EFEKTIFITAS VOLUME RESIN ION EXCHANGER TERHADAP KAPASITAS PERTUKARAN ION DAN WAKTU JENUH PADA UNIT DEMIN PLANT DI PT PLN (PERSERO) UPGK KERAMASAN

Oleh

Aliyah Shahab¹, Indah Agus Setiorini²

^{1,2}Program Studi Teknik Pengolahan Migas, Politeknik Akamigas Palembang, 30257, Indonesia

E-mail: ¹aliyah@pap.ac.id, ²indah@pap.ac.id

Article History:

Received: 21-12-2022

Revised: 22-01-2023

Accepted: 24-02-2023

Keywords:

Anion, Demin, Kation, Resin

Abstract: Resin penukar ion pada sistem demineralisasi merupakan media yang digunakan dalam proses pengolahan air baku untuk menghasilkan air bebas mineral yang digunakan untuk proses produksi khususnya proses demin plant. Air demineralisasi merupakan air yang telah mengalami proses penghilangan kation anion yang terkandung didalamnya. Kandungan mineral sebagai bentuk kation anion dalam air, prinsip Unit Demin Plant PT PLN (Persero) UPGK Keramasan merupakan unit pengolahan air bersih sehingga didapatkan air demin (demineralized water) yang bebas dari mineral berupa garam-garam terlarut. Proses pertukaran ion Unit Demin Plant yang ada di PT PLN (Persero) UPGK Keramasan adalah pada saat air melewati campuran resin kation dan anion yang terdapat didalam demin plant, maka terjadilah proses ion exchange (pertukaran ion). Perhitungan ini bertujuan untuk mengetahui kebutuhan resin yang digunakan di PT PLN (Persero) UPGK Keramasan, resin yang didapatkan yaitu volume kolom kation pada saat tinggi 90 cm adalah 435,362L dan saat tinggi 120 cm adalah 580,483L, volume kolom anion pada saat tinggi 90 cm 435,362L dan saat tinggi 120 cm adalah 580,483L. Kapasitas Pertukaran Ion kolom kation pada saat tinggi 90 cm adalah 957,796 eq dan pada saat tinggi 120 cm adalah 1277,06 eq, Kapasitas Pertukaran ion kolom anion pada saat tinggi 90cm adalah 478,898 eq dan pada saat tinggi 120 cm adalah 638,531 eq, serta waktu jenuh kolom kation dan anion adalah 33,33 hari.

PENDAHULUAN

Air berperan penting dalam segala kegiatan pertanian, industri, kebutuhan rumah tangga, dan lain-lain. Dalam menunjang kegiatan industri, air yang digunakan harus memenuhi syarat dari segi kualitas dan kuantitasnya agar kegiatan industri dapat berjalan dengan baik. Kualitas air dapat ditinjau dari segi fisik, kimia, dan biologi. Kebutuhan air dalam kegiatan industri sangat berpengaruh dalam proses yang ada dalam kegiatan

industri baik itu kebutuhan air yang mengandung mineral maupun air yang tidak mengandung mineral didalamnya. Air Demin adalah air yang terbuat dari proses pemurnian air dan terbebas dari mineral-mineral yang terlarut dalam air. Kegunaan Air demin digunakan dalam proses produksi berbagai industri. Air yang mengandung mineral biasanya akan di hilangkan dulu mineralnya sebelum masuk dalam kegiatan proses industri karena air yang mengandung mineral dapat merusak alat yang ada di industri tersebut. Air yang kandungan mineralnya sudah hilang disebut air demin yang memiliki peranan penting dalam berlangsungnya proses industri, entah itu dalam indusri migas, petrokimia, dan lain lain.

Demin Plant adalah proses menurunkan kandungan TDS dengan cara menukar kation dalam air dengan ion H^+ dan anion dengan ion OH^- yang ada di dalam Resin penukar ion. Seperti kita ketahui TDS adalah jumlah kandungan garam terlarut di dalam air. Garam-garam terlarut tersebut melepaskan ion-ion positif (kation) dan ion-ion negative (anion) ke dalam air. Resin penukar ion (ion exchange resin) adalah resin/polimer yang bersifat tidak larut, berbentuk butiran kecil (jari-jari 0.25-1.43mm), berpori baik di permukaan maupun di dalam, sehingga luas permukaan sangat besar untuk terjadinya proses pertukaran ion. Matriks resin ada yang gel (transparan) dan ada yang macroporous (opaque). Setiap resin penukar ion di strukturnya terdapat ion tetap (fixed ion) dan ion lawannya (counter ion) supaya tetap netral. Counter ion bersifat mobile sehingga dapat keluar masuk dalam butiran resin. counter ion inilah yang akan bertukar dengan ion-ion dalam TDS air, tentu saja harus dengan ion bermuatan sama, kation dengan kation dan anion dengan anion, supaya muatan dalam resin tetap netral. Jadi resin penukar ion sudah pasti resin penukar kation atau resin penukar anion, tidak bisa penukar anion dan kation sekaligus dalam satu resin. (Beta, 2022)

