Pengaruh Tekanan Transmembran dan Konsentrasi *Chemical Cleaning Agent* (NaOH) Membran Ultrafiltrasi Aliran *Cross Flow* Pada Pengolahan Limbah Cair *Laundry*

Eqiu Alkahfi Tarif[1)], Syarfi Daud[2)], Muhammad Reza[3)]
[1)]Mahasiswa Program Studi Teknik Lingkungan, [2,3)]Dosen Teknik Lingkungan
Laboratorium Pengendalian dan Pencegahan Pencemaran Lingkungan
Program Studi Teknik Lingkungan S1, Fakultas Teknik Universitas Riau
Kampus Bina Widya Jl. HR. Soebrantas Km. 12,5 Simpang Baru, Panam, Pekanbaru 28293
*Email : exactalbahrul@yahoo.com

ABSTRACT

The rapid economic development and community activities increasingly crowded cause appearance laundry business that effect on the environment. Ultrafiltration membrane is one of wastewater treatment technologies, but membranes have limitations such as the occurrence of the phenomenon of concentration polarization and fouling. The research objective of this study the effect of variations in transmembrane pressure against the rejection percentage COD, TSS , and the effect of variations in transmembrane pressure, concentration of washing of the efficiency and effectiveness of washing the membrane. the concentration of the washing of the efficiency and effectiveness of washing the membrane. The process of ultrafiltration membranes and membrane chemical washing wastewater laundry do with variations in pressure of 1 *bar , 2 bar , and* 3 *bar. Variation of chemical cleaning agent concentration of* 1%, 1.5% *and* 2%, *rinsing with distilled water for* 30 *minutes, filtering wastewater laundry for* 120 *minutes, and washing using chemical cleaning agent (NaOH) for* 30 *minutes. Results highest percentage of rejection for COD parameter* 86.6% and 85.7% *TSS parameters in transmembrane pressure of 3 bar. The highest washing efficiency of the value of Flux Recovery (FR) gained* 81.9%, *and the value of resistance of Removal (RR) gained* 82.59% *with a concentration of* 2% *in the transmembrane pressure of 3 bar. The highest leaching effectiveness obtained at* 50.21% *with a concentration of* 2% *and a transmembrane pressure of* 3 *bar.*

Keywords *: Ultrafiltration membrane, Fouling, Transmembrane Pressure, Efficiency of Washing, Effectiveness of Washing*

1. PENDAHULUAN

Perkembangan ekonomi yang pesat dan aktivitas masyarakat yang semakin padat terutama di kota-kota besar, menyebabkan munculnya usaha-usaha yang bertujuan meringankan beban masyarakat dalam hal kerumahtanggaan, seperti usaha *laundry*. Menjamurnya jasa *laundry* akan berdampak pada kualitas air di sekitarnya karena usaha ini tidak dilengkapi dengan proses pengolahan limbahnya, melainkan dibuang kebadan air secara langsung yaitu saluran drainase. Pembuangan limbah cair domestik langsung ke badan air dapatmenurunkan kualitas air sehingga mempengaruhi ekosistem akuatik serta kesehatan manusia [Kristanto, 2002].

Kandungan limbah *laundry* secara umum ditinjau dari beberapa parameter, diantaranya adalah total fosfat 9,9 mg/L, TSS 35 mg/L, COD 280 mg/L dan BOD_5 195 mg/L [Sostar-Turk, 2004].Permasalahan umum yang sering muncul dalam air limbah *laundry* adalah terjadinya fenomena *eutrofikasi*. Kondisi eutrofik dan kandungan COD tinggi ini akan mengakibatkan terganggunya ekosistem air, menurunnya kualitas air dan *self purification* perairan, sangat memungkinkan alga dan tumbuhan

air berukuran mikro berkembang biak dengan cepat, sehingga dapat menyebabkan terjadinya *algae blooming*, disamping itu menurut Fardiaz [1992], padatan tersuspensi menyebabkan kekeruhan air, tidak terlarut dan tidak mengendap langsung. Besarnya kandungan padatan tersuspensi akan mengurangi penetrasi sinar matahari ke dalam air, sehingga dapat mempengaruhi regenerasi oksigen secara fotosintesis. Keadaan ini menyebabkan kualitas air menjadi menurun, karena rendahnya konsentrasi oksigen terlarut bahkan sampai batas nol, sehingga menyebabkan kematian mahluk hidup air seperti ikan dan spesies lain yang hidup di air [Masqudi, 2004].

