Pencucian Membran Ultrafiltrasi Menggunakan Bahan Kimia NaOH dan Surfaktan 5512 Pada Proses Penyaringan Air Terproduksi

Desrinayanti Ritonga[1], **Syarfi Daud**[2], **Shinta Elystia**[2]
[1]Program Studi Teknik Kimia, Fakultas Teknik, Universitas Riau
Kampus Binawidya Km 12,5 Simpang Baru Panam, Pekanbaru 28293
[2]Jurusan Teknik Kimia, Fakultas Teknik, Universitas Riau
Kampus Binawidya Km 12,5 Simpang Baru Panam, Pekanbaru 28293
desrinayanti89@gmail.com

ABSTRACT

Water produced is the result of processing of petroleum that were uplifted to the surface with oil and gas, whose number is greather than the generated oil content. Produced water that goes in to a body of water without going through the very first processing has the potential to cause pollution of the environment. One of the technologies that are to manipulate the water produced using technology such as membrane. The toughest challenge in membrane technology is the fouling. This research to study the transmembrane pressure against flux, determine the effectiveness and efficiency of the concentration of NaOH and Surfactant chemistry wash of flux recovery and resistance removal in the process of ultrafiltrasi membrane technology in water filtration process produced and to get clean water from a water filtration process results produced using ultrafiltrasi membrane. The experiment was conducted using ultrafiltration membranes by feeding produced water. The method used is cross flow system by varying the operating pressure of 0,2, 0,4, and 0,6 bar, variations in the concentration of NaOH and Surfactant 1,5%, 2,0%, and 2,5%. Filtration process of produced water lasted for 180 minutes and each leaching time is 30 minutes, the highest effectiveness rate of 60,65% obtained by using surfactant 2,5%, the highest leaching efficiency based on flux recovery value is 98,87% and 60,66% for removal resistance. The highest flux value after chemical cleaning leaching obtained 1,501 ml/menit. in transmembrane pressure of 0,6 bar and the concentration of the surfactant, Where is the longer permeat through the membran with pressure so the smaller the resulting flux.

Keywords: produced water; cross flow; flux recovery; membrane ultrafiltrasi; resistance removal

1. Pendahuluan

Industri minyak dan gas merupakan salah satu industri yang berpotensi menimbulkan pencemaran dan kerusakan lingkungan. Salah satu hasil dari kegiatan di industri minyak dan gas yang berpotensi menimbulkan pencemaran dan kerusakan lingkungan adalah air terproduksi (*produced water*). Sekitar 80% dari total volume limbah yang dihasilkan oleh industri minyak dan gas merupakan air terproduksi (Hayes, 2010). Kuantitas air terproduksi ini akan semakin meningkat setiap tahunnya seiring dengan semakin lamanya sumur pengeboran tersebut digunakan (Katib, 2007).

Air terproduksi dalam proses pertambangan mengandung partikel padat, *nonemulsi fied oil*, *stable emulsi fied oil*, *insoluble solid*, karbon, pigmen, cat, phenol, NH_3, H_2S, COD, BOD serta beberapa logam berat, sehingga berbahaya bila langsung dibuang ke badan air. Pengolahan air terproduksi dapat dilakukan dengan menggunakan pengolahan secara fisika-kimia yang memanfaatkan sifat fisik dari air terproduksi yang mengandung minyak dan dilanjutkan dengan pengolahan secara kimiawi untuk menghilangkan senyawa kimia dalam air terproduksi. Disamping itu, dapat juga dilakukan dengan menggunakan pengolahan biologis yang memanfaatkan aktifitas mikroorganisme, khususnya bakteri, yang mampu mendegradasi minyak untuk menghilangkan kandungan minyak, bahan

organik dan senyawa kimia dalam air terproduksi (Assomadi dan Padli, 2007).

