

Efisiensi Penggunaan Raw Water dan Faktor-Faktor yang Mempengaruhi Kuantitas Pemakaian Raw Water yang Berlebih Saat Regenerasi Demin Plant Pada PT XYZ Menggunakan Metode 5W+1H dan Observasi Interview

Dava Fahri Alvarizi¹, Muhammad Haidar Dzaky², Muhammad Ilham*³, Naufal Ramadhan⁴, Muhammad Rafli Yudin⁵, Yudi Prastyo⁶
Fakultas Teknik, Universitas Pelita Bangsa, Indonesia
Email: mohamadilham538@gmail.com

Kata Kunci:

Air Bebas Mineral,
Regenerasi, Ion Exchanger

Abstrak: Proses pengolahan air demin (demineralisasi) dengan menggunakan teknologi regenerasi ion merupakan salah satu metode yang umum digunakan untuk menghasilkan air dengan kualitas tinggi, khususnya dalam aplikasi industri. Salah satu aspek penting dalam proses ini adalah penggunaan raw water (air baku) dalam regenerasi media penukar ion. Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis efisiensi penggunaan air baku dalam proses regenerasi ion pada pengolahan air demin. Dalam studi ini, dilakukan pengukuran terhadap volume air baku yang dibutuhkan, kualitas air yang dihasilkan setelah regenerasi, serta biaya operasional yang terkait dengan penggunaan air baku tersebut. Selain itu, diperhatikan juga faktor-faktor yang mempengaruhi efisiensi penggunaan air baku. Metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah observasi interview dan analisa 5W+1H. Dari penelitian yang dilakukan diperoleh perbedaan cost dari data tertinggi dan terendah yaitu Rp. 270.000 hal ini disebabkan oleh beberapa faktor seperti perbedaan prosedur kerja dan kelalaian pelaku operasional.

This is an open access article under the CC BY License (<https://creativecommons.org/licenses/by/4.0>).



Copyright holders:
Muhammad Ilham (2025)

PENDAHULUAN

Air memegang peran yang amat penting bagi keberlangsungan hidup semua makhluk di planet ini. Air bisa dijelaskan sebagai senyawa kimia yang terbentuk dari dua unsur, yakni H₂ (Hidrogen) yang bergabung dengan O₂ (Oksigen) membentuk senyawa air (H₂O). Tidak jarang air memiliki kandungan mineral atau garam yang tinggi disebabkan oleh pengaruh batuan di

bawah permukaan tanah, walaupun seringkali air tersebut bersifat jernih. (Nugraha et al., n.d.) . Air yang berasal dari permukaan tanah pastinya memiliki kandungan garam-garam terlarut yang tinggi dan senyawa terkandung didalamnya seperti $MgCO_3$, $CaCO_3$, $CaCl_2$, Na_2SO , $NaCl$, dan banyak senyawa lainnya.

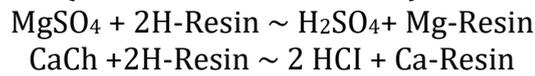
Dalam dunia industri petrokimia, penggunaan air bebas mineral (*Demineral Water*) merupakan kebutuhan pokok. Air bebas mineral merupakan air yang tidak mengandung mineral dengan spesifikasi memiliki pH 6,8 – 7,2 dan memiliki conductivity $< 0,3 \mu s/cm$. Pengolahan air demineral dapat dilakukan menggunakan metode distilasi, reverse osmosis, atau deionisasi. Proses distilasi digunakan untuk memisahkan campuran senyawa berdasarkan perbedaan titik didih cairannya. Proses reverse osmosis bermanfaat untuk memisahkan komponen-komponen berbeda seperti makromolekul, mikromolekul, atau ion yang larut dalam sebuah larutan. Deionisasi melibatkan proses pertukaran ion menggunakan resin penukar ion guna mencapai kemurnian yang optimal. Demineralisasi dilakukan dengan tujuan menghapus mineral dari air dan sering kali digunakan secara bergantian dengan deionisasi. Proses demineralisasi melibatkan penggunaan resin penukar kation dan anion guna menciptakan air yang sangat murni, hampir setara dengan air suling. (Nugraha et al., n.d.).

