. Koesma Kabupaten Tuban. Unit laundry RSUD Dr. R. Koesma Tuban memiliki *pretreatment basin* yang berfungsi hanya sebagai perangkap busa, sehingga tidak bisa mengolah kandungan *phosphate* yang terkandung pada limbah cair tersebut.

- Studi Literatur

- Data Primer

Data primer yang digunakan dalam penelitian ini yaitu: wawancara dengan staf RSUD Dr. R. Koesma Kabupaten Tuban dengan objek penelitian outlet Unit Laundry, dan hasil analisa pretreatment basin (PTB), outlet dan inlet Instalasi Pengolahan Air Limbah dapat dilihat pada Lampiran 1, serta debit air limbah unit laundry.

- Data sekunder

Data sekunder yang digunakan dalam penelitian ini yaitu : jenis presipitan yang efisien dalam merunkan kadar phosphate. penggunaan presipitan alum ferro sulfat dan ferri klorida, serta ketinggian filter pada metode filtrasi.

Analisa Data dan Hasil

Pada tahap ini dilakukan analisis data yaitu dengan cara mendesain dan merancang *prototype*. Dalam mendesain digunakan persamaan dua(2) untuk menentukan dimensi masing-masing reaktor, dan aplikasi AutoCAD untuk menggambar.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Kebutuhan Air Bersih Unit Laundry RSUD Dr. R Koesma Tuban

Untuk mengetahui kebutuhan Air Bersih unit laundry RSUD Dr. R Koesma Tuban dilakukan perhitungan sebagai berikut :

1. Unit laundry RSUD Dr. R Koesma Tuban Memiliki 4 mesin cuci dengan kapasitas yang berbeda. Berikut kapasitas masing-masing mesin cuci
 - a. Mesin cuci 1 = 55 Kg (untuk pakaian B3)
 - b. Mesin cuci 2 = 32 Kg (untuk pakain non B3)
 - c. Mesin cuci 3 = 24 Kg (untuk pakaian non B3)
 - d. Mesin cuci 4 = 6,1 Kg (untuk pakaian karyawan)
2. Waktu operasi unit laundry dimulai dari pukul 07:00 sampai 19:00 dengan 2 jam waktu istirahat, yaitu pada pukul 11:00 sampai 13:00, dalam 1 hari waktu operasi unit laundry adalah 10 jam. Untuk 1 kali siklus proses pencucian dibutuhkan waktu 2 jam (30 menit pemilahan pakaian, 45 menit proses pencucian, dan 45 menit proses pembilasan). Jadi dalam 1 hari unit laundry mencuci sebanyak 5 kali siklus.
3. Berdasarkan Buku Pedoman Sanitasi Rumah Sakit Indonesia tahun 2004 kebutuhan air bersih unit laundry adalah 40 liter/kg.
4. Kebutuhan air bersih unit laundry RSUD Dr. R. Koesma Tuban dalam 1 hari:
 - a. Mesin cuci 1 (55 kg)
 - = 40 liter/kg x 55 kg x 5 kali/hari
 - = 11000 liter/hari
 - = 11 m³/hari
 - b. Mesin cuci 2 (32 kg)
 - = 40 liter/kg x 32 kg x 5 kali/hari
 - = 6400 liter/hari
 - = 6,4 m³/hari
 - c. Mesin cuci 3 (24 kg)
 - = 40 liter/kg x 24 kg x 5 kali/hari
 - = 4800 liter/hari
 - = 4,8 m³/hari
 - d. Mesin cuci 4 (6,1 kg)
 - = 40 liter/kg x 6,1 kg x 5 kali/hari
 - = 1220 liter/hari
 - = 1,22 m³/hari
5. Jadi total kebutuhan air bersih unit laundry RSUD Dr. R. Koesma Tuban:
 - = 11 m³/hari + 6,4 m³/hari + 4,8 m³/hari + 1,22 m³/hari
 - = 23,42 m³/hari

Persentase Air Bersih yang Menjadi Air Limbah

Dalam penelitian ini untuk menentukan persentase air bersih yang menjadi air limbah, peneliti melakukan pencucian dengan menggunakan mesin cuci, 1 kg baju kotor dan ember dengan volume 12,74 liter. Berikut perhitungan persentase air bersih yang menjadi air limbah:

