

## Cover Letter Jurnal Ilmu Lingkungan

Judul: Pengolahan Air Menggunakan Proses Demineralisasi Dengan Memanfaatkan Resin  
Penukar Ion: Studi Pengaruh Laju Alir dan Tinggi Resin

Februari 2023

7 Februari 2023

Yth. Editor Jurnal Ilmu Lingkungan  
Program Studi Ilmu Lingkungan  
Sekolah Pasca Sarjana Universitas Diponegoro  
Jl. Imam Bardjo No. 5, Semarang.  
Telp/Fax. 024 8453635

Dengan hormat,

Kami mengirimkan sebuah naskah/manuscripts untuk dipertimbangkan publikasi di Jurnal Ilmu Lingkungan Pada periode April 2023. Naskah (manuskrip) kami berjudul “ Pengolahan Air Menggunakan Proses Demineralisasi Dengan Memanfaatkan Resin Penukar Ion: Studi Pengaruh Laju Alir dan Tinggi Resin”. Naskah tersebut belum pernah dipublikasi di jurnal lain.

Jenis naskah ini terkait pengolahan air, dalam rangka mencari kondisi operasi yang efektif dan efisien, yang difokuskan pada pengaruh laju alir dan tinggi adsorben berupa resin penukar ion. Naskah ini bersifat pencegahan terhadap pencemaran lingkungan yang mungkin terjadi. Ketika bahan air dari awal telah memenuhi dengan standar, maka limbah atau emisi yang akan dihasilkan yang notebene berdampak pada pencemaran lingkungan dapat direduksi bahkan bisa dihindari. Jadi naskah ini mungkin bisa dikategorikan manage lingkungan dalam sub pencegahan. Semoga naskah ini dapat diterima oleh Bapak/Ibu. Jika ada kekurangan dari naskah ini mohon masukannya demi tersusun naskah yang baik. Harapannya naskah ini dapat berkontribusi pada perkembangan kelimuan di Indonesia khususnya.

Hormat kami,

Nuryoto  
Teknik Kimia, Universitas Sultan Ageng Tirtayasa  
Cilegon-Banten  
Email: nuryoto@untirta.ac.id

## Proposed Potential Reviewer

Judul: Pengolahan Air Menggunakan Proses Demineralisasi Dengan Memanfaatkan Resin  
Penukar Ion: Studi Pengaruh Laju Alir dan Tinggi Resin

Februari 2023

7 Februari 2023

Yth. Editor Jurnal Ilmu Lingkungan  
Program Studi Ilmu Lingkungan  
Sekolah Pasca Sarjana Universitas Diponegoro  
Jl. Imam Bardjo No. 5, Semarang.  
Telp/Fax. 024 8453635

Dengan hormat,

Dengan kami memohon untuk reviewer naskah/manuscripts kami berjudul “ Pengolahan Air Menggunakan Proses Demineralisasi Dengan Memanfaatkan Resin Penukar Ion: Studi Pengaruh Laju Alir dan Tinggi Resin” adalah:

1. Prof. Dr. Widayat  
Department of Chemical Engineering, Diponegoro University, Jl. Prof. Soedarto,  
Kampus Undip Tembalang, Semarang 50275, Indonesia
2. Dr. Haryono setiyo Huboyo  
Department of Environmental Engineering, Universitas Diponegoro, Jl. Prof. Sudarto,  
SH, Tembalang, Semarang, Indonesia 50275, Indonesia
3. Dr. Suherman  
Universitas Diponegoro

Demikian permohonan kami, sekian dan terimakasih.

Hormat kami,

Nuryoto  
Teknik Kimia, Universitas Sultan Ageng Tirtayasa  
Cilegon-Banten  
Email: nuryoto@untirta.ac.id

# Pengolahan Air Menggunakan Proses Demineralisasi Dengan Memanfaatkan Resin Penukar Ion: Studi Pengaruh Laju Alir dan Tinggi Resin

*by* Nuryoto Nuryoto

---

**Submission date:** 07-Feb-2023 09:47AM (UTC+0700)

**Submission ID:** 2008163708

**File name:** Nuryoto\_JIL\_2023.docx (98.36K)

**Word count:** 3748

**Character count:** 21814

## Pengolahan Air Menggunakan Proses Demineralisasi Dengan Memanfaatkan Resin Penukar Ion: Studi Pengaruh Laju Alir dan Tinggi Resin

Nuryoto<sup>12\*</sup>, Rudi Hartono<sup>12</sup>, dan Rahmayetty<sup>12</sup>

5  
<sup>1</sup>Jurusan Teknik Kimia, Fakultas Teknik, Universitas Sultan Ageng Tirtayasa; \*e-mail: nuryoto@untirta.ac.id  
<sup>2</sup>Magister Teknik Kimia, Fakultas Teknik, Universitas Sultan Ageng Tirtayasa