Teknologi membran adalah salah satu teknologi pengolahan air dan limbah, dimana membran mampu memisahkan komponen kimia secara spesifik, dan dapat memisahkan komponen partikel yang lebih besar menjadi lebih kecil. Keunggulan teknologi membran ini yaitu dapat beroperasi pada suhu rendah, kontinu, hemat energi, prosesnya tidak destruktif terhadap zat–zat yang dipisahkan dan tidak menimbulkan dampak negatif terhadap lingkungan.

Teknik-teknik untuk pencucian endapan dari membran yang mengalami *fouling* diantaranya secara kimia (menggunakan bahan kimia), secara mekanis (osmosis langsung, pembilasan). Pencucian membran menyebabkan bahan kimia bereaksi dengan endapan, kerak, produk korosi dan *foulant* yang lainnya. Bahan kimia pencucian membran salah satunya menggunakan asam sitrat, NaOH, dan detergen memberikan hasil yang cukup signifikan untuk peningkatan laju alir (fluks).

Penelitian Amrizal (2011) mengemukakan bahwa pencucian membran ultrafiltrasi pada proses pengolahan emulsi minyak lebih efisien menggunakan NaOH dalam penghilangan *foulant* dibandingkan HCl. Sedangkan penelitian yang dilakukan Anggi (2013) menggunakan membran ultrafiltrasi dengan umpan air terproduksi. Metode yang digunakan adalah sistem alirian *cross flow*, dimana proses pencucian yang efisien menggunakan detergen.

Penelitian ini bertujuan mempelajari tekanan transmembran dan waktu terhadap fluks, dan menentukan efektifitas dan efisiensi konsentrasi bahan pencuci kimia NaOH dan surfaktan 5512 terhadap *flux recovery* (FR) dan *resistance removal* (RR), dalam proses teknologi membran ultrafiltrasi pada operasi penyaringan air terproduksi.

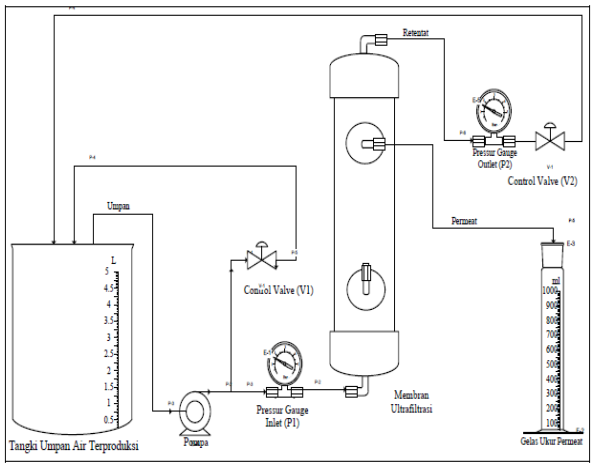
2. Metodologi Penelitian

2.1 Bahan

Bahan baku penelitian ini meliputi air terproduksi dari Lapangan Minyak Minas (PT. Chevron Pacific Indonesia), bahan kimia NaOH dan Surfaktan 5512 berfungsi sebagai *chemical agent washing* dan aquades sebagai *flushing*.

2.2 Alat

Peralatan utama yang digunakan pada penelitain ini adalah satu unit modul membran ultrafiltrasi (UF S-210 : 7-*Bores Capillary Ultrafiltration Module*), pompa jenis diafragma, *stopwatch*, gelas ukur 1000 ml, gelas ukur 100 ml, erlemeyer 2000 ml, timbangan analitik, cawan, sepatula, ember penampung ukuran sedang, dirijen 5 L dan dirijen 35 L. Skema rangkaian unit ultrafiltrasi dapat dilihat pada Gambar 1.



