

PROSES DEMINERALISASI AIR TANAH MENJADI AIR TDS 0 PPM MENGGUNAKAN METODE RESIN PENUKAR ION TUNGGAL (SINGLE IONIC RESIN EXCHANGE METHOD)

Eko Hari Sutopo, S.Pd, M..Si¹

Program Studi Teknik Mesin, Universitas Pamulang, Jl. Surya Kencana No.1, Tangerang Selatan, Indonesia

E-mail : ekosutopo@yahoo.com¹

Masuk : 12 Agustus 2019

Direvisi : 16 Agustus 2019

Disetujui : 19 Agustus 2019

Abstract: Demineralized water or zero ppm TDS water is widely used for various needs, from industrial needs to a drinking water. Water demineralization using ion exchange resins is one of the ways to purify water by absorbing all mineral ions from the water into the resin. The basic idea of purifying the water is to replace all water-soluble cations with hydrogen cations from the resin. Likewise, it must replace all anions in water (other than OH-) with OH- anions from inside the resin. With the exchange between each cation with H + and every anion with OH-, a reaction will occur between the H + and OH- ions in the water. The process of making zero TDS water can be done by a simple and relatively affordable cost by using Ion Exchange Resin. One liter of anion resin and one liter of cation resin can produce groundwater water with average TDS between 100 ppm to 0 ppm TDS water within about 2 hours and then the resin can be reused repeatedly for more than 100 times regeneration. The regeneration process will be done after the resin reaches its saturation point.

Key words: demineralization water, TDS, reverse osmosis, resin

Abstrak: Air demin atau air TDS 0 ppm banyak digunakan untuk berbagai macam kebutuhan, dari mulai kebutuhan industri, hingga air minum. Demineralisasi air menggunakan resin penukar ion adalah salah satu cara untuk memurnikan air, dengan cara menyerap semua ion-ion mineral dari dalam air ke dalam resin. Untuk memurnikan air, dasar pemikirannya adalah mengganti semua kation yang larut dalam air dengan kation hidrogen dari dalam resin. Demikian juga, harus mengganti semua anion dalam air (selain OH-) dengan anion OH- dari dalam resin. Dengan adanya pertukaran antara setiap kation dengan H+ dan setiap anion dengan OH- maka terjadi reaksi antara ion H+ dan OH- di dalam air. Untuk proses pembuatan air TDS 0 dapat dilakukan dengan cara sederhana dan biaya relative terjangkau yaitu dengan menggunakan Resin Penukar Ion. Satu liter resin anion dan satu liter resin kation mampu memproduksi air baku air tanah dengan TDS rata rata 100 ppm menjadi air TDS 0 ppm dalam waktu rata rata 2 jam dan selanjutnya resin dapat digunakan kembali secara berulang kali hingga lebih dari 100 kali regenerasi. Proses regenerasi dilakukan setelah resin mengalami titik jenuh.

Kata kunci: Air demineralisasi, TDS, reverse osmosis, resin

PENDAHULUAN

Air TDS nol atau air tanpa mineral dapat dibuat melalui proses pengurangan kandungan ion-ion mineral di dalam air dengan menggunakan proses resin ion exchange ataupun dengan membran seperti reverse osmosis. Air tanpa mineral banyak digunakan untuk berbagai macam kebutuhan rumah dan industri. Industri yang menggunakan air demineralisasi diantaranya yakni PLTU yang digunakan untuk boiler, industri semikonduktor, industri makanan, industri farmasi dan air minum. Pada penelitian ini proses demineralisasi digunakan metode resin ion exchanger baik kationik maupun anionik. Resin penukar kation mempunyai kelebihan dari sisi dapat diregenerasi, yang tidak dapat dilakukan menggunakan metode reverse osmosis sehingga sangat menguntungkan dan efisien dari segi biaya dan penggunaan.