Pengolahan umum limbah cair secara kimia dilakukan dengan proses koagulasi-flokulasi, dan sedimentasi, serta pengolahan limbah cair secara biologi yaitu proses aerob dan anaerob. Proses kimia seringkali kurang efektif dikarenakan biaya untuk pembelian bahan kimia relatif mahal dan umumnya pengolahan limbah dengan menggunakan bahan kimia akan menghasilkan lumpur *(sludge)* yang cukup banyak. Pengolahan limbah cair secara biologi memerlukan lahan yang cukup luas dan waktu yang cukup lama. Sehingga menimbulkan suatu pemikiran yaitu menggunakan membran untuk pengolahan limbah cair (limbah *laundry*). Teknologi membran telah banyak digunakan terutama dalam proses pemisahan karena proses yang menggunakan membran lebih cepat, efisiensi dalam menggunakan energi, dan tidak terjadi perubahan fasa dalam larutan yang dipisahkan [Idris dkk, 2007].

Ultrafiltrasi (UF) merupakan proses membran dengan gaya dorong (*driving force*) tekanan untuk memisahkan partikel, mikroorganisme dan molekul-molekul besar (*large molecule*). Media penyaringan merupakan partikel yang berukuran antara (0,001-1) μm. Membran ultrafiltrasi beroperasi pada tekanan antara (1-5) bar dengan batas permeabilitas adalah (10-50) l/m^2 jam [Mulder, 1996].

Keunggulan membran ultrafiltrasi yaitu memerlukan energi yang sedikit untuk operasi dan pemeliharaan, tidak membutuhkan kondisi yang ekstrim (temperatur dan pH) dan mudah untuk di *scale-up* dari skala laboratorium menjadi skala yang lebih besar [Notodarmojo dan Devina, 2004]. Membran merupakan teknologi yang ramah lingkungan karena tidak menimbulkan dampak yang buruk bagi lingkungan, dapat mengurangi senyawa organik dan anorganik yang berada dalam air tanpa menggunakan bahan kimia dalam pengoperasiannya [Wenten, 1999]. Meskipun demikian, membran memiliki keterbatasan seperti terjadinya fenomena *fouling* [Mulder, 1996].

Permasalahan umum yang sering terjadi pada membran yakni terjadinya *fouling* karena akumulasi material yang tertahan pada membran. *Fouling* diduga dapat direduksi dengan tindakan pencucian menggunakan *chemical agent cleaning* seperti NaOH yang sangat tepat sebagai zat pembersih untuk silica, koloid *anorganic* dan *foulant* dari material organik/ biologi [Scott, 1995].

Dalam pengolahan limbah cair *laundry*, ada beberapa parameter yang perlu diperhatikan untuk mengukur kadar bahan pencemar seperti COD dan TSS. Pemilihan parameter-parameter ini mengacu pada Permen LH No 5 Tahun 2014 tentang baku mutu limbah cair bagi kegiatan domestik.

Berdasarkan paparan diatas, maka penelitian ini akan menentukan pengaruh tekanan transmembran terhadap penyisihan COD dan TSS, pengaruh tekanan transmembran terhadap fluks permeat, serta pengaruh tekanan transmembran dan konsentrasi bahan pencuci terhadap efisiensi dan efektifitas pencucian.

2. METODE PENELITIAN

Bahan penelitian

Air limbah *laundry*, Natrium Hidroksida (NaOH), Aquadest.

Alat penelitian

Modul membran ultrafiltrasi (*Polysulfon*) dilengkapi dengan pompa diafragma, Timbangan analitik, *Stopwatch*, Gelas ukur 100 ml dan 1000 ml, Beaker

glass, Ember penampung, Jerikan ukuran 35 L.