Berdasarkan penelitian yang dilakukan oleh (Engkos Kosim, 2021) mengenai efisiensi penukar ion pada proses demineralisasi didapatkan data yang diperoleh perhitungan kapasitas resin penukar ion, didapatkan hasil efisiensi untuk resin kation yakni memiliki nilai 51.41% dan nilai efisiensi untuk resin anion yakni memiliki nilai 83.47 %. Pada nilai efisiensi resin kation memiliki nilai yang jauh lebih rendah dari nilai resin anion. Nilai efisiensi resin kation < 80%, dimana nilai efisiensi yang baik diperoleh pada 80% (Nurbana, 2015). Hal ini disebabkan karena kondisi resin yang sudah jenuh dalam penggunaannya sehingga memerlukan pemeliharaan lebih lanjut yakni dengan cara pembilasan dan regenerasi dengan larutan HCl 32% dan apabila resin tetap tidak berfungsi secara maksimal maka sebaiknya dilakukan penggantian terhadap resin kation. Nilai efisiensi yang diperoleh pada resin anion adalah > 80%. Hal ini menunjukkan bahwa sistem pertukaran ion pada resin anion masih sangat baik dan efisien.

Penelitian yang dilakukan oleh (Tri Partuti, 2014) mengenai efektifitas resin dalam menurunkan kadar TDS dalam limbah diketahui bahwa pengembangan resin perlu dilakukan untuk menghilangkan udara yang terperangkap diantara manik-manik resin, sehingga proses adsorpsi ion berlangsung dengan sempurna. Resin penukar kation efektif untuk menurunkan konsentrasi TDS limbah air produksi antara 70 - 97 % untuk konsentrasi TDS < 5.000 ppm dan pada kondisi larutan netral (pH = 7). Semakin tinggi

konsentrasi TDS dalam limbah air terproduksi maka waktu pertukaran kationnya semakin cepat.

Dari beberapa penelitian sebelumnya maka peneliti menganggap pentingnya menganalisa keefektifan dari volume ion exchanger terhadap kapasitas pertukaran ion dan waktu jenuh pada PT PLN (PERSERO) UPDK Keramasan.

LANDASAN TEORI

1. Demineralisasi

Dalam dunia industri petrokimia, penggunaan air bebas mineral (*Demineral Water*) merupakan kebutuhan pokok, dimana air jenis ini digunakan sebagai umpan ke *boiler* dalam menghasilkan *steam* sebagai penggerak pompa turbin. Air demin memiliki peranan vital, karena *steam* dihasilkan melalui proses perubahan fase air menjadi *vapour* atau uap air. Air merupakan salah satu senyawa yang bersifat korosif terhadap unsur logam tertentu, karena air pada alam bebas banyak mengandung mineral-mineral dari yang sedang hingga berat, antara lain seperti Ca^+ dan Mg^+ , kandungan Kalsium dan Magnesium yang tinggi dalam air berpengaruh pada nilai kesadahan air dimana kesadahan ini bisa menyebabkan kerak di ketel uap (*boiler*) dan akhirnya efisien energi akan rendah. Mineral-mineral tersebut adalah racun yang harus dibuang jika air akan digunakan untuk umpan *boiler* untuk menghasilkan *steam* guna mencegah korosi pada peralatan, sudu-sudu kompresor, dan *line*-pipa logam. Air umpan *boiler* yang tidak memenuhi syarat dapat menimbulkan masalah seperti terjadinya kerak, korosi, dan busa. Kerak dapat terjadi akibat presipitasi padatan dalam air lalu melekat dipermukaan dinding ketel, ini berakibat pada pemanasan lanjut lokal sehingga fungsi logam ketel sebagai konduktor berkurang atau bahkan gagal. Beberapa kerang yang sering terbentuk antara lain: Kalsium Karbonat, Kalsium Sulfat, Magnesium Hidroksida, Besi oksida, Kalsium silikat, dan Magnesium silikat.