### ABSTRAK

Air tanpa dilakukan proses dimineralisasi untuk keperluan proses ( seperti untuk keperluan reaksi kimia, umpan air boiler, dan separasi) akan memicu munculnya kerak dan berpotensi meningkatkan laju korosi, serta meningkatnya produk samping jika digunakan pada proses reaksi. Produk samping pada proses reaksi, dapat berpotensi menjadi limbah jika nilai keekonomian dari produk tersebut rendah. Kerak yang muncul pada peralatan perpindahan panas seperti boiler akan berakibat pada nilai efisiensi boiler turun, yang dapat mempengaruhi emisi gas buang dari boiler tersebut, dan kesemuanya akan mempengaruhi kualitas lingkungan sekitar. Pengolahan air sebelum digunakan untuk unit proses merupakan langkah pencegahan terhadap pencemaran lingkungan yang nanti akan timbul pada proses-proses selanjutnya. Tujuan dari penelitian ini adalah mengetahui pengaruh laju alir dan tinggi resin di dalam unggun terhadap jalannya proses pertukaran ion pada proses demineralisasi air berbasis penurunan kesadahan air dan TDS (Total Dissolved Solid) serta efisiensi yang dihasilkan. Harapannya diperoleh kondisi operasi yang efektif, efisien serta tetap ekonomis, dalam hal pengolahan air. Penelitian dilakukan pada laju alir 2,90- 4,33ml/s (10,44 – 15,59 liter/jam) dan ketinggian resin 14 dan 17 cm. Hasil penelitian menunjukkan bahwa pada rentang laju air umpan 2,90 - 4,33 ml/s dan tinggi unggun 14 dan 17 cm dihasilkan kondisi terbaik pada laju air umpan 4,33 ml/s pada tinggi unggun 14 cm, dengan efisiensi penurunan kesadahan mencapai 93,56%.

**Kata kunci:** Air, Resin, Efisiensi, Unggun, Ion

### ABSTRACT

Water without being mineralized for process purposes (such as for chemical reactions, boiler water feed, and separation) will trigger the appearance of scale and has the potential to increase the rate of corrosion, as well as an increase in by-products if used in the reaction process. By-products in the reaction process can potentially become waste if the economic value of the product is low. Scale that appears on heat transfer equipment such as boilers will result in a lower boiler efficiency value, which can affect exhaust emissions from the boiler, all of which will affect the quality of the surrounding environment. Water treatment before being used for process units is a preventive measure against environmental pollution that will arise in subsequent processes. The purpose of this study was to determine the effect of the flow rate and height of the resin bed on the course of the ion exchange process in the water demineralization process based on decreasing water hardness and TDS (Total Dissolved Solid) and the resulting efficiency. The hope is to obtain operating conditions that are effective, efficient, and still economical, in terms of water treatment. The study was conducted at a flow rate of 2.90-4.33 ml/s (10.44 – 15.59 liters/hour) and resin heights of 14 and 17 cm. The results showed that in the range of feed water rates of 2.90 - 4.33 ml/s and bed heights of 14 and 17 cm the best conditions were produced at feed water rates of 4.33 ml/s at bed heights of 14 cm, with a hardness reduction efficiency of 93.56%.

**Keywords:** Water, Resin, Efficiency, Column, Ion

### 1. Pendahuluan

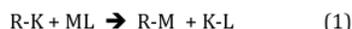
Kandungan mineral yang tinggi yang terkandung di dalam air untuk keperluan air proses, sangat dihindari keberadaannya. Tingginya kadar mineral pada air proses akan berdampak buruk terhadap performa dari proses itu sendiri, seperti munculnya produk samping yang tidak diinginkan pada reaksi kimia, dan munculnya kerak serta

berpotensi memicu laju korosi pada peralatan perpindahan panas seperti boiler (Sulaiman, 2007; Wilastari & Hidayat, 2021)). Produk samping pada proses reaksi, dapat berpotensi menjadi limbah jika nilai keekonomian dari produk tersebut rendah. Kerak yang muncul pada peralatan perpindahan panas seperti boiler akan berakibat pada nilai efisiensi boiler turun, yang dapat mempengaruhi emisi gas

buang dari boiler tersebut, dan kesemuanya akan mempengaruhi kualitas lingkungan sekitar. Oleh karena itu, mineral yang ada di dalam air perlu dihilangkan atau direduksi sesuai standar yang ditentukan melalui proses demineralisasi, sehingga dampak buruk tersebut bisa dieliminasi atau diperkecil. Jadi sifat dari penelitian ini adalah pencegahan guna mempersiapkan air proses dengan kadar mineral yang rendah, sehingga hal buruk yang mungkin terjadi dapat dihindari.

Pada dasarnya kajian terkait proses demineralisasi air telah dilakukan oleh beberapa peneliti terdahulu dengan cara yang berbeda-beda guna mendapatkan hasil yang diinginkan, diantara oleh Gryta (2018); Akbar dkk. (2020); dan Gifari dkk (2022) yaitu menggunakan membran dengan hasil konduktiviti (merepresentasikan kandungan mineral) sesuai target yang diinginkan dan TDS mampu mencapai 10 mg/L (Akbar dkk. (2020)). Penggunaan membran untuk proses demineralisasi menghasilkan produk yang baik, tetapi kelemahannya perlu tekanan yang cukup tinggi agar proses demineralisasi berjalan maksimal (Akbar dkk. (2020)). Sutopo (2019) menggunakan resin penukar ion yang dibagi atas 2 unggun yaitu unggun kation dan unggun anion dengan tekanan unggun atmosferik. Resin yang digunakan lewatis S108 (kation) dan Purolite A500 (anion). Hasilnya menunjukkan bahwa dalam jangka waktu 2 jam air sejumlah 20 liter (dilakukan 24 sirkulasi 2-3 kali) mampu didegradasi dari TDS 78 mg/l menjadi 0 mg/l. Hasil ini sangat baik, tetapi kurang efisien dan ekonomis, karena hasil tersebut dihasilkan dengan melakukan resirkulasi 2-3 kali, dengan jumlah volume yang relatif kecil yang hanya 20 liter. Padahal kondisi operasi yang efektif dan efisien sangat diperlukan, agar suatu proses berjalan dengan ekonomis. Pada penelitian ini mencoba mengadopsi pada penelitian terdahulu (yang dilakukan oleh Gryta (2018); Akbar dkk. (2020); Gifari dkk (2022); dan Sutopo (2019)), yang dilakukan dengan tekanan atmosferik dan mencoba mengintegrasikan beberapa faktor yang mempengaruhi proses pertukaran ion, agar diperoleh kondisi operasional yang lebih efektif dan efisien, tetapi hasil reduksi mineral tetapi baik, yaitu produk air sesuai standar air proses. Secara teori, pada dasarnya tingkat keberhasilan pada proses demineralisasi dipengaruhi oleh beberapa faktor diantaranya yaitu laju alir air umpan (Kosim dkk., 2021; Hendrawan dkk., 2016; Supriyadi & Masyurroh, 2022; Pujiastuti, 2008), waktu kontak antara air umpan dan adsorben (Marsidi, 2001; Sutopo, 2019), konsentrasi mineral terlarut (Kosim dkk., 2021;

