

**STUDY EFISIENSI RESIN PENUKAR ION SELAMA PROSES
DEMINERALISASI AIR LAUT**

TUGAS AKHIR

**Karya tulis sebagai salah satu syarat
untuk memperoleh gelar Sarjana dari
Universitas Fajar**

Oleh

AHMAD SURUTI

1320422037



**PROGRAM STUDI TEKNIK KIMIA
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS FAJAR
2017**

**STUDY EFISIENSI RESIN PENUKAR ION SELAMA PROSES
DEMINERALISASI AIR LAUT**

Oleh :

AHMAD SURUTI

NIM : 1320422037

Menyetujui;

Tim Pembimbing

Makassar,

Pembimbing 1

Pembimbing 2



Ratna Surya Alwi, Ph.D.
NIDN. 0923037501



A. Sry Iryani, S.T., M.T.
NIDN. 0906128002

Mengetahui;

Dekan

Ketua Prodi Teknik Kimia



Prof. Dr. Ir. Andani Achmad, MT
NIDN. 0531126002



A. Sry Iryani, S.T., M.T.
NIDN. 0906128002

PERNYATAAN ORISINALITAS

Penulis dengan ini menyatakan bahwa Tugas Akhir :

“Study Efisiensi Resin Penukar Ion Selama Proses Demineralisasi Air Laut”
adalah karya orisinal saya dan seluruh sumber acuan telah ditulis sesuai dengan
Panduan Penulisan Ilmiah yang berlaku di Fakultas Teknik Universitas Fajar.

Makassar, 29 Agustus 2017

Yang menyatakan



AHMAD SURUTI

ABSTRAK

Study Efisiensi Resin Penukar Ion Selama Proses Demineralisasi Air Laut, Ahmad Suruti. Tenaga listrik merupakan salah satu kebutuhan yang paling pokok untuk menunjang kehidupan manusia saat ini. Mengingat kebutuhan masyarakat akan energi listrik cukup tinggi. Pusat tenaga listrik tersebut dapat berupa Pembangkit Listrik Tenaga Uap (PLTU), Pembangkit Listrik Tenaga Air (PLTA), Pembangkit Listrik Tenaga Diesel (PLTD), Pembangkit Listrik Tenaga Angin/Bayu (PLTB), Pembangkit Listrik Tenaga Gas (PLTG), Pembangkit Listrik Tenaga Gas Uap (PLTGU), Pembangkit Listrik Tenaga Nuklir (PLTN), dan lain-lain. Salah satu proses yang diperlukan dalam bidang PLTU adalah pengolahan air baku yang nantinya air tersebut akan digunakan sebagai air umpan boiler serta digunakan dalam proses pendinginan pada kondensor. Adapun air yang digunakan nantinya adalah air hasil olahan yang bebas dari kandungan mineral (Air Demin) dengan menggunakan unit resin penukar ion yang terdiri dari resin penukar anion dan resin penukar kation pada tangki (kolom) *mixed* resin.. Dalam pelaksanaan demineralisasi air laut dengan menggunakan unit *mixed* selama ini belum adanya evaluasi kinerja resin dalam mengurangi kandungan mineral, sedangkan efisiensi kinerja resin dalam penukaran ion tergantung pada kondisi resin pada *mixed*. Oleh sebab itu perlu adanya kajian mengenai efisiensi kinerja resin penukar ion dalam proses demineralisasi. Dari hasil analisis efisiensi resin penukar ion pada sistem demineralisasi di dapatkan hasil efisiensi yaitu untuk resin anion sebesar 82,56 % dan efisiensi untuk resin kation sebesar 86,15%.

Kata Kunci : PLTU, Demineralisasi, Resin, Efisiensi.

ABSTRACT

Study of Efficiency of Ion Exchanger Resin During Sea Demineralization Process, Ahmad Suruti. Electric power is one of the most basic needs to support human life today. Given the people's need for electric energy is high enough. The power plant can be a Steam Power Plant (PLTU), Hydroelectric Power Plant (PLTA), Diesel Power Plant (PLTD), Wind Power / Bayu (PLTB), Gas Power Plant (PLTG), Power Plant Steam Gas (PLTGU), Nuclear Power Plant (NPP), and others. One of the necessary processes in the field of PLTU is raw water treatment which will be used as boiler feed water and used in the cooling process on the condenser. The water used will be processed water that is free from mineral content (Air Demin) by using ion exchange resin unit which consists of anion exchange resin and cation exchange resin on mixed resin tank (column). In the demineralization of seawater by using Mixed units during this time there is no evaluation of resin performance in reducing mineral content, while the performance efficiency of resin in ion exchange depends on resin condition on mixed. Therefore, it is necessary to study the efficiency of ion exchange resin performance in the demineralization process. From the analysis of efficiency of ion exchange resin on demineralization system in obtaining efficiency result that is for anion resin equal to 82,56% and efficiency for cation resin equal to 86,15%.

Keywords: PLTU, Demineralisasi, Resin, Efficiency.

KATA PENGANTAR

Puji dan syukur kepada Tuhan yang Maha Esa yang telah menganugerahkan kesehatan dan hikmat sehingga dapat menyelesaikan Laporan Tugas Akhir dengan judul “Study Efisiensi Resin Penukar Ion selama proses Demineralisasi Laut”.

Pada Kesempatan ini penulis menyampaikan terima kasih kepada :

1. Allah SWT atas rahmat dan berkat-nya penulis dapat menyelesaikan laporan ini
2. Kedua orang tua, seluruh keluarga dan teman-teman yang selalu mendukung dan mendoakan sehingga Laporan Tugas Akhir ini dapat terselesaikan.
3. Bapak Dr. Ir. Andani Achmad, MT selaku Dekan Fakultas Teknik Universitas Fajar Makassar
4. Ibu A. Sry Iryani, S.T., M.T. selaku Ketua Program Studi Teknik Kimia Fakultas Teknik Universitas Fajar Makassar.
5. Ibu Ratna Surya Alwi, Ph.D. dan Ibu A. Sry Iryani, S.T., M.T. selaku pembimbing pada penelitian ini.
6. Para Dosen Jurusan Teknik Kimia Fakultas Teknik Universitas Fajar yang telah memberikan banyak ilmunya kepada penulis.
7. Teman-teman Teknik Kimia angkatan 2013 yang selalu memotivasi dan membantu penulis dalam menyelesaikan penelitian ini.