Demineralisasi adalah salahsatu teknologi proses pengolahan air untuk menghilangkan mineral dari air. Istilah Demineralisasi biasanya digunakan secara khusus untuk proses pertukaran ion untuk penghilangan total kontaminan mineral ion sampai mendekati angka nol. Seringkali, istilah Demineralisasi dan Deionisasi digunakan secara bergantian. Demineralisasi menggunakan resin penukar kation dan anion, di dalam dua tabung atau di dalam satu tabung secara bersamaan. Setelah Demineralisasi, air yang diolah akan memiliki tingkat kemurnian yang tinggi sebanding dengan air suling. Proses regenerasi pada demineralisasi ion exchanger ini dapat dilakukan secara berurutan dari resin cation lalu resin anion atau dapat pula dilakukan bersamaan. Bila proses regenerasi cation dan anion dilakukan bersamaan, maka dibutuhkan minimal air hasil proses water softener untuk meregenerasi resin anion karena bila tidak menggunakan air softener maka pengendapan CaCO_3 akan terjadi dan resin akan rusak. Hal ini menyebabkan jarang orang melakukan regenerasi kation dan anion secara bersamaan karena dibutuhkan unit water softener tambahan. (Muhammad, 2021)

2. Macam-macam Cara Menghasilkan Air Demin

1. Air Demin dengan Menggunakan Distilasi

Distilasi adalah proses pemurniaan yang dilakukan pada perbedaan titik didih atau kemampuan suatu zat untuk menguap. Zat cair akan dipanaskan sampai titik didihnya. Adapun uap yang dihasilkan kemudian akan dialirkan ke dalam kondensor atau pendingin untuk dikumpulkan. Sehingga didapat hasil pengembunan zat cair murni tanpa bahan pengotor yang berupa air demin/ air demineral.

2. Air Demin melalui Proses Reverse Osmosis

Reverse Osmosis adalah proses pemurniaan atau penyaringan air melalui membran RO. Membran yang digunakan tersebut memiliki karakteristik pori-pori ukuran yang sangat kecil 0,0001 mikron. Karena itulah membran mampu menyaring zat pencemar, zat berbahaya, dan termasuk mikroorganisme yang terlarut dalam zat cair.

3. Air Demin Melalui Proses Deionisasi

Deionisasi merupakan proses pengolahan air dengan pertukaran *ion* melalui media *ion exchanger* resin. Metode ini menghasilkan air dengan tingkat kemurniaan tinggi. Dimana kandungan zat ionik dan Anionik hampir tidak bisa dideteksi lantaran jumlahnya dibuat mendekati nol. Selebihnya *deionisasi* sering disebut pula determinasi.

3. Sistem Demineralisasi

Demineralisasi air adalah sebuah proses penyerapan kandungan *ion-ion* mineral didalam air. Air hasil proses demineralisasi digunakan untuk berbagai macam kebutuhan, terutama untuk industri. Industri yang menggunakan air demin diantaranya yakni pembangkit listrik tenaga uap, industri semikonduktor, industri pengolahan migas, industri petrokimia, dan masih banyak lainnya. Ada dua tipe kolom resin yang umum digunakan pada proses demineralisasi air. Keduanya adalah *Single Bed* dan *Mixed Bed Ion Exchanger* Resin. *Single Bed* berarti didalam satu kolom hanya terdapat satu jenis resin saja yakni kation atau Anion saja. Sedangkan Kolom *Mixed Bed* berisi campuran resin kation dan Anion. Kedua tipe kolom resin diatas bekerja pada dua sistem demineralisasi yang berbeda.

4. Ion Exchanger

Ion Exchanger adalah sebuah proses untuk memisahkan molekul *ion* suatu senyawa berdasarkan nilai muatan antar senyawa, Pertukaran *ion* melibatkan butiran-butiran resin dengan permukaan bermuatan positif dan negatif. Biasanya resin-resin tersebut memiliki pori-pori kecil adalah berupa molekul ikatan hidrokarbon kompleks yang sangat panjang dengan ujung rantai mengikat *ion* H⁺ untuk resin Kation dan OH⁻ untuk resin Anion. Resin *ion Exchanger* atau resin penukar *ion* dapat didefinisikan sebagai senyawa hidrokarbon terpolimerisasi yang mengandung ikatan hubung silang (*cross linking*) serta gugusan fungsional yang mempunyai *ion-ion* yang dapat di pertukarkan. Sebagai Zat penukar *ion*, resin mempunyai karakteristik yang berguna dalam analisis kimia, antara lain kemampuan mengembang (underwood 1989).

