



Pengurangan Kandungan *Total Dissolved Solid (TDS)*, *Konduktivitas* dan *Natural Organic Matter (NOM)* pada Air Baku Bendungan Jatiluhur Menggunakan Kombinasi Membran dan *Ion Exchange*

Reduction of Raw Water Total Dissolved Solid (TDS), Conductivity and Natural Organic Matter (NOM) Concentration from Jatiluhur Dam using Process Combination of Membrane and Ion Exchange

Jono Suhartono^{1*}, Anastasya Salsabilla¹, Dewi Rosalina¹

¹Program Studi Teknik Kimia, Fakultas Teknologi Industri, Institut Teknologi Nasional Bandung, Jl. PHH. Mustofa No.23, Jawa Barat, Indonesia 40124.

*Corresponding Author: jono_suhartono@itenas.ac.id

Received: 4th April 2024; Revised: 15th July 2024; Accepted: 26th July 2024

ABSTRAK

Seiring dengan meningkatnya kebutuhan air yang berkualitas tinggi untuk berbagai aplikasi industri, proses demineralisasi menjadi solusi yang efektif untuk menghilangkan mineral dan ion-ion yang dapat mengganggu proses produksi. Air memiliki peranan yang sangat penting antara lain sebagai kebutuhan air proses, air pendingin dan kebutuhan utilitas lainnya. Adanya kontaminan di dalam air menjadi faktor yang perlu diperhatikan. Keberadaan kontaminan dapat menjadikan masalah serius karena dapat menimbulkan korosi, pencemaran logam berat, *scaling* dan bahan-bahan berbahaya lainnya. Air yang digunakan wajib memenuhi standar yang berlaku dengan cara melalui serangkaian proses pemurnian. Persyaratan air demineral dapat ditinjau dari kandungan *Total Dissolved Solid (TDS)*, *konduktivitas* dan *Natural Organic Matter (NOM)*. Pada penelitian ini dipelajari proses pengolahan air menggunakan kombinasi teknologi membran dan *ion exchange*. Membran *Reverse Osmosis (RO)*, membran Ultrafiltrasi (UF) dan resin *ion exchange* dipelajari baik secara mandiri maupun kombinasi. Parameter lainnya yang diteliti yaitu pengaruh laju alir terhadap TDS, *konduktivitas* dan NOM. Selain itu, parameter lainnya yang diteliti yaitu pengaruh laju alir terhadap lokasi pengambilan sampel air di Bendungan Jatiluhur. Hasil penelitian menunjukkan, proses terbaik dalam pengurangan TDS, *konduktivitas* dan NOM diperoleh menggunakan kombinasi RO dan resin dengan pengurangan TDS sebesar 89%, *konduktivitas* 88% dan NOM 100%.

Kata kunci: Air, membran, *Reverse Osmosis (RO)*, Ultrafiltrasi (UF), *ion exchange*.

ABSTRACT

The escalating demand for high-quality water in industrial applications has prompted the adoption of demineralization processes as an effective solution to eliminate disruptive minerals and ions. Water, vital for process and cooling needs, must meet strict standards to avoid issues like corrosion and heavy metal pollution. Contaminants pose risks, necessitating careful attention. This study assesses demineral water requirements based on *Total Dissolved Solids (TDS)*, *conductivity*, and *Natural Organic Matter (NOM)*. Examining membrane and ion exchange technologies, including *Reverse Osmosis (RO)*, Ultrafiltration (UF), and ion exchange resins independently and in combination, the study also explores the impact of flow rate on TDS, *conductivity*, and NOM. Additionally, it investigates the effect of flow rate on sampling locations at the Jatiluhur Dam. Research results highlight the effectiveness of a combined RO and resin approach, achieving an 89% reduction in TDS, 88% in *conductivity*, and complete NOM removal.

Keywords: Water, membrane, *Reverse Osmosis (RO)*, Ultrafiltration (UF), *ion exchange*.

Copyright © 2024 by Authors, Published by JITK. This is an open-access article under the CC BY-SA License (<https://creativecommons.org/licenses/by-sa/4.0>).

How to cite: Suhartono, J., Salsabilla, A., & Rosalina, D. Pengurangan Kandungan *Total Dissolved Solid (TDS)*, *Konduktivitas* dan *Natural Organic Matter (NOM)* pada Air Baku Bendungan Jatiluhur Menggunakan Kombinasi Membran dan *Ion Exchange*. *Jurnal Ilmiah Teknik Kimia*, 8(2).

Permalink/DOI: <https://doi.org/10.32493/jitk.v8i2.38730>



PENDAHULUAN

Air demineral atau air *deionized* menjadi semakin penting dalam berbagai sektor industri, laboratorium dan proses manufaktur karena kemampuannya untuk menyediakan air yang memiliki tingkat kemurnian tinggi. Seiring dengan meningkatnya kebutuhan akan air berkualitas tinggi dalam berbagai aplikasi, proses demineralisasi menjadi solusi yang efektif untuk menghilangkan mineral dan ion-ion yang dapat mengganggu berbagai proses. Air demineral merupakan air yang memiliki kandungan mineral yang rendah atau tidak memiliki kandungan mineral sama sekali. Untuk keperluan air demineral, maka sumber air baku yang dapat digunakan untuk kebutuhan air tersebut dapat terdiri dari air permukaan seperti Bendungan Jatiluhur. Bendungan merupakan bangunan yang dibangun dengan tujuan utama untuk memenuhi kebutuhan, antara lain sebagai sumber daya energi listrik, persediaan air bersih, sarana rekreasi dan kontrol banjir (Wirustyastuko, 2013). Air bendungan seringkali menimbulkan pencemaran akibat adanya aktivitas manusia. Pencemar yang terkandung dalam air tersebut diantaranya yaitu *Total Dissolved Solid* (TDS), konduktivitas dan *Natural Organic Matter* (NOM).