Penulis menyadari bahwa laporan ini masih memiliki banyak kekurangan. Oleh karena itu, kritik dan saran yang membangun sangat diharapkan. Semoga Laporan ini bermanfaat bagi pembaca.

Makassar, 29 Agustus 2017

Penulis

DAFTAR ISI

	Halaman
LEMBAR JUDUL	
LEMBAR PERSETUJUAN TUGAS AKHIR.....	i
PERNYATAAN ORISINALITAS	ii
ABSTRAK	iii
ABSTRACT.....	iv
KATA PENGANTAR	v
DAFTAR ISI	vi
DAFTAR TABEL	viii
DAFTAR GAMBAR	ix
DAFTAR SINGKATAN DAN SIMBOL	x
DAFTAR LAMPIRAN	xi
BAB I PENDAHULUAN	1
I.1 Latar Belakang	1
I.2 Rumusan Masalah	2
I.3 Tujuan Penelitian	2
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	3
II.1 Pembangkit Listrik Tenaga Uap (PLTU)	3
II.2 Prinsip Kerja PLTU	4
II.3 Bagian bagian PLTU	4
II.4 Water Treatmant Plant.....	5
II.5 Unit Demineralisasi	16
II.6 Penukan Ion	16
II.7 Hubungan konduktifitas dan TDS.....	24
BAB III METODE PENELITIAN	26
III.1 Waktu dan Lokasi Penelitian	26
III.2 Bahan dan Alat	26
III.3 Pelaksanaan Penelitian	27

III.4 Bagan Alur Penelitian	27
III.5 Prosedur Kerja.....	27
III.6 Analisis Data.....	29
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN	30
IV.1 Hasil	30
IV.2 Pembahasan	33
BAB V PENUTUP	35
V.1 Kesimpulan	35
V.2 Saran	35
DAFTAR PUSTAKA	36

DAFTAR TABEL

	Halaman
Tabel II.1 Spesifikasi Multimedia Filter	9
Tabel II.2 Spesifikasi Fine Sand Filter.....	10
Tabel II.3 Spesifikasi pada Membran pada Sea Water Reverse Osmosis.....	12
Tabel II.4 Spesifikasi pada Membran pada Fresh Water Reverse Osmosis ..	13
Tabel II.5 Spesifikasi Mixbed.....	14
Tabel IV.1 Data Fisik Resin.....	30
Tabel IV.2 Data Pengamatan	30
Tabel IV.3 Hasil Perhitungan Efisiensi Resin.....	31

DAFTAR GAMBAR

	Halaman
Gambar II.1 Proses konversi energi pada PLTU	3
Gambar II.2 Flow Diagram Water Treatmant Plant PLTU Barru	6
Gambar II.3 Skema konvensional penukaran ion	21
Gambar IV.1 Grafik Hasil Perhitungan Efisiensi Resin.....	32
Gambar IV.2 Grafik Hubungan Efisiensi Resin dengan pH.....	32
Gambar IV.3 Grafik Hubungan Efisiensi Resin dengan TDS dan Conductivity.	33

DAFTAR SINGKATAN DAN SIMBOL

SINGKATAN	Nama	Pemakaian pertama kali pada halaman
PLTU	Pembangkit Listrik Tenaga Uap	1
PLTA	Pembangkit Listrik Tenaga Air	1
PLTD	Pembangkit Listrik Tenaga Diesel	1
PLTB	Pembangkit Listrik Tenaga Angin/Bayu	1
PLTG	Pembangkit Listrik Tenaga Gas	1
PLTGU	Pembangkit Listrik Tenaga Gas Uap	1
PLTN	Pembangkit Listrik Tenaga Nuklir	1
UPB	Unit Pengatur Beban	3
WTP	Water Treatment Plant	5
RO	Reverse Osmosis	7
TDS	Total Dissolved Solid	9
VR	Volume Resin	12
VP	Volume Produk	12
DCS	District Control System	17
SIMBOL		
μ	mikrosimen	7
η	efisiensi resin	12
%	efisiensi resin	21
ρ	Densitas Kation/Anion	28
π	phi (3,14)	28
r	jari-jari	28

DAFTAR LAMPIRAN

	Halaman
Lampiran A Rumus Perhitungan.....	38
Lampiran B Rumus Perhitungan.....	39
Lampiran C Menghitung Kapasitas Resin	41
Lampiran D Menghitung Volume Resin.....	43
Lampiran E Perhitungan Efisiensi Resin Kation dan Anion pada satu Siklus.	44

BAB I PENDAHULUAN

I.1 Latar Belakang

Tenaga listrik merupakan salah satu kebutuhan yang paling pokok untuk menunjang kehidupan manusia saat ini. Mengingat kebutuhan masyarakat akan energi listrik cukup tinggi. Pusat tenaga listrik tersebut dapat berupa Pembangkit Listrik Tenaga Uap (PLTU), Pembangkit Listrik Tenaga Air (PLTA), Pembangkit Listrik Tenaga Diesel (PLTD), Pembangkit Listrik Tenaga Angin/Bayu (PLTB), Pembangkit Listrik Tenaga Gas (PLTG), Pembangkit Listrik Tenaga Gas Uap (PLTGU), Pembangkit Listrik Tenaga Nuklir (PLTN), dan lain-lain.

PLTU Barru (2 X 50 MW) Sulawesi Selatan adalah salah satu perusahaan yang bergerak di bidang Pembangkit Listrik Tenaga Uap (PLTU). Sistem penyediaan air pada PLTU khususnya PLTU Barru (2 X 50 MW) Sulawesi Selatan merupakan bagian terpenting dalam proses. Salah satu proses yang diperlukan dalam bidang PLTU adalah pengolahan air baku yang nantinya air tersebut akan digunakan sebagai air umpan boiler. Pada pengoperasiannya, diperlukan alat-alat bantu dan instalasi pendukung. Instalasi yang sangat berperan penting adalah unit *Water Treatment Plant*, dimana bahan baku yang digunakan untuk menghasilkan uap adalah air, maka air umpan boiler ini harus memenuhi standar mutu air.

Salah satu proses yang diperlukan dalam bidang PLTU adalah pengolahan air baku yang nantinya air tersebut akan digunakan sebagai air umpan boiler serta digunakan dalam proses pendinginan pada kondensor. Adapun air yang digunakan nantinya adalah air hasil olahan yang bebas dari kandungan mineral (Air Demin) dengan menggunakan unit resin penukar ion yang terdiri dari resin penukar anion dan resin penukar kation pada tangki (kolom) *mixbed* resin.