Pujiastuti, 2008), dan tinggi resin penukar ion di dalam unggun (Pujiastuti, 2008; Marsidi, 2001). Faktor-faktor yang dicoba dikaji pada penelitian ini adalah laju alir air umpan dan tinggi resin penukar ion di dalam unggun. Hal ini dilakukan agar proses difusivitas dan kontak mineral - sisi aktif di dalam resin akan maksimal. Menurut Bird dkk, (2002) yang tergambar pada Hukum Ficks, bahwa semakin besar laju alir air yang masuk ke unggun maka semakin besar turbulen fluidanya, efeknya proses difusi mineral-mineral yang ada pada air ke sisi aktif resin akan semakin meningkat. Ketika difusi mineral dari badan cairan mengalami peningkatan dan didukung sisi aktif yang cukup (dengan dinaikan tinggi resin di dalam unggun), maka pertukaran ion yang terjadi akan optimal, sehingga diharapkan kualitas air yang diperoleh sesuai standar air proses, tetapi dengan waktu yang lebih singkat, efektif dan efisien. Untuk resin yang digunakan pada penelitian ini mempunyai karakteristik yang cenderung sama dengan penelitian pendahulu (Sutopo (2019)), yaitu lewatis S80 sebagai penukar kation dan resin lewatis Monoplus M500 sebagai penukar anion dengan kemampuan kapasitas total yaitu 2 min.eq/l untuk lewatis S80 (Lanxess, 2009) dan 1,3 min.eq/l untuk lewatis monoplus M500 (Lanxess, 2011). Pada dasarnya mekanisme proses pertukaran ion antara mineral dengan resin penukar ion pada penelitian ini mengikuti Persamaan (1) dan Persamaan (2) (Kosim dkk, 2021; Hosokawa, 1999; Hendrawan dkk., 2016).



R-K : Resin Kation; R-A :Resin Anion; K, A : Gugus Kation (seperti: H<sup>+</sup>, Na<sup>+</sup>) dan Anion (OH<sup>-</sup>); R: Polimer Resin; dan ML : Senyawa mineral

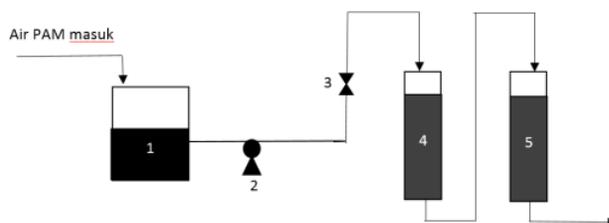
Permasalahan yang muncul adalah berapa laju alir dan tinggi resin di dalam unggun yang sesuai, agar pertukaran ion berlangsung secara optimal, karena jika laju alir terlalu besar maka berdampak terjadinya *channeling* (Zhang dkk.,2008), dan resin di dalam unggun yang terlalu tinggi juga akan berdampak negatif yaitu terjadi peningkatan *pressure drop*, yang notabene akan berimbas pada proses pertukaran ion yang kurang baik. Oleh karena itu, tujuan dari penelitian ini adalah melakukan observasi pengaruh laju alir dan tinggi resin di dalam unggun terhadap jalannya proses pertukaran ion pada proses demineralisasi air berbasis penurunan kesadahan air dan TDS serta efisiensi yang dihasilkan. Hasil observasi ini diharapkan akan memberikan informasi bagaimana fenomena yang terjadi dampak dari laju alir dan tinggi resin, serta menjadi titik awal untuk kajian lebih lanjut ke depan.

21

## 2. Metode Penelitian

Penelitian ini adalah penelitian eksperimental, dengan menggunakan bahan air PAM yang berasal dari PT. XYZ-Cilegon dengan kadar masing-masing (hasil analisis TDS dan kesadahan dengan menggunakan TDS meter dan titrasi kompleksimetri menggunakan EDTA) adalah 106,65 mg/l untuk TDS dan 6,21 mg/l untuk kesadahan. Resin penukar ion

yang digunakan berupa resin penukar ion lewatis S80 sebagai penukar kation dan resin lewatis Monoplus M500 sebagai penukar anion dengan kemampuan kapasitas total masing-masing 2 dan 1,3 meq/l. Detail dari skematik peralatan yang digunakan berupa unggun kation dan anion yang telah terisi resin yang tersusun seri yang tersaji pada Gambar 1.