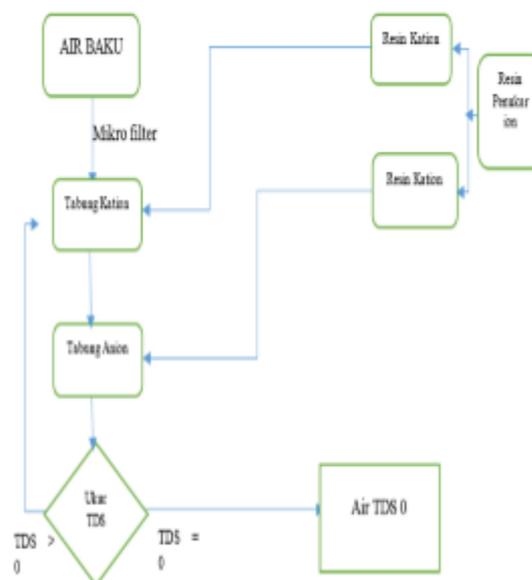
TINJAUAN PUSTAKA

Resin Penukar Ion

Proses pertukaran ion dilakukan untuk menghilangkan ion padatan terlarut yang terdapat pada air tanah dengan memindahkan ke dalam Resin Exchanger, Sebagai Penukar Ion, Resin Exchanger memiliki kapasitas terbatas, yang disebut kapasitas pertukarannya, untuk menyimpan ion di dalam materialnya. Oleh karena itu, resin penukar ion akhirnya menjadi jenuh dengan ion padatan terlarut yang tidak diinginkan. Resin ini Kemudian dicuci dengan larutan regenerasi kuat yang mengandung senyawa sesuai dengan ion yang ditangkap Ion-ion dari regenerasi dan membuang sejumlah ion yang tidak diinginkan yang terlarut dalam air sumber, serta mengembalikan bahan pertukaran tersebut ke kondisi yang dapat digunakan kembali. Sistem ini merupakan proses siklus kimia, dan siklus lengkap biasanya meliputi regenerasi resin (backwash), regenerasi, pembilasan, dan proses demineralisasi. Beberapa sifat utama Resin Penukar Ion yaitu sifat Kapasitas Penurunan ion dimana partikel resin dalam satuan kuantitatif jumlah kation atau anion yang dapat dipertukarkan dan dinyatakan dalam milliequivalen per gram resin kering dalam bentuk hidrogen atau kloridanya. Resin penukar ion bersifat Selektivitas Sifat yang menunjukkan aktifitas selektif pada ion tertentu, yang ion-ion logam lain tidak bisa terperangkap atau terikat dengan resin anion ataupun kation. Selektivitas resin penukar ion juga sebagai penentu dapat atau tidaknya suatu ion dipisahkan dalam suatu larutan apabila dalam larutan tersebut terdapat ion-ion bertanda muatan sama. Sifat derajat ikat silang (crosslinking) menunjukkan konsentrasi ikatan yang ada di dalam polimer. Derajat ikat silang tidak hanya mempengaruhi kelarutan tetapi juga kapasitas pertukaran ion, perilaku mekaran, perubahan volume, selektivitas, ketahanan kimia dan oksidasi. Sifat Porositas Nilai porositas terdapat pada ukuran pori-pori saluran-saluran kapiler. Ukuran saluran saluran ini biasanya tidak seragam. Porositas pada resin penukar ion berbanding terhadap derajat ikat silang, geometri resin penukar mempunyai ronggarongga, tempat air terabsorb. Sifat kestabilan resin termasuk ketahanan terhadap pengaruh osmotik, baik saat pembebanan maupun regenerasi, juga terkait jenis monomer. Resin Exchanger digunakan untuk produksi air ultra murni, yang dapat menghilangkan “pengotor” (Ca^{2+} dan Mg^{2+}) dari persediaan air tanah. Terdapat dua Jenis resin yang digunakan pada proses demineralisasi air yaitu Single Bed (resin tunggal) dan Fixed Bed Ion Exchange Resin (resin campuran). Single Bed dimaksudkan di satu unit kolom hanya terdapat satu jenis resin masing-masing yakni kation resin atau anion resin.