Dalam pelaksanaan demineralisasi air laut dengan menggunakan unit *mixbed* selama ini belum adanya evaluasi kinerja resin dalam mengurangi kandungan mineral, sedangkan efisiensi kinerja resin dalam penukaran ion tergantung pada

kondisi resin pada mixedbed. Oleh sebab itu perlu adanya kajian mengenai efisiensi kinerja resin penukar ion dalam proses demineralisasi.

I.2 Rumusan Masalah

Bagaimana nilai efisiensi resin penukar ion selama proses demineralisasi air laut.

I.3 Tujuan Penelitian

Untuk mengetahui nilai efisiensi resin penukar ion selama proses demineralisasi air laut.

BAB II TINJAUAN PUSTAKA

II.1 Pembangkit Listrik Tenaga Uap (PLTU)

1. Definisi PLTU

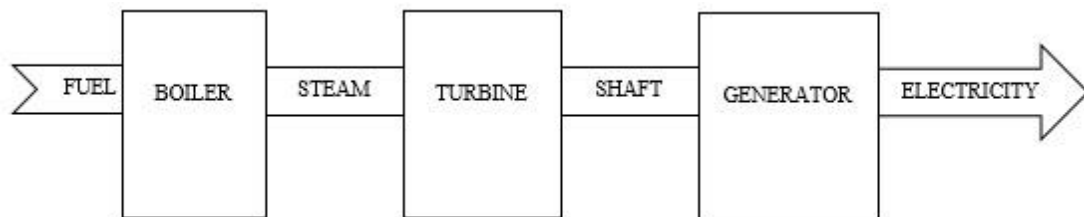
Pembangkit Listrik Tenaga Uap adalah jenis pembangkit listrik tenaga termal yang banyak digunakan karena efisiensinya baik dan bahan bakarnya mudah didapat sehingga menghasilkan energi listrik yang ekonomis. Dalam usaha penyediaan energi listrik yang handal dan efisien inilah didirikan PLTU Barru yang merupakan salah satu unit yang memproduksi energi listrik dengan menggunakan bahan bakar utama batubara dan terkoneksi langsung dengan UPB (Unit Pengatur Beban) PT. PLN (persero) wilayah Sulawesi Selatan, Sulawesi Tenggara, dan Sulawesi Barat (PLN (B), 2004).

PLTU merupakan mesin konversi energi yang merubah energi kimia dalam bahan bakar menjadi energi listrik. Proses konversi energi pada PLTU berlangsung melalui 3 tahapan, yaitu :

Pertama, energi kimia dalam bahan bakar diubah menjadi energi panas dalam bentuk uap bertekanan dan temperatur tinggi.

Kedua, energi panas (uap) diubah menjadi energi mekanik dalam bentuk putaran.

Ketiga, energi mekanik diubah menjadi energi listrik (PLN (A), 2004).



Gambar II.1. Proses Konversi Eenergi Pada PLTU

II.2 Prinsip Kerja PLTU

PLTU Barru menggunakan fluida kerja air uap yang bersirkulasi secara tertutup. Siklus tertutup artinya menggunakan fluida yang sama secara berulang-ulang. Urutan sirkulasinya secara singkat adalah sebagai berikut :

- a. Air diisikan ke boiler hingga mengisi penuh seluruh luas permukaan pemindah panas. Didalam boiler air ini dipanaskan dengan gas panas hasil pembakaran bahan bakar dengan udara sehingga berubah menjadi uap.
- b. Uap hasil produksi boiler dengan tekanan dan temperatur tertentu diarahkan untuk memutar turbin berupa putaran. Ketiga, generator yang dikopel langsung dengan turbin berputar menghasilkan energi listrik sebagai hasil dari perputaran medan magnet dalam kumparan. Uap sisa keluar turbin masuk ke kondensor untuk didinginkan dengan air pendingin agar berubah kembali menjadi air. Air kondensat hasil kondensasi uap kemudian digunakan lagi sebagai air pengisi boiler. Demikian siklus ini berlangsung terus menerus dan berulang-ulang. Putaran turbin digunakan untuk memutar generator yang dikopel langsung dengan turbin sehingga ketika turbin berputar dihasilkan energi listrik dari terminal output generator. (PLN (A), 2004)

Sekalipun siklus fluida kerjanya merupakan siklus tertutup, namun jumlah air dalam siklus akan mengalami pengurangan. Pengurangan air ini disebabkan oleh kebocoran-kebocoran baik yang disengaja maupun yang tidak disengaja. Untuk mengganti air yang hilang, maka perlu adanya penambahan air kedalam siklus. Kriteria air penambah (*make up water*) ini harus sama dengan air yang ada dalam siklus (PLN (A), 2004).

II.3 Bagian-bagian PLTU

PLTU adalah mesin pembangkit yang terdiri dari komponen utama dan instalasi peralatan penunjang. Komponen utama PLTU terdiri dari empat, yaitu :

- a. Boiler
- b. Turbin uap
- c. Kondensor
- d. Generator

Sedangkan peralatan penunjang terdiri dari :

- a. *Desalination plant* (unit desal)
- b. *Demineraliser plant* (unit demin)
- c. *Hidrogen plant* (unit hidrogen)
- d. *Chlorination plant* (unit chlorin)
- e. *Auxiliary boiler*
- f. *Coal and ash handling*

Tiap-tiap komponen utama dan peralatan penunjang dilengkapi dengan sistem dan alat bantu yang mendukung kerja komponen tersebut. Gangguan atau *malfunction* dari salah satu bagian komponen utama akan dapat menyebabkan terganggunya seluruh sistem PLTU (PLN (A), 2004).