PT XYZ merupakan perusahaan yang memproduksi bahan kimia yaitu Hydrogen Peroksida (H_2O_2) yang mana sangat membutuhkan air demin di dalam proses nya terkhusus pada proses ekstraksi sebagai media pengekstrak dan untuk pengenceran produk. Di PT XYZ sendiri memiliki plant pembuatan air demin yang memproduksi air demin sekitar $850 m^3$ setiap prosesnya. Demineralisasi adalah cara yang digunakan dalam proses penyaringan air mentah guna menghasilkan air bebas mineral yang dibutuhkan dalam produksi. Resin penukar ion memiliki keunggulan dalam kemampuannya untuk menghilangkan ion-ion yang mencemari air baku. Namun, setelah beberapa saat, daya serap resin tersebut dapat berkurang, sehingga perlunya proses regenerasi. (Kamal, 2023). Raw water diolah pada setiap bagian unit vessel untuk menghasilkan air demin dan diproses lebih lanjut pada beberapa proses seperti menjadi feed water pada proses ekstraksi, untuk menjadi Boiler Feed Water (BFW) untuk memenuhi steam bertekanan 3000 kgs/h pada 2 unit boiler, untuk media pengenceran produk, dan untuk pencucian tanki.

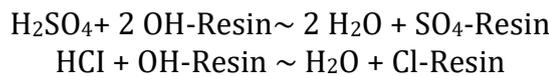
Air demin sangat berperan penting dalam proses pembuatan H_2O_2 , dengan kandungan air yang bebas dari mineral dapat mencegah terjadinya dekomposisi pada produk jika digunakan pada proses pengenceran produk karena Hydrogen Peroksida (H_2O_2) memiliki sifat yang mudah teroksidasi sehingga memungkinkan komposisi Hydrogen Peroksida (H_2O_2) dapat terurai (*dekomposisi*) jika terkontaminasi dengan bahan-bahan organik. Untuk Boiler Feed Water (BFW) air demin juga dapat memperpanjang umur alat karena alat yang digunakan bersifat logam, dan dimana kandungan mineral yang tinggi dapat menyebabkan korosi pada logam jika kontak langsung dengan logam dalam waktu yang lama.

Cara yang digunakan untuk membuat air demineralisasi di PT XYZ adalah dengan metode ion exchanger. Ion exchange merupakan proses di mana ion-ion dalam larutan garam saling bertukar dengan ion-ion yang terdapat di permukaan bahan padat. Ion-ion sejenis yang terdapat dalam bahan padat dilepaskan ke dalam larutan guna menggantikan ion-ion tersebut. Proses pertukaran ini hanya berlangsung antara ion-ion sejenis dan terjadi saat larutan berinteraksi dengan material penukar ion (Nugraha et al., n.d.). Media yang digunakan dalam proses ion exchanger yaitu media resin. Resin penukar kation dan anion dapat digunakan untuk demineralisasi, baik dalam tabung terpisah maupun digabung dalam satu tabung. Penukar ion biasanya banyak berupa bahan organik, yang juga biasanya dibuat secara sintetik (Kafidzul Luthfi & Yuliatun, 2019). Air telah melalui proses demineralisasi akan memiliki tingkat kemurnian yang setara dengan air suling (Engkos Kosim et al., 2021). Resin penukar ion adalah bahan resin atau polimer yang tidak larut dalam air, berbentuk butiran kecil dengan

ukuran antara 0,25 hingga 1,43 mm, dengan permukaan yang sangat berpori baik di luar maupun di dalamnya. Hal ini membuatnya memiliki luas permukaan yang besar untuk memfasilitasi proses pertukaran ion. Biasanya, dalam praktiknya, digunakan resin anion untuk menyingkirkan ion-ion bermuatan negatif seperti SO_4^{2-} , Cl^- , CO_3^{2-} , SiO_3^{2-} , dan lainnya, sementara resin kation terdiri dari asam kuat dan asam lemah. Resin Kation dalam wujud asam kuat memiliki kemampuan untuk menghilangkan secara menyeluruh ion-ion positif seperti *Kalsium* (Ca^+), *Magnesium* (Mg^+), *Amonium* (NH_4^+), *Kalium* (K^+), *Natrium* (Na^+), dan *Hidrogen* (H^+) yang terdapat dalam air. Sedangkan resin kation dalam bentuk asam lemah hanya dapat mengurangi sebagian kadar kekerasan dalam air (Shahab & Setiorini, 2023). Contoh reaksi penukaran kation:



