

Pengolahan Limbah Cair Hotel Dengan Membran Ultrafiltrasi Aliran Cross Flow dan Pencucian Kimia Membran

Miki Randi¹⁾, Syarfi Daud²⁾, Ivnaini Andesgur²⁾

¹⁾Mahasiswa Program Studi Teknik Lingkungan, ²⁾Dosen Teknik Lingkungan
Laboratorium 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: mikirandi613@gmail.com

ABSTRACT

The construction of hotels is so rapid today will bring a significant 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 BOD₅, 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 at the hotel do with variations in pressure of 0.5 bar , 1.5 bar , and 2.5 bar. Variation of chemical cleaning agent concentration of 1%, 1.5% and 2%, rinsing with distilled water for 30 minutes, for filtering wastewater hotel for 120 minutes, and washing using chemical cleaning agent (NaOH and Detergent) for 30 minutes. Results highest percentage of rejection was 83.1% for BOD₅, COD parameter 69.6%, 66.7% TSS parameters in transmembrane pressure of 2.5 bar. The highest washing efficiency of the value of Flux Recovery (FR) gained 88.59%, and the value of resistance of Removal (RR) gained 95.00% in the washing detergent ingredients with a concentration of 2% in the transmembrane pressure of 2.5 bar. The highest leaching effectiveness obtained at 51.27% in the washing detergent ingredients with a concentration of 2% and a transmembrane pressure of 2.5 bar. Ultrafiltration membrane performance seen from the flux and rejection fit for use.

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

PENDAHULUAN

Pembangunan hotel yang begitu pesat saat ini akan membawa pengaruh dan berdampak signifikan terhadap lingkungan, akibat air limbah yang dihasilkan. Limbah cair hotel yang dibuang sembarangan dapat merusak lingkungan [Elystia dkk, 2012].

Karakteristik limbah cair hotel mengandung BOD 69,69 mg/l, COD 137,28 mg/l, dan TSS 125 mg/l. Parameter ini dapat mereduksi kandungan oksigen di dalam air sehingga kadar oksigen terlarut dalam air turun dan dapat mengakibatkan kematian biota air seperti ikan, selain itu juga dapat membahayakan kesehatan manusia, salah satu teknologi alternatif pemisahan air adalah teknologi membran [Helard dan Amelia, 2010].

Teknologi membran mampu memisahkan komponen partikel secara spesifik, dapat beroperasi pada suhu rendah, kontinu, hemat energi, prosesnya tidak destruktif terhadap zat-zat yang dipisahkan dan tidak

menimbulkan dampak yang negatif terhadap lingkungan sehingga dapat disebut sebagai *clean technology*, salah satu membran yang dapat digunakan adalah membran ultrafiltrasi, tetapi kendala yang dihadapi oleh teknologi membran adalah *fouling* [Syarfi dan Khairat, 2013].

Fouling dapat dihilangkan dengan tindakan pencucian menggunakan *chemical agent cleaning* seperti detergen dan NaOH. Detergen adalah pembersih sintetis campuran berbagai bahan, seperti surfaktan yang merupakan zat aktif permukaan yang mempunyai ujung berbeda yaitu hidrofil (suka air) dan hidrofob (suka lemak). NaOH sangat tepat sebagai zat pembersih untuk silika, koloid *anorganic* dan *foulant* dari material organik atau biologi [Scott, 1995].

METODOLOGI

Alat dan Bahan

Alat yang digunakan unit membran ultrafiltrasi dengan modul

Polysulfone, pompa jenis diafragma, timbangan analitik, *stopwatch*, gelas ukur 100 ml dan 1000 ml, beaker glass. Bahan yaitu limbah cair hotel (sampel di ambil dari salah satu hotel di Pekanbaru), bahan kimia NaOH dan deterjen sebagai *chemical cleaning agent*, aquades sebagai bahan pembilas.

Variabel Penelitian

Variabel Tetap

Waktu pembilasan dengan aquades selama 30 menit, waktu penyaringan limbah hotel selama 120 menit, pencucian dengan bahan kimia selama 30 menit.

Variabel Beruba

- Tekanan transmembran yang digunakan (0,5 bar, 1,5 bar, dan 2,5 bar).
- Konsentrasi bahan kimia untuk pencucian membran (1%, 1,5%, dan 2%).

Parameter

BOD₅, COD, dan TSS.