Gambar 1 Diagram Membran Ultrafiltrasi Sistem Aliran *Cross Flow*

2.3 Variabel Penelitian

Variabel penelitian meliputi variabel tetap dan berubah. Variabel tetap adalah waktu untuk pembilasan dengan aquades selama 30 menit, dan waktu untuk pencucian menggunakan *chemical cleaning agent* NaOH dan Surfaktan selama 30 menit, sedangkan variabel berubah terdiri dari memvariasikan tekanan pompa (P = 0,2, 0,4 dan 0,6 bar) untuk *flushing* dan penyaringan air terproduksi, dan tekanan pompa untuk pencucian bahan kimia NaOH dan surfaktan (0,8 bar) selanjutnya memvariasikan konsentrasi *chemical cleaning agent* (1,5%, 2,0% dan 2,5%) dan waktu pemisahan air terproduksi selama 180 menit.

2.4 Cara Kerja

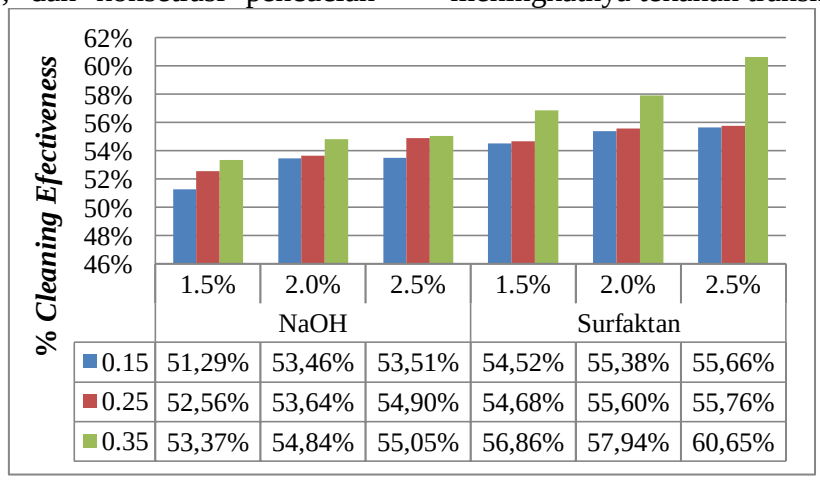
Penelitian ini dimulai dengan pengukuran volume aquades pada pencucian awal di aliran *permeat* per 5 menit selama 30 menit pada

tekanan 0,2 bar. Hasil perhitungan *flux* dikatakan sebagai Jwi. Kemudian pengukuran volume hasil pemisahan air terproduksi di aliran permeat per 5 menit selama 180 menit pada tekanan 0,2 bar, pada tahap ini *flux* dikatakan sebagai Jf. Pengukuran volume pembilasan dengan aquades, di aliran permeat per 5 menit selama 30 menit pada tekanan 0,2 bar. Hasil perhitungan *flux* dikatakan sebagai Jww. Pengukuran volume pencucian kimia menggunakan NaOH dengan konsentrasi 1.5% b/v, dengan aliran permeat per 5 menit selama 30 menit pada tekanan 0.8 bar. Hasil perhitungan *flux* dinyatakan sebagai Jcc. Kemudian pengukuran volume pembilasan aquades akhir selama 5 menit sampai 30 menit. Hasil perhitungan *flux* dinyatakan sebagai Jwc. Pengukuran selanjutnya dengan tekanan (0,4 bar dan 0,6 bar), dan konsetrasi pencucian bahan kimia menggunakan NaOH (2,0% b/v dan 2,5% b/v), setelah selesai untuk pencucian bahan kimia NaOH, kemudian lanjutkan langkah seperti diatas dengan menggantikan konsentrasi bahan pencuci kimia surfaktan 5512 (1,5% v/v, 2,0% v/v, dan 2,5% v/v) dengan tekanan 0,8 bar. Kemudian dilanjutkan dengan pengukuran volume pemisahan air terproduksi tanpa perlakuan pencucian maupun pembilasan dengan aquades.

3. Hasil dan Pembahasan

3.1 Efektifitas Pencucian

Efektifitas pencucian merupakan perbandingan antara fluks sebelum dilakukan pencucian dibandingkan dengan setelah dilakukan pencucian. Efektifitas pencucian cenderung meningkat seiring dengan meningkatnya tekanan transmembran.