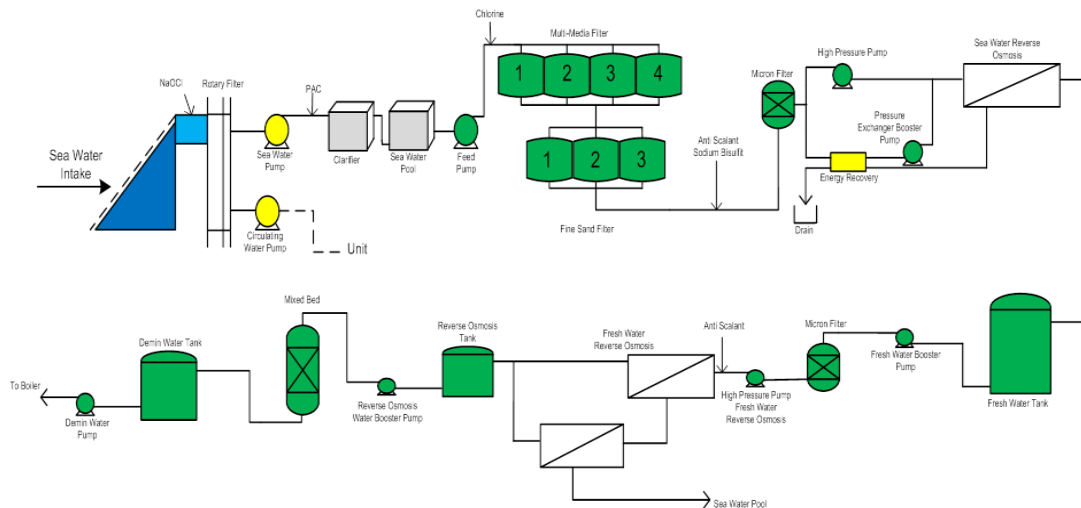
II.4 Water Treatment Plant

Water Treatment Plant (WTP) merupakan bagian dari power plant yang bertugas untuk menyediakan air pengisi boiler dalam sebuah *powerplant*. Fungsi WTP pada PLTU Barru adalah mengolah air baku menjadi air bebas mineral (air demin), yang mana air demin digunakan untuk memproduksi uap penggerak turbin uap (Muh.Ihsan Yasin, dkk, 2016).

Water treatment plant adalah suatu peralatan yang berfungsi mengolah air tawar yang mempunyai *conductivity* 10 $\mu\text{mhos/cm}$ menjadi air murni (*demineralized water*) yang mempunyai *conductivity* kurang dari 0,3 $\mu\text{mhos/cm}$. Prinsip kerja dari WTP berdasarkan prinsip penukaran ion dengan menggunakan resin kation dan anion (PLN (B), 2004).

Water Treatment Plant terbagi menjadi 2 system, yaitu :

1. Sistem *Pre Water Treatment* proses penjernihan yang terdiri dari pengendapan dan penyaringan.
2. System *Demineral Plant* sebagai pengolah air baku yang dihasilkan oleh *pre water treatment* untuk menghasilkan air bebas mineral (*Demineral Water*) sehingga memenuhi syarat sebagai air *make-up* untuk keperluan siklus Air Uap pada PLTU.



Gambar II.2. Flow Diagram Water Treatment Plant PLTU Barru
(Sumber : PT. Indonesia Power UJP PLTU Barru)

Peralatan Utama pada water treatment plant di PLTU Barru meliputi :

1. Clarifier
2. Sea Water Pool
3. Multi Media Filter (MMF)
4. Fine Sand Filter (FSF)
5. Micron Filter
6. High Pressure Pump
7. Sea Water Reverse Osmosis (SWRO)
8. Pressure Exchanger Booster Pump
9. Fresh Water Tank

10. Fresh Water Reverse Osmosis (FWRO)
11. Reverse Osmosis Tank
12. Mixed bed
13. Demin Water Tank

1. Clarifier

Clarifier merupakan tempat proses pretreatment air baku di mana akan terjadi pengikatan partikel pada air yang kemudian mengendapkan lumpur/kotoran ke bawah menggunakan PAC (Polyaluminium chloride). Clarifier sendiri berfungsi untuk memisahkan sejumlah kecil partikel-partikel halus yang menghasilkan liquid yang jernih, yang bebas partikel-partikel solid atau suspensi. Teknologi pemisahan liquid-solid umumnya dipakai pada proses pengolahan air bersih pada berbagai industri antara lain pada pengolahan air minum PDAM dan pengolahan air baku untuk Demin Plant maupun Cooling Water System. Di dalam Clarifier terjadi proses yang kita sebut dengan proses klarifikasi yang mana proses ini berfungsi menghilangkan suspended solid. Suspended solid merupakan bagian dari kotoran (impurities) yang menyebabkan air menjadi keruh.

Didalam clarifier akan terjadi tiga proses yaitu :

1) Koagulasi

Adalah suatu mekanisme penetralan dimana partikel-partikel koloid yang bermuatan dinetralkan muatannya, setelah penetralan maka partikel akan saling mendekat satu sama lain sehingga membentuk floc yang kecil melalui suatu proses penambahan koagulan. Koagulasi sering diartikan dengan penambahan bahan kimia (koagulan) disertai dengan pengadukan cepat (*rapid mixing*) sehingga membentuk suspensi halus. Sedangkan flokulasi yaitu pengadukan lambat untuk membentuk floc yang mengendap dengan cepat.

Zat koagulan yang paling umum digunakan dalam proses pengolahan air adalah garam besi (ion Fe^{+3}) atau aluminium (ion Al^{+3}) yang terdapat dalam bentuk berbeda-beda seperti polyaluminium chloride (PAC). Koagulan umumnya dikenal sebagai bahan kimia yang digunakan pada pengolahan air.

Koagulan merupakan zat kimia yang menyebabkan destabilisasi muatan negative partikel di dalam suspensi yang mana donor zat muatan positif yang di gunakan untuk menstabilisasikan muatan negative partikel.

Tujuannya adalah untuk mengikat atau mengumpulkan kotoran-kotoran yang tidak bisa disaring melalui filter biasa.

2) Flokulasi

Adalah suatu mekanisme dimana floc kecil tersebut akan dilalui suatu media flokulan (Polyelektrolit) digabungkan menjadi floc yang lebih besar sehingga massa bertambah agar dapat mengendap. Flok-flok yang semakin membesar itu akan mengendap sejalan dengan pertambahan luas permukaan aliran, sehingga waktu pengaliran akan lebih lama dan reaksi yang terjadi akan semakin sempurna. Sedangkan perluasan permukaan aliran akan dilakukan dengan penambahan sekat-sekat pada bak flokulasi. Sehingga butiran-butiran yang sudah terbentuk akan saling bertumbukan dan akan menghasilkan flok-flok yang semakin membesar, ini dikarenakan flok-flok tadi akan saling melekat antara satu dengan yang lainnya.

3) Sedimentasi

Adalah suatu mekanisme dimana floc yang sudah cukup besar tersebut akan mengendap dan turun ke permukaan air karena gaya gravitasi bumi.