Prosedur Penelitian

Prosedur pertama dilakukan pengukuran volume *permeat* aquades

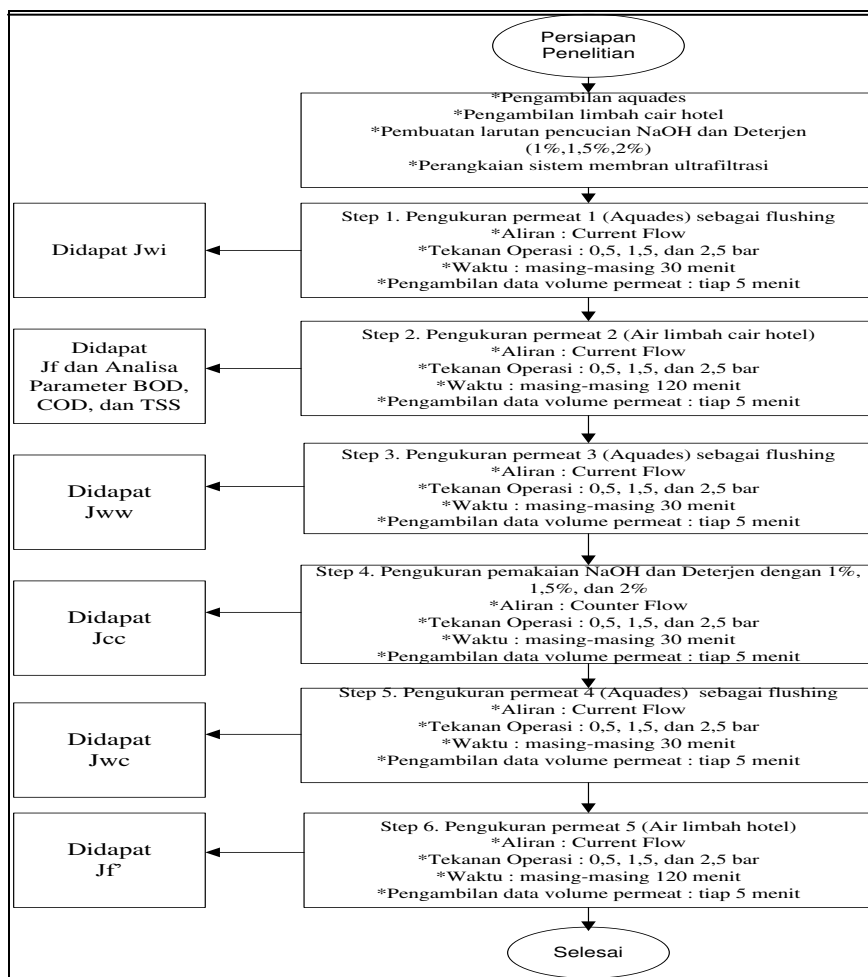
selama 30 menit dengan sistem *current flow* dan dicatat tiap 5 menit dengan tekanan operasi 0,5 bar untuk mendapatkan nilai J_{w1} (*permeat* hasil pengukuran aquades sebagai *flushing*). Prosedur diteruskan dengan melakukan pengukuran volume *permeat* dari umpan air limbah hotel selama 120 menit dengan pengambilan jumlah *permeat* tiap 5 menit dengan tekanan operasi sesuai dengan tekanan operasi dengan umpan aquades untuk mendapatkan nilai J_{f1} (*permeat* hasil pengukuran limbah cair hotel sebelum pencucian), dan hasil penyaringan ini diambil sampelnya untuk dianalisa parameter BOD₅, COD, dan TSS.

Dilanjutkan *flushing* selama 30 menit dengan aquades dengan tekanan operasi yang sama dan mencatat volume *permeat* tiap 5 menit untuk mendapatkan nilai J_{ww1} (*permeat* hasil pengukuran aquades sebagai *flushing*).

Langkah selanjutnya adalah melakukan prosedur pencucian menggunakan cairan pencuci NaOH dengan konsentrasi 1 % dengan menggunakan rangkaian *counter flow* selama 30 menit dan mencatat jumlah

volume permeat tiap 5 menit dengan tekanan operasi 0,5 bar untuk mendapatkan nilai J_{cc1} (pengukuran pemakaian NaOH). Langkah selanjutnya *flushing* dengan aquades aliran *current flow* selama 30 menit dan mencatat volume permeatnya tiap 5 menit untuk mendapatkan nilai J_{wc1} (pengukuran pemakaian aquades sebagai *flushing*). Prosedur diakhiri

dengan penyaringan limbah hotel selama 120 menit untuk mendapatkan nilai J_{f1} (*permeat* hasil pengukuran limbah cair hotel setelah pencucian). Prosedur berikutnya sesuai dengan tekanan transmembran dan konsentrasi bahan pencuci. Prosedur penelitian secara umum dapat dilihat pada Gambar 1.