	NaOH			Surfaktan		
0.15	51,29%	53,46%	53,51%	54,52%	55,38%	55,66%
0.25	52,56%	53,64%	54,90%	54,68%	55,60%	55,76%
0.35	53,37%	54,84%	55,05%	56,86%	57,94%	60,65%

Gambar 2 Efektifitas Pencucian Bahan Kimia Terhadap Variasi Konsentrasi dan Tekanan Transmembran

Pada Gambar 2 diatas terlihat bahwa tingkat efektifitas pencucian dipengaruhi oleh konsentrasi dan tekanan transmembran. Tingkat konsentrasi bahan kimia pencuci yang lebih tingggi akan memvariasikan nilai persentase efektifitas pencucian kearah yang lebih baik. Perubahan tekanan operasi transmembran juga menghasilkan nilai yang lebih tinggi. Reaksi kimia terjadi antara *chemical cleaning agent* dengan material yang tersimpan pada permukaan membran.

Surfaktan pada konsentrasi 2,5% dengan tekanan 0,35 bar merupakan tingkat efektifitas pencucian tertinggi pada operasi membran ini yaitu mencapai 60,65%. Tingkat efektifitas pencucian terendah yaitu 55,05% didapat pada bahan kimia pencuci NaOH dengan konsentrasi 2,5% dan tekanan transmembran 0,35 bar, hal ini karena kemampuan surfaktan lebih baik bila dibandingkan dengan NaOH yang bersifat basa dalam mengurangi *fouling* yang terbentuk pada permukaan membran.

Menurut Milton (1978), jenis surfaktan yang berfungsi sebagai *emulsifier* (*emulsifying agent*) biasanya termasuk surfaktan *anionic* golongan *petroleum sulfonates*. Sifat surfaktan didalam emulsi minyak (*oil/water emulsion*)

ekornya bersifat hidrofobik (-CH_2-), sehingga mudah menarik molekul minyak dan kepalanya yang bersifat hydrofilik akan sangat mudah berikatan dengan molekul air dan bersifat anionik.

Surfaktan atau *surface active agent* merupakan suatu molekul *amphipatic* atau *amphiphilic* yang mengandung gugus hidrifilik dan lipofilik dalam satu molekul yang sama. Secara umum kegunaan surfaktan adalah untuk menurunkan tegangan permukaan, tegangan antar muka, meningkatkan kestabilan partikel yang terdispersi dan mengontrol jenis formasi emulsi, yaitu misalnya *oil in water* (o/w) atau *water in oil* (w/o), dengan adanya gugus liofilik (hidrofilik) mencegah keluarnya surfaktan secara sempurna dari pelarut sebagai fasa terpisah (Salager 2002).

Konsentrasi NaOH 2,5% dibandingkan dengan surfaktan 1,5% pada tekanan yang sama yaitu 0,15 bar masih lebih baik tingkat efektifitasnya, hal ini menunjukkan bahwa kemampuan NaOH akan meningkat dengan konsentrasi yang lebih tinggi dibandingkan dengan konsentrasi surfaktan yang lebih rendah. Penggunaan konsentrasi dan tekanan transmembran yang sama, surfaktan lebih baik dibandingkan dengan NaOH, dikarenakan surfaktan memiliki sifat bipolar, sedangkan NaOH adalah zat pembersih tanpa surfaktan yang kurang stabil dalam proses pencucian, karena hanya mengandung garam alkali.

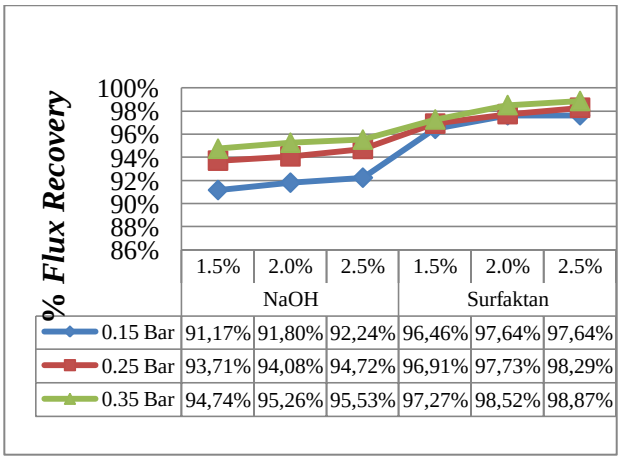
Efektifitas pencucian pada penelitian (Amrizal 2011) penggunaan bahan kimia NaOH (basa) lebih baik dari pada penggunaan alkali asam (HCl dan HNO3), dengan efektifitas pencucian yang tertinggi yaitu 37,17% pada tekanan 1,35 bar, efektifitas pencucian HCl yaitu 26,61% pada tekanan 1,35 bar, dan HNO3 12,21% pada tekanan 1,35 bar.

Pencapaian data pada penelitian (Anggi 2013) efektifitas pencucian menggunakan bahan kimia NaOH dan detergen merupakan tinggkat efektifitas tertinggi. Kosentrasi NaOH 1,5% pada tekanan 0,6 bar dengan efektifitas pencucian yang tertinggi yaitu 26,86%, sedangkan dengan konsentrasi detergen 1,5% pada tekanan 0,6 bar yaitu 30,55%. Penggunaan konsentrasi dan tekanan transmembran yang sama, detergen lebih baik dibandingkan dengan NaOH.

Perbedaan penelitian ini diduga karena perbedaan metode, kondisi operasi dan variabel yang digunakan. Selain itu, sistem aliran yang dilakukan (Amrizal 2011) dengan menggunakan aliran *dead end*, sedangkan pada penelitian ini dan penelitian (Anggi 2013) menggunakan aliran *cross flow*.

3.2 Efisiensi Pencucian

Efisiensi pencucian diindikasikan oleh parameter *flux recovery* (FR) dan *resistance removal* (RR). Kedua indikator ini oleh (Mohammadi *et all* 2002) dan (Kazemimoghadam dan Mohammadi 2006) telah dijadikan sebagai tolak ukur guna melihat efisiensi pencucian. Parameter tersebut mengindikasikan sejauh mana proses pencucian dari hasil penyaringan air terproduksi mampu meningkatkan kembali kinerja membran baik setelah pembentukan *fouling* maupun setelah pencucian membran.



	NaOH			Surfaktan		
0.15 Bar	91,17%	91,80%	92,24%	96,46%	97,64%	97,64%
0.25 Bar	93,71%	94,08%	94,72%	96,91%	97,73%	98,29%
0.35 Bar	94,74%	95,26%	95,53%	97,27%	98,52%	98,87%

Gambar 3 Nilai FR Pada Masing-Masing Konsentrasi Bahan Pencuci dan Perubahan Tekanan Transmembran Dalam Proses Penyaringan Air Terproduksi

Tekanan pompa 0,2 bar, 0,4 bar, dan 0,6 bar pada Gambar 3 dan Gambar 4 didapat dari hasil perhitungan antara nilai tekanan operasi membran (P1) ditambah dengan tekanan operasi yang didapat pada (P2) kemudian dibagi dua. Tekanan operasi (P1) yaitu 0,2 bar dan nilai tekanan (P2) yaitu 0,1 bar, maka dari hasil perhitungan didapat tekanan

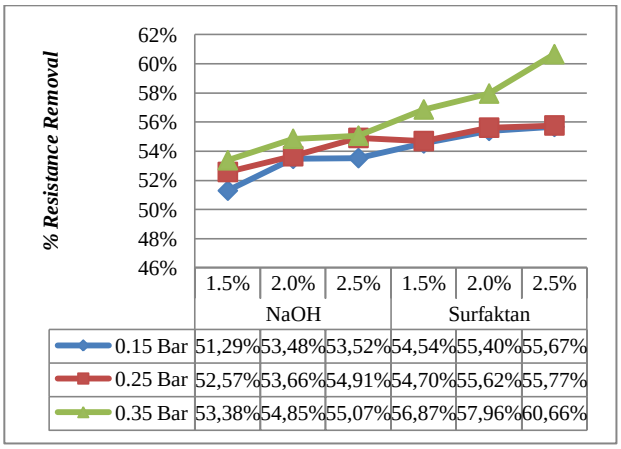
transmembran sebesar 0,15 bar. Tekanan operasi transmembran (P1) 0,4 bar dengan tekanan (P2) tetap yaitu 0,1 bar, maka dari hasil perhitungan tekanan transmembran sebesar 0,25 bar, kemudian pada tekanan transmembran (P1) 0,6 bar dengan tekanan (P2) tetap yaitu 0,1 bar, maka dari hasil perhitungan didapat tekanan transmembran sebesar 0,35 bar.

Flux Recovery (FR) tertinggi yaitu mencapai 98,87% untuk pencucian menggunakan surfaktan dengan konsentrasi bahan kimia 2,5% pada tekanan transmembran 0,35 bar, sedangkan nilai FR terendah yaitu 95,53% untuk pencucian dengan konsentrasi bahan kimia NaOH 2,5% pada tekanan transmembran 0,35 bar. Dari Gambar 3 terlihat bahwa persentase nilai FR cendrung lebih tinggi pada tekanan transmembran 0,35 bar pada surfaktan, dibandingkan pada tekanan transmembran 0,35 bar pada NaOH. Data tersebut menunjukkan bahwa efisiensi pencucian sangat dipengaruhi tekanan transmembran dan konsentrasi bahan pencuci kimia yang digunakan.

Gambar 3. Jika dilihat secara keseluruhan nilai FR cenderung lebih tinggi terjadi untuk pembentukan fluks pada tekanan transmembran 0,35 bar dibandingkan dengan tekanan transmembran 0,15 bar dan 0,25 bar, hal ini menunjukkan bahwa bahan pencuci jenis surfaktan terlihat lebih efisien dalam peningkatan nilai persentase FR dibandingkan dengan menggunakan NaOH. Perbandingan antara NaOH dan surfaktan dalam proses pencucian membran setelah terbentuknya *fouling* mengindikasikan bahwa NaOH adalah *chemical cleaning agent* yang lebih lemah dan tidak stabil bila dibandingkan dengan surfaktan yang mengandung larutan penstabil emulsi.

Fouling yang terbentuk pada permukaan membran akibat kandungan minyak yang terdapat pada air terproduksi akan berikatan dengan rantai hidrofobik, oleh karena itu pengembalian nilai persentase fluks kearah *permeat* setelah proses pencucian kimia (*back wash*) pada membran lebih tinggi dibandingkan menggunakan NaOH.

Nilai *resistance removal* (RR) yang didapat dari penelitian ini berada dibawah 100% dengan nilai RR tertinggi mencapai 60,66% untuk pencucian menggunakan bahan pencuci kimia surfaktan 2,5% pada tekanan transmembran 0,35 bar, dan nilai RR terendah yaitu 55,07% untuk pencucian menggunakan NaOH 2,5% pada tekanan transmembran 0,35 bar, dapat dilihat pada Gambar 4 mengenai *resitance removal* (RR).



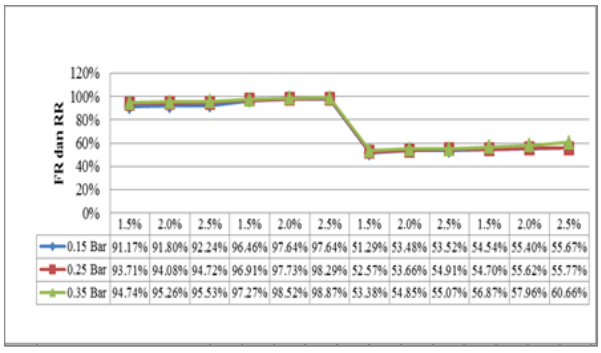
Gambar 4 Nilai RR Pada Masing-Masing Konsentrasi Bahan Pencuci dan Perubahan Tekanan Transmembran Dalam Proses Penyaringan Air Terproduksi

Nilai persentase RR didapat dari nilai *resistant* yang terbentuk setelah terjadinya *fouling* dikurangi oleh nilai *resistant* setelah pencucian, kemudian dibagi dengan nilai *resistant* terbentuknya *fouling* itu sendiri dan hasilnya dikalikan dengan 100%. Dari Gambar 4 menunjukkan bahwa tekanan transmembran, konsentrasi dan jenis bahan pencuci sangat berpengaruh pada peningkatan nilai persentase *resistance ramoval* (RR).

Efisiensi pencucian rata-rata yang ditempuh selama pengamatan, pada tekanan yang sama dan konsentrasi serta jenis bahan pencuci sangat mempengaruhi kedua parameter efisiensi pencucian. Secara rata-rata nilai FR dan RR pada penggunaan cenderung meningkat seiring dengan meningkatnya tekanan transmembran. Nilai FR rata-rata maksimum diperoleh 98,87%, namun nilai RR rendah 60,66% yakni pada penggunaan surfaktan 2,5% pada tekanan transmembran 0,35 bar. Sedangkan nilai FR maksimum dicapai 95,53%, namun nilai RR nya menjadi turun

yakni 55,07% pada penggunaan NaOH 2,5% pada tekanan transmembran 0,35 bar. Selain itu, efisiensi pencucian pada parameter FR selalu lebih besar dibandingkan dengan nilai RR.

Indikasi rendahnya nila RR diduga karena *floktualisasi foulant* pada air terproduksi secara terus menerus pada permukaan membran, sehingga pada saat pencucian akan bereaksi dengan bahan pencuci (Lim dan Bai 2003). Hasil pengamatan (Handoko, Adiarto dan Anggoro 2003), hal ini diduga menyebabkan nilai RR lebih rendah dibandingkan dengan FR, karena kekeruhan pada saat pencucian membran mampu menghalangi turunnya *permeat* sehingga fluks awal semakin kecil, karena pada waktu dilakukan pencucian membran hanya menghilangkan jumlah *fouling* tertentu, sedangkan *fouling* yang tertinggal pada konsentrasi yang lebih tinggi juga semakin besar. Dari data FR dan RR masing-masing bahan pencuci diperoleh efisiensi pencucian rata-rata berbanding lurus dengan perubahan tekanan transmembran. Secara rata-rata nilai FR dan RR cenderung lebih tinggi dengan meningkatnya tekanan transmembran, hal ini dapat dilihat pada Gambar 5.



	1.5%	2.0%	2.5%	1.5%	2.0%	2.5%	1.5%	2.0%	2.5%	1.5%	2.0%	2.5%
0.15 Bar	91.17%	91.80%	92.24%	96.46%	97.64%	97.64%	51.29%	53.48%	53.52%	54.54%	55.40%	55.67%
0.25 Bar	93.71%	94.08%	94.72%	96.91%	97.73%	98.29%	52.57%	53.66%	54.91%	54.70%	55.62%	55.77%
0.35 Bar	94.74%	95.26%	95.53%	97.27%	98.52%	98.87%	53.38%	54.85%	55.07%	56.87%	57.96%	60.66%

Gambar 5 Pengaruh Kenaikan Tekanan Transmembran dan Konsentrasi Bahan Kimia Pencuci Terhadap Nilai FR dan RR

4. Kesimpulan

1. Efektifitas pencucian yang tertinggi yaitu 60,65% dengan menggunakan bahan kimia pencuci surfaktan 2,5% pada tekanan trans-membran 0,35 bar.
2. Efisiensi pencucian tertinggi berdasarkan nilai *Flux Recovery* yang didapat yaitu 98,87% dan nilai *Resistance Removal* yaitu 60,66% dengan menggunakan bahan kimia pencuci surfaktan 2,5% pada tekanan trans-membran 0,35 bar.
3. Nilai *Flux Recovery* tertinggi yang didapat ketika menggunakan bahan kimia pencuci NaOH yaitu 95,53% dengan konsentrasi NaOH 2,5% pada tekanan trans-membran 0,35 bar.
4. Jenis bahan pencuci serta tekanan operasi membran sangat mempengaruhi nilai fluks, dengan kondisi lebih baik ketika menggunakan tekanan transmembran 0,35 bar dan jenis bahan pencuci kimia surfaktan
5. Semakin lama waktu permeat melewati membran dengan adanya tekanan, maka fluks yang dihasilkan semakin kecil.

5. Saran

Pada penelitian selanjutnya, disarankan untuk mempelajari pengaruh larutan pencuci yang lain sesuai karekteristik membran dan air terproduksi, sehingga didapat perbandingan larutan pencuci lainnya dalam menentukan tingkat efektifitas pencucian membran dalam proses penyaringan air terproduksi. Selanjutnya perlu dilakukan untuk wadah air terproduksi, aquades dan bahan kimia pencuci yang dipakai dalam ukuran dan bentuk yang sama, agar aliran yang keluar dari valve sama dan lebih stabil. Hal ini bertujuan untuk mengetahui fluks yang dihasilkan lebih baik lagi dari sebelumnya.

6. Ucapan Terimakasih

Penulis mengucapakan terimakasih kepada Bapak Ir. Syarfi Daud, MT dan Ibu Shinta Elystia, M.Si yang telah membimbing dan memberikan ilmu-ilmu yang bermanfaat kepada penulis dalam menyelesaikan penelitian ini.

Daftar Pustaka

Assomadi, A.F, dan Padli Abdu., 2007, Pengolahan Air Terproduksi Menggunakan *Sequencing Batch Reactor* (SBR), Penelitian, ITS.

Anggi Dwi, S., 2013. Pencucian Secara Kimia Membran Ultrafiltrasi Sistem Aliran *Cross Flow* Pada Proses Penyaringan Air

Terproduksi. Skripsi Sarjana, Fakultas Teknik, Universitas Riau, Pekanbaru.

Amrizal., 2011. Efisiensi dan Efektifitas Pencucian Kimia Pada Membran Ultrafiltrasi Sistem Aliran *Dead End* Proses Pengolahan Limbah Emulsi Minyak. Skripsi Sarjana, Fakultas Teknik, Universitas Riau, Pekanbaru.

Handoko d.k., Adiaro T dan Tri Anggono P, 2003, Upaya Penanganan Membran *Fouling* Yang Terjadi Pada Proses Membran Selulosa Asetat (Sa) Pada Pengolahan Limbah Tekstil, Jurnal Penelitian Medika Eksakta Vol 4 No. 2 Agustus 2003: 120-128.

Hayes, T., 2010. *Produce Water Management Chalange And Solution. E&P Center Gas Technology Institute*.

Katib, Z., 2007. Produced Water Management : *Is It Future Legacy Or A Businnes Opportunity For Technologi Confrence*, 4-6 *December* 2007, Dubai, U.A.T.

Lim A.L dan Bai R, 2003, Membran *Foulingand Cleaning in Microfiltration of Activated Sludge Wastewater, Department of Chemical and Environmental Engineering, National University of Singapore, Singapore, Journal of Membran Science*, p.279-290, *Scincedirect, Elsevier*.

Milton j.r., 1978, "Surfactants And Interfacial Phenomena",Jhon Willey & Son, New York.

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

Salager, J. L., 2002. *Surfactans Type and Uses*. Venezuela: Penerbit *De Los Andes University*