METODE

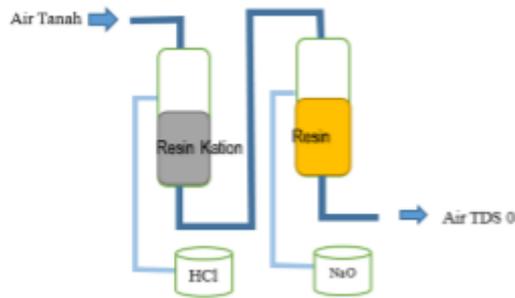
Proses demineralisasi sebagai berikut :



Untuk mengetahui system kerja alat perlu dibuat langkah langkah seperti bagan diatas. Perlu dilakukan langkah langkah pengukuran TDS, pH pada tabung keluaran kation pada selang waktu tertentu hingga diperoleh harga pengukuran yang stabil.

Ada 2 tipe yang dapat digunakan untuk melakukan proses demineralisasi , yaitu :

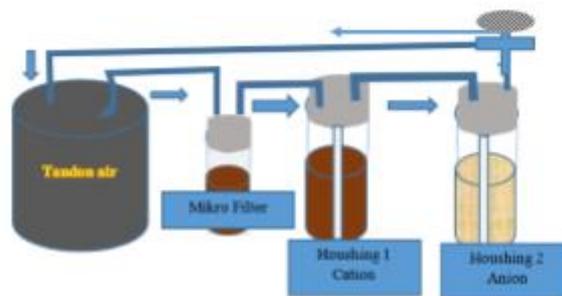
1. Jenis Single Bed
2. Jenis Fixed Bed



Gambar 1 : Type Single Bed

Kebutuhan industri sering dibutuhkan tidak satu tahap proses pertukaran kation dan anion. Pada beberapa proses, bahan baku air dialirkan sampai dua atau tiga kation dan anion kolom resin dalam satu jalur proses demineralisasi. Namun pada penelitian ini dilakukan demineralisasi dengan menggunakan metode sigle bed (resin penukar ion tunggal).

Langkah awal yang dilakukan adalah pemilihan jenis resin dan membuat rangkaian system alat . Resin anion yang digunakan adalah resin merk Purolite A500 macropore. yaitu Resin Penukar Anion ARX (Anion Resin Exchanger) Sedangkan resin kation yang digunakan adalah Lewatit S108 atau Resin Penukar Kation CRX (Cation Resin Exchanger).



Gambar 2. Single bed penukar anion

Proses pemilihan jenis resin yang tepat sangat penting agar proses demineralisasi menjadi efisien. Perbandingan penggunaan regenerasi untuk 1 liter resin adalah untuk HCl: 80 - 120 g (@ 100 %) per liter untuk resin kation dan NaOH: 80 - 140 g (@ 100 %) per liter untuk resin anion.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Pada penelitian ini dibahas hasil mengenai Resin penukar kation dan anion pada sistem tunggal pada proses pembuatan air bebas mineral atau TDS bernilai nol. Pada rancangan ini berfungsi untuk mengambil kation dan anion yang tidak diinginkan dengan cara pertukaran ion yang memiliki muatan yang sama. ion yang ada dalam air akan diganti dengan ion resin. Pada penelitian ini dilakukan dengan mengalirkan 20 liter air sumur.

Tabel 1. Sampel 1 air demin terhadap TDS dan waktu.