Resin penukar ion adalah suatu matriks yang tidak dapat larut, berupa butiran yang memiliki diameter $\pm 1-2$ mm. Resin tersebut pada umumnya terbuat dari suatu substrat polimer organik. Kebanyakan resin penukar ion terbuat dari polystyrene yang memiliki ikatan crosslinker pada umumnya dicapai dengan menambahkan suatu proporsi kecil divinyl benzene kedalam styrene. Noncrosslinker polimer juga digunakan hanya saja jarang dipakai karena kecenderungan polimer tersebut untuk mengubah dimensi pada ikatan ion. Banyak sedikitnya ikatan crosslinked tergantung pada kapasitas resin dan memperpanjang waktunya dapat dicapai kesetimbangan ion dalam larutan dan resin, sehingga secara umum resin penukar ion didefinisikan sebagai senyawa hidrokarbon terpolimerisasi sampai tingkat yang tinggi yang mengandung ikatan-ikatan hubung silang (cross-linking) serta gugusan yang mengandung ion-ion yang dapat dipertukarkan. (Dyah dkk, 2012).

Mineral-mineral yang terkandung pada air berkumpul menjadi satu dengan dua bentuk yang berbeda yakni ion positif (kation) serta negatif (anion). Untuk menghilangkan partikel-partikel yang ada dalam kandungan mineral dilakukan suatu aktivitas penukaran ion dengan bantuan penukar ion (ion exchanger) terdiri dari cation exchanger, dan anion exchanger, yang mana di dalam setiap exchanger terdapat resin penukar ion. Pertukaran ion merupakan proses fisika-kimia. Resin pada dasarnya akan memperoleh jumlah ion positif atau negatif yang berasal dari cairan A dan kemudian mengeluarkan ion lain ke dalam cairan itu dengan total yang sepadan. Jika ion yang ditukar adalah kation, resin disebut resin penukar kation, dan jika ion yang ditukar adalah anion, resin disebut resin penukar anion. (Sutopo, 2019).

Suatu reaksi pertukaran ion hanya bisa berlangsung apabila bahan penukar bisa menyediakan hidrogen atau hidroksida untuk menggantikan kation dan anion dari air mentah. Apabila suatu resin kation dan anion tidak dapat lagi menukar, maka kation dan anion tersebut harus diregenerasi agar kondisinya kembali kepada keadaan awal. Penggantian resin sebaiknya dilaksanakan pada jangka waktu optimal empat tahun sekali. Tetapi apabila dikaji lebih spesifik, penggantian resin akan optimal jika digunakan hanya selama dua tahun atau dengan kata lain diganti setiap dua tahun sekali karena faktor lingkungan turut mempengaruhi (Arthapersada et al., 2020).

Penggunaannya dalam analisis kimia misalnya untuk menghilangkan *ion-ion* pengganggu, memperbesar konsentrasi jumlah *ion-ion* reaktif, proses deionisasi air atau demineralisasi air memisahkan *ion-ion* logam dalam campuran dengan kromatografi penukar *ion*. Pada saat operasi dikontakkan dengan resin *ion*, maka *ion* terlarut dalam air akan terserap ke resin penukar *ion* dan resin akan melepaskan *ion* lain dalam kesetaraan *ekivalen*, dengan melihat kondisi tersebut maka kita dapat mengatur jenis *ion* yang diikat dan dilepas. Sebagai media penukar *ion*, maka resin penukar *ion* yang diikat dan dilepas, sebagai media penukar *ion*.

Ada 2 macam penukar *ion* adalah sebagai berikut:

1. Resin Kation

Resin penukar *ion* positif atau lebih dikenal dengan resin Kation pada umumnya dalam bentuk asam kuat dan asam lemah. Resin Kation dalam bentuk asam kuat dapat menghilangkan seluruh *ion* positif yang terkandung dalam air sedangkan resin Kation

dalam bentuk asam lemah hanya dapat menghilangkan sebagian kesadahan dalam air yang umumnya kesadahan dalam bentuk alkainitas.

Resin penukar *ion* mempunyai afinitas yang berbeda terhadap jenis *ion* yang ada dalam air. Akibatnya resin penukar *ion* menunjukkan urutan selektivitas untuk tiap jenis *ion* terlarut dalam air. Untuk resin penukar *ion* positif dalam bentuk asam kuat urutan jenis *ion* positif yang mempunyai afinitas terhadap resin penukar *ion* positif dimulai dari terbesar hingga terkecil sebagai berikut: Kalsium (Ca^+), Magnesium (Mg^+), Ammonium (NH_4^+), Potassium (K^+), Natrium (Na^+), dan Hidrogen (H^+).