2. Sea Water Pool

Sea Water Pool merupakan tempat penampungan air baku, yang sudah di proses di clarifier. Sea water pool ini berukuran 380m³. Disini air ditampung sebelum menuju proses selanjutnya.

3. Multi Media Filter

Multimedia filter merupakan penyaring pertama untuk partikel-partikel tersuspensi dalam air yang juga berfungsi menghilangkan bau, warna, dan klorin pada air. Multimedia filter berisikan pasir kuarsa (Quartz Sand) dan karbon aktif jenis batu bara tua (Anthracite).

Karbon aktif ini sendiri akan mengadsorpsi bau dan sisa klorin. Selain itu, Sifat bau yang ditimbulkan oleh aktivitas organik juga dapat dihilangkan dengan catatan masih dalam ambang batas air bersih (bukan air kotor / *waste water*). Karbon yang berongga, menyebabkan partikel-partikel itu masuk dalam celah-celahnya sehingga hanya air dan ion-ion yang sangat renik yang melewati filter. Bahan media karbon biasanya berasal dari arang batok kelapa atau batu bara. Berikut spesifikasi & gambar multimedia filter:

Tabel II.1 Spesifikasi Multimedia Filter

Spesifikasi		MMF
Jumlah set		4
Diameter		3000 mm
Tinggi Filter	Quarts	800 mm (0.5-1.2, 1-2, 2-4 mm)
	Antracit	400 mm (0.8-1.8 mm)

(Sumber : *Manual Book* PT. Indonesia power UJP PLTU Barru 2x50 MW)

4. Fine Sand Filter

Finesand filter merupakan penyaring kedua untuk partikel-partikel tersuspensi dalam air yang lolos pada multimedia filter, finesand filter berisikan pasir kuarsa. Fungsi dari pasir kuarsa ini sendiri ialah Menghilangkan

kekeruhan (turbidity) dengan daya hingga 30 micron. Kekerusuhan berasal dari adanya suspended solid matter dan koloid dalam air. Jika tidak ada sistem dalam WTP maka dapat menyumbat filter lanjutan sehingga beban filter lanjutan menjadi bertambah berat, karena tidak ada pre-filter di awal sistem. Berikut spesifikasi serta kriteria bahan :

Tabel II.2 Spesifikasi Fine Sand Filter

Spesifikasi	FSF	Material filter	Quartz sand	Quartz sand	Quartz sand
Jumlah set	3	Spesifikasi	2 - 4 mm	1.2 - 2 mm	0.8 - 1.2 mm
Diameter	3200 mm	Story height	150 mm	150 mm	500 mm

(Sumber : *Manual Book* PT. Indonesia power UJP PLTU Barru 2x50 MW)

5. Micron Filter

Micron filter adalah penyaring ketiga Yang berfungsi untuk menyaring partikel – Partikel yang sangat kecil serta mikroorganisme. Pada micron filter di dalamnya terdapat 75 cartridge yang berukuran 5 μm di mana cartridgenya ini dapat memisahkan partikel dengan diameter 3 – 0,05 μ .

6. High pressure Pump

High pressure pump adalah pompa bertekanan tinggi yang berfungsi memompakan air laut sehingga menghasilkan keluaran air laut yang bertekanan tinggi. Adapun tekanan pada high pressure pump ini ialah 5,1 MPA.

7. Sea Water Reverse Osmosis (SWRO)

Reverse osmosis (Osmosis terbalik) atau RO adalah suatu metode penyaringan yang dapat menyaring berbagai molekul besar dan ion-ion dari suatu larutan dengan cara memberi tekanan pada larutan ketika larutan itu berada di salah satu sisi membran seleksi (lapisan penyaring). Proses tersebut menjadikan zat terlarut terendap di lapisan yang dialiri tekanan sehingga zat pelarut murni bisa mengalir ke lapisan berikutnya. Membran seleksi itu harus bersifat selektif atau bisa memilah yang artinya bisa dilewati zat pelarutnya

(atau bagian lebih kecil dari larutan) tapi tidak bisa dilewati zat terlarut seperti molekul berukuran besar dan ion-ion.

Osmosis adalah sebuah fenomena alam yang terjadi dalam sel makhluk hidup dimana molekul pelarut (biasanya air) akan mengalir dari daerah berkonsentrasi rendah ke daerah Berkonsentrasi tinggi melalui sebuah membran semipermeabel. Membran semipermeabel ini menunjuk ke membran sel atau membran apa pun yang memiliki struktur yang mirip atau bagian dari membran sel. Gerakan dari pelarut berlanjut sampai sebuah konsentrasi yang seimbang tercapai di kedua sisi membran.

Untuk mendapatkan air tawar dari air laut bisa dilakukan dengan cara **osmosis terbalik**, suatu proses penyaringan air laut dengan menggunakan tekanan dialirkan melalui suatu membran saring. Sistem ini disebut SWRO (Seawater Reverse Osmosis).

Prinsip kerja filter Reverse Osmosis adalah air laut yang bertekanan tinggi akan melewati membrane pada SWRO . membrane pada SWRO adalah membran yang terbuat dari selaput semipermeable yang dapat diisi ulang yang berfungsi untuk menyaring atau memfilter air dari kandungan logam, virus atau bakteri sehingga menghasilkan air murni bebas dari pencemaran. Membran ini dapat menurunkan tds (total dissolved solids) karena mempunyai ukuran pemfilteran yang sangat halus yaitu mencapai 1/10.000 mikron. Berikut gambar dari embran pada sea water reverse osmosis

Tabel II.3 Spesifikasi Membran pada Sea Water Reverse Osmosis

Name Category	SWRO
Quantity	2
Membranes Model	TM820C-400
Membranes Quantity	168
Pressure Vessels Quantity	24

Name Category	SWRO
Capacity m ³ /h	50
Conductivity μ s/cm	<1000
Arrangement	One Stage
Salt Rejection %	1 Year later $\geq 99.5\%$ 3 Years later $\geq 99.9\%$
Product Recovery %	40

(Sumber : *Manual Book* PT. Indonesia power UJP PLTU Barru 2x50 MW)

8. Pressure Exchanger Booster Pump

PX Exchanger energi recovery merupakan alat penukar tekanan yang dimanfaatkan pada sistem desalinasi. Alat ini memfasilitasi perpindahan tekanan dari air laut bertekanan tinggi yang kemudian mengubah menjadi air laut bertekanan rendah.