Gambar 1. Prosedur Penelitian

HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil Analisa Sebelum dan Sesudah Perlakuan dengan Membran Ultrafiltrasi Parameter BOD₅, COD, dan TSS

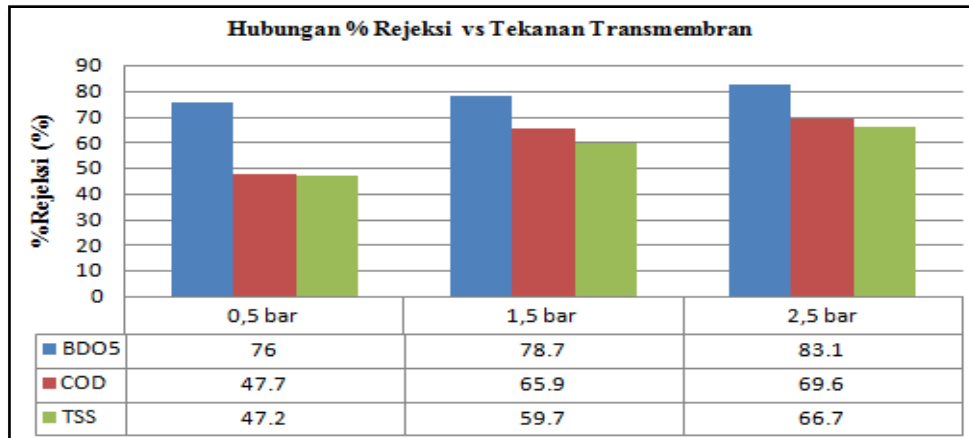
Gambar 2 memerlihatkan persentase rejeksi BOD₅ pada tekanan transmembran 0,5 bar sebesar 76,0%, pada tekanan transmembran 1,5 bar sebesar 78,7%, dan pada tekanan transmembran 2,5 bar sebesar 83,1%. Gambar 2 terlihat tren kenaikan persentase rejeksi juga terjadi untuk parameter COD dan TSS. Gambar 2 memperlihatkan perolehan persentase rejeksi semakin tinggi ketika tekanan transmembran dinaikkan. Menurut Janeta dan Purnomo [2011], hal ini disebabkan karena semakin besar tekanan yang diberikan maka kecepatan air untuk melalui membran juga semakin cepat, dimana komponen organik yang memiliki berat molekul lebih besar dari pada pori membran akan tertahan sehingga akan membentuk lapisan *cake* pada permukaan membran, dimana akan menutupi pori-pori membran. Hal ini membuat semakin sulitnya komponen

organik untuk menembus membran bersama air, sehingga kadar BOD₅, COD, dan TSS pada permeat semakin berkurang dan pada akhirnya meningkatkan persen rejeksi terhadap komponen organik dan partikel-partikel tersuspensi tersebut. .

Penurunan nilai konsentrasi setelah dilakukan pengolahan berbanding lurus dengan tekanan transmembran yang digunakan. Berdasarkan Aufiyah dan Damayanti [2013] menyampaikan bahwa nilai konsentrasi tersebut terus turun seiring dengan bertambahnya tekanan transmembran pengoperasian. Kecilnya nilai konsentrasi pada tekanan transmembran yang rendah dikarenakan membran masih bersih dan belum dikotori oleh zat-zat yang terkandung dalam limbah hotel. Ketika permukaan membran sudah terkontaminasi pori membran akibat tekanan yang lebih besar, maka akan terkompaksinya *foulat-foulant* pada pori membran dan pada akhirnya menyempit dan semakin lama akan membentuk *cake*, ketika terbentuk *cake* maka zat terlarut juga akan

tertahan yang menyebabkan nilai konsentrasi pada tekanan transmembran yang lebih besar akan

menghasilkan konsentrasi yang lebih kecil.