1. Pada tahap pencucian digunakan mesin cuci yang terdapat pengering, dan menimbang baju kotor seberat 1 kg.
2. Menghitung volume ember yang digunakan dalam tahap pengisian air bersih, berikut perhitungan volume ember yang digunakan:
 - = Tinggi ember : 24 cm
 - = Diameter ember : 26 cm
 - = Volume ember / Luas alas x t
 - : $\pi \times r^2 \times t$
 - : $3,14 \times 13^2 \times 24 \text{ cm}$
 - : $12.735,84 \text{ cm}^3$
 - : 12,74 liter
3. Dilakukan 4 (empat) kali pengisian air bersih, jadi total air bersih yang digunakan:
 - = $12,74 \text{ liter} \times 4 : 50,96 \text{ liter}$
4. Pada tahap pencucian dilakukan pengisian air bersih sebanyak 2 kali, berikut total air bersih yang menjadi air limbah pada tahap pencucian :
 - = 1 (satu) ember air limbah terisi penuh : 12,74 liter
 - = 1 (satu) ember dengan tinggi air limbah : 22,5 cm
 - Volume air limbah = $\pi \times r^2 \times t$
 - = $3,14 \times 13^2 \times 22,5 \text{ cm}$
 - = $11.939,85 \text{ cm}^3$
 - = 11,94 liter
 - jadi total air bersih yang menjadi air limbah pada tahap pencucian adalah:
 - Total Air Bersih yang menjadi Air Limbah = $12,74 \text{ liter} + 11,94 \text{ liter}$
 - = 24,68 liter
5. Pada tahap pembilasan dilakukan pengisian air bersih sebanyak 2 kali, berikut total air bersih yang menjadi air limbah pada tahap pembilasan :
 - = 1 (satu) ember air terisi penuh : 12,74 liter
 - = 1 (satu) ember air dengan tinggi air limbah : 23 cm
 - Volume air limbah = $\pi \times r^2 \times t$
 - = $3,14 \times 13^2 \times 23 \text{ cm}$
 - = $12.205,18 \text{ cm}^3$
 - = 12,21 liter
 - jadi total air bersih yang menjadi air limbah pada tahap pembilasan adalah:
 - = $12,74 \text{ liter} + 12,21 \text{ liter}$
 - = 24,95 liter
6. Untuk total air limbah pada tahap pencucian dan pembilasan adalah :
 - = Volume air limbah pencucian + Volume air limbah pembilasan
 - = $24,68 \text{ liter} + 24,95 \text{ liter}$
 - = 49,63 liter
7. Jadi persentase air bersih yang menjadi air limbah pada kegiatan laundry adalah:
 - = $\frac{\text{Total Volume Air Limbah}}{\text{Total Volume Air Bersih}} \times 100\%$
 - = $\frac{49,63 \text{ liter}}{50,96 \text{ liter}} \times 100\%$
 - = 97,40%

Debit Air Limbah Unit Laundry RSUD Dr. R. Koesma Tuban

Untuk mendapatkan debit air limbah yang dihasilkan oleh unit laundry RSUD Dr. R Koesma Tuban, dibutuhkan data total air bersih yang digunakan oleh unit laundry RSUD Dr. R Koesma tuban dan persentase air bersih, berikut perhitungan debit air limbah unit RSUD Dr. R Koesma Tuban:

$$\begin{aligned} \text{Kebutuhan air bersih} &: 23,42 \text{ m}^3/\text{hari} \\ \text{Persentase air bersih yang menjadi air limbah} &: 97,40\% \\ \text{Debit Air Limbah (Q)} &= 23,42 \text{ m}^3/\text{hari} \times 97,40\% \\ &= 22,82 \text{ m}^3/\text{hari} \end{aligned}$$

Jadi debit air limbah yang dihasilkan oleh unit laundry RSUD Dr. R Koesma Tuban adalah $22,82 \text{ m}^3/\text{hari}$. Dalam penelitian ini hanya mengolah 10% dari limbah yang dihasilkan oleh RSUD Dr. R Koesma Tuban, dikarenakan debit yang terlalu besar untuk penelitian, dan juga berpengaruh dalam besarnya dimensi prototype skala penelitian. Jadi debit yang dipakai :

$$\text{Debit Air Limbah} : 22,82 \text{ m}^3/\text{hari} \times 10\%$$

: 2,282 m³/hari

Perencanaan Pompa pada PTB

Penentuan Pompa

Untuk menentukan yang akan digunakan pada PTB unit laundry RSUD Dr. R Koesma Tuban dibutuhkan data debit yang akan diolah dan lama produksi unit laundry. Berikut perhitungan penentuan pompa :

Data :
 Debit limbah cair = 2,282 m³/hari
 Lama produksi = 10 jam
 Flow rate = Q (m³/hari)/ t (jam)
 = 2,282 m³/hari / 10 jam
 = 0,2282 m³/ jam
 = 3,9 liter/menit

Spesifikasi pompa yang sesuai :

Kapasitas = 4 liter/menit
 Tipe = Water pump
 Press = 100 psi
 Daya listrik = 12 volt
 Harga = Rp. 261.000

Kriteria Desain Prototype Pretreatment

Desain prototype pretreatment penurunan kadar phosphate RSUD Dr. R Koesma Tuban untuk limbah laundry didasarkan pada debit yang ditentukan oleh peneliti yaitu 10% dari debit limbah yang dihasilkan oleh unit laundry. Menurut kajian teori pada bab sebelumnya dan beberapa penelitian yang telah dilakukan, maka didapatkan desain proses sebagai berikut :

- a. Air limbah hasil proses laundry RSUD Dr. R Koesma Tuban akan dialirkan menuju PTB (Pretreatment Basin).
- b. Selanjutnya air limbah akan dialirkan menuju reaktor presipitasi. Pada reaktor presipitasi terdapat mixer dengan kecepatan pengadukan 30 rpm.
- c. Pada tangki dosing terdapat mixer dengan kecepatan 120 rpm, dan pompa dosing yang berfungsi mengalirkan presipitan dari tangki dosing menuju ke reaktor presipitan.
- d. Selanjutnya dari reaktor presipitasi air limbah dialirkan menuju ke reaktor pengendapan.
- e. Dan pada tahap terakhir dari reaktor pengendapan air limbah dialirkan menuju reaktor filtrasi. Pada reaktor filtrasi terdapat single media zeolit.
- f. Air limbah siap dialirkan menuju ke IPAL (Instalasi Pengolahan Air Limbah) RSUD Dr. R. Koesma Tuban.

Kriteria Desain Reaktor Pesipitasi

Untuk presipitasi kimia (penurunan fosfat, logam berat, dan lain-lain)

Debit limbah yang diolah = 2,282 m³/hari
 Waktu detensi = 15-30 menit (Reynold & Richards 1996)
 Lama produksi = 10 jam
 Flow rate = Q (m³/hari)/ t (jam)
 = 2,282 m³/hari / 10 jam
 = 0,2282 m³/ jam
 = 3,9 liter/menit ~ 4 liter/menit
 Volume bak = Flowrate x waktu detensi
 = 4 liter/menit x 30 menit
 = 120 liter
 = 120.000 cm³

Perencanaan dimensi bak:

| | |
|---------------------|--|
| Reaktor Presipitasi | - Volume reaktor = 120 liter - tinggi = 60 cm - diameter = 50 cm - freeboard = 5cm - waktu detensi = 30 menit - Motor = 15-30 rpm |
|---------------------|--|

Kriteria Impeller:

| | |
|--|---|
| Luas bilah / pedal dibandingkan luas permukaan bak | 5-20 % (Reynold & Richards, 1996) Panjang: 16 cm Lebar: 8cm |
| Kecepatan impeller | 15-30 rpm (Nurlaijala, 2008) |

Kriteria Desain Reaktor Pengendapan

Desain reaktor pengendapan direncanakan berbentuk silinder dengan dasar berbentuk runcing atau mengerucut pada bagian bawah untuk mempermudah endapan terkumpul : berikut perhitungan dimensi:

| | |
|-------------------|--|
| Debit limbah cair | = 2,282 m ³ /hari |
| Waktu detensi | = 15-30 menit (Reynold & Richards 1996) |
| Lama produksi | = 10 jam |
| Flow rate | = Q (m ³ /hari)/ t (jam) = 2,282 m ³ /hari / 10 jam = 0,2282 m ³ / jam = 3,9 liter/menit ~ 4 liter/menit |
| Volume bak | = Flowrate x waktu detensi = 4 liter/menit x 30 menit = 120 liter = 120.000 cm ³ |
| Volume kerucut | = 1/3 x π x r ² x t = 1/3 x 3,14 x 25 ² cm x 20 cm = 13.084 cm ³ |
| Volume silinder | = π x r ² x t = 3,14 x 25 ² cm x 55 cm = 107.938 cm ³ |
| Volume total | = Volume kerucut + Volume silinder = 13.084 cm ³ + 107.938 cm ³ = 122 cm ³ |

| | |
|---------------------|---|
| Reaktor Pengendapan | - Volume reaktor = 120 liter - waktu detensi = 30 menit • Dimensi kerucut - tinggi = 20 cm - diameter = 50 cm • Dimensi silinder - tinggi = 50 cm - freeboard = 5 cm - diameter = 50 cm |
|---------------------|---|

Kriteria Desain Reaktor Filtrasi

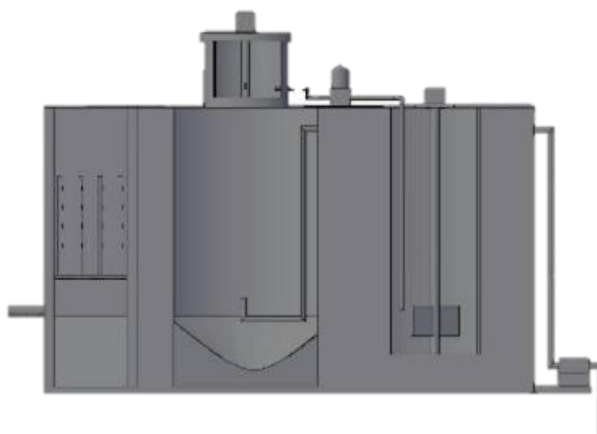
| | |
|------------------|--|
| Reaktor Filtrasi | Slow sand filter - Kedalaman media 26 cm - Panjang : lebar reactor = 25cm - Tinggi reactor 55 cm - Metode pencucian 1. Pencuci lapisan atas pasir zeolite dengan dikeluarkan terlebih dahulu. 2. Lapisan pasir zeolite teratas dicuci dengan air - Berat jenis = 2,5 – 2,65 kg/dm ³ - Porositas = 0,4 - Kadar SiO ₂ = > 95% |
|------------------|--|

Kriteria Desain Reaktor Dosing Tank

| | |
|---------------------|---|
| Reaktor Dosing Tank | <ul style="list-style-type: none"> - Diameter = 10 cm - Tinggi = 20 cm - Kapasitas = 1,57 Liter |
| Kriteria Impeler | <ul style="list-style-type: none"> - Kecepatan impeller = 120 rpm (Nurlaila, 2008) - Waktu detensi = 0,5 – 6 menit - $G = 1000 - 700 \text{ detik}^{-1}$ - Diameter paddle = 50 – 80% lebar bak - Lebar paddle = 1/6 – 1/10 diameter paddle <p>Sumber : Reynold and Richard, 1996</p> |

4. KESIMPULAN

Pembuatan desain pretreatment penurunan kadar *phosphate* unit *laundry* rsud dr. R. Koesma tuban dengan metode presipitasi dan filtrasi digambar dengan menggunakan aplikasi *auto cad* dengan dimensi sesuai dengan kriteria disain yang telah diperoleh. Untuk lebih jelasnya dapat dilihat pada Gambar 4.



Gambar 4.1 Detail Desain

5. DAFTAR PUSTAKA

- Ariyanti dan Firmansyah, 2016. Kemampuan Filtrasi Upflow Pengolahan Filtrasi Upflow Dengan Media Pasir Zeolit dan Arang Aktif Dalam Menurunkan Kadar Fosfat dan Deterjen Air Limbah Domestik. Malang : Institut Teknologi Malang.
- Effendi, 2015. Penurunan Fosfat Pada Sistem Resirkulasi Dengan Penambahan Filter Yang Berbeda. Lampung : Jurnal Rekayasa dan Teknologi Budaya Perairan.
- Fauzia, Nur, 2012. Sistem Pengolahan Limbah Cair Di Rumah Sakit Ortopedi Prof. Dr. R. Soeharso. Surakarta.
- Majid, Amir dan Hengky, 2017. Efektivitas Penggunaan Karbon Aktif Pada Penurunan Kadar Fosfat Limbah Cair Usaha Laundry Di Kota Pare-Pare Sulawesi Selatan. Pare-Pare : Prosiding Seminar Nasional IKAKESMADA “Peran Tenaga Kesehatan Dalam Pelaksanaan SDGs”.
- Nugrahaningrum, Harninto dan Budiono, 2012. Penanganan Bahaya Infeksi Di Instalasi Laundry RSUD. Dr. Moewardi. Surakarta : Fakultas Kedokteran Universitas Sebelas Maret.
- Nurlaila, Liesda D, 2008. Kajian Proses Presipitasi Kimia Terhadap Penurunan Senyawa Ortofosfat Pada Efluen Pengolahan Biologi Industri Cangkang Kapsul Berbasis Gelatin. Bogor : Institut Pertanian Bogor.
- Peraturan Gubernur Jawa Timur Nomor 72 Tahun 2013, Tentang Baku Mutu Air Limbah Bagi Usaha dan/atau Kegiatan Rumah Sakit.
- Setiawati, Destiarti dan Nelly, 2015. Pemanfaatan Zeolit A Termodifikasi *Hexadecyl Trimethylammonium* (HDTMA) Sebagai Absorbent Fosfat. Pontianak : Universitas Tanjungpura.

SNI 06-6898.31-2005. Cara Kerja Kadar Fosfat Dengan Spektrofotometer

Halaman ini sengaja dikosongkan