Air yang tidak tersaring di membrane, masih bertekanan tinggi sehingga dapat di manfaatkan agar tidak terbuang sia – sia. Sebelumnya air bertekanan rendah langsung di alirkan melewati energy recovery (PX) yang dimana pada Px tersebut memiliki dua saluran . saluran pertama merupakan saluran mengalirnya air bertekanan rendah sedangkan saluran kedua ialah saluran tertutup. air yang bertekanan rendah akan bertemu dengan concentrate yang bertekanan tinggi sehingga menghasilkan air yang bertekanan tinggi yang selanjutnya akan di pompa dengan menggunakan PX booster pump. Sedangkan concentrate yang betekanan rendah akan di alirkan menuju pembuangan.

9. Fresh Water Tank

Fresh water tank adalah tempat penampungan air dari (SWRO) yang memiliki kapasitas 2 x 800 M³.

10. Fresh Water Reverse Osmosis (FWRO)

Fresh Water Reverses Osmosis adalah penyaring yang berfungsi memproses air fresh/payau menjadi air pure/ro product, yang dapat menurunkan conductivity sampai 10 microsiemen/cm.

Tabel II. 4 Spesifikasi Membran pada Fresh Water Reverse Osmosis

Name Category	RO
Quantity	1
Membranes Model	TM720-400
Membranes Quantity	30
Arrangement	3:2
Conductivity $\mu\text{s/cm}$	<10
Salt Rejection %	1 Year later $\geq 97\%$ 3 Years later $\geq 95\%$
Product Recovery %	80

(Sumber : *Manual Book* PT. Indonesia power UJP PLTU Barru 2x50 MW)

11. Reverse Osmosis Tank

RO Tank merupakan tempat penampungan air product hasil dari fresh water reverses osmosis (FWRO) yang memiliki kapasitas 30 M³.

12. Mixed bed

Mixed bed adalah tempat proses penghilangan kandungan mineral pada air, seperti na, mg, k, ca dll yang sesuai dengan persyaratan standar air pengisi boiler.

Di mixed bed, resin kation dan anion dicampur dalam satu exchanger. Jadi bisa dianggap sebagai sistem bed bertingkat senyawa disusun oleh banyak resin kation dan resin anion diatur secara bergantian.

Pertukaran kation dan pertukaran anion dilanjutkan secara bersamaan. H^+ berasal dari pertukaran model H dan OH^- yang berasal dari model pertukaran OH diakumulasikan bersama-sama dan mereka bereaksi satu sama lain. Reaksi pertukaran Total berlangsung sepenuhnya. Jadi kualitas air keluar dari mixed bed campuran jauh lebih baik daripada salah satu tempat bed senyawa utama.

Tabel II.5 Spesifikasi Mixbed

Name Category	Mixed Bed
Quantity	2
Diameter	1000 mm
Flow	31 m ³ /j
Cat. Resin	600 mm
An. Resin	1200 mm
Conductivity	< 0,2 μ s/cm

(Sumber : *Manual Book* PT. Indonesia power UJP PLTU Barru 2x50 MW)

13. Demin Water Tank

Demin tank adalah tempat penampungan air product hasil dari mixed bed yang memiliki kapasitas 2x 400 M³.

Air yang berasal dari laut masuk ke intake dan melalui proses filter awal untuk menghilangkan pengotor yang berukuran besar dan ditambahkan klorin. Kemudian di pompakan ke *clarifier tank* dan diinjeksi dengan chloride agar partikel kotoran yang akan mengendap di dasar bak *clarifier*. Di *clarifier* proses terbagi atas dua yaitu proses pencampuran PAC yang melewati ymenenangkan air sehingga sedimentasi berjalan dengan cepat. Air olahan selanjutnya masuk ke *Sea Water Tank* untuk di tamping (Sudirman, dkk, 2015).

Air Olahan (*Raw water*) kemudian di pompa masuk ke proses Multi Media Filter yang berisi banyak penyaring diantaranya pasir silika dan antrasit yang berfungsi menyaring kotoran yang lolos pada proses filter basin. Selanjutnya air

dialirkan ke filter karbon aktif (*activated carbon filter*) untuk menghilangkan bau atau warna serta polutan mikro. Filter ini mempunyai fungsi untuk menghilangkan senyawa warna dalam air baku yang dapat mempercepat penyumbatan membran RO secara adsorpsi. Setelah melalui filter penghilangan warna, air dialirkan ke *filter cartridge* yang dapat menyaring partikel kotoran sampai ukuran 0,5 mikron (Sudirman, dkk, 2015).

Dari *filter cartridge*, selanjutnya, air dialirkan ke unit membrane RO dengan menggunakan pompa tekanan tinggi sambil diinjeksi dengan zat anti kerak (antiskalant) dan zat anti biofouling. Air yang keluar dari RO yakni air tawar. Selanjutnya produk air tawar dialirkan ke tangki penampung *Fresh water*. Air dari *fresh water* di pompakan masuk ke *mixbed* sehingga terjadi pertukaran ion kation - anion antara resin *ion exchange* dan *Middle Water*. Dari *mixed filter* air di tampung dalam tangki Demin (Sudirman, dkk, 2015).

II.5 Unit Demineralisasi

Demineralisasi air merupakan proses menghilangkan mineral dalam air melalui proses pertukaran ion dengan menggunakan media resin penukar kation dan resin penukar anion sehingga dihasilkan air yang mempunyai kemurnian tinggi. Pada proses demineralisasi air, resin penukar kation akan menukar atau mengambil ion-ion bermuatan positif (kation) dari unsur-unsur yang berada didalam air baku, sedangkan resin penukar anion akan menukar atau mengambil ion-ion bermuatan negative (anion) (Ismono, 1988).

Unit demineralisasi bertujuan untuk memenuhi kebutuhan air yang sesuai dengan persyaratan-persyaratan *Boiler Feed Water* dipergunakan sebagai media kerja siklus air-uap pada PLTU (Yoyong, 2017).

Pada proses ini terjadi proses *demineralisasi* yang mampu menghasilkan air produk dengan *conductivity* sebesar $<0,2\mu\text{S/cm}$ (Fariz, 2011).

II.6 Penukar Ion

1. Pengertian Penukar Ion

Pertukaran ion secara luas digunakan untuk pengolahan air dan limbah cair, terutama digunakan pada proses penghilangan kesadahan dan dalam proses demineralisasi air (Setiadi, 2007).