2. Resin Anion

Resin Anion bertujuan untuk menghilangkan *ion-ion* yang bermuatan negatif seperti SO_4^{2-} , Cl^- , CO_3^{2-} , SiO_3^{2-} , dan *ion* negatif lainnya dengan cara pertukaran dengan *ion* OH^- . Pada reaksi pertukaran *ion* terjadi pada saat air dengan kandungan *ion* negatif (SO_4^{2-} , Cl^- , CO_3^{2-} , SiO_3^{2-}) Melewati gugus resin Anion. Pada awalnya molekul resin mengikat *ion* OH^- dan karena *ion* molekul resin memiliki gaya tarik menarik yang lebih kuat dengan *ion* negatif (SO_4^{2-} , Cl^- , CO_3^{2-} , SiO_3^{2-}) maka terjadilah proses pertukaran *ion*. Molekul resin melepaskan OH^- ke dalam air, diikuti dengan pengikatan *ion* negatif (SO_4^{2-} , Cl^- , CO_3^{2-} , SiO_3^{2-}) ke molekul resin dimana reaksi tersebut menghasilkan H_2O .

Terdapat empat jenis resin yang dapat digunakan dalam proses pengolahan air yakni resin kation asam kuat, resin kation asam lemah, resin anion basa kuat, dan resin anion basa lemah. Resin penukar ion adalah hidrokarbon yang sangat terpolimerisasi yang mengandung gugus ion yang saling terkait dan dapat dipertukarkan. Ketika kontak dengan resin penukar ion, ion yang larut dalam air akan diserap oleh resin penukar ion dan resin akan melepaskan ion lain dalam jumlah yang setara. Penukar ion biasanya banyak berupa bahan organik, yang juga biasanya dibuat secara sintetik (Luthfi et al., 2019).

Demineralisasi dengan *ion exchanger* (resin) ini bertujuan menghilangkan zat padat terlarut (*ionic*) dalam air, sehingga banyak diterapkan untuk memurnikan air, tidak sekedar penjernihan. Pemurniaan hanya diterapkan untuk kalangan industri demi memperoleh air bebas mineral sebagai air proses *boiler*, atau yang lainnya. Bisa dikatakan, aplikasi utama demineralisasi adalah menyiapkan air berkualitas tinggi untuk umpan *boiler*, guna lainnya adalah dalam pabrik serat sintesis seperti nylon, rayon, dan kain pada umumnya. Begitu pula pabrik komponen elektronika seperti televisi, komputer, dan farmasi perlu air ultramurni, bahkan pembangkit listrik tenaga nuklir (PLTN) dan yang berbahan bakar batubara pun perlu proses demineralisasi atas air umpannya.

Khusus umpan *boiler*, demineralisasinya dilaksanakan dengan *ion exchanger* yang terdiri dari atas cation *exchanger* dan Anion *exchanger*. Dua jenis atau dua penukar *ion* inilah yang biasanya dipasang seri dalam dua kolom terpisah. Air bakunya melewati penukar Kation dulu, baru kemudian dilakukan dipertukaran Anion. Tetapi urutan ini bisa saja di balik, bahkan bisa dicampur dalam satu kolom yang disebut dengan *mixed bed*, artinya semua susunan resin tersebut memiliki kelebihan sekaligus kekurangan, bergantung pada tahap prosesnya, kualitas media resinnya dan kualitas air baku yang diolahnya.

Proses regenerasi kation exchanger dilakukan dengan H₂SO₄. Proses itu dilakukan menggunakan resin kationik R-SO₃H (tipe Dowex Upcore Mono A-500) untuk menghilangkan unsur logam seperti kation. Proses ini dilakukan dengan membiarkan air melewati bagian bawah, di mana logam akan diikat resin. Resin jenis R-SO₃H tergolong sebagai asam kuat, sehingga disebut resin penukar kation asam kuat. Proses ini menghasilkan asam, seperti HCl, H₂SO₄ dan asam lainnya sehingga memiliki nilai pH antara 2,8 - 3,5 (Jahulu, 2019).

Dalam proses regenerasi, larutan regeneran diinjeksikan dari atas. Proses regenerasi diawali dengan backwash, slow rinse dan fast rinse. Backwash ialah proses dimana air bersih dialirkan ke arah berlawanan melalui tangki kation atau anion hingga air keluarannya bersih. Tahap pembilasan bertujuan menghilangkan sisa larutan regeneran yang terperangkap oleh resin. Pembilasan ini memakai air produk dengan aliran down flow dan dilakukan dalam dua tingkat. Slow rinse ialah proses dimana air dialirkan secara perlahan ketika penghapusan regeneran dalam resin dan fast rinse adalah kegiatan menyiram unit pada kecepatan yang lebih cepat untuk menghilangkan regeneran yang tersisa sebelum operasi. (Putra & Panggabean, 2020).