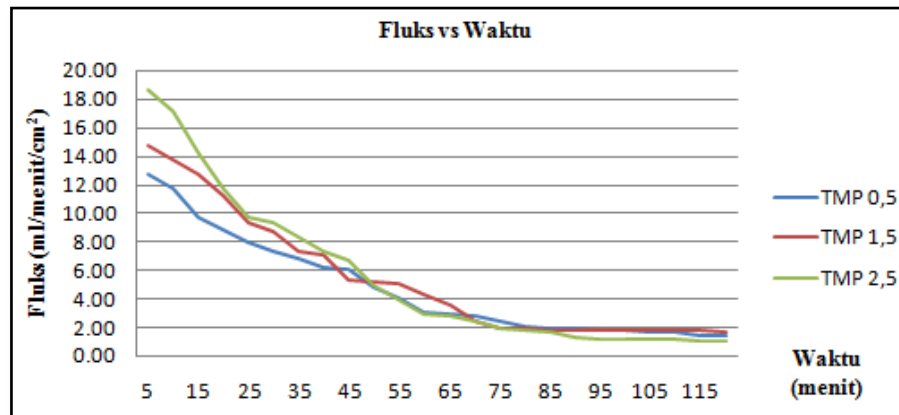
Gambar 2. Hubungan % Rejeksi Terhadap Tekanan Transmembran

Pengaruh Tekanan Transmembran Terhadap Fluks Permeat

Gambar 3 menunjukkan terjadinya perbedaan fluks yang dihasilkan pada masing-masing tekanan transmembran. Tekanan transmembran 0,5 bar didapat fluks sebesar 12,81 ml/menit.cm², tekanan transmembran 1,5 bar didapat fluks sebesar 14,78 ml/menit.cm², dan tekanan transmembran 2,5 bar didapat fluks 18,72 ml/menit.cm². Semakin besar tekanan transmembran, maka makin tinggi nilai fluks. Nilai fluks berbanding lurus dengan tekanan transmembran, hal ini disebabkan

semakin tinggi tekanan, semakin cepat air limbah hotel mengalir melewati membran ultrafiltrasi. Sedangkan nilai fluks yang dihasilkan cenderung turun terhadap waktu [Mulder, 1996].

Menit-menit awal, fluks permeat yang melewati membran ultrafiltrasi lebih besar karena pada permukaan membran belum terakumulasi partikel-partikel yang menempel pada permukaan dan didalam membran relatif kecil, sehingga aliran air limbah hotel yang melalui membran belum mengalami hambatan berarti [Janeta dan Purnomo, 2011].



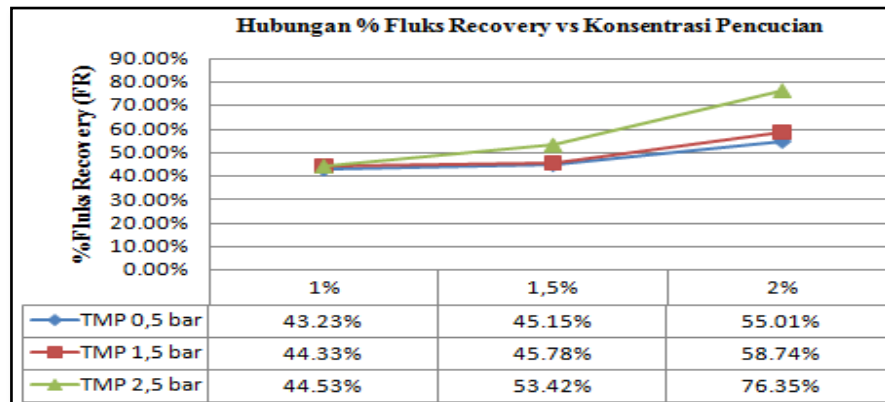
Gambar 3. Pengaruh Tekanan Transmembran Terhadap Fluks Permeat

Pengaruh Tekanan Transmembran dan Konsentrasi Bahan Kimia Terhadap Tingkat Efisiensi Pencucian