No	Volume (liter)	Waktu Proses (menit)	TDS (ppm)	pH
1	20	0	78	6.8
		10	50	6.9
		20	20	7.1
		30	8	7
		40	5	7.2
		50	0	7.1

Air sumur memiliki nilai TDS mula-mula 78 ppm yang memiliki volume 20 liter yang kemudian akan dialirkan dengan rentang waktu bervariasi yang kemudian diamati kemampuan resin penukaranion dan kation.pengukuran TDS dan pH air setelah melewati resin penukar ion pada sistem single bed tahapan proses pembuatan air demineralisasi (TDS 0) dengan interval waktu yang berlangsung selama 50, 120, 130 dan 180 menit hingga keadaan stabil ditampilkan pada Tabel 1 dan grafiknya ditampilkan pada gambar 3.

Tabel 2. Sampel kedua air demin terhadap TDS dan waktu

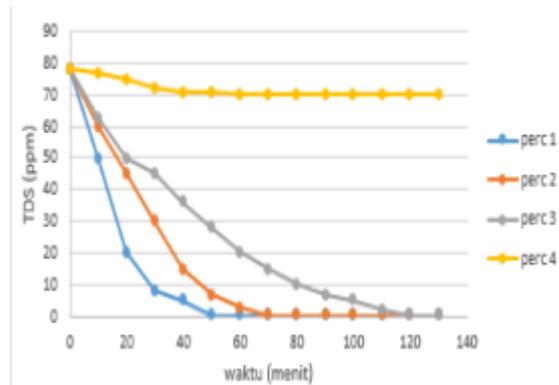
No	Volume (liter)	Waktu Proses (menit)	TDS (ppm)	pH
2	20	0	78	6.8
		10	60	6.9
		30	30	7
		40	15	7.2
		60	3	7.2
		70	0	7.2

Tabel 3. Sampel ketiga air demin terhadap TDS dan waktu

No	Volume (liter)	Waktu Proses (menit)	TDS (ppm)	pH
3	20	0	78	6.8
		10	63	6.9
		40	36	7.2
		60	20	7.2
		100	5	7.2
		120	0	7.2

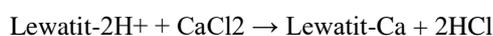
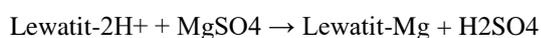
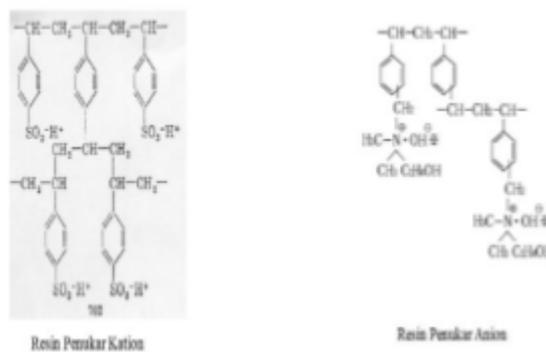
Tabel 4. Sampel keempat air demin terhadap TDS dan waktu

No	Volume (liter)	Waktu Proses (menit)	TDS (ppm)	pH
4	20	0	78	6.8
		10	77	6.9
		40	71	7.2
		60	70	7.2
		100	70	7.2
		130	70	7.2



Gambar 3. Penurunan TDS pada demineralisasi air menggunakan single bed resin penukar ion terhadap waktu dengan debit air 20 liter.

Dari hasil percobaan diatas terlihat pada grafik bahwa , pada percobaan ke 4 yaitu pada saat resin memproses air baku sebanyak 80 liter, TDS air sudah tidak mengalami penurunan (konstan). Hal ini menunjukkan bahwa resin sudah mengalami kejenuhan dan saatnya resin untuk di regenerasi. Proses pertukaran kation terjadi pada garam-garam yang terlarut di dalam air dikonversi menjadi asam-asam mineral masing-masing melalui pertukaran kation dengan ion H+. Dari sini terbentuk HCO₃ dari kesadahan karbonat (carbonat hardness). Asam karbonat terurai menjadi air (reaksi reduksi) dan karbon dioksida (CO₂). Persamaan reaksi antara resin penukar kation dengan kation yang tidak diinginkan adalah sebagai berikut :