**Gambar 1.** Skematik penelitian pertukaran ion: Tangki umpan (1), pompa umpan (2), kerangan pengatur laju alir umpan (3), unggun kation berisi lewatis S80 (4), dan unggun anion berisi lewatis Monoplus M500 (5)

Penelitian dibagi menjadi 3 tahap yaitu tahap preparasi, tahap kalibrasi, dan tahap operasional. Pada tahap preparasi, resin kation lewatis S80 dilakukan *treatment* dengan HCl 2% dan lewatis monoplus M500 di-*treatment* dengan NaOH 2%. Untuk larutan HCl dan NaOH sebelum digunakan dicek pH-nya terlebih dahulu, lalu dimasukkan ke resin, dan dilakukan pengadukan 300 rpm. Ketika pH mengalami penurunan dari pH awal dan cenderung stabil, maka proses *treatment* dihentikan. Langkah selanjutnya adalah melakukan pencucian dengan menggunakan akuades (dengan pH 6,8) berulang kali sampai pH air bilasan sama dengan pH air pembilasan sebelum digunakan yaitu pH 6,8. Setelah itu baru resin dimasukkan ke dalam unggun yang tersedia. Tahap kalibrasi laju alir dilakukan untuk mengetahui laju alir yang masuk maka perlu dilakukan kalibrasi laju alir terlebih dahulu. Setelah dilakukan kalibrasi,  $C_{tt}$  = konsentrasi kesadahan pada t tertentu, mg/l

laju alir umpan yang dicoba diamati dilakukan pada rentang 2,90 - 4,33 ml/s. Tahap operasional yang merupakan tahapan inti dari penelitian ini dilakukan dengan memasukkan air PAM (dari PT. XYZ -Cilegon) dari tangki penampungan dengan laju alir 2,90-34,10 ml/s dengan variasi tinggi resin pada unggun adalah 14 dan 17 cm. Sampel diambil setiap selang waktu 15 menit sampai waktu pengamatan 45 menit. Perhitungan efisiensi guna mengukur tingkat keberhasilan proses pertukaran ion dihitung dengan Persamaan (3).

$$\varphi = \frac{C_{t0} - C_{tt}}{C_{t0}} \times 100\% \quad (3)$$

dengan,

$\varphi$  = efisiensi, %

$C_{t0}$  = konsentrasi kesadahan awal, mg/l

Hasil observasi pengaruh laju alir dengan variasi yang cukup lebar yaitu 2,90 - 34,10 ml/s dan tinggi unggun 14 cm yang tersaji pada Tabel (1) dan Tabel Tabel 2.

## 3. Hasil dan Pembahasan

### 3.1. Pengaruh Laju alir Umpan

Tabel 1. Hasil analisis kesadahan (mg/l) pada berbagai laju alir

Waktu pengambilan sampel (menit)	Laju alir umpan (ml/s)		
	2,9	3,21	4,33
0	0	0	0
15	80,68	80,68	83,9
30	90,34	88,73	90,34
45	93,56	93,4	93,56

Pada Tabel 1 terlihat bahwa semakin meningkat laju alir air umpan, penurunan kesadahan yang terkandung di dalam air oleh resin kation dan anion mengalami penurunan cukup signifikan. Pada kondisi awal kesadahan yang terkandung di dalam air adalah 6,21 mg/l, dan setelah waktu operasi ke-45 menit mengalami penurunan kesadahan berturut-turut pada laju alir air umpan 2,9; 3,21; dan 4,33 ml/s masing-masing adalah 0,40; 0,41; dan 0,40 mg/l. Kondisi ini merupakan kondisi yang logis, karena memang terjadi pertukaran antara ion mineral dalam hal ini ion sadah ( $\text{Ca}^{2+}$  dan  $\text{Mg}^{+}$ ) dengan resin (mengacu pada Persamaan (1) dan (2)).

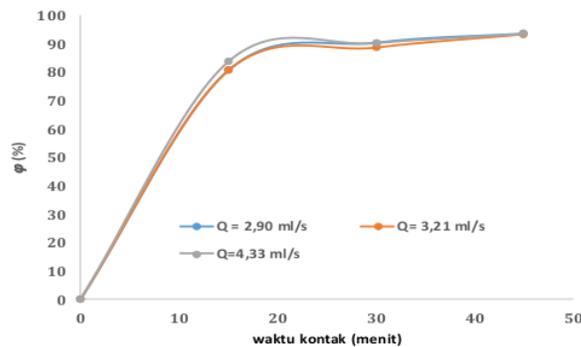
Kecenderungan hasil pada penelitian ini mempunyai kemiripan dengan yang dilakukan oleh Marsidi (2001); Hendrawan (2016); dan Setiawan & Purwoto (2019) yang mana kesadahan yang terkandung di dalam air mengalami penurunan setelah dikontakkan dengan resin penukar ion, dan setelah sekian lama akan jenuh sehingga perlu dilakukan regenerasi. Secara ekonomis dari ketiga laju alir tersebut maka laju 4,33 ml/s lebih ekonomis dibandingkan laju alir 2,9 ml/s dan 3,21 ml/s, karena dengan waktu operasi yang sama dihasilkan produk air dengan kualitas yang sama, tetapi jumlah produk yang dihasilkan jauh lebih banyak.

Tabel 2. Hasil analisis TDS (mg/l) pada berbagai laju alir

Waktu pengambilan sampel (menit)	Laju alir umpan (ml/s)		
	2,9	3,21	4,33
0	106,65	106,65	106,65
15	102,65	104	105,4
30	102	101,4	103,45
45	100,4	100,4	101

5 Pada Tabel 2, terlihat bahwa semakin tinggi laju alir proses degradasi TDS oleh resin penukar ion yang dihasilkan mengalami penurunan. Secara keseluruhan hasil degradasi TDS pada laju alir umpan 2,9; 3,21; dan 4,33 ml/s pada menit ke 45 adalah 100,40; 100,40; dan 101 mg/l. Jika dibuat selisih antara kondisi awal (0 menit) dan pada menit ke-45

berturut-turut adalah 6,25; 6,25; dan 5,65 mg/l. Penurunan pada laju alir 2,90 dan 3,21 mg/l cenderung sama, dan pada laju 4,33 ml/s degradasi mineral penurunan mineral berbasis TDS lebih kecil dibandingkan pada laju alir 2,90 dan 3,21 mg/l yaitu selisih 0,6 mg/l.



Gambar 2. Pengaruh laju alir terhadap efisiensi berbasis kesadahan pada tinggi Unggun 14 cm

Ketika buat dalam bentuk efisiensi, efisiensi yang dihasilkan pada menit ke 45 rerata di atas 93%-an yaitu berturut-turut adalah 93,56; 93,4; dan 93,56% (untuk laju 2,90; 3,21; dan 4,33 ml/s). Jika dihubungkan dengan Hukum Ficks, maka laju alir

pada rentang 2,90-4,33 ml/s mempunyai lapisan film pada permukaan antara cairan-resin ( $\delta$ ) yang cenderung sama, sehingga laju transfer massa mineral ke lapisan luar resin cenderung sama juga. Ketika besarnya difusi eksternal sama, maka difusi internal

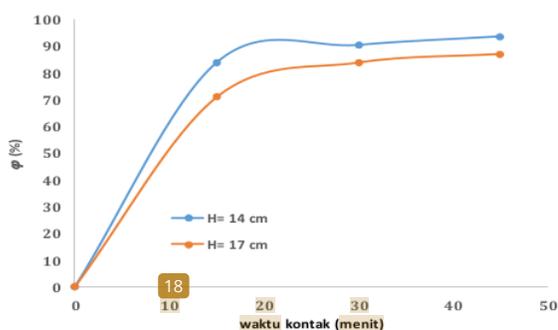
juga akan sama pula (Bird dkk, 2022). Efiknya efisiensi yang dihasilkan cenderung sama, karena ketiga variasi laju alir mempunyai interaksi antara ion mineral dalam hal ini ion sadah ( $Ca^{2+}$  dan  $Mg^{2+}$ ) - ion aktif resin yang sama.

### 3.2. Pengaruh Ketinggian Resin di dalam Unggun

Pada pengaruh ketinggian resin di dalam ungun, pengambilan data dilakukan pada laju alir terbaik yang diperoleh dari observasi pengaruh laju alir (berbasis penurunan kesadahan) yaitu 4,33 ml/s. Tinggi ungun yang diamati atau yang dilakukan observasi baik pada ungun ke-20 n maupun anion adalah pada tinggi 14 cm dan 17 cm.

Tabel 3. Hasil analisis Kesadahan (mg/l) pada berbagai tinggi resin di dalam ungun

Waktu pengambilan sampel (menit)	Tinggi Unggun (cm)	
	14	17
0	6,21	6,21
15	1,00	1,80
30	0,60	1,00
45	0,40	0,80



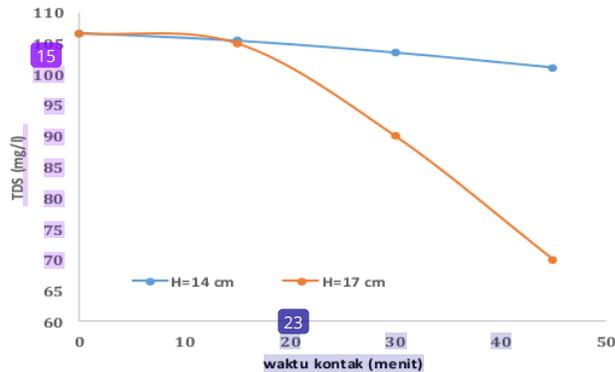
Gambar 3. Pengaruh Tinggi resin terhadap efisiensi

Dari Tabel 3 terlihat bahwa seiring semakin meningkatnya tinggi resin penukar di dalam ungun tidak serta merta berdampak pada peningkatan degradasi kesadahan yang dihasilkan. Pada tinggi ungu 14 cm mampu menurunkan kesadahan dari 6,21 mg/l menjadi 0,4 mg/l, tetapi pada tinggi ungun 17 cm kesadahan hanya turun dari 6,21 mg/l menjadi 0,8 mg/l. Padahal secara realistis semakin tinggi resin, maka jumlah resin dan jumlah sisi aktif yang dipertukarkan dengan air akan lebih banyak, sehingga proses pertukaran akan lebih baik, tetapi justru hasilnya sebaliknya. Efisiensi yang dihasilkan pada berturut-turut adalah 93,56% untuk tinggi resin 14 cm, dan 87,12% untuk tinggi resin 17 cm yang dihasilkan pada menit ke-45 (lihat Gambar 3). Fenomena ini kemungkinan dampak dari peningkatan *pressure drop*, sehingga berdampak pada turbulensi dan difusivitas mineral ke resin. Berdasarkan data dari Tabel 3 ketinggian resin 14 cm lebih efektif dan efisien dibanding pada ketinggian resin 17 cm, karena