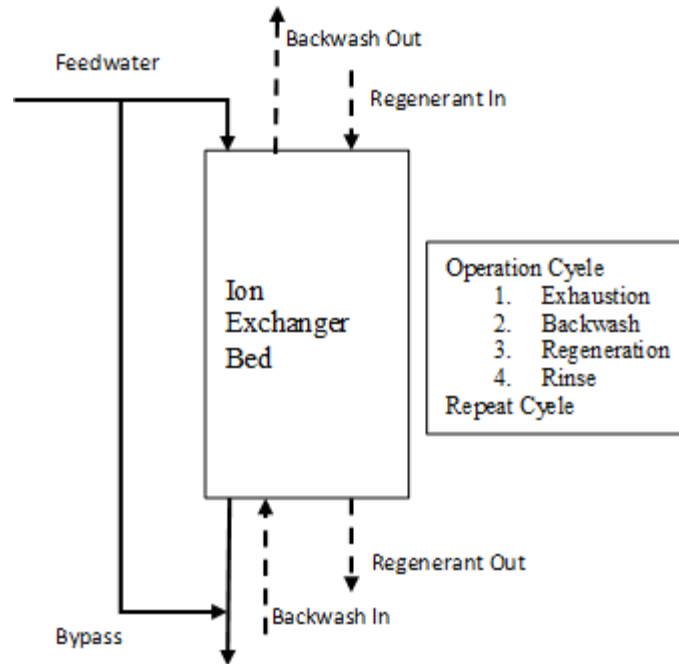
Ion exchanger (penukar ion) sebagai *water softener* merupakan fungsi umum dan digunakan sangat luas di industri yang memerlukan soft water untuk proses dan bahan baku boiler. Air baku yang tingkat kesadahannya (*hardness*) tinggi karena kandungan kalsium dan magnesium harus diturunkan dengan cara menggantikannya dengan muatan ion natrium yang terdapat pada resin (Hartomo & Dofner, 1995).

Proses pertukaran ion terus berjalan sampai tercapai kesetimbangan dan jenuh dan sesudah kondisi resin jenuh maka segera dilakukan regenerasi dengan dicuci dengan air yang mengandung garam NaCl tinggi. *Soft water* digunakan untuk boiler air umpanguna mencegah terjadinya endapan (*scaling*) pada pipa saluran air baik pada sistem boiler maupun pada sistem pendingin (Hartomo & Dofner, 1995).

2. Prinsip Pertukaran Ion

Pertukaran ion adalah sebuah proses fisika-kimia. Pada proses tersebut senyawa yang tidak larut, dalam hal ini resin, menerima ion positif atau negatif tertentu dari larutan dan melepaskan ion lain ke dalam larutan tersebut dalam jumlah ekuivalen yang sama. Jika ion yang dipertukarkan berupa kation, maka resin tersebut dinamakan resin penukar kation, dan jika ion yang dipertukarkan berupa anion, maka resin tersebut dinamakan resin penukar anion (Setiadi, 2007).

Secara garis besar, proses tergantung pada dua tahap reaksi :



Gambar II.3. Skema konvensional penukaran ion

- a. Semua kation dihapuskan dan digantikan dengan H^+ , menggunakan penukar kation muatan hidrogen.
- b. Asam yang dihasilkan dihilangkan dengan penukar anion muatan hidroksida. Penukar kation diregenerasi dengan asam dan penukar anion dengan alkali (Setiadi, 2007).

3. Resin Penukar Ion

- a. Penukar kation

Resin penukar kation ini bersifat asam kuat (*strong acid cation*) atau bersifat asam lemah (*weak acid cation*), bahan kimia yang dipakai untuk mengaktifkan resin adalah asam sulfat (Austin, 1996).

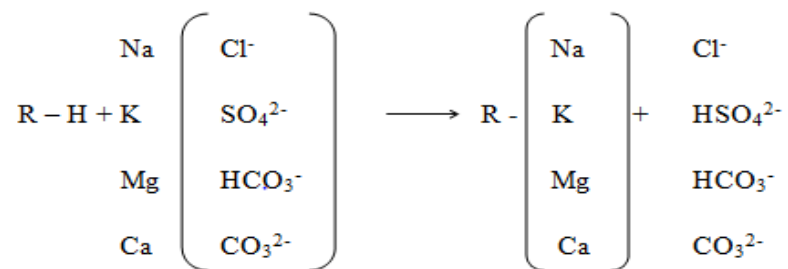
Fungsi penukar kation :

- 1) Menghilangkan atau mengurangi kesadahan (hardness) yang disebabkan oleh garam-garam kalsium dan magnesium.
- 2) Menghilangkan atau mengurangi zat-zat padatan terlarut (TDS).
- 3) Menghilangkan atau mengurangi alkalinity dari garam-garam alkali (karbonat, bikarbonat, dan asam lemah atau bersifat asam lemah hidroksida).

Didalam kation terjadi pertukaran antara ion kalsium, magnesium dengan ion-ion hidrogen sehingga garam-garam bikarbonat, sulfat, klorida, dan silika dirubah menjadi asam karbonat, asam sulfat, asam klorida, dan asam silikat yang larut dalam air (Austin, 1996).

Selanjutnya dari *water tower*, air dipompakan kembali untuk diproses dengan sistem demineralisasi, dengan tujuan untuk menghilangkan semua atau sebagian unsur-unsur kimiawi yang dikandung oleh air tersebut. Air yang bersal dari *water tower* dimasukkan ke dalam tangki kation *exchanger* resin, setelah air kontak dengan resin, maka semua ikatan-ikatan unsur kimiawi dari garam alkali, seperti Ca^{2+} , Mg^{2+} , Fe^{2+} , dan lain sebagainya yang dikandung oleh air, diikat dengan 1 (satu) atom Hidrogen (H^+) (Austin, 1996).

Tahap penukaran kation (Setiadi, 2007) :



b. Penukar anion

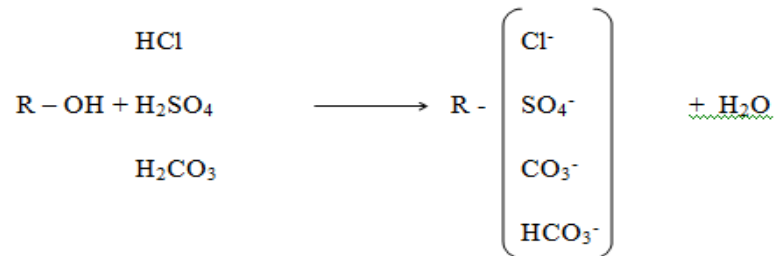
Setelah dialirkan melalui kation, selanjutnya air dialirkan masuk ketangki anion yang berisi resin bersifat basah kuat (*strong base anion*) dan

basa lemah (*weak base anion*). Bahan kimia yang dipakai adalah kaustik soda.