Demin plant adalah salah satu unit di water treatment plant yang bekerja untuk mendapatkan demineralized water. Air mineral merupakan air dalam bentuk garam yang tidak mengandung mineral. Garam yang terlarut dalam air mengikat sebagai kation dan anion. Ion dihilangkan melalui proses pertukaran ion dengan penukar ion (ion exchanger) yang terdiri dari cation exchanger, dan anion exchanger. Proses regenerasi kation exchanger dilakukan untuk mengikat ion positif yang terdapat pada resin. Hasil penelitian menunjukkan bahwa penggunaan H₂SO₄ dalam satu kali proses regenerasi kation exchange, setidaknya dibutuhkan H₂SO₄ sebesar 356,098 kg. Hasil penelitian juga mengungkapkan bahwa penggunaan H₂SO₄ pada keadaan actual tidak sesuai dengan perhitungan dan menyebabkan regenerasi secara aktual tidak dilakukan secara optimum. Sehingga penelitian yang dilakukan telah menjawab rumusan permasalahan yang ada. (Gultom, 2021)

METODE PENELITIAN

Tahapan Pehitungan

1. Menghitung *Volume* Kolom Resin Kation dan Anion (V_R)

$$V_R = \frac{1}{4} \cdot \pi \times D^2 \times \text{Tinggi isian resin}$$

(Sumber: Fatta, M Fakhrizal. Analisa sistem air kondensat)

Dimana:

V_R = *Volume* Resin (L)

D = Diameter (cm)

t_R = Tinggi isian Resin

a. V_R pada Kation *bed* (V_{RK})

$$V_{RK} = \frac{1}{4} \cdot \pi \cdot D_K^2 \cdot \text{Tinggi isian resin Kation}$$

(Sumber: Fatta, M Fakhrizal. Analisa sistem air kondensat)

Dimana:

V_{RK} = Volume Resin Kation (L)

D_K = Diameter Kation (cm)

t_{RK} = Tinggi isian Resin Kation

b. V_R pada Anion *bed* (V_{RA})

$$V_{RA} = \frac{1}{4} \cdot \pi \cdot D_A^2 \cdot \text{Tinggi isian resin Anion}$$

(Sumber: Fatta, M Fakhrizal. Analisa sistem air kondensat)

Dimana:

V_{RA} = Volume Resin Anion (L)

D_A = Diameter Anion (cm)

t_{RA} = Tinggi isian Resin Anion

2. Kapasitas Pertukaran *Ion* (KPI)a. Kapasitas Pertukaran *Ion* (Kation Bed)

-Kapasitas pertukaran *Ion* ketinggian 90 cm

Kapasitas pertukaran *ion* = volume kolom resin 90 cm X kapasitas pertukaran *ion* (berdasarkan jenis resin kation)

-Kapasitas Pertukaran *Ion* pada ketinggian 120 cm

Kapasitas pertukaran *ion* = volume kolom resin 120cm X kapasitas pertukaran *ion* (berdasarkan jenis resin kation)

b. Kapasitas Pertukaran *Ion* (Anion Bed)

-Kapasitas pertukaran *Ion* ketinggian 90cm

Kapasitas pertukaran *ion* = volume kolom resin 90cm X kapasitas pertukaran *ion* (berdasarkan jenis resin anion)

-Kapasitas Pertukaran *Ion* ketinggian 120cm

Kapasitas pertukaran *ion* = volume kolom resin 120cm X kapasitas pertukaran *ion* (berdasarkan jenis resin anion)

3. Menghitung waktu jenuh (t_j)a. Menghitung pada Kation bed (t_{jK})

$$\frac{\text{kapasitas pertukaran ion saat ini}}{\text{waktu jenuh saat ini}} = \frac{\text{kapasitas pertukaran ion pada tinggi resin maksimum}}{\text{waktu jenuh maksimum}}$$

c. Menghitung pada Anion bed (t_{jA})

d.

$$\frac{\text{kapasitas pertukaran ion saat ini}}{\text{waktu jenuh saat ini}} = \frac{\text{kapasitas pertukaran ion pada tinggi resin maksimum}}{\text{waktu jenuh maksimum}}$$

HASIL DAN PEMBAHASAN

Berdasarkan data *actual* pada *Demin Plant* di PT. PLN (PERSERO) UPDK Keramasan pada tanggal 01 april – 1 Mei 2021. Maka diperoleh hasil perhitungan performa *Demin Plant* sebagai berikut:

Tabel 4.1 Hasil Perhitungan

Uraian	Nilai	
1. Tinggi kolom resin (t) a. Kation b. Anion	180 cm	180 cm
2. Diameter tangki (D^2) a. Kation b. Anion	78,5 cm	78,5 cm
3. - Tinggi Resin saat ini a. Kation b. Anion - Saat resin di tinggikan a. kation b. anion	120 cm 120 cm	90 cm 90 cm
4. <i>Volume</i> kolom resin a. Kation 90 cm b. Kation 120 cm c. Anion 90 cm d. Anion 120 cm	580,483 L 435,362 L 580,362 L	435,362 L
5. Kapasitas Penukaran Ion a. Kation 90 cm b. Kation 120 cm c. Anion 90 cm d. Anion 120 cm	478,898 eq	957,796 eq 638,531 eq 1277,06 eq
6. Waktu jenuh a. Kation b. Anion	33,33 hari	33,33 hari

Persediaan air demin dalam industri menjadi hal yang utama, terutama bagi industri PLTGU sehingga dibutuhkan unit pengelolaan air yang memproduksi air demin secara optimal. Pada PT. PLN (Persero) UPDK Keramasan penentuan kebutuhan air demin telah disediakan unit *Water Treatment Plant*

Salah satu bagian yang penting dari *Water Treatment Plant* adalah *Demineralizer Plant* yang terdiri dari *Two bed tank* (*anion bed tank*, *kation bed tank*) dan *mixbed tank* pada alat tersebut terdapat resin yang berfungsi untuk menyerap *ion* yang tidak diinginkan dari

suatu larutan dan mengganti *ion* tersebut dengan *ion* hidrogen (H^+) atau dengan *ion* hidroksil (OH^-). Kedua *ion* tersebut dapat bergabung dan membentuk air murni (H_2O). Pada alat anion *bed tank* dan kation *bed tank* yang berada di PT PLN (Persero) UPDK Keramasan tinggi isian resin yang digunakan saat ini belum diisi secara maksimal sehingga salah satu caranya dengan mengoptimalkan tinggi isian resin dari ketinggian awal resin anion *tank* 90 cm menjadi 120 cm dan pada kation *bed tank* dari semula 90 cm menjadi 120 cm sehingga kapasitas pertukaran *ion* lebih besar. Berdasarkan perhitungan *volume* kolom resin kation yang semula 435,362 L menjadi 580,483 L dan pada resin anion *volume* kolom semula 435,362 L menjadi 580,483 L. Dengan mengetahui *volume* kolom resin maka dapat ditentukan kapasitas pertukaran *ion* untuk kation dari semula 957,796 eq menjadi 1277,06 eq dan anion dari 957,898 eq menjadi 1277,06 eq. Dari perhitungan tersebut dengan semakin tinggi *volume* kolom resin yang dipergunakan semakin banyak pula *ion* yang dapat dipertukarkan sehingga semakin banyak air demin yang akan di hasilkan.

Berdasarkan perhitungan dengan menambahkan resin pada penukar kation menjadi 580,483 L dari *volume* kolom awal 435,362 L dan penukar anion menjadi 580,483 L dari *volume* kolom awal 435,362 L akan mengakibatkan waktu jenuh resin menjadi semakin lama, hal tersebut dapat disebabkan karena *ion* yang dapat dipertukarkan dalam resin akan semakin banyak, terlihat dari hasil perhitungan resin kation dari 957,796 eq menjadi 1277,06 eq dan anion yang awalnya 478,898 eq menjadi 638,531 eq, kapasitas pertukaran *ion* juga dipengaruhi dari jenis resin yang digunakan, setiap resin memiliki spesifikasi tersendiri. Jika waktu jenuh yang asalnya hanya 25 hari untuk anion dan kation, menghasilkan 3000ton air demin, maka dengan meningkatkan kapasitas pertukaran *ion*, akan memperbanyak air demin yang di hasilkan, berdasarkan perhitungan dapat ditingkatkan menjadi 33,33 hari untuk resin anion dan kation, sehingga memperlambat *interval* waktu regenerasi.

Penelitian ini sejalan dengan penelitian Desmiarti R (2017) "Kombinasi Proses Filtrasi dan Ion exchange Secara Kontinu pada Pembuatan Aquadm (Demineralized Water)". Penelitian Desmiarti menggunakan resin seberat 300 gr dengan laju alir 200 ml/m. Tujuan penelitian ini adalah untuk mengetahui pengaruh laju alir air umpan dan jumlah resin terhadap kualitas air demin yang dihasilkan sedangkan teknologi filtrasi sendiri bertujuan untuk menghilangkan padatan tersuspensi. Penelitian Desmiarti dapat menurunkan pH air limbah dari 8,9 menjadi 7,5.