jumlah resin yang digunakan lebih sedikit dibanding 17 cm, tetapi penurunan kesadahan yang dihasilkan lebih besar. Ketika ketinggian resin di dalam ungun mengalami peningkatan, friksi antara butir resin dan cairan semakin besar, sehingga terjadinya *pressure drop* akan lebih besar, dan berakibat terjadinya penurunan laju alir. Untuk menguatkan dugaan tersebut, dilakukan kalibrasi laju alir dengan bukaan kerangan yang sama yaitu sama-sama dibuka 10°, terjadi perbedaan antara laju pada ketinggian 14 cm dan pada 17 cm, yaitu berbeda 11% dari 4,33 ml/s. Imbasnya turbulensi fluida mengalami penurunan dan berefek pada transfer massa mineral-mineral di dalam air ke sisi aktif resin penukar ion (Bird dkk., 2002). Pada saat kondisi, maka interaksi antara mineral-mineral yang akan dipertukarkan dengan sisi aktif resin mengalami penurunan, sehingga hasil degradasi keasadahan dan efisiensi mengalami penurunan. Akan tetapi jika dilihat dari penurunan TDS yang hasil ternyata pada ketinggian 17 cm lebih

baik dibandingkan yang 14 cm. Pada waktu kontak 45 menit TDS turun dari 106,65 menjadi 101 mg/l untuk tinggi unggun 14 cm, sedangkan untuk tinggi unggun

17 cm turun dari 106,65 mg/l menjadi 70 mg/l (lihat Gambar 4).



**Gambar 4.** Pengaruh tinggi resin di dalam unggun terhadap penurunan TDS pada laju alir  $Q = 4,33$  ml/s

Pengamatan secara visual luaran air pada ketinggian 14 cm sedikit lebih keruh dibandingkan pada laju pada ketinggian resin 17 cm, walaupun tidak begitu ekstrim perbedaannya. Secara mendasar, TDS terdiri dari mineral-mineral sadah, besi, silika dan masih banyak lagi, dan ketika *Total Suspended Solid* (TSS) meningkat di dalam sistem akan berdampak pula pada peningkatan TDS, tetapi peningkatan TDS yang tinggi tidak serta merta meningkatkan TSS. Kekeruhan atau *Turbidity* identik dengan TSS (Samudro & Rulian, 2011), semakin tinggi TSS di dalam sistem maka air akan semakin keruh (Zakaria dkk., 2021), dan mudah untuk mengendap atau menempel ( Rizka dkk, 2020) suatu pada tempat pada sistem. Pada kasus yang terjadi pada Gambar 4, menunjukkan karena jumlah resin pada ketinggian unggun 17 cm lebih banyak dibanding 14 cm, maka TSS yang terkandung di dalam air lebih banyak menempel di permukaan resin, sehingga luaran air pada ketinggian unggun 17 cm lebih jernih dibandingkan 14 cm.

Penelitian ini menggunakan air PAM sebagai air umpan, dan kelemahan air umpan dari PAM seringkali kadar TSS, TDS, serta kesadahan berubah-ubah setiap saat karena banyak faktor. Oleh karena itu, seringkali pada perusahaan besar, air PAM dijadikan sebagai *Raw Water* yang harus diolah terlebih dahulu melalui proses lanjutan sebelum diumpankan ke unit demineralisasi, yaitu melalui unit filtrasi guna meyakinkan TSS dan TDS rendah dan stabil sesuai spesifikasi air umpan unit demineralisasi pada perusahaan yang diinginkan. Tindakan tersebut dilakukan oleh PT. YKK Zipco Indonesia (Kosim dkk., 2021), dan hasil kajian menunjukkan bahwa ketika air

dilakukan proses pengolahan awal (treatment) melalui proses koagulasi dan sedimentasi secara visual menghasil produk air yang lebih baik dan lebih jernih (Purwoto dkk. (2015)).

Hasil pengolahan air PAM PT.XYZ ini, setelah dibandingkan dengan standar (standar jepang (JIS)) layak digunakan sebagai air proses khususnya sebagai air umpan boiler yaitu untuk boiler yang mempunyai kondisi operasi tekanan di bawah 20 bar (Hosokawa, 2009). Tetapi untuk keperluan air sebagai bahan baku reaksi kimia, perlu adanya treatment awal melalui proses koagulasi dan sedimentasi, agar TSS bisa reduksi sejak awal.

#### 4. Kesimpulan

Dari hasil percobaan yang telah dilakukan pada laju alir 2,90- 4,33 ml/s dan ketinggian resin di dalam unggun 14 dan 17 cm, menunjukkan bahwa pada rentang laju air umpan 2,90- 4,33 ml/s dan tinggi unggun 14 dan 17 cm dihasilkan kondisi terbaik pada laju air umpan 4, 33 mg/l dan tinggi unggun 14 cm, dengan efisiensi kesadahan yang dihasilkan cukup tinggi yaitu mencapai 93, 56%. Penggunaan resin penukar ion lewatit S80 sebagai penukar kation dan resin lewatit Monoplus M500 sebagai penukar anion mempunyai kinerja yang cukup baik jika digunakan sebagai resin penukar ion pada proses demineralisasi. Untuk ke depan perlu dilakukan analisis TSS untuk menguji dan memastikan dampak TSS terhadap performa demineralisasi guna memastikan fenomena yang terjadi pada Gambar 3 dan Gambar 4.