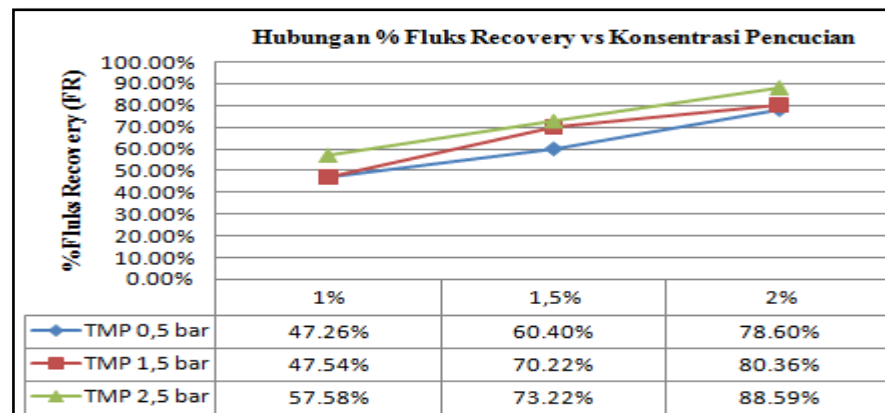
Efisiensi pencucian diindikasikan oleh parameter *Fluks Recovery* (FR) dan *Resistant Removal* (RR). Kedua indikator ini oleh Kazemimoghadam dan Mohammadi [2006] telah dijadikan sebagai tolak ukur guna melihat efisiensi pencucian.

Gambar 4 memperlihatkan nilai FR bahan pencuci NaOH tertinggi mencapai 76,35% dan Gambar 5 nilai FR untuk bahan pencuci deterjen tertinggi mencapai 88,59%. Kondisi tekanan transmembran dan konsentrasi bahan

pencuci sama, memperlihatkan bahwa bahan pencuci deterjen lebih baik dibandingkan dengan bahan pencuci NaOH. Syarfi dan Khairat [2013] menyimpulkan bahwa bahan pencuci deterjen terlihat lebih efisien dalam peningkatan nilai persentase *Fluks Recovery* (FR) dibanding jika menggunakan NaOH. Perbandingan antara NaOH dan deterjen dalam proses pencucian membran setelah terbentuknya *fouling* mengindikasikan bahwa NaOH adalah *chemical cleaning agent* yang lebih lemah dibandingkan dengan deterjen yang mengandung larutan penstabil emulsi yang disebut sebagai *surfactant*.



Gambar 4. Grafik Nilai FR dengan Bahan Pencuci NaOH

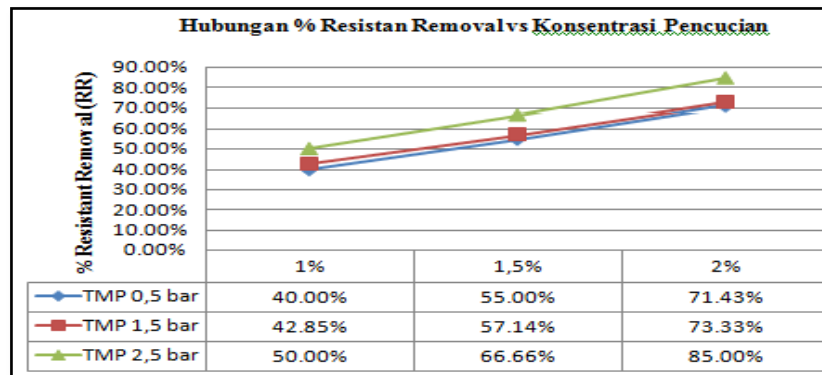


Gambar 5. Grafik Nilai FR dengan Bahan Pencuci Deterjen

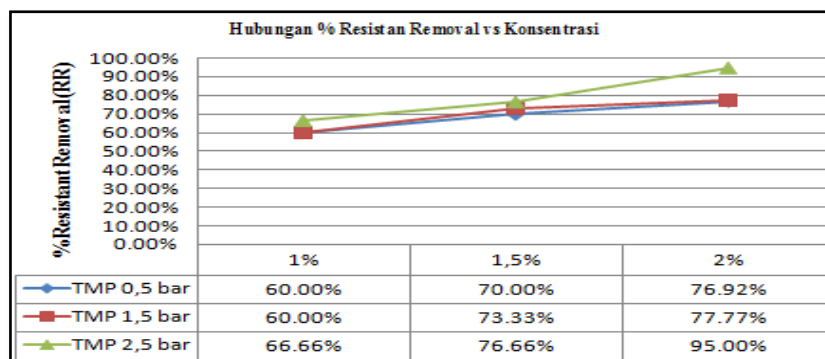
Gambar 6 dan Gambar 7 memperlihatkan tren naiknya nilai persentase *Resistan Removal* (RR) didapat ketika konsentrasi bahan pencuci dinaikkan dari 1%, 1,5%, hingga 2%, serta tekanan transmembran dinaikkan dari 0,5 bar, 1,5 bar, dan 2,5 bar. Tekanan dan konsentrasi memberi pengaruh yang besar terhadap nilai *Resistant Removal* (RR) karena tekanan yang tinggi akan

meningkatkan turbulensi aliran sehingga *foulant* yang terdeposisi pada permukaan atau pada pori membran akan terangkat dan ikut kealiran pencuci. Sedangkan peningkatan konsentrasi akan mempercepat proses pemutusan atau penghancuran *foulant* sehingga *foulant* semakin mudah mengalir kealiran pencucian. Pengaruh tekanan dan konsentrasi dapat mereduksi tahanan yang ditimbulkan

selama proses berlangsung seperti pembentukan lapisan gel, polarisasi tahanan karena: adsorpsi *foulant*, konsentrasi, dan *poreblocking*.



Gambar 6. Grafik Nilai RR dengan Bahan Kimia NaOH



Gambar 7. Grafik Nilai RR dengan Bahan Kimia Deterjen

Pengaruh Tekanan Transmembran dan Konsentrasi Bahan Kimia Terhadap Tingkat Efektifitas Pencucian

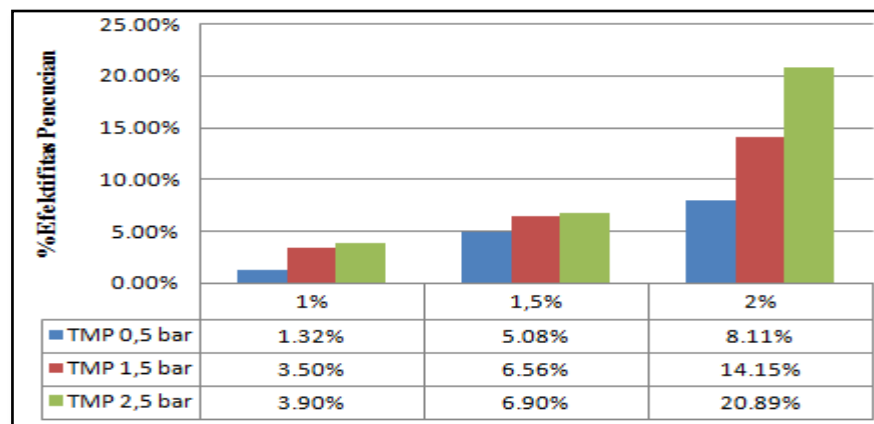
Gambar 8 terlihat bahwa tingkat efektifitas pencucian tertinggi untuk bahan pencuci NaOH tertinggi mencapai 20,89%, dan Gambar 9 dengan bahan pencuci deterjen terlihat tingkat efektifitas pencucian tertinggi

mencapai 51,27%. Tren kenaikan tingkat efektifitas pencucian dipengaruhi oleh konsentrasi bahan pencuci dan tekanan transmembran. Pengaruh tingkat konsentrasi bahan kimia pencuci yang lebih tinggi akan memvariasikan nilai persentase efektifitas pencucian ke arah yang lebih baik. Perubahan tekanan operasi

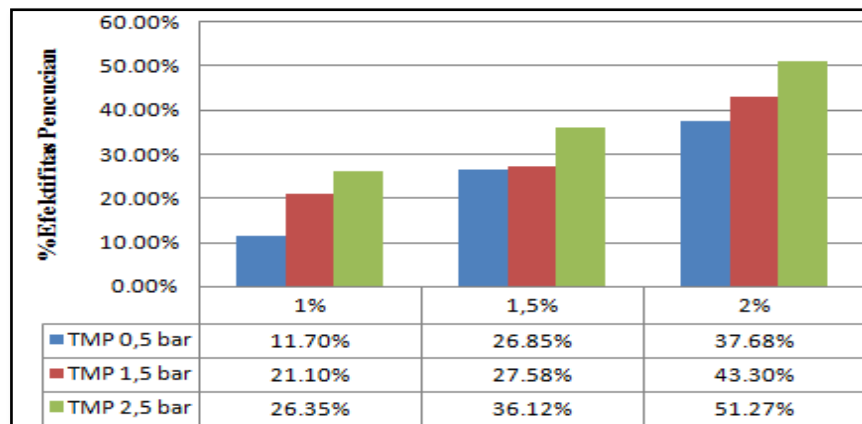
transmembran juga menghasilkan nilai persentase yang lebih tinggi.