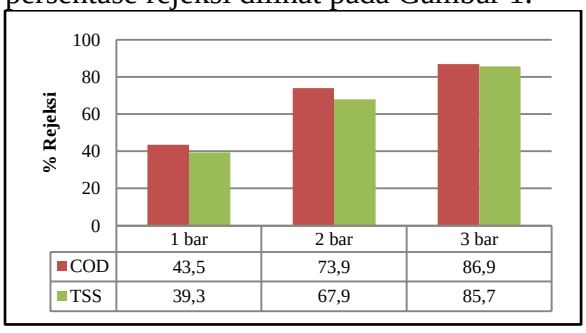
Proses Filtrasi

Pengukuran volume *permeat* aquades dari umpan selama 30 menit menggunakan membran ultrafiltrasi aliran yang digunakan *current flow* dengan variasi tekanan 1 bar, 2 bar, dan 3 bar untuk mendapatkan nilai Jwi. Dilanjutkan dengan filtrasi air limbah *laundry* selama 120 menit untuk mendapatkan nilai Jf dan hasil permeat dari filtrasi membran digunakan sebagai sampel untuk analisa COD dan TSS. Kemudian dilakukan flushing dengan aquades lagi selama 30 menit untuk mendapatkan nilai Jww. Setelah itu, dilakukan pencucian dengan variasi konsentrasi bahan pencuci NaOH 1%, 1,5%, dan 2% aliran *counter flow*. Selanjutnya dilakukan flushing dengan aquades selama 30 menit dengan aliran *current flow* untuk mendapatkan nilai Jwc. Terakhir dilakukan filtrasi dengan limbah cair *laundry* selama 120 menit untuk mendapatkan nilai Jf'.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Pengaruh Tekanan Transmembran Terhadap Tingkat Rejeksi

Kinerja membran ultrafiltrasi dalam menyisihkan COD dan TSS dari air limbah *laundry* dapat dilihat dari nilai persentase rejeksi. Nilai persentase rejeksi diperoleh dari selisih antara COD dan TSS sebelum dengan sesudah penyaringan dengan membran ultrafiltrasi. Hasil perhitungan persentase rejeksi dilihat pada Gambar 1.

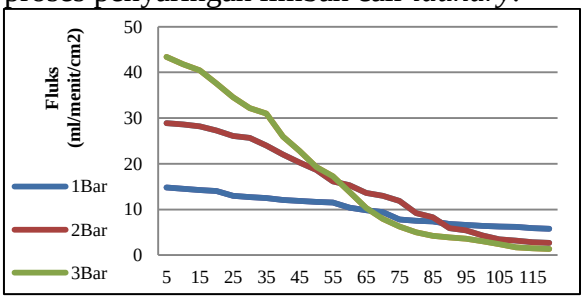


Gambar 1 Hubungan % Rejeksi terhadap Tekanan Transmembran

Dari Gambar 1 dapat dilihat bahwa persentase rejeksi tertinggi untuk parameter COD dan TSS didapat pada tekanan transmembran 3 bar yaitu sebesar 86,9% untuk COD, dan 85,7% untuk TSS.

Pengaruh Tekanan Transmembran Terhadap Fluks Permeat

Variasi tekanan transmembran digunakan untuk mengetahui pengaruh perubahan tekanan terhadap fluks permeat dalam proses penyaringan limbah cair *laundry*.

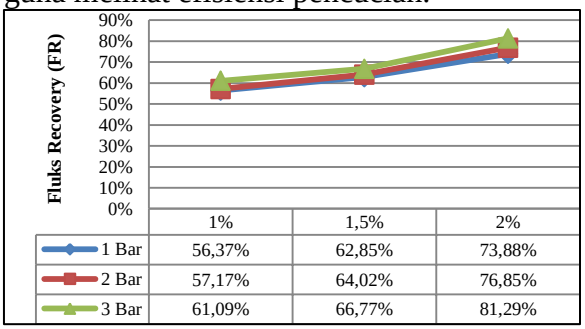


Gambar 2 Pengaruh Tekanan Transmembran terhadap Fluks Permeat

Gambar 2 memperlihatkan terjadinya perbedaan fluks yang dihasilkan pada masing-masing tekanan transmembran. Fluks terbesar diperoleh pada tekanan transmembran 3 bar sebesar 43,84 ml/menit.cm^2 diikuti dengan tekanan 2 bar sebesar 28,87 ml/menit.cm^2 dan 1 bar sebesar 14,83 ml/menit.cm^2.