#### DAFTAR PUSTAKA

- Akbar, D. R., Kuspambudijaya, A. D., & Utami, I. (2020). DEMINERALISASI AIR AC DENGAN MEMBRANE REVERSE OSMOSIS. *Jurnal Teknik Kimia*, 15(1), 28-33. [https://doi.org/10.33005/jurnal\\_tekkim.v15i1.2300](https://doi.org/10.33005/jurnal_tekkim.v15i1.2300)
- 11 Bird, R. B., Stewart, W. E., & Lightfoot, E. N. (2002). *Transport Phenomena*. John Wiley & Sons, Inc. New York, NY, 1.
- Gryta, M. (2018). Water demineralization by membrane distillation utilizing cooling water from municipal waste incinerator. *Polish Journal of Chemical Technology*, 20(3).
- Gifari, A., Aliyah, S., Ma'arif, S., & Ardiatma, D. (2022). Analisis Pelunakan Air (Water Softening) Dengan Metode Demineralisasi Di PT. DMC Teknologi Indonesia Jababeka 2 Cikarang. *Prosiding Sains dan Teknologi*, 1(1), 387-395.
- Hendrawan B., Prihandoko, D., & Sriwinarno, H. (2016). PENGGUNAAN NATRIUM KLORIDA (NaCl) SEBAGAI REGENERAN RESIN AMBERLITE IR 120 NA DALAM MENURUNKAN KESADAHAN TOTAL AIR SUMUR. *Jurnal Rekayasa Lingkungan*, 16(2).
- 8 Hosokawa, T., Iwasaki, M., Komatsubara, H., Makino, Y., Matsubara, K., Morinaga, H., ... & Takenaka, H. (1999). *Kurita Handbook of water treatment. 2th edition*.
- 19 Kosim, M. E., Prambudi, D., & Siskayanti, R. (2021). Analisis Efisiensi Penukar Ion Sistem Demineralisasi Pada Pengolahan Air di Proses Produksi Electroplating. *Prosiding Semnastek*.
- 26 Kaslum, L., Zikri, A., Tanjung, Y., Oktavia, Y., & Aulia, A. (2019). Kinerja Sistem Filtrasi Dalam Menurunkan Kandungan Tds, Fe, Dan Organik Dalam Pengolahan Air Minum. *KINETIKA*, 10(1), 46-49.
- LANXESS, S. (2009). Product information Lewatit® S80.
- LANXESS, S. (2011). Product information Lewatit® MonoPlus M500.
- 7 Marsidi, R. (2001). Zeolit untuk mengurangi kesadahan air. *Jurnal Teknologi Lingkungan*, 2(1). <https://doi.org/10.29122/jtl.v2i1.193>
- 6 Pujiastuti, C. (2008). KAJIAN PENURUNAN Ca DAN Mg DALAM AIR LAUT MENGGUNAKAN RESIN (DOWEX). *Jurnal Teknik Kimia*, 3(1), 199.
- Purwoto, S., Purwanto, T., & Hakim, L. (2015). Penjernihan Air Sungai dengan Perlakuan Koagulasi, Filtrasi, Adsorpsi, dan Pertukaran Ion. *WAKTU: Jurnal Teknik UNIPA*, 13(2), 45-53. <https://doi.org/10.36456/waktu.v13i2.60>
- 10 Sudro, G., & Rulian E, R.A. (2011). Studi penurunan kekeruhan dan total suspended solids (TSS) dalam bak penampung air hujan (PAH) menggunakan reaktor gravity roughing filter (GRF). *Jurnal Presipitasi: Media Komunikasi dan Pengembangan Teknik Lingkungan*, 8(1), 14-20.
- 9 Setiawan, A., & Purwoto, S. (2019). PENGOLAHAN AIR TANAH BERBASIS TREATMENT RESIN PENUKAR ION, ZEOLIT DAN SINAR UV. *WAKTU: Jurnal Teknik UNIPA*, 17(2), 19-28. <https://doi.org/10.36456/waktu.v17i2.2133>
- 3 Suleman, S. (2007). Pencegahan Korosi Dengan Boiler Water Treatment (Bwt) Pada Ketel Uap Kapal. *Kapal: Jurnal Ilmu Pengetahuan dan Teknologi Kelautan*, 4(1), 35-39. <https://doi.org/10.14710/kpl.v4i1.2653>
- 31 Supriyadi, A., & Masyruroh, A. (2022). PROSES OPTIMASI DESALINASI DAN DEMINERALISASI UNTUK MENJAMIN KUANTITAS DAN KUALITAS AIR PROSES DAN DOMESTIK DI PT INEOS AROMATICS INDONESIA. *Jurnal Lingkungan Dan Sumberdaya Alam (JURNALIS)*, 5(1), 13-23. <https://doi.org/10.47080/jls.v5i1.1809>
- Sutopo, H. E. (2019). 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), 10-22.
- 9 Sutrisno, J., Al Kholif, M., Pungut, P., & Rohma, A. N. (2020). Penerapan Adsorpsi, Pertukaran Ion Dan Variasi Ketinggian Media Filtrasi Dalam Meningkatkan Kualitas Air Sumur Gali. *Jurnal Sains dan Teknologi*, 19(2), 69-75. <http://dx.doi.org/10.31258/jst.v19.n2.p69-75>
- 16 Rizka, R. F., Purnomo, P. W., & Sabdaningsih, A. (2020). Pengaruh Total Suspended Solid (TSS) Terhadap Densitas Zooxanthellae Pada Karang Acropora sp. Dalam Skala Laboratorium. *Jurnal Pasir Laut*, 4(2), 95-101.
- Wilastari, S., & Hidayat, T. N. (2021). Pencegahan Kerak Dan Korosi Umpan Ketel Uap Di PG Mojo Sragen. *Jurnal Sains Teknologi Transportasi Maritim*, 3(1), 41-47. <https://doi.org/10.51578/j.sitektransmar.v3i1.36>
- 14 Zakaria, A., Sauri, S., Fadela, D. M., & Wardhani, P. S. A. (2021). Efisiensi Penurunan Kadar COD, TSS, dan TDS pada Air Limbah Industri Pangan menggunakan Koagulan Poly Aluminium Chloride dengan metode Jar Test. *Warta Akab*, 45(2).
- 17 Zhang, J., Kamenev, A., & Shklovskii, B. I. (2006). Ion exchange phase transitions in water-filled channels with charged walls. *Physical Review E*, 73(5), 051205. <https://doi.org/10.1103/PhysRevE.73.051205>