Deterjen terlihat lebih baik dibanding dengan bahan pencuci NaOH, perbandingan bahan pencuci deterjen dan NaOH yang sudah diteliti oleh Syarfi dan Khairat [2013], serta Syarfi dkk [2006], pengaruh konsentrasi bahan pencuci dan tekanan transmembran terhadap pencucian

membran. Sarah [2008], mempertegas bahwa kemampuan deterjen sebagai bahan pencuci membran lebih baik, hal ini dikatakan Sarah [2008] karena kandungan *builder* atau disebut juga pembentuk didalam deterjen yang berfungsi meningkatkan efisiensi pencucian dari deterjen dengan cara menon-aktifkan mineral atau *foulant* penyebab *fouling* pada membran.



Gambar 8. Grafik Nilai Efektifitas Pencucian dengan Bahan Kimia NaOH



Gambar 9. Grafik Nilai Efektifitas Pencucian dengan Bahan Kimia Deterjen

Kesimpulan

- 1 Kinerja membran ultrafiltrasi dalam mengolah limbah hotel untuk persentase rejeksi tertinggi parameter BOD₅ mencapai 83,1 %, untuk persentase rejeksi tertinggi parameter COD mencapai 69,6 %, dan persentase rejeksi tertinggi parameter TSS mencapai 66,7 % untuk tekanan transmembran 2,5 bar.
- 2 Nilai fluks tertinggi pada tekanan transmembran 2,5 bar mencapai 18,72 ml/menit.cm², dan fluks terendah didapat pada tekanan transmembran 0,5 bar sebesar 12,81 ml/menit.cm².
- 3 Efisiensi pencucian tertinggi berdasarkan parameter nilai *Fluks Recovery* (FR) mencapai 88,59 %, nilai *Resistant Removal* (RR) mencapai 95,00 % untuk bahan pencuci deterjen dengan konsentrasi 2 % dan pada tekanan transmembran 2,5 bar. Efektifitas pencucian tertinggi mencapai 51,27 % untuk bahan pencuci

Deterjen dengan konsentrasi 2 % dan tekanan transmembran 2,5 bar.

DAFTAR PUSTAKA

- Aufiyah dan Damayanti, A. 2013. Pengolahan Limbah *Laundry* Menggunakan Membran Nanofiltrasi Aliran *Cross Flow* untuk Menurunkan Kekeruhan dan Fosfat. *Jurnal PURIFIKASI Vol. 2, No. 2, ISSN: 2337-3539*. Jurusan Teknik Lingkungan Institut Teknologi Sepuluh Nopember. Surabaya
- Elystia, S, Indah, S, dan Helard, D. 2012. Efisiensi Metode *Multi Soil Layering* (MSL) Dalam Penyisihan COD Dari Limbah Cair Hotel (Studi Kasus: Hotel “X” Padang). *Jurnal DAMPAK Vol 9.No 2 : 121-128 ISSN 1829-6084*. Universitas Andalas. Padang.
- Helard, D, dan Amelia, D. 2010. Penyisihan Amonia, Nitrit dan Nitrat Dari Limbah Cair Hotel Dengan Metode Multi Soil Layering (Studi Kasus: Limbah Hotel Pangeran Beach, Padang). *Artikel Ilmiah Penelitian Dosen Muda Jurusan Teknik Lingkungan*. Universitas Andalas. Padang.
- Janeta, Y, dan Purnomo, Y, S. 2011. Pengolahan Air Saluran Pematusan Terusan Kebon Agung Sebagai Air Bersih

dengan Teknologi Membran Ultrafiltrasi. *Jurnal Ilmiah Teknik Lingkungan. Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan Universitas Pembangunan Nasional "Veteran".* Surabaya

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

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

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

Syarfi dan Khairat. 2013. Regenerasi Secara Kimia Membran Ultrafiltrasi Sistem Aliran *Cross Flow* Pada Proses Penyaringan Air Terproduksi. *Jurnal Ilmiah Sains Terapan Volume IV, No 2 : 123–129 ISSN : 2087 – 5428.* Lembaga Penelitian Universitas Riau.

Syarfi, Zulfansyah, dan Zahrina, I. 2006. Degumming dan Penyisihan FFA dari CPO Parit dengan Membran Ultrafiltrasi Sistem Aliran *Cross Flow.* *Jurnal Lembaga Penelitian Universitas Riau.* Pekanbaru