Pada reaksi penukar anion, anion pada anion pengotor seperti SO₄²⁻, Cl⁻ yang ada dalam air ditukar dengan anion OH⁻ pada resin penukar anion. Persamaan reaksi yang terjadi pada resin penukar anion ditunjukkan pada bagian

dibawah ini: $\text{Purolite-2OH} + \text{H}_2\text{SO}_4 \rightarrow \text{Purolite-SO}_4 + 2\text{H}_2\text{O}$ $\text{Purolite-OH} + \text{HCl} \rightarrow \text{Purolite-Cl} + \text{H}_2\text{O}$ Setelah memproses 80 liter air baku (air sumur) resin mengalami kejenuhan dan harus di regenerasi agar dapat digunakan kembali. Untuk regenerasi resin anion dilakukan regenerasi resin penukar anion (backwash) dengan mengalirkan air secara berlawanan arah dengan aliran normal treatment. Tahap ini bertujuan untuk menghilangkan kotoran yang mungkin mengendap di dalam kolom kemudian diinjeksi regenerant menggunakan Sodium Hidroksida (NaOH) yang telah dilarutkan dengan air berkualitas, ke dalam kolom resin. Regenerant harus mengalir pada kecepatan yang cukup sehingga waktu kontak dengan resin adalah 10 hingga 20 menit. Alirkan air bebas mineral ke dalam tabung dengan kecepatan yang sama dengan tahap sebelumnya. Terakhir, bilas resin dengan mengalirkan air demin dengan kecepatan sama dengan proses treatment, sampai air output dari resin ini sesuai dengan kualitas yang diinginkan. Untuk Resin Kation, sama cara dengan regenerasi resin anion, kecuali penggunaan regenerannya yang berbeda. Untuk resin kation digunakan regenerant asam klorida (HCl).



Gambar 4. Peralatan dan komponen Proses demineralisasi menggunakan resin penukar ion.

KESIMPULAN

1. Proses demineralisasi yang ditandai dengan adanya penurunan TDS (total dissolved solid) pada air hingga 0 ppm sangat tergantung pada kesesuaian jenis kimia sebagai regeneran, pemilihan jenis resin kation dan anion yang digunakan. Regeneran asam klorida terbukti tepat untuk jenis resin kation Lewatit S108, sedangkan regeneran soda api (NaOH) untuk resin Anion Purolite A500.
2. Beberapa Faktor yang menyebabkan lamanya waktu untuk proses turunya TDS adalah Volume volume resin yang digunakan, TDS awal air baku, konsentrasi kejenuhan resin. TDS Semakin mendekati 0 ppm, proses penurunannya semakin lamban. Setelah resin mengalami kejenuhan, maka tidak dapat menurunkan TDS air baku lagi hingga mencapai 0 ppm dan saatnya untuk diregenerasi. Saat resin telah memproses air sebanyak 80 liter (4 x 20 liter) dengan TDS awal air baku 78 ppm, resin telah jenuh dan saatnya untuk di regenerasi.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Michael Gottlieb, Resin Tech Inc., Ken Flegle, Energy Systems Inc., Jim Chambers, ChemTreat Inc., 1992. Operating Experiences With Type 2 Resins In Make Up Demineralizers, International Water Conference, Pittsburgh, PA, October 19-21..

- [2] M. Moldofsky, F.X. McGarvey, Sybron Chemicals Inc., David Hayek, Leonard Tarpley, Corpus Christi Petrochemical Company, International Water Conference, Pittsburgh, PA, 46th Annual Meeting.
- [3] Diyah E. L. 2006, "Kimia Air", Diktat Penyegaran Operator dan Supervisor Reaktor, Pusbang Teknologi Reaktor Riset.9. A.S.GOKHLE, P.K; MATHOR and K.S.
- [4] Venkateswarhu, 1987, "Ion Exchange Resin for Water Purification; Properties and Characteristion", Water chemistry Division, Bhabha Atomic. Research Centre. Bombay, India.