Penelitian ini juga sejalan dengan penelitian Penurunan pH pada variasi 250 gr rata-rata dari 10,73 menjadi 9,36. Penurunan pH pada variasi 300 gr rata-rata dari 10,35 menjadi 8,9 dan penurunan pH pada variasi 350 gr rata-rata dari 10,28 menjadi 8,3. Terdapat pengaruh penurunan pH air limbah produksi dengan variasi berat resin. Penurunan pH terjadi dikarenakan Pertukaran satu bentuk ion dalam senyawa dipertukarkan untuk beberapa bentuk, yaitu anion ditukar dengan penukar anion. Proses pertukaran ion dalam penelitian ini terjadi antara ion dalam fase cair (air limbah) dan ion dalam fase padat (resin anion). Penurunan pH air limbah terbesar terjadi pada variasi berat resin 350 gr dikarenakan jumlah resin yang digunakan lebih besar dari variasi lainnya. Sehingga jumlah ion yang dapat dipertukarkan pun semakin besar jumlahnya

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Arthapersada, R. I., Adiputra, M. K., Hakim, I. P., Putro, I. K., Zainuddin, A. P., Marbelia, L., & Yuliansyah, A. T. (2020). Optimasi Biaya dalam Proses Pemurnian Metanol untuk Mengurangi Resin sebagai Limbah Bahan Berbahaya dan Beracun di PT Kaltim Methanol Industri. *Jurnal Rekayasa Proses*, 14(2), 148. <https://doi.org/10.22146/jrekpros.59553>
- [2] Beta Pramesti Asia, 2021, Demin Plant, Jakarta.
- [3] Desmiarti, dkk. 2017. “Kombinasi Proses Filtrasi dan Ion Exchange secara Kontinu pada Pembuatan Aquadm (Demineralized Water)”. Padang: Universitas Bung Hatta.
- [4] Diyah Erlina Lestari, Setyo Budi Utomo, H. (2012). Analisis Kemampuan Resin Penukar Ion. *Prosiding Seminar Nasional Teknologi Dan Aplikasi Reaktor Nuklir PRSG Tahun 2012*.
- [5] Engkos Muhamad Kosim, Prambudi Dwi 1 , Rini Siskayanti, 2021, Analisis Efisiensi Penukar Ion Sistem Demineralisasi Pada Pengolahan Air di Proses Produksi Electroplating, Program Studi Teknik Kimia, Universitas Muhammadiyah Jakarta, DKI Jakarta.
- [6] Gultom, Riska Miranda, 2021, Menghitung Banyaknya Jumlah H_2SO_4 Untuk Satu Kali Proses Regenerasi Kation Exchange di Water Treatment Plant, Institut Teknologi Nasional Bandung.
- [7] Hasri Ahsanti 1 Sri Slamet Mulyati 2 Bambang Yulianto, 2021, Pengaruh Variasi Berat Resin Ion Exchange Terhadap Penurunan pH Air Limbah Produksi di PT. XYZ
- [8] Jahulu, P. (2019). Analisa Pengaruh Kualitas Air Terhadap Efisiensi Ketel Uap Di PT Perkebunan Lembah Bhakti (PLB). Skripsi, 1–61.
- [9] Luthfi, J. K., Fariati, & Yuliatun, S. (2019). Dekolorisasi Dan Demineralisasi Nira Tebu Menggunakan Resin Penukar Ion (Amberlite Ir-120 Na Dan Amberlite Ira-96 Rf). November, 21–29.
- [10] M. K., Hakim, I. P., Putro, I. K., Zainuddin, A. P., Marbelia, L., & Yuliansyah, A. T. (2020). Optimasi Biaya dalam Proses Pemurnian Metanol untuk Mengurangi Resin sebagai Limbah Bahan Berbahaya dan Beracun di PT Kaltim Methanol Industri. *Jurnal Rekayasa Proses*, 14 (2), 148. <https://doi.org/10.22146/jrekpros.59553>.
- [11] Nurbana, A. 2015. Menghitung Volume Resin Pada Demin Plant atau Sistem Ion Exchange. Dipetik November 25, 2019.
- [12] Rahmah, Amalia. 2019. “Rancang Bangun Alat Pembuatan Aquademin Metode Tanpa Pemanasan (Tinjauan Kinerja Pada Ion Exchanger)”. Palembang: Politeknik Negeri Sriwijaya.
- [13] Saroso, Hadi. 2016. *Optimalisasi Pemakaian NaOH dan HCl untuk Regenerasi Resin Two Bed Water Treatment Plant*. Sentia 2016
- [14] Sutopo, E. (2019). Proses Demineralisasi Air Tanah Menjadi Air TDS 0 ppm Menggunakan Metode Resin Penukar Ion Tunggal (Single Ionic Resin Exchange Method). Universitas Pamulang.

HALAMAN INI SENGAJA DIKOSONGKAN