# Pengolahan Air Menggunakan Proses Demineralisasi Dengan Memanfaatkan Resin Penukar Ion: Studi Pengaruh Laju Alir dan Tinggi Resin

## ORIGINALITY REPORT

12%

SIMILARITY INDEX

12%

INTERNET SOURCES

5%

PUBLICATIONS

%

STUDENT PAPERS

## PRIMARY SOURCES

1	<a href="http://core.ac.uk">core.ac.uk</a> Internet Source	2%
2	<a href="http://www.neliti.com">www.neliti.com</a> Internet Source	1%
3	<a href="http://ejournal.undip.ac.id">ejournal.undip.ac.id</a> Internet Source	1%
4	<a href="http://aisyah.journalpress.id">aisyah.journalpress.id</a> Internet Source	1%
5	<a href="http://moam.info">moam.info</a> Internet Source	1%
6	<a href="http://media.neliti.com">media.neliti.com</a> Internet Source	1%
7	<a href="http://dspace.umkt.ac.id">dspace.umkt.ac.id</a> Internet Source	<1%
8	<a href="http://polen.itu.edu.tr">polen.itu.edu.tr</a> Internet Source	<1%

9	Internet Source	<1 %
10	repository.ar-raniry.ac.id Internet Source	<1 %
11	vdoc.pub Internet Source	<1 %
12	123dok.com Internet Source	<1 %
13	digilib.uinsby.ac.id Internet Source	<1 %
14	jurnal.aka.ac.id Internet Source	<1 %
15	environment.gov.ab.ca Internet Source	<1 %
16	iopscience.iop.org Internet Source	<1 %
17	www.cambridge.org Internet Source	<1 %
18	Aster Rahayu, Joni Aldilla Fajri, Lee Wah Lim, Toyohide Takeuchi. "Pembuatan Kolom Monolit Mixed-Mode untuk Pemisahan Fenol dalam Kromatografi Cair Sistem Kapiler", CHEMICA: Jurnal Teknik Kimia, 2018 Publication	<1 %

eprints.poltekkesjogja.ac.id

19

Internet Source

<1 %

20

[journal.unpak.ac.id](http://journal.unpak.ac.id)

Internet Source

<1 %

21

[jurnalfpk.uinsby.ac.id](http://jurnalfpk.uinsby.ac.id)

Internet Source

<1 %

22

[jurnalsaintek.uinsby.ac.id](http://jurnalsaintek.uinsby.ac.id)

Internet Source

<1 %

23

[text-id.123dok.com](http://text-id.123dok.com)

Internet Source

<1 %

24

Suryo Wirawan Anton, Anton Anton, Dewi Virgiastuti Jarir, Fatmah Fatmah, Fatmah Fatmah, Harlina Usman, Ilmiah Kuruseng. "FUNGSI MANGROVE SEBAGAI BIOFILTER LIMBAH BUDIDAYA UDANG VANAME PADA TAMBAK INTENSIF SUPM NEGERI BONE", JOURNAL OF INDONESIAN TROPICAL FISHERIES (JOINT-FISH) : Jurnal Akuakultur, Teknologi Dan Manajemen Perikanan Tangkap, Ilmu Kelautan, 2020

Publication

<1 %

25

[doaj.org](http://doaj.org)

Internet Source

<1 %

26

[ejournal.kemenperin.go.id](http://ejournal.kemenperin.go.id)

Internet Source

<1 %

[eproceeding.itenas.ac.id](http://eproceeding.itenas.ac.id)

27	Internet Source	<1 %
28	formation.e-cancer.fr Internet Source	<1 %
29	journals.ut.ac.ir Internet Source	<1 %
30	jurnal.unipasby.ac.id Internet Source	<1 %
31	ejournal.lppm-unbaja.ac.id Internet Source	<1 %
32	eprints.undip.ac.id Internet Source	<1 %
33	idoc.pub Internet Source	<1 %
34	repository.ub.ac.id Internet Source	<1 %
35	www.researchgate.net Internet Source	<1 %

Exclude quotes  On

Exclude matches  < 5 words

Exclude bibliography  On