TDS merupakan zat padatan terlarut di dalam air baik berupa ion, senyawa maupun koloid. Standar yang digunakan dalam pengklasifikasian air demineral yaitu SNI 6241:2015 dengan nilai TDS maksimum yang diperbolehkan sebesar 10 mg/l. (BSN, 2015). Kandungan ion zat tersebut memiliki korelasi dengan TDS dan konduktivitas, semakin banyak ion semakin besar nilai konduktivitasnya. (Nicola, 2015).

Konduktivitas merupakan kemampuan air untuk menghantarkan arus listrik. Kemampuan ini bergantung pada jumlah ion yang terlarut dalam air. Air dengan konduktivitas yang tinggi dapat menyerap dan menghantarkan arus listrik dengan lebih baik. Ini bisa menjadi masalah dalam sistem pipa dan instalasi listrik, dimana arus listrik yang tidak terhantarkan dengan baik dapat

menyebabkan kerusakan atau kesalahan operasional.

Natural Organic Matter (NOM) merupakan campuran kompleks senyawa organik. NOM juga merupakan unsur paling penting dalam pencemaran air yang dikenal sebagai prekursor pembentukan produk samping terklorinasi (DBPs) disinfeksi. Komponen NOM seperti *Humic Acids* (HA) dan *Fulvic Acids* (FA) yang bereaksi dengan logam berat menyebabkan terbentuknya senyawa toksik (Sillanpaa et al., 2018). Selain itu, HA dan FA mudah bereaksi dengan klorin selama pengolahan air dan menghasilkan produk sampingan seperti trihalomethanes selama disinfeksi berikutnya (Kang, et al., 2014).

Proses demineralisasi dapat dilakukan dengan beberapa cara antara lain resin penukar ion, elektrodialisis, destilasi transfer membran, *flash evaporation* maupun *reverse osmosis*. Teknologi membran dapat diaplikasikan secara tunggal atau dikombinasikan dengan proses lain. Proses membran yang dikenal luas dalam proses pengolahan air yaitu proses membran berbasis gaya dorong tekanan seperti teknologi *Reverse Osmosis* (RO) dan membran Ultrafiltrasi (UF).

Reverse Osmosis (RO) merupakan proses kebalikan dari osmosis dimana fluida yang memiliki konsentrasi lebih tinggi diberi tekanan agar menjadi fluida yang memiliki konsentrasi lebih rendah (Surindra, 2013). RO merupakan proses yang digerakkan oleh tekanan dimana fluks air permeasi dan laju pemulihan dikendalikan oleh tekanan hidrolik yang diterapkan pada air umpan (Rasha, et al., 2022). Sementara itu, ultrafiltrasi (UF) merupakan jenis membran semipermeabel yang digunakan dalam proses filtrasi dengan pori-pori yang lebih besar daripada membran RO. Prinsip kerja membran UF melibatkan tekanan hidrostatik yang diterapkan pada air atau larutan yang akan diproses. Air atau larutan tersebut mengalir melalui permukaan membran dan partikel-partikel yang lebih besar daripada ukuran pori membran akan ditahan.

Fouling pada membran dapat disebabkan oleh material kimia seperti senyawa organik dan anorganik serta material biologi seperti



mikroorganisme. *Fouling* menyebabkan fluks yang berpermiasi turun, sehingga diperlukan penggantian dan pencucian membran yang sering. Hal ini menyebabkan peningkatan pada biaya operasional dan pemeliharaan (Wardhani, et al., 2016).

Dalam proses pengolahan air, teknologi membran dapat dikombinasikan dengan proses lainnya. Seperti mengkombinasikan membran dengan resin *ion exchange*. Resin *ion exchange* merupakan bahan yang digunakan dalam proses pertukaran ion, suatu metode pengolahan air yang efektif untuk menghilangkan ion-ion tertentu dari air. Resin *ion exchange* memainkan peran penting untuk pengolahan air, penghapusan ion polutan dan pemisahan ion (Li, et al., 2016). Resin terdiri dari 2 (dua) jenis yaitu kation dan anion. Faktor-faktor yang dapat mempengaruhi proses pertukaran ion yaitu pH, kecepatan aliran, konsentrasi ion terlarut, dan tinggi media penukar ion. (Kosim, dkk., 2021)

Penelitian ini merupakan kombinasi teknologi membran Reverse Osmosis (RO), Ultrafiltrasi (UF) dengan resin penukar ion dalam satu sistem terintegrasi untuk pengolahan air demineral. Penelitian – penelitian terdahulu telah banyak mengkaji penggunaan membran RO, UF dan resin penukar ion secara terpisah. Misalnya pada penelitian yang dilakukan oleh Chairunissa, dkk, 2021 yang menunjukkan bahwa penggunaan membran RO saja tanpa menggunakan resin dapat menghasilkan air demineral dari air baku. Akan tetapi, hal tersebut menghadapi masalah *fouling* yang signifikan. Disisi lain, penelitian yang dilakukan oleh Sutopo, 2019 bahwa proses demineralisasi menggunakan resin penukar ion tanpa menggunakan membran dapat menghasilkan air demineral. Akan tetapi, hal tersebut memerlukan regenerasi yang sering sehingga mengurangi efisiensi jangka panjang. Pada penelitian ini bertujuan untuk mengatasi keterbatasan tersebut dengan mengkombinasikan kedua teknologi untuk meningkatkan efektifitas penghilangan ion menjadi lebih tinggi dan mengurangi frekuensi regenerasi resin. Dengan

demikian, penelitian ini memberikan kontribusi baru yang signifikan dalam bidang pengolahan air demineral yang lebih efisien dan berkelanjutan. Tambahkan terkait tujuan dari penelitian ini apa dan keterbaruannya apa dibandingkan dengan penelitian terdahulu.

BAHAN DAN METODE

Resin anion (*sulfonic acid base*) dan resin kation (*amine base*), aquadest, HCl dan NaOH dibeli dari *Brataco Chemical*, Bandung. Sedangkan *humic acid* dibeli dari *Sigma Aldrich*, Singapore.

Penelitian ini mempelajari proses membran dan *ion exchange* untuk pengolahan air baku Bendungan Jatiluhur. Pengolahan air dilakukan menggunakan membran *Reverse Osmosis* (RO, *polyamide base*), membran Ultrafiltrasi (UF, *PVDF base*) dan resin *ion exchange* baik secara mandiri maupun kombinasi.

Pada *ion exchange* digunakan 2 buah *packed bed*, masing-masing *packed bed* berisi 600 g resin kation maupun anion. Penelitian diawali dengan melakukan aktivasi resin kation dan anion. Resin kation diaktivasi menggunakan larutan HCl 2M, sedangkan resin anion diaktivasi menggunakan larutan NaOH 2M.

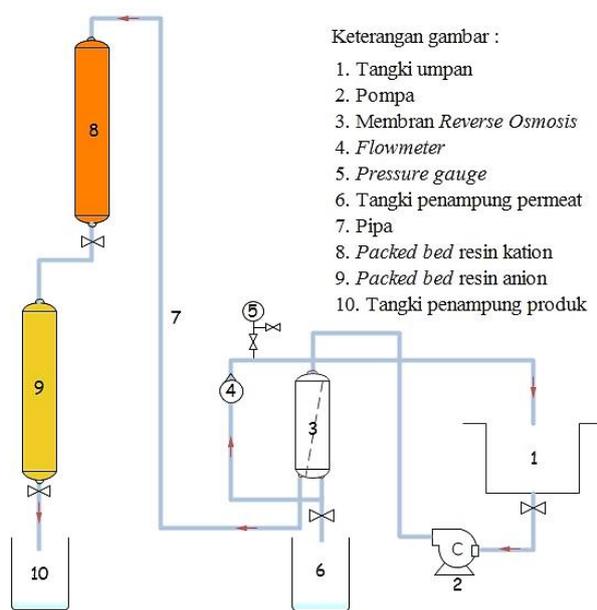
Larutan HCl atau NaOH tersebut dialirkan ke dalam *packed bed* yang berisikan resin kation atau anion dan mensirkulkannya selama 15 menit. Setelah itu, resin tersebut dibersihkan menggunakan air mengalir hingga resin tidak mengandung HCl atau NaOH yang ditunjukkan dengan TDS air sudah sama dengan TDS aquadest. Setelah kedua resin tersebut aktif, maka dilanjutkan dengan proses filtrasi menggunakan RO dan UF.

Hal pertama yang dilakukan yaitu merangkai alat seperti pada **Gambar 1.1** dan **Gambar 1.2** yang dihubungkan dengan 2 buah *packed bed* yang berisi resin yang telah diaktivasi. Setelah itu, memasukkan umpan ke dalam tangki umpan sebanyak 1000 mL dan mengatur laju alir sesuai dengan yang telah divariasikan. Permeat yang dihasilkan dan air produk keluaran resin ditampung untuk dianalisis kandungan TDS, konduktivitas dan NOM.



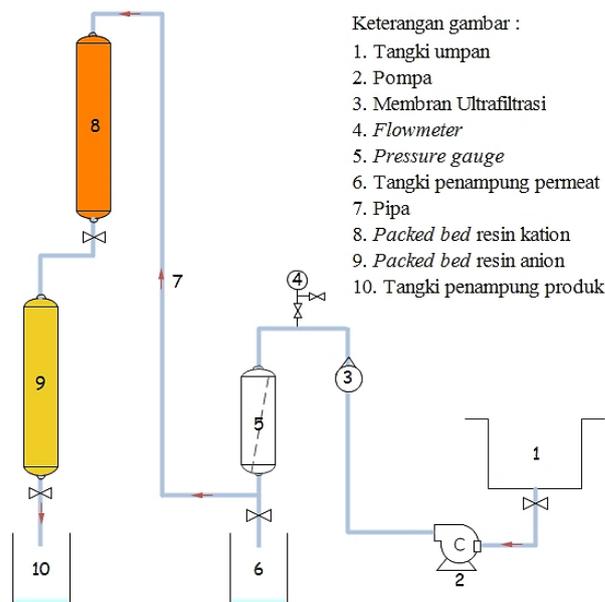
Proses pembuatan air demineral dilakukan dengan memvariasikan laju alir dalam 0,4 – 1 LPM. Selain variasi laju alir, pada penelitian ini digunakan juga variasi jenis membran, yaitu *Reverse Osmosis* (RO) dan Ultrafiltrasi (UF). Variasi titik sampel pengambilan air di Bendungan Jatiluhur yaitu pada titik keramba dan titik pasir kole.

Analisis air yang diteliti yaitu analisis TDS menggunakan TDS meter merk *Xiaomi*, konduktivitas menggunakan konduktometer merk *TOA CM-11P* dan NOM dengan UV-Vis spektrofotometer merk *Thermo Scientific* pada panjang gelombang 254 nm.



Keterangan gambar :
 1. Tangki umpan
 2. Pompa
 3. Membran *Reverse Osmosis*
 4. *Flowmeter*
 5. *Pressure gauge*
 6. Tangki penampung permeat
 7. Pipa
 8. *Packed bed* resin kation
 9. *Packed bed* resin anion
 10. Tangki penampung produk

Gambar 1.1 Skema alat kombinasi membran *Reverse Osmosis* (RO) dan resin *ion exchange*



Keterangan gambar :
 1. Tangki umpan
 2. Pompa
 3. Membran Ultrafiltrasi
 4. *Flowmeter*
 5. *Pressure gauge*
 6. Tangki penampung permeat
 7. Pipa
 8. *Packed bed* resin kation
 9. *Packed bed* resin anion
 10. Tangki penampung produk

Gambar 1.2 Skema alat kombinasi membran Ultrafiltrasi (UF) dan resin *ion exchange*

HASIL DAN PEMBAHASAN

Data karakteristik air baku Bendungan Jatiluhur dapat dilihat pada Tabel 1.

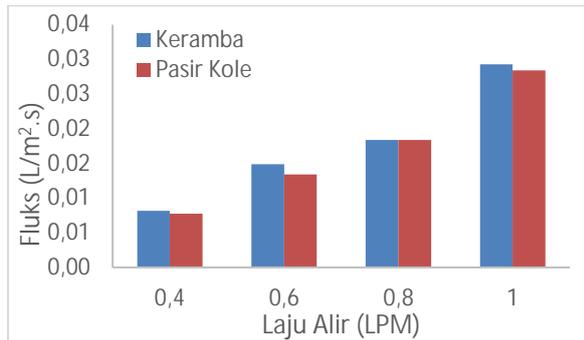
Tabel 1. Karakteristik air baku Bendungan Jatiluhur

Kandungan	Umpan	
	Keramba	Pasir Kole
TDS (ppm)	104	102
Konduktivitas (μS/cm)	243	236
NOM (ppm)	4,474	4,060

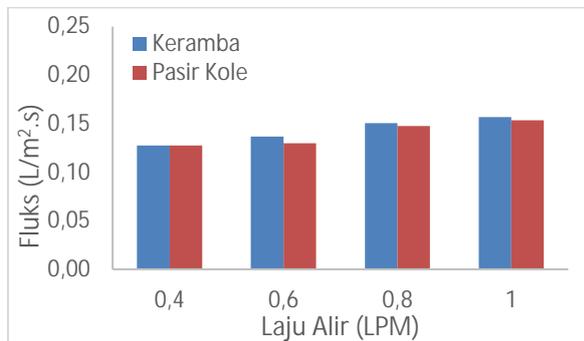


1. Fluks Membran

Fluks merupakan jumlah volume permeat yang diperoleh pada operasi membran per satuan waktu per luas permukaan membran (Wenten, 1999). Fluks permeat dipengaruhi oleh beberapa faktor yaitu antara lain tekanan, suhu, tekanan osmotik larutan, karakteristik membran dan konsentrasi larutan di kedua sisi membran. Fluks permeat menggambarkan seberapa cepat atau seberapa banyak zat yang dapat melewati membran dalam unit waktu.



Gambar 1.3 Pengaruh laju alir terhadap fluks pada proses RO



Gambar 1.4 Pengaruh laju alir terhadap fluks pada proses UF

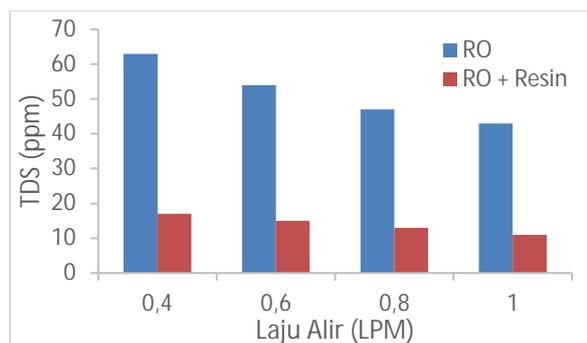
Gambar 1.3 dan 1.4 menunjukkan seiring dengan meningkatnya laju alir, fluks yang dihasilkan akan semakin meningkat baik pada RO maupun UF. Hal tersebut terjadi karena fluks permeat di sepanjang membran memiliki hubungan langsung dengan tekanan dan laju alir umpan dimana semakin besar laju alir yang digunakan, maka volume fluida yang melewati membran akan meningkat sehingga terjadi peningkatan fluks. Hal ini sesuai dengan pernyataan Cheryan, 1998 bahwa fluks berbanding lurus dengan laju alir dan tekanan operasi. Konsentrasi awal umpan yang sama

menunjukkan tekanan osmotik juga tidak berubah, akan tetapi adanya pemberian laju alir dan tekanan operasi terhadap air umpan semakin meningkat dapat menyebabkan perbedaan tekanan operasi yang diberikan dengan tekanan osmotik menjadi semakin besar. Hal ini menyebabkan gaya dorong yang terjadi pada air yang melalui membran semakin besar yang berdampak pada semakin besarnya fluks permeat yang dihasilkan.

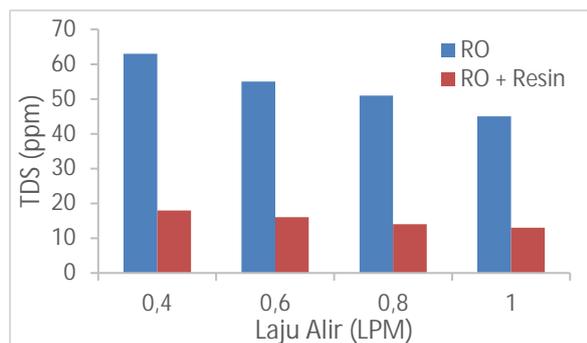
Fluks pada proses UF yang dihasilkan lebih tinggi dibandingkan dengan RO. Hal ini dikarenakan ukuran pori pada membran UF yang lebih besar sehingga laju alir air yang melewati membran UF akan lebih tinggi. Pori membran yang lebih besar memungkinkan air melewati membran dengan lebih mudah sehingga fluks yang dihasilkan akan menjadi lebih besar.

2. Pengaruh Laju Alir pada Proses Pengolahan Air Menggunakan Membran Reverse Osmosis (RO) dan Kombinasi RO dan Ion Exchange

Gambar 1.5 - 1.7 menunjukkan bahwa hasil penurunan nilai TDS, konduktivitas, dan NOM hanya menggunakan RO jauh lebih rendah dibandingkan dengan menggunakan kombinasi RO dan ion exchange. Hal ini dapat terjadi karena resin ion exchange dirancang untuk menarik dan menggantikan ion tertentu dalam air. Ini berarti resin dapat secara selektif menghilangkan ion yang tidak diinginkan, termasuk ion logam berat dan ion anorganik lainnya yang mungkin tidak sepenuhnya dihilangkan oleh RO. Penggunaan resin ion exchange setelah RO dimana air yang telah melewati RO akan dilewatkan pada ion exchange dan mengalami pertukaran ion tambahan sehingga membantu mengurangi kandungan ion dalam air. Hasil penelitian menunjukkan, proses terbaik dalam pengurangan TDS, konduktivitas dan NOM diperoleh menggunakan kombinasi RO dan resin dengan pengurangan TDS sebesar 89%, konduktivitas 88% dan NOM 100%.

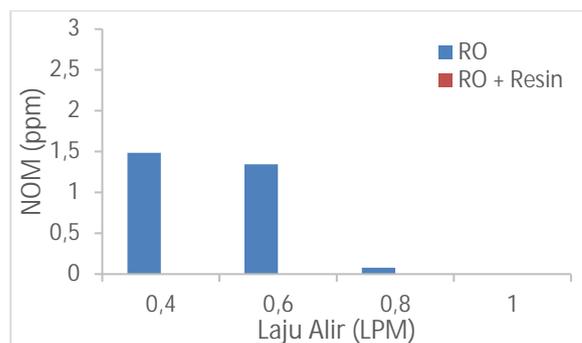


(a)

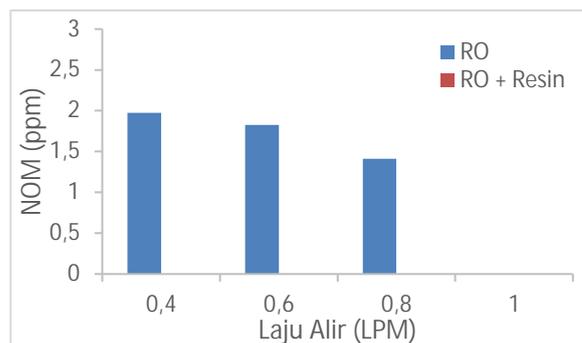


(b)

Gambar 1.5 Pengaruh laju alir Terhadap TDS pada proses RO dan kombinasi RO & IE. (a) keramba, (b) pasir kole

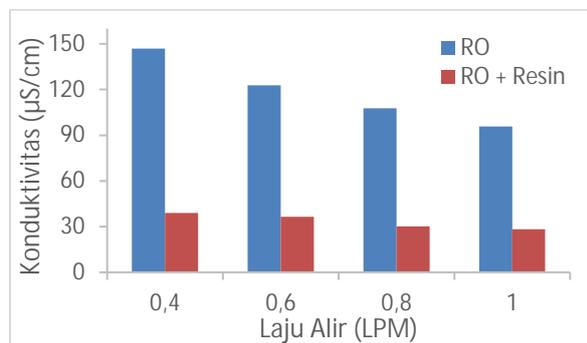


(a)

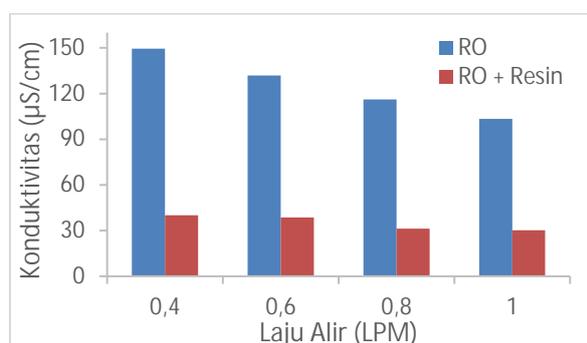


(b)

Gambar 1.7 Pengaruh laju alir terhadap NOM pada proses RO dan kombinasi RO & IE. (a) keramba, (b) pasir kole



(a)



(b)

Gambar 1.6 Pengaruh laju alir terhadap konduktivitas pada proses RO dan kombinasi RO & IE. (a) keramba, (b) pasir kole

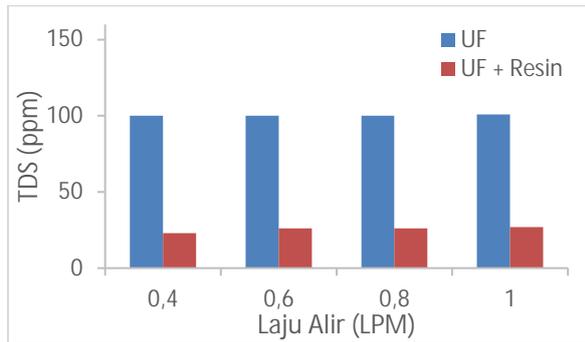
Hasil penelitian menunjukkan bahwa kombinasi proses membran RO dan resin *ion exchange* dapat bekerja secara efektif. Dengan kombinasi ini efektifitas penghilangan ion menjadi lebih tinggi dan mengurangi frekuensi regenerasi resin. Pada penelitian sebelumnya yang dilakukan oleh Sutopo, 2019 proses demineralisasi menggunakan resin penukar ion tanpa menggunakan membran dapat menghasilkan air demineral. Namun memerlukan regenerasi yang sering, sehingga mengurangi efisiensi jangka panjang.

3. Pengaruh Laju Alir Terhadap pada Proses Membran Ultrafiltrasi (UF) dan Kombinasi UF dan *Ion Exchange*

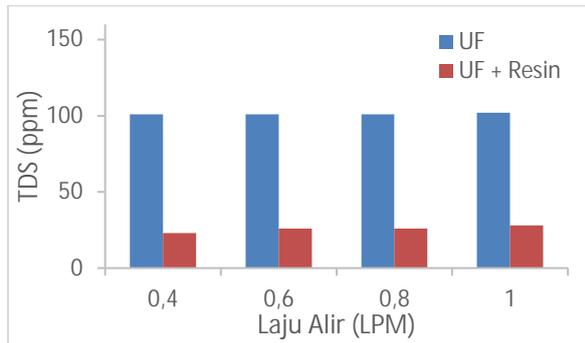
Membran UF memiliki ukuran pori yang lebih besar daripada membran RO, sekitar 0,01 hingga 0,1 mikron. Ukuran pori yang lebih besar ini memungkinkan UF untuk memisahkan partikel-partikel berukuran besar seperti partikel suspensi, koloid dan beberapa jenis mikroorganisme. Akan tetapi dari Gambar 1.8 - 1.10 terlihat bahwa membran UF tidak menunjukkan pengurangan TDS, konduktivitas dan NOM secara signifikan.



Pada Gambar 1.8 - 1.10 terlihat bahwa hasil penurunan nilai TDS, konduktivitas dan NOM hanya menggunakan UF jauh lebih rendah jika dibandingkan dengan penurunan menggunakan kombinasi UF dan *ion exchange*. Meskipun dapat mengurangi TDS, konduktivitas dan NOM dalam air, akan tetapi tidak dapat menghilangkan semua komponen tersebut secara efektif. Beberapa senyawa kecil dan senyawa organik tertentu seperti ion dan senyawa organik berukuran kecil masih dapat melewati membran UF.

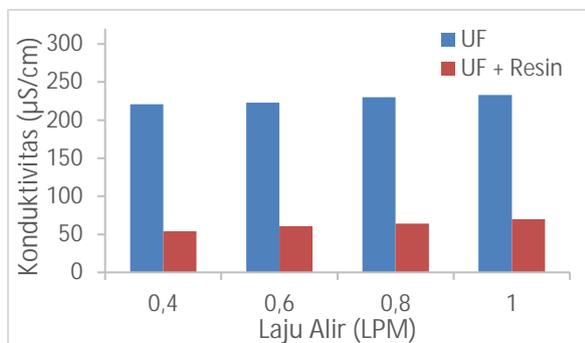


(a)

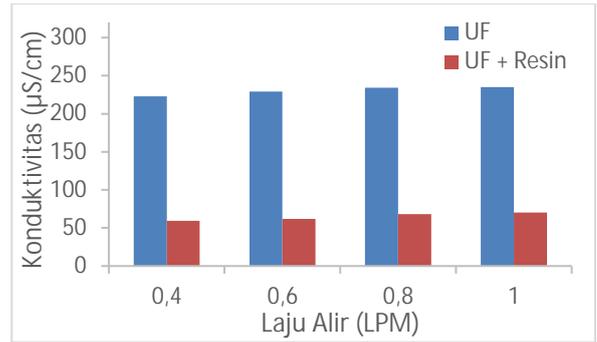


(b)

Gambar 1.8 Pengaruh laju alir terhadap TDS pada proses UF dan kombinasi UF & IE. (a) keramba, (b) pasir kole

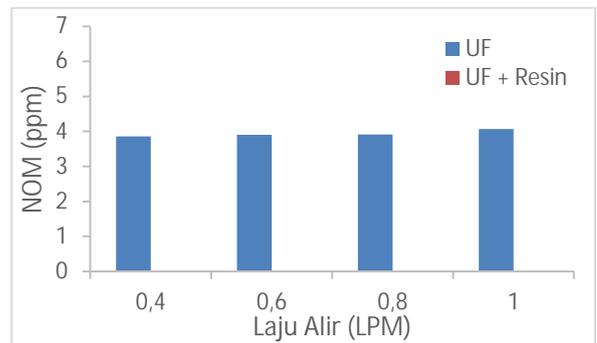


(a)

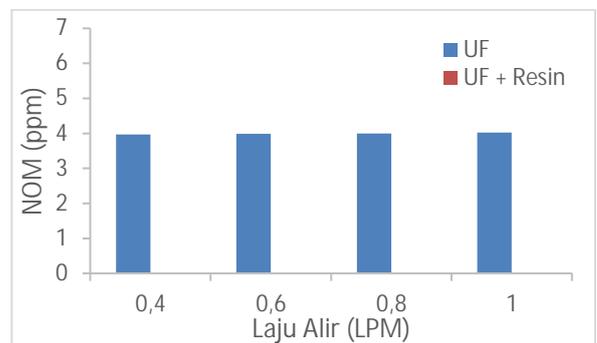


(b)

Gambar 1.9 Pengaruh laju alir terhadap konduktivitas pada proses UF dan kombinasi UF & IE. (a) keramba, (b) pasir kole



(a)



(b)

Gambar 1.10 Pengaruh laju alir terhadap NOM pada proses UF dan kombinasi UF & IE. (a) keramba, (b) pasir kole

Seiring dengan meningkatnya laju alir pada proses kombinasi UF dan ion exchange menunjukkan peningkatan nilai TDS, konduktivitas dan NOM. Semakin tinggi laju alir, maka semakin rendah efisiensi retensi membran terhadap partikel dan dapat meningkatkan penetrasi ion ke dalam membran. Hal ini terjadi diakibatkan partikel-partikel terlarut dalam air tidak terhalang sepenuhnya oleh membran dan partikel ikut memasuki air yang dihasilkan. Akibatnya, partikel dalam permeat yang dihasilkan meningkat. Hasil



penelitian menunjukkan, proses terbaik dalam pengurangan TDS, konduktivitas dan NOM diperoleh menggunakan kombinasi UF dan resin dengan pengurangan TDS sebesar 78%, konduktivitas 78% dan NOM 100%.

Penelitian yang telah dilakukan oleh Aryanti, dkk., 2015 yang menyatakan bahwa membran UF memiliki keterbatasan dalam pengolahan air khususnya untuk air minum yaitu memiliki penolakan yang rendah terhadap kontaminan terlarut. Berdasarkan hasil penelitian didapatkan nilai TDS, konduktivitas dan NOM dihasilkan pada proses pengolahan air menggunakan UF meningkat seiring dengan kenaikan laju alir yang menunjukkan bahwa membran UF memiliki penolakan yang rendah terhadap kontaminan terlarut. Pada penelitian ini nilai TDS, konduktivitas dan NOM menunjukkan penurunan untuk kombinasi proses membran UF dan resin *ion exchange*. Hal ini menunjukkan kombinasi membran UF dan resin ion exchange efektif untuk mengurangi kandungan kontaminan terlarut dalam air.

4. Jenis Membran

Jenis membran yang digunakan pada penelitian ini yaitu *Reverse Osmosis* (RO) material komposit poliamida dan Ultrafiltrasi (UF) material PVDF (*Polyvinylidene Fluoride*). Ukuran pori pada membran RO $\leq 0,001 \mu\text{m}$, sedangkan pada UF diantara $0,01 - 0,1 \mu\text{m}$. Hasil penelitian menunjukkan bahwa membran RO memberikan kinerja yang lebih baik dibandingkan dengan membran UF yang ditunjukkan dengan kandungan TDS, konduktivitas dan NOM dalam permeat yang lebih rendah. Hal tersebut terjadi dikarenakan ukuran pori RO lebih kecil dibandingkan dengan pori UF sehingga membran RO mampu merejeksi ion-ion dalam air.

Selain itu, material membran juga berpengaruh dalam pengolahan air. Material PVDF yang digunakan pada membran UF lebih rentan terhadap pengotoran (Balta, et al., 2012) dibandingkan membran poliamida. Hal ini dapat terlihat dari *contact angle* material PVDF sebesar $77,3^\circ$ (Suhartono, 2015), sedangkan untuk poliamida sebesar $68,5^\circ$ (Extrand, 2018). *Contact angle* yang besar menunjukkan membran tersebut lebih bersifat hidrofobik sehingga lebih mudah mengalami *fouling*.

Fouling dapat mempengaruhi kinerja membran, PVDF memiliki kelemahan yang signifikan untuk berbagai aplikasi pengolahan air (Kang, et al., 2014). Karena sifat hidrofobik membran ultrafiltrasi PVDF, membran tersebut rentan terhadap kontaminasi protein dan kotoran lainnya dalam pengolahan air yang mengakibatkan penurunan tajam dalam fluks air pada membran (Wang, et al., 2017).

KESIMPULAN

Dari hasil analisis kandungan TDS, konduktivitas dan NOM menunjukkan bahwa kombinasi proses dengan membran RO dan resin *ion exchange* dapat bekerja secara efektif dengan hasil yang maksimal. Proses ini bekerja sangat baik pada laju alir 1 LPM dengan nilai terendah yaitu sebesar 11 ppm, $28,3 \mu\text{S/cm}$ dan 0 ppm untuk TDS, konduktivitas dan NOM berturut-turut. Hasil tersebut mendekati standar baku mutu SNI 6241:2015 tentang syarat mutu air demineral.