Fungsi penukar anion :

- 1) Menyerap asam-asam karbonat, sulfat, klorida, dan silikat yang dihasilkan oleh penukar kation.
- 2) Untuk menghilangkan atau mengurangi semua garam-garam mineral sehingga air yang dihasilkan tidak mengandung garam mineral lagi (Austin, 1996).

Tahap penukaran Anion (Setiadi, 2007) :



4. Kapasitas Resin Penukar Ion

Kapasitas amat penting untuk mengetahui jumlah ion pengotor dalam air baku yang dapat diambil atau dipertukarkan. Resin penukar ion mempunyai kapasitas yang terbatas dalam kemampuan menukar ion yang disebut kapasitas tukar ion. Kapasitas resin penukar ion adalah bilangan yang menyatakan jumlah banyaknya ion yang dapat dipertukarkan untuk setiap 1 (satu) gram resin atau tiap milliliter. Kapasitas juga dinyatakan sebagai miliekuivalen per milliliter (meq/mL) yang sama dengan normal atau miliekuivalen pergram kering (meq/g) dan kilograins per kaki kubik (kgr/ft³) (Kemmer & Frank N, 1988).

Dalam sejarah awal pelunakan air menggunakan zeolit, hal ini bisa untuk mengekspresikan kesadahan air dalam butir per gallon (gr/gal). Sedangkan gr/gal = 17.1 mg/L. Karena penggunaannya umum, maka kapasitas zeolit

dinyatakan dalam kilogram kapasitas tukar per feet kubik zeolit. Faktor konversi normalitas resin menjadi kilogram per feet (kg/ft^3) adalah sekitar 22, sehingga sebuah penukar kation dengan kapasitas 2,0 meq/mL memiliki kapasitas pertukaran sekitar $44 \text{ kg}/\text{ft}^3$ (Kemmer & Frank N, 1988).

Rumus umum yang digunakan untuk menghitung kapasitas resin adalah sebagai berikut:

1. Kapasitas Resin

a). Rumus untuk menghitung kapasitas resin Kation

$$C_w = \frac{[(200 \times N_B) - (F \times N_A \times fp)]}{W} \times \rho \text{ kation}$$

Dimana :

C_w : Kapasitas Resin

N_B : Normalitas NaOH

F : Volume rata-rata HCl yang dibutuhkan untuk menitrasi effluent (mL)

N_A : Normalitas HCl

fp : Faktor Pengenceran

W : Massa sampel

ρ : Densitas Kation

b). Rumus untuk menghitung kapasitas resin Anion

$$C_w = \frac{M \times N \times fp}{W} \times \rho \text{ anion}$$

Dimana :

C_w : Kapasitas Resin

M : Volume rata-rata AgNO_3 yang dibutuhkan untuk menitrasi effluent (mL)

N : Normalitas AgNO_3

W : Massa sampel

ρ : Densitas Anion

2. Volume Resin

$$V = \pi r^2 \times t$$

Dimana :

V = volume resin

π = phi (3,14)

r = jari-jari (Diameter tangki Mix Bed)

t = tinggi resin

3. Efisiensi Resin

$$VR = \frac{Q.t.TDS\ feed.15,45}{TEC.35,34.\eta} \times 100\%$$

Dimana :

VR = Volume Resin (liter)

Q = Debit (m³/jam)

t = Lamanya waktu (jam)

TDS_{feed} = Jumlah Total Kation atau Anion air baku (mg/l CaCO₃)

TEC = Kapasitas Resin Penukar Ion (kgr/ft³)

η = efisiensi resin (%(mg/L))

VP = Volume Produk (m³)

35,34 = faktor konversi ft³/m³

15,45 = faktor konversi kgr/m³

5. Degradasi Resin Penukar Ion

Apabila resin penukar ion telah digunakan dalam waktu yang lama, maka volume servisnya akan berkurang. Kualitas resin tersebut juga akan menurun. Penyebab utama dari kasus ini adalah adanya degradasi kimiawi terhadap molukul resin penukar ion. Proses degradasi dapat terjadi dalam bentuk yang bermacam-macam, yaitu :

- a. Pembengkakan tak terbalikkan (*irreversible swelling*) pada resin penukar kation.

Resin penukar kation asam kuat bertipe styrene bersifat stabil secara kimiawi dan dapat bertahan pada temperatur operasi yang tinggi. Akan tetapi, resin ini memiliki kekurangan pada sifatnya yang sangat mudah teroksidasi.

Oksidasi pada resin penukar kation asam kuat akan menyerang pada bagian matriks resin pada rantai yang menyerupai jala. Hal ini dapat menyebabkan penurunan derajat ikatan *crosslink* sehingga berakibat resin akan mengembang secara permanen. Kapasitas pertukaran per unit volume berkurang karena adanya pembengkakan

Pada proses pengolahan air, air baku dapat memiliki kandungan *free chlorine* yang dapat bertindak sebagai agen pengoksidasi (*oxidizing agent*). Meskipun dalam konsentrasi yang rendah, pemakaian yang berkepanjangan menyebabkan adanya klorin dalam jumlah yang mencukupi untuk melakukan kontak dengan resin dan menyebabkan terjadinya pembengkakan. Selain itu, kation logam seperti Fe dan Cu dapat bertindak sebagai katalis dalam reaksi oksidasi ini. Jadi, meskipun keberadannya dalam jumlah kecil, kedua ion tersebut dapat memicu terjadinya oksidasi. Apabila oksidasi terus terjadi, jumlah resin yang dapat larut akan semakin banyak. Butiran resin dapat melunak dan berubah bentuk dan pada saat tertentu tidak mungkin mengalirkan air pada tumpukan resin itu.

Dengan demikian, pada penggunaan resin penukar kation asam kuat, sangat penting dilakukan tahap penghilangan *oxidizing agent* dari dalam larutan sebelum dialirkan pada resin penukar ion.

- b. Gangguan karena adanya deposit padatan pada permukaan resin penukar kation.

Karena resin penukar ion yang merupakan polielektrolit yang memiliki muatan listrik, padatan tersuspensi dalam aliran fluida yang melaluinya akan cenderung melekat dan menumpuