

Studi Pengaruh Variasi Volume *Zeolite* Terhadap Efisiensi Penurunan Kadar *Ammonia (NH₃-N)* Limbah Cair Perusahaan *Lubricant Refinery*

Serkiyan Adyaksa Krisi^{1*}, Denny Dermawan^{2*}, Ulvi Pri Astuti^{3*}

¹Program Studi Teknik Keselamatan dan Kesehatan Kerja, Jurusan Teknik Permesinan Kapal, Politeknik Perkapalan Negeri Surabaya, Surabaya 60111

²Jurusan Teknik Permesinan Kapal, Politeknik Perkapalan Negeri Surabaya, Surabaya 60111

³Jurusan Teknik Permesinan Kapal, Politeknik Perkapalan Negeri Surabaya, Surabaya 60111

Email: serkiyanadyaksa@gmail.com

Abstrak

Perusahaan *Lubricant Refinery* merupakan perusahaan dalam bidang produksi *refinery* oli. Pada proses *waste water treatment* terdapat permasalahan yaitu masih tingginya kadar *ammonia (NH₃-N)* setelah dilakukan pengujian laboratorium. Penyerapan kadar *ammonia (NH₃-N)* dapat dilakukan menggunakan media adsorben *zeolite*. Tujuan penelitian ini adalah untuk menganalisis pengaruh variasi volume *zeolite*, mendesain kolom adsorpsi *zeolite* dan menghitung biaya untuk menurunkan kadar *ammonia (NH₃-N)* limbah cair. *Zeolite* yang digunakan berukuran 1-2 mm yang telah diaktifasi dengan larutan NaOH 0,1M dan dipanaskan pada suhu 130°C. Tiga kolom adsorpsi dengan ukuran tinggi 17 cm dan diameter 9 cm, dimasukan kerikil dengan volume 0,00015 m³ dan variasi volume *zeolite* pada masing-masing kolom dengan volume 0,000254 m³, 0,000508 m³ dan 0,000763 m³. Uji kandungan *ammonia (NH₃-N)* menggunakan metode ASTM D.1426. Hasil penelitian ini adalah kolom adsorpsi *zeolite* dengan volume 0,000763 m³ memiliki efisiensi *removal* terbesar yaitu sebesar 83,15%. Desain kolom adsorpsi *zeolite* Perusahaan *Lubricant Refinery* akan berisi *zeolite* dengan volume 0,763 m³ dan kerikil 0,15 m³. Biaya yang dibutuhkan untuk *removal ammonia (NH₃-N)* yaitu sebesar Rp. 6.895.000,00.

Kata Kunci : *ammonia (NH₃-N)*, kolom adsorpsi, limbah cair, *zeolite*

PENDAHULUAN

Perusahaan *Lubricant Refinery* merupakan salah satu perusahaan yang bergerak dalam bidang produksi *refinery* oli yang ada di Indonesia. Salah satu sarana pengolahan limbah cair yang berada pada Perusahaan *Lubricant Refinery* adalah area WWT (*Waste Water Treatment*). Di dalam area tersebut limbah cair akan di proses yaitu air yang bercampur minyak akan dipisahkan, selanjutnya air buangan tersebut akan menuju ke kolam tester dan dibuang ke sungai atau muara. Namun hasil tester yang sudah diukur menunjukkan bahwa terdapat parameter yang diukur melebihi nilai baku mutu. Parameter air limbah yang melebihi baku mutu adalah nilai *ammonia (NH₃-N)* sebesar 42,5 ppm. Baku mutu Peraturan Gubernur Jawa Timur Nomor 72 Tahun 2013 tentang Baku Mutu Limbah Cair Bagi Industri atau Kegiatan Usaha Lainnya dapat dilihat pada Tabel 1.

Tabel 1. Baku Mutu Air Limbah

BAKU MUTU AIR LIMBAH UNTUK INDUSTRI PENYULINGAN PELUMAS BERAS	
Volume Limbah Cair Maksimum per satuan produk: 4 MP/ton Pelumas Industri	
Parameter	Kadar Maksimum (mg/L)
BOD ₅	50
COD	100
TSS	50
Isolida (sebagai PZD)	0,3
Minyak dan Lemak	5
NH ₃ -N (amonia total)	5
Phospat	0,3
pH	6-9

Tingginya nilai baku mutu *ammonia* yang melebihi batas Peraturan Gubernur Jawa Timur Nomor 72 Tahun 2013 tentang Baku Mutu Limbah Cair Bagi Industri atau Kegiatan Usaha Lainnya, menyebabkan bau yang dikeluarkan *ammonia* tersebut berdampak pada kesehatan dan kenyamanan pekerja. Berdasarkan data hasil kuesioner yang didapat dari 30 pekerja yang bekerja di area *WWT (Waste Water Treatment)*, 100% pekerja mengeluh adanya bau *ammonia* tersebut. Keluhan yang dialami setelah mencium bau tersebut adalah pusing (63,3%), mual (30%) dan gangguan pernafasan (6,7%).

Saat ini proses *actived carbon filter* yang digunakan untuk proses adsorpsi sudah berjalan. Namun media karbon aktif yang digunakan masih belum bisa meremoval *ammonia* hingga dibawah baku mutu. Penggantian karbon aktif pada proses *WWT (Waste Water Treatment)* perlu dilakukan, karena dilihat dari hasil analisa yang dilakukan oleh laboratorium, nilai logam yang terlarut dalam air sampai pada proses karbon aktif masih tinggi, khususnya *ammonia (NH₃-N)*. Selain itu, untuk menurunkan kadar logam yang terlarut dalam air hanya ada pada tahapan karbon aktif dan tidak ada pada tahapan lainnya.

Berdasarkan penjelasan tersebut, maka perlu adanya evaluasi dan usaha terhadap proses *actived carbon filter* yang ada di proses *WWT (Waste Water Treatment)* untuk dapat mengurangi *ammonia (NH₃-N)* bau yang ditimbulkan dan dapat memenuhi baku mutu lingkungan yang sudah ditetapkan oleh pemerintah. Menurut Sugiharto (1987), penurunan kadar *ammonia* bisa dilakukan dengan cara adsorpsi menggunakan bahan adsorben karbon aktif, *molekuler sieves*, aluminium aktif, atau *zeolite*.

Zeolite merupakan bahan galian non logam atau mineral industri multiguna karena memiliki sifat-sifat fisika dan kimia yang unik, yaitu sebagai penyerap, penukar ion, penyaring molekul dan sebagai katalisator. Bukan hanya sifat fisika dan kimianya saja yang unik namun harganya yang relatif murah dan mudah didapatkan membuat *zeolite* sudah banyak digunakan di beberapa industri. Hal ini didukung dengan letak geografis Indonesia yang berada di jalur pegunungan berapi dunia membuatnya menjadi kaya akan potensi sumber daya alam, seperti batuan gunung berapi yang merupakan sumber mineral *zeolite* (Zulfa, 2011).

METODOLOGI

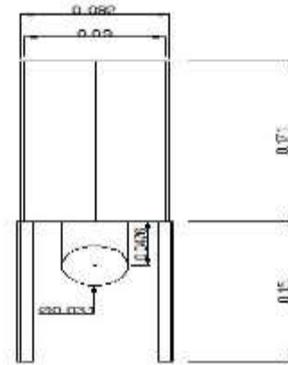
- **Persiapan Media *Zeolite***

Zeolite yang digunakan berukuran 1-2 mm. Kemudian *zeolite* diayak menggunakan ayakan untuk menyingkirkan media selain *zeolite*. *Zeolite* yang sudah siap, lalu diberikan larutan pengaktif yaitu NaOH 0,1M dan dikeringkan. *Zeolite* yang sudah kering, dipanaskan pada suhu 130°C selama 4 jam (Suyata, 2007). Setelah selesai dipanaskan, *zeolite* didiamkan hingga mencapai suhu kamar dan memvariasi menjadi 3 volume yaitu 0,000254 m², 0,000508 m², dan 0,000763 m².

- **Pembuatan Kolom Adsorpsi**

Setelah alat dan bahan sudah siap, kemudian dilanjutkan dengan pemotongan pipa yang digunakan sebagai kolom adsorpsi *zeolite* sebanyak 3 buah dengan ukuran tinggi 17,18 cm dan berdiameter 9,2 cm. Lalu dipotong sedemikian rupa seperti gambar penelitian kolom adsorpsi *zeolite*, setelah itu bagian bawah kolom adsorpsi diberi lubang berdiameter 3,18 cm menggunakan bor. Lubang tersebut nantinya diberi *elbow* sebagai outlet kolom adsorpsi dengan lem pipa PVC dan isolasi pipa sebagai perekat dan untuk mencegah kebocoran air limbah pada pipa. Diatas lubang *elbow* diberi jaring besi agar kerikil dan media *zeolite* tidak keluar dari kolom adsorpsi saat dimasukkan. Setelah inti kolom adsorpsi sudah terbentuk kemudian kolom adsorpsi diberi tiang penyangga. Tiang penyangga berguna

sebagai tumpuan terbuat dari besi L berbentuk 4 kaki yang dilas sedemikian rupa agar kolom adsorpsi stabil dan tidak tumpah saat dialiri air limbah.



Gambar 1. Desain Kolom Adsorpsi

(Sumber: Pengukuran, 2017)

• Pelaksanaan Penelitian

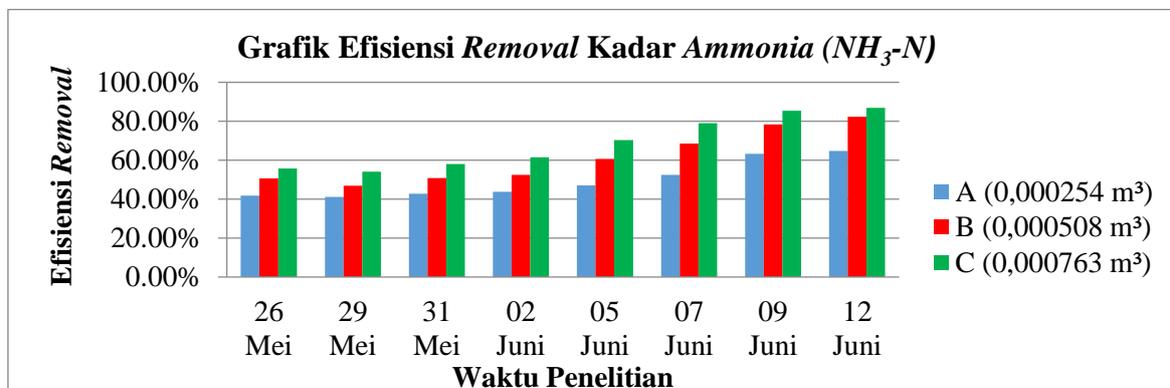
Kolom adsorpsi variasi volume *zeolite* dicuci terlebih dahulu menggunakan air bersih agar kolom adsorpsi menjadi bersih dari kotoran yang dapat mempengaruhi keruhan air limbah. Kemudian memasukkan kerikil sebanyak 0,00015 m³ atau setinggi 1,93 cm dan *zeolite* dengan variasi volume pada masing-masing kolom adsorpsi *zeolite* yaitu pada kolom A dengan volume 0,000254 m³, kolom B dengan volume 0,000508 m³, kolom C dengan volume 0,000763 m³. Setelah siap, kemudian memasukkan air limbah dengan debit 5 liter/jam yang dialirkan melalui inlet dan keluar melalui outlet kolom adsorpsi. Setiap sampel air limbah yang diambil dari titik inlet dan outlet kolom adsorpsi, dilakukan pemeriksaan kandungan *ammonia* (NH₃-N) di laboratorium dengan menggunakan metode ASTM D.1426. Untuk perhitungan total efisiensi *removal ammonia* (NH₃-N), didapat dari perhitungan

$$Efisiensi = \frac{(So - Se)}{So} \times 100\% \tag{1}$$

HASIL DAN PEMBAHASAN

• Pengaruh Variasi Volume *Zeolite* Terhadap Penurunan Kadar *Ammonia* (NH₃-N)

Berdasarkan data yang diperoleh dari penelitian didapatkan efisiensi *removal* kadar *ammonia* (NH₃-N) yang dihitung dengan persamaan 1 dan hasilnya ditampilkan pada Gambar 2 berikut.



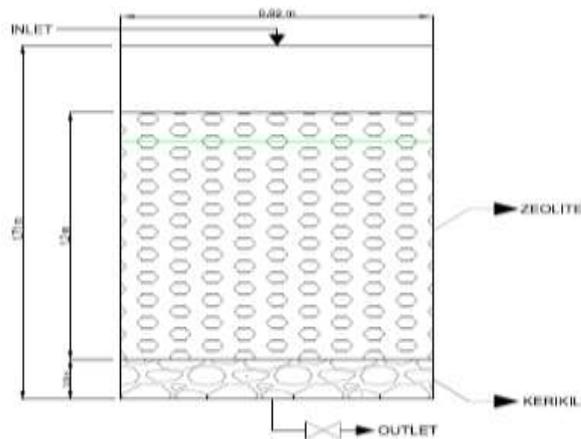
Gambar 2. Grafik Efisiensi Removal Kadar Ammonia (NH₃-N)

(Sumber: Penelitian, 2017)

Gambar 2 menunjukkan bahwa efisiensi *removal* tertinggi terdapat pada kolom C yaitu 86,97%, kemudian kolom B adsorpsi *zeolite* menunjukkan efisiensi penurunan *ammonia* (NH_3-N) sebesar 82,37% dan kolom A adsorpsi menunjukkan efisiensi penurunan *ammonia* (NH_3-N) paling rendah yaitu 64,75%. Dalam hal ini konsentrasi *ammonia* turun melalui proses adsorpsi *zeolite*, karena dalam proses adsorpsi *zeolite* molekul *ammonia* akan mengisi pori-pori *zeolite* dimana pada permukaan *zeolite* sendiri terdapat ion-ion alkali atau *hydrogen* (Suharto, 1999). Oleh karena itu, semakin banyak volume *zeolite*, maka semakin banyak molekul *ammonia* yang mengisi pori-pori permukaan *zeolite* sehingga kadar *ammonia* pada limbah cair semakin berkurang setelah melewati media adsorben *zeolite*.

- Desain Kolom Adsorpsi

Kolom adsorpsi *zeolite* adalah kolom penyaring yang bermedia batuan *zeolite* untuk mengurangi kadar *ammonia* (NH_3-N) pada proses WWT Perusahaan *Lubricant Refinery*. Desain kolom adsorpsi *zeolite* dapat dilihat pada Gambar 3.



Gambar 3. Desain Kolom Adsorpsi Zeolite
(Sumber: Perhitungan, 2017)

3.3 Biaya yang Dibutuhkan untuk Menurunkan Kadar Ammonia (NH_3-N)

Dengan adanya reaktor pada Perusahaan *Lubricant Refinery* yang berisi karbon aktif dengan ukuran 10 kali lebih besar dari kolom adsorpsi, maka volume yang dibutuhkan akan bertambah besar dan analisa biaya yang dibutuhkan hanya untuk penggantian media kolom adsorpsi. Rencana anggaran biaya yang dibutuhkan dapat dilihat pada Tabel 2.

Tabel 2. Rencana Anggaran Biaya

Uraian Kebutuhan	Jumlah	Satuan	Harga Satuan (Rp)	Waktu	Total Biaya (Rp)
Pengeluaran, Pembuangan Media Filter Existing ke TPS Limbah B3 dan Pemasukan Media Filter Baru (Zeolite)					
Upah Kerja :					
Mandor	1	Orang / Hari	120.000	1 Hari	120.000
Tukang	1	Orang / Hari	110.000	1 Hari	110.000
Tukang	1	Orang / Hari	75.000	1 Hari	75.000
Sewa Peralatan :					
Pick Up Colt L300	1	Hari	400.000	1 Hari	400.000

Bahan / Material :				
<i>Zeolite</i> ^{*)}	1.098	Kilogram	5.000	5.490.000
Kerikil	175	Kilogram	4.000	700.000
^{*)} Referensi Toko Jaya Ma Kimia Surabaya, 2017				
Total Keseluruhan:				6.895.000

(Sumber: Perhitungan, 2017)

KESIMPULAN

Kolom adsorpsi *zeolite* dengan volume 0,000763 m³ memiliki efisiensi *removal* terbesar yaitu sebesar 83,15%. Desain kolom adsorpsi *zeolite* Perusahaan *Lubricant Refinery* akan berisi *zeolite* dengan volume 0,763 m³ dan kerikil 0,15 m³. Biaya yang dibutuhkan untuk *removal ammonia (NH₃-N)* yaitu sebesar Rp. 6.895.000,00.

5. DAFTAR NOTASI

So : Kandungan awal (ppm)

Se : Kandungan akhir (ppm)

DAFTAR PUSTAKA

- Zulfa, A. (2011). *Uji Adsorpsi Gas Karbon Monoksida Menggunakan Zeolite Alam Malang dan Lampung*. Universitas Indonesia.
- Suyata (2007). Penurunan Kadar *Amonnia, Nitrit* dan *Nitrat* Limbah Cair Industri Tahu di Desa Kalisari, Cilongok Menggunakan Sistem *Zeolite* Teraktivasi dan Terimpregnasi *TiO₂*. UNSOED. Purwokerto
- Suharto, T.E (1999). *Mekanisme Reaksi Penyerapan amoniak Pada Adsorben Zeolite*, Laporan Penelitian Dana DIKS FKIP. MIPA. Kimia Universitas Bengkulu.
- Djadjulie, A. (1998). *Pemanfaatan Batu Kapur dan Zeolit untuk Pertanian*. Jakarta: Direktorat Jendral Pertambangan Umum.
- Banon. (2008). *Adsorpsi Amoniak Oleh Adsorben Zeolit Alam Yang Diaktivasi Dengan Larutan Amonium Nitrat*. Universitas Bengkulu.
- Sugiyanto, R (2006). *Pengaruh Campuran Zeolit-TiO₂ terhadap Amonia. Krom Total dan Warna Limbah Cair Industri Tekstil*. Universitas Jenderal Soedirman. Purwokerto.
- ASTM (2008). *Standard Test Methods for Ammonia Nitrogen In Water*. United States.
- Sutarti, M. (1994). *Zeolite Tinjauan Literatur*. Jakarta: Pusat dokumentasi dan Informasi LIPI.
- Asmadi, S. (2012). *Dasar-Dasar Teknologi Pengolahan Air Limbah*. Yogyakarta: Gosyen Publishing.
- Sugiharto. (1987). *Dasar-Dasar Pengelolaan Air Limbah*. Jakarta: Univesitas Indonesia (UI Press).