Contoh reaksi penukaran anion:



Resin ini menerima ion-ion tersebut dan menukarnya dengan ion yang dikehendaki yang tersimpan sebelumnya dalam rangkanya dengan jumlah yang ekuivalen (Presentasi et al., n.d.)

METODE

1. 5W + 1H

Setelah menentukan dan memperoleh akar penyebab terjadinya kegagalan di tahap *analyze*, maka selanjutnya dilakukan usulan perbaikan menggunakan 5W+1H untuk memberikan rekomendasi usulan. Adapun usulan perbaikan analisis 5W+1H seperti pada Tabel berikut ini.

Tabel 1. Usulan perbaikan dengan metode 5W+1H

What ? Apa masalah utama yang berhubungan dengan pekerjaan?	Kelalaian dan perbedaan cara kerja operator menyebabkan variasi penggunaan raw water dan kenaikan biaya operasional.	Aplikasi: Identifikasi tugas operator yang memengaruhi efisiensi regenerasi, seperti pencucian unit atau pengaturan penggunaan chemical.
Who? Siapa yang terlibat langsung dalam masalah ini?	Operator yang menjalankan proses regenerasi dan supervisor yang bertanggung jawab atas pengawasan kerja.	Aplikasi: Lakukan evaluasi kinerja setiap operator untuk memahami perbedaan hasil regenerasi yang mereka lakukan.
Where? Di mana operator bekerja yang memengaruhi masalah ini?	Unit Plant Demin Water	Observasi langsung di lokasi kerja untuk memastikan operator mengikuti prosedur yang benar di setiap unit.
When? Kapan masalah terjadi dalam pekerjaan operator?	Selama proses pencucian dan regenerasi, khususnya saat penggunaan chemical dan rinsing resin.	Aplikasi: Analisis jadwal kerja operator dan waktu penyelesaian regenerasi untuk melihat potensi penundaan atau ketidakefisienan.

<p>Why? Mengapa pekerjaan operator memengaruhi efisiensi?</p>	<p>Prosedur kerja yang usang, kurangnya pelatihan, dan ketidaktahuan operator terhadap dampak penggunaan berlebih bahan kimia dan air.</p>	<p>Aplikasi: Identifikasi gap pengetahuan operator dan berikan pelatihan terkait pentingnya efisiensi dalam regenerasi.</p>
<p>How? Bagaimana pekerjaan operator dapat diperbaiki untuk mengatasi masalah ini?</p>	<p>Dengan pelatihan, panduan kerja yang lebih jelas, dan supervisi yang lebih ketat.</p>	<p>Aplikasi: Terapkan langkah-langkah perbaikan seperti: Membuat panduan kerja baru yang lebih detail. Melakukan training ulang operator sesuai prosedur kerja terbaru. Memberikan teguran kepada operator yang lalai atau bekerja tidak sesuai prosedur. Memantau pelaksanaan pekerjaan secara langsung untuk memastikan konsistensi.</p>

Metode 5W1H menyoroti pentingnya pekerjaan operator dalam efisiensi regenerasi. Dengan mengidentifikasi peran operator dalam masalah ini, solusi yang lebih fokus pada perbaikan kinerja dan pengawasan dapat diterapkan untuk mengurangi variasi biaya dan meningkatkan efisiensi operasional.

2. Observasi interview

Untuk memperoleh data, untuk itu dilakukan wawancara tanya jawab bersama dengan 3 orang operator mengenai penyebab adanya perbedaan penggunaan raw water yang menyebabkan kenaikan nilai cost, didapatkan beberapa informasi terjadinya perbedaan penggunaan raw water pada proses regenerasi proses demin pada demin plant pada PT XYZ sebagai berikut :

- Pengaruh dari kualitas raw water yang digunakan.
- Waktu proses pencucian unit MGF dan ACF yang tidak sama setiap operator.
- Intruksi kerja yang belum diperbarui, sehingga operator bekerja berdasarkan pengalaman dan informasi dari senior.
- Kelalaian operator terhadap penggunaan chemical yang berlebih sehingga memerlukan raw water dengan kuantiti yang banyak proses pencucian.
- Conductivity yang cenderung turun lama pada proses pencucian, hal ini terjadi karena resin yang sudah berkurang dan over pemakaian chemical pada proses regenerasi, sehingga akan memakan banyak raw water dalam proses pencucian.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Pirolisis Limbah Plastik HDPE

a. Data

Tabel 2. Data Penggunaan Raw Water

Tanggal	Pencucian MGF (Menit)	Pencucian ACF (Menit)	Pencucian Resin (Menit)	Total Waktu (Menit)	RW Terpakai (m ³ /h)
6/7/2024	23	20	90	133	79
23/7/2024	15	15	90	120	73
4/9/2024	30	20	90	140	77
19/9/2024	25	20	90	135	65
5/10/2024	43	20	90	153	61
21/10/2024	30	20	90	140	70
6/11/2024	25	20	90	135	69
22/11/2024	20	20	90	130	61

b. Perhitungan

Tabel 3. Perhitungan cost raw water terpakai

Tanggal	RW Terpakai (m ³ /h)	Harga per m ³ (Rp)	Harga Total (Rp)
6/7/2024	79	15.000	1,185.000
23/7/2024	73	15.000	1,095.000
4/9/2024	77	15.000	1,155.000
19/9/2024	65	15.000	975.000
5/10/2024	61	15.000	915.000
21/10/2024	70	15.000	1,050.000
6/11/2024	69	15.000	1,035.000
22/11/2024	61	15.000	915.000

PEMBAHASAN

Air demin merupakan air yang bebas dari kandungan mineral. Banyak sekali cara yang dapat digunakan untuk menghasilkan air demin, salah satunya yaitu dengan ion exchanger. Dalam proses ion exchanger tentunya menggunakan media resin untuk mengikat kandungan mineral dalam air sehingga air bebas dari mineral, hal ini dapat menyebabkan media resin menjadi jenuh sehingga diperlukan regenerasi atau meremajakan kembali resin dengan menggunakan bahan kimia HCL dan NaOH.

Pengaruh mineral pada proses industri kimia cukup kompleks yaitu dapat menyebabkan kerak pada proses pemanasan seperti *boiler* dan *heat exchanger*, sampai turunnya *yield* dan selektivitas pada proses reaksi, dan masih banyak lagi pengaruhnya. Di PT XYZ terdapat 2 bagian / unit dalam proses demin water plant yaitu unit filter dan unit ion exchanger. Air dapat dikatakan bebas dari kandungan mineral apabila memnuhi standar. Standar mutu yang digunakan secara umum dapat dilihat pada tabel berikut.(Desmiarti et al., 2017)

Tabel 4. Standar Baku Mutu Air Demin

Parameter	Nilai	Satuan
Conductivity	< 4,3	$\mu\text{s}/\text{cm}^* 20\text{ }^\circ\text{C}$
pH	5-7	-
Silica (SiO_2)	$\leq 0,02$	Ppm
TOC	$\leq 0,5$	mg/l

1. Unit Filter

Unit filter merupakan proses awal pembuatan air demin yang berfungsi sebagai penyaring yang terkandung di dalam raw water, unit filter terdiri dari vessel-vessel sebagai berikut :

A. Multigrade Sand Filter (MGF)

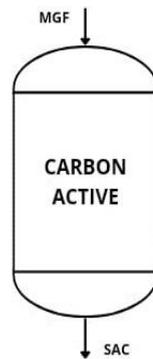
MGF merupakan sebuah vessel yang menggunakan media pasir sebagai filter untuk mengurangi turbidity yang terkandung di dalam air sebelum masuk pada proses ion exchanger. Media penyaring di dalam vessel disusun berdasarkan ukuran dari partikel yang paling kecil hingga yang paling besar hal ini bertujuan agar penyaringan lebih efisien. Pada proses regenerasi proses MGF terjadi secara downflow sehingga kotoran yang terperangkap di dalam vessel dapat hilang dan MGF dapat bisa digunakan kembali.



Gambar 1. Proses penyaringan dengan unit MGF

B. Activated Carbon Filter (ACF)

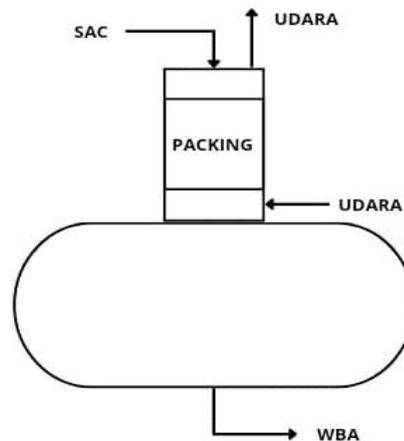
ACF merupakan vessel yang menggunakan karbon aktif sebagai media penyaring nya yang dapat mengurangi bahan-bahan organik yang terlarut di dalam air.



Gambar 2. Proses penyaringan dengan unit ACF

C. Degasser

Degasser adalah sebuah tanki yang digunakan untuk menghilangkan kandungan CO₂ dari air dengan mengontakan langsung antara air dan udara yang berlawanan arah dikolom yang disebut packing. Dengan adanya degasser diharapkan kerja anion exchanger akan lebih ringan.

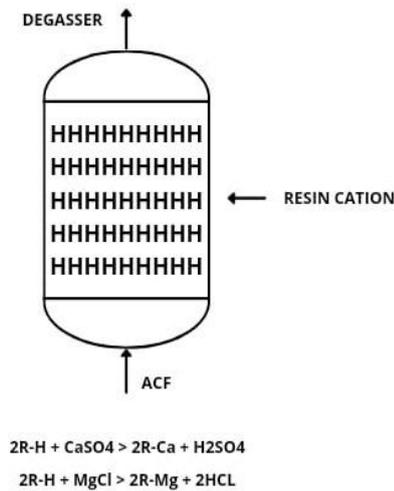


Gambar 3. Proses penghilangan kadar CO₂

2. Unit Ion Exchanger

A. Strong Acid Cation (SAC)

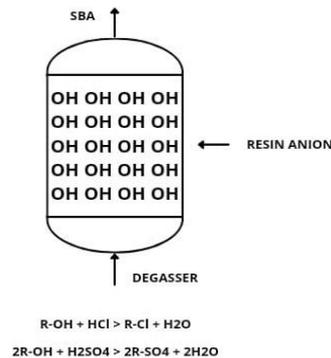
SAC terdiri dari sejumlah resin kation yang berfungsi untuk menghilangkan kation-kation yang terdapat pada raw water. Didalam vessel ion-ion positif akan melewati resin dan akan berikatan dengan ion H⁺ dari resin sehingga air yang keluar dari proses SAC akan mempunyai ph asam (3-5). Jika SAC sudah jenuh maka perlu diregenerasi dengan larutan HCL agar ion-ion positif yang terikat pada resin akan kembali bertukar dengan ion H⁺.



Gambar 4. Proses penghilangan kandungan kation

B. Weak Base Anion (WBA)

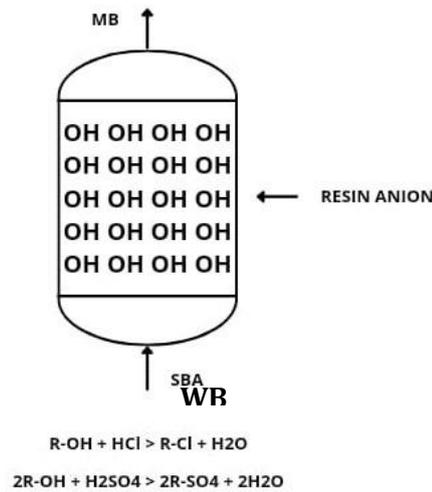
WBA berisikan resin Weak Base Anion yang berfungsi untuk menghilangkan anion-anion dalam bentuk asam kuat seperti HCl dan H₂SO₄, ion-ion negatif dalam air akan melewati resin dan bertukaran dengan ion OH dari larutan NaOH. Ketika sudah mencapai jenuh, WBA akan diproses regenerasi dengan larutan NaOH agar resin ddalamnya dapat digunakan kembali.



Gambar 5. Proses penghilangan kandungan anion

C. Strong Base Anion (SBA)

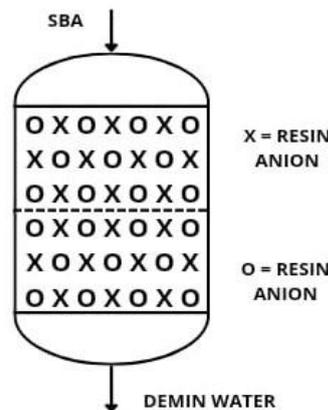
SBA berisikan berungsi untuk menghilangkan anion-anion dalam bentuk asam lemah serta anion-anion asam kuat yang lolos dari WBA. Cara kerja serta proses proses regenerasi yang digunakan pada unit sama dengan unit WBA.



Gambar 6. Proses penghilangan kandungan anion

D. Vessel Mixed Bed (MB)

MB yaitu sebuah pressure vessel yang digunakan untuk menghilangkan impuritis yang tersisa dalam air demineral setelah melalui unit SAC, WBA, dan SBA. Didalamnya terdapat dua jenis resin yaitu resin anion dan resin kation yang bercampur didalam vessel. Pada unit ini, proses operasi berjalan secara downflow sehingga selain proses proses regenerasi juga dibutuhkan proses backwash. Air demineral yang keluar dari MB diharapkan memiliki conductivity kurang dari $0.03 \mu s/cm$ agar dapat langsung dimasukkan kedalam storage tank.



Gambar 7. Proses penghilangan kandungan anion dan kation

Proses regenerasi adalah proses pemulihan resin yang ada didalam vessel. Proses regenerasi dilakukan ketika resin sudah jenuh, memulihkan resin yang sudah jenuh dengan chemical seperti NaOH dan HCl, resin anion diregenerasi dengan chemical NaOH sedangkan resin kation diregenerasi dengan chemical HCl. Terdapat 2 media air yang digunakan pada proses regenerasi yaitu Raw Water (air baku) dan Demin Water. Regenerasi dapat dilakukan ketika quantity DMW plant sudah mencapai $850 m^3$ dan ketika konduktivitas dari SBA naik tajam yang menandakan resin sudah jenuh. Ada berbagai tahap pada proses regenerasi yaitu:

1. Pre-Inject Chemical. Tahap ini bertujuan untuk memastikan line yang akan dilewati chemical untuk proses inject chemical terbuka / tidak ada line yang tertutup sesuai dengan prosedur kerja.
2. Inject Chemical. Chemical akan bergabung dengan demin water dan masuk ke dalam vessel secara downflow (aliran kebawah). Setelah 5 menit inject chemical cek densitas setiap vessel menggunakan alat ukur densitas. Pada tahap ini resin yang jenuh akan dipulihkan.
3. Downflow. Tahap ini bertujuan untuk membilas sisa chemical yang tidak bereaksi dengan resin (chemical berlebih) menggunakan demin water, dengan aliran berlawanan dengan posisi service, service dilakukan secara upflow.
4. Drain SAC. Air yang ada didalam vessel SAC akan dibuang melalui line menuju DMW Sump.
5. Rinsing SAC. SAC akan dibilas / dibersihkan menggunakan raw water melalui line service (upflow). Air keluaran dari rinsing SAC bersifat asam.

Rinsing WBA dan SBA. Tahap rinsing bertujuan untuk membilas / membersihkan chemical yang tidak bereaksi (berlebih) melalui line service / secara upflow, hampir sama dengan tahap downflow.

KESIMPULAN

Dari hasil penelitian telah dilakukan perhitungan pada penggunaan raw water pada proses regenerasi demin plant pada PT XYZ, diperoleh angka tertinggi penggunaan raw water yaitu 79 m³/h dengan nilai cost Rp. 1.185.000 dan pemakaian paling sedikit yaitu 61 m³/h dengan nilai cost Rp. 915.000. Tidak ada range standar pemakaian raw water untuk proses regenerasi demin plant dapat dikatakan efisien, hanya saja jika semakin rendah raw water yang digunakan dalam proses regenerasi demin plant dan produk air bebas mineral yang di produksi semakin banyak, maka semakin bagus dan efisien. Agar setiap proses regenerasi dilakukan efisien, perlu dilakukan beberapa perbaikan pada kondisi alat dan pelaku operasionalnya seperti : penambahan resin yang sudah mulai berkurang pada vessel SAC, WBA, SBA, dan MB agar resin tidak cepat jenuh sehingga perlu dilakukan regenerasi yang terlalu sering, memperbaiki instruksi kerja yang ada dengan kendala-kendala yang dialami selama regenerasi beserta trouble shooting nya dan memberikan training kepada operator mengenai work instruksi yang telah diperbarui untuk efisiensi dan konsistensi kualitas, memberikan teguran kepada operator jika operator tidak fokus dalam bekerja. Dengan begini proses regenerasi akan lebih efisien dan diharapkan dapat mengurangi nilai cost. Dalam industri manufaktur, manajemen bahan yang efisien merupakan elemen penting untuk kelancaran operasional bisnis (Portuna Ananda Putri et al., 2024).

DAFTAR PUSTAKA

- Desmiarti, R., Martynis, M., Novita, J., & Saputra, N. (2017). *Kombinasi Proses Filtrasi dan Ion Exchange Secara Kontinu pada Pembuatan Aquadm (Demineralized Water)*. 4, 27–32.
- Engkos Kosim, M., Prambudi, D., & Siskayanti, R. (2021). *Analisis Efisiensi Penukar Ion Sistem Demineralisasi Pada Pengolahan Air di Proses Produksi Electroplating*.
- Hartono, R., & Rahmayetty, dan. (2024). *Pengolahan Air Menggunakan Proses Demineralisasi*

- dengan Memanfaatkan Resin Penukar Ion: Studi Pengaruh Laju Alir dan Tinggi Resin. 22, 393–400. <https://doi.org/10.14710/jil.22.2.393>
- Kafidzul Luthfi, J., & Yuliatun, S. (2019). *Prosiding Seminar Nasional Kimia dan Pembelajarannya (SNKP) 2019 Malang*.
- Kamal, D. F. (2023). PROSES DEMINERALISASI PADA UNIT PENGOLAHAN AIR DI PABRIK UTILITY 1-A PT. PUPUK KUJANG CIKAMPEK. *Jurnal SIGMAT Teknik Mesin UNSIKA*, 3(1), 34–41.
- Nugraha, I., Arif, M. A., & Setyawati, H. (n.d.). *OPTIMALISASI RESIN PENUKAR ION PADA PROSES DEMINERALISASI AIR TANAH OPTIMIZATION OF ION EXCHANGE RESIN IN GROUNDWATER DEMINERALIZATION PROCESS*.
- Portuna Ananda Putri, D., Andrianti, I., Darmiyati, I., & Kata Kunci, A. (2024). Prediksi Kebutuhan Material Asam Klorida (HCl) di Unit Demineralisasi pada Bagian Utilitas PT. ABC-ShareAlike 4.0 International (CC BY-SA 4.0). In *Indonesian Research Journal on Education Web Jurnal Indonesian Research Journal on Education* (Vol. 4).
- Presentasi, P., Keselamatan, I. T., Viii, N., Huda, N., & Llisian, M. (n.d.). *ANALISIS SPESI KIMIA PADA TAHAPAN PROSES PEMBUATAN AIR BEBAS MINERAL REAKTOR G.A. SIWABESSY*.
- Shahab, A., & Setiorini, I. A. (2023). Efektifitas Volume Resin Ion Exchanger Terhadap Kapasitas Pertukaran Ion Dan Waktu Jenuh Pada Unit Demin Plant Di Pt Pln (Persero) Updk Keramasan. *Journal of Innovation Research and Knowledge*, 2(9), 3791–3802.
- Sutopo, E. H. (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), 22–32.