Pengaruh Tekanan Transmembran dan Konsentrasi Bahan Kimia Terhadap Tingkat Efisiensi Pencucian

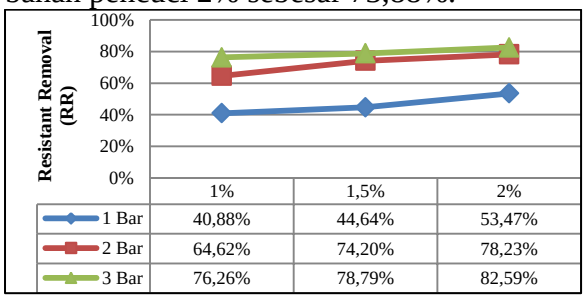
Efisiensi pencucian diindikasikan oleh parameter *Fluks Recovery* (FR) dan *Resistant Removal* (RR). Kedua indikator ini oleh Kazemimoghadam dan Mohammadi [2006] telah dijadikan sebagai tolak ukur guna melihat efisiensi pencucian.



Gambar 3 Nilai FR dengan Bahan Pencuci NaOH terhadap Tekanan Transmembran

Dari Gambar 3 dapat dilihat nilai *Fluks Recovery* (FR) tertinggi didapat pada konsentrasi bahan pencuci 2% dengan tekanan transmembran 3 bar yaitu sebesar 81,29%, diikuti dengan tekanan 2 bar pada konsenstrasi bahan pencuci 2% sebesar

76,85% dan tekanan 1 bar pada konsentrasi bahan pencuci 2% sebesar 73,88%.



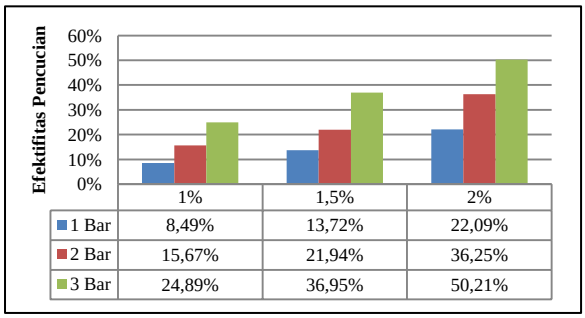
	1%	1,5%	2%
1 Bar	40,88%	44,64%	53,47%
2 Bar	64,62%	74,20%	78,23%
3 Bar	76,26%	78,79%	82,59%

Gambar 4 Nilai RR dengan Bahan Pencuci NaOH terhadap Tekanan Transmembran

Gambar 4 memperlihatkan naiknya nilai persentase *Resistant Removal* (RR), didapat nilai RR tertinggi pada konsentrasi bahan pencuci 2% dengan tekanan transmembran 3 bar yaitu sebesar 82,59%.

Pengaruh Tekanan Transmembran dan Konsentrasi Bahan Kimia Terhadap Tingkat Efektifitas Pencucian

Efektifitas pencucian kimia dapat dilihat dari nilai perbandingan antara nilai rata-rata fluks sebelum dilakukan pencucian dengan nilai rata-rata fluks setelah dilakukan pencucian menggunakan larutan pencuci NaOH.



	1%	1,5%	2%
1 Bar	8,49%	13,72%	22,09%
2 Bar	15,67%	21,94%	36,25%
3 Bar	24,89%	36,95%	50,21%

Gambar 5 Grafik Nilai Efektifitas Pencucian dengan Bahan Kimia NaOH

Dari Gambar 6 dapat dilihat nilai efektifitas pencucian tertinggi diperoleh dengan konsentrasi bahan pencuci 2% dan tekanan transmembran 3 bar yaitu sebesar 50,21%. Persentase nilai efektifitas pencucian cenderung naik saat konsentrasi bahan pencuci dan tekanan transmembran dinaikkan.

4. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian dan pembahasan yang telah dilakukan maka dapat disimpulkan sebagai berikut :

1 Kinerja membran ultrafitrasi dalam mengolah limbah *laundry* untuk persentase rejeksi tertinggi parameter COD mencapai 86,6% dan persentase rejeksi tertinggi parameter TSS mencapai 85,7% pada tekanan transmembran 3 bar.

2 Nilai fluks tertinggi pada tekanan transmembran 3 bar mencapai 43,84 ml/menit.cm^2, dan fluks terendah didapat pada tekanan transmembran 1 bar sebesar 14,83 ml/menit.cm^2.

3 Efisiensi pencucian tertinggi berdasarkan parameter nilai *Fluks Recovery* (FR) mencapai 81,29%, berdasarkan nilai *Resistant Removal* (RR) mencapai 82,59% dari bahan pencuci NaOH dengan konsentrasi 2% dan pada tekanan transmembran 3 bar. Efektifitas pencucian tertinggi mencapai 50,21% untuk bahan pencuci NaOH dengan konsentrasi 2% dan tekanan transmembran 3 bar.

DAFTAR PUSTAKA

Fardiaz, S. 1992. *Mikrobiologi Pangan I*. Gramedia Pustaka Utama. Jakarta.

Fardiaz, S. 1992. *Polusi Air dan Udara*. Kanisius. Jakarta.

Idris, A., Norashikin, M. Z., Noordin, M. Y. 2007. Synthesis, characterization and performance of asymmetric polyethersulfone (PES) ultrafiltration membranes with polyethylene glycol of different molecular weights as additives, *Desalination*, 207, 324–339.

Kazemimoghadam, M, dan Mohammadi, T. 2006. *Chemical Cleaning of Ultrafiltration Membran in Milk Industry*. Desalination 204. 213-218.

Keputusan Menteri Lingkungan Hidup No. 5 /MENLH/2014. *Tentang Baku Mutu Limbah Cair Bagi Kegiatan Domestik.*

Kristanto. 2002. *Pencemaran Limbah Cair*. Yudistira. Jakarta.

Masqudi, A. 2004. *Penurunan Senyawa Fosfat Dalam Air Limbah Buatan Dengan Proses Adsorpsi Menggunakan Tanah Halosit*. Majalah IPTEK. Jakarta.

Mulder, M. 1996. *Basic Principles of Membrane Technology*. Kluwer Academic Publisher. USA.

Notodarmojo, S. dan A. Deniva. 2004. Penurunan Zat Organik dan Kekeruhan Menggunakan Teknologi Membran Ultrafiltrasi dengan Sistem Aliran Dead-End (Studi Kasus: Waduk Saguling, Pa-dalarang). *PROC. ITB Sains & Tek*. Vol. 36 A, No. 1 2004 hal. 63-82. Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan ITB. Bandung.

Program Studi Teknik Lingkungan Ftsp Universitas Pembangunan Nasional. Surabaya.

Scott, K. 1995. *Handbook of Industrial Membranes*. edisi ke-1, Elsevier Advanced Technology. Oxford. hal 78-528.

Sostar-Turk, S., Petrini, I., dan Simoni, M., (2005), *Laundry wastewater treatment using coagulation and membrane filtration, Resources, Conservation and Recycling*, 44, 185–196.

Wenten, I, G. 2002. *Teknologi Membran untuk Pemanfaatan Kembali Limbah Air Buangan Laundry*. Departemen Teknik Kimia Institut Teknologi Bandung.

Daftar istilah : Jwi (*permeat* hasil pengukuran aquades sebagai *flushing* sebelum penyaringan limbah laundry), Jf (*permeat* hasil pengukuran limbah *laundry* sebelum pencucian kimia dengan NaOH), Jww (*permeat* hasil pengukuran aquades sebagai *flushing* sebelum pencucian kimia dengan NaOH), Jwc (*permeat* hasil pengukuran aquades sebagai *flushing* setelah pencucian kimia dengan NaOH), Jf’ (*permeat* hasil pengukuran limbah *laundry* setelah dilakukan pencucian kimia dengan NaOH).