Nilai fluks pada membran RO maupun UF semakin meningkat seiring bertambahnya laju alir pada umpan. Untuk kinerja membran yang tidak maksimal dapat terjadi dikarenakan adanya *fouling*.

UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis mengucapkan terima kasih kepada Bapak Sumartono dan Bapak Taufik Hidayat yang telah mendanai penelitian ini.

**DAFTAR PUSTAKA**

- Aryanti P. T. P., Subagjo S., Ariono D., Wenten I. G., (2015). Karakteristik pengotoran dan penolakan zat humat pada membran ultrafiltrasi polisulfon Journal of Membrane Science and Penelitian 41-5.
- Badan Standarisasi Nasional, (2015). SNI-6241-2015 tentang Persyaratan Air Demineral. Jakarta: Dewan Standarisasi Nasional.
- Balta, S., Sotto, A., Luis, P., Benea, L., Van der Bruggen, B., Kim, J., (2012). A new outlook on membrane enhancement with nanoparticles: The alternative of ZnO. *J. Memb. Sci.* 389, 155–161. <https://doi.org/10.1016/j.memsci.2011.10.025>.
- Chairunissa, A. A., Prasetyo, D., dan Mulyadi, E., (2021). Pembuatan air demineral menggunakan membran reverse osmosis (RO) dengan pengaruh debit dan tekanan. *Jurnal Teknik Kimia*, 15(2), 66-72.
- Cheryan, M., (1998). *Ultrafiltration and Microfiltration Handbook*. Technomic Publishing. New Holland Avenue.
- Extrand C., W., (2002). Water Contact Angles and Hysteresis of Polyamide Surfaces. *Journal of Colloid and Interface Science*.
- Huang, Y.W., Wang, Z., M., Yan, X., Chen, J., Guo, Y.J., Lang, W., Z., (2017). Versatile polyvinylidene fluoride hybrid ultrafiltration membranes with superior antifouling, antibacterial and self-cleaning properties for water treatment. *J. Colloid Interface Sci.* 505, 38–48. <https://doi.org/10.1016/j.jcis.2017.05.076>.
- Kang, G., Cao., Y., (2014). Application and modification of poly (vinylidene fluoride) (PVDF) membranes, *Journal of Membrane Science*. <https://doi.org/10.1016/j.memsci.2014.03.055>.
- Kosim, M., E., Prambudi, D., dan Siskayanti, R., (2021). Analisis Efisiensi Penukar Ion Sistem Demineralisasi Pada Pengolahan Air di Proses Produksi Electroplating. *Prosiding Semnastek*.
- Li, D., Hu, J., Low, Z., X., Zhong, Z., Wang Y., (2016). Hydrophilic ePTFE membranes with highly enhanced water permeability and improved efficiency for multipollutant control *Industrial & Engineering Chemistry Research* 55(10)2806-12.
- Nicola, F., (2015). Hubungan Antara Konduktivitas, TDS (Total Dissolved Solid) Dan TSS (Total Suspended Solid) dengan Kadar Fe^{2+} Dan Fe Total pada Air Sumur Gali, Skripsi: Universitas Jember.
- Putu dkk, 2012. Unit Ultrafiltrasi-Karbon Aktif-Resin Penukar Ion Terintegrasi untuk Pengolahan Air Sumur Menjadi Air Minum. *Jurnal Teknik: Media Pengembangan Ilmu dan Aplikasi Teknik*.
- Rasha, S., Konsowa, A., H., (2022). Optimization of Integrated Forward – Reverse Osmosis Desalination Processes for Brackish Water. *Alexandria Engineering Journal*.
- Santoso, B., Komariah, L., N., Hamdani, Rahmah, Z., (2015). Rancangan Sistem Pengolahan Air Umpan Boiler Pabrik Biodiesel Skala Pilot. *Proceedings Seminar Nasional Added Value of Energy Resources VII, Fakultas Teknik Universitas Sriwijaya. Palembang*.
- Sillanpaa, M., Mohamed, C., N., Matilainen, A., and Vepsalainen, M., (2018). Removal of natural organic matter in drinking water treatment by coagulation: A comprehensive review, *Chemosphere*, 190, 54-71.
- Suhartono, J., (2015). Polyvinylidene fluoride membranes impregnated at optimized content of pristine and functionalized multi-walled carbon nanotubes for improved water permeation, solute rejection and mechanical properties. *Separation and Purification Technology*. Swansea University. UK.
- Surindra, M., D., (2013). Analisis Efisiensi Pressure Exchanger (Px) Di Seawater Reverse Osmosis (Swro) Pada Seawater Desalination Plant. *Eksergi*, 9(3).



- Sutopo, E. H., (2020). Proses Demineralisasi Air Tanah Menjadi Air TDS 0 ppm Menggunakan Metode Resin Penukar Ion Tunggal (Single Ionic Resin Exchange Method). *Jurnal Inovasi Ilmu Pengetahuan dan Teknologi*, 1(1), 44-50.
- Wardhani, E., Roosmini., & Notodarmojo, S., (2016). Pencemaran Kadmium di Sedimen Waduk Saguling Provinsi Jawa Barat, *Jurnal Manusia dan Lingkungan*, Vol. 23 (3) 285-294.
- Wenten, I., (1999). *Teknologi Membran Industrial*. Bandung: Institut Teknologi Bandung.
- Wirustyastuko, D., Nugroho J., (2013). Analisis wilayah tergenang dan perilaku banjir pada simulasi kegagalan bendung Ciawi. *Jurnal Teknik Sipil* 20(2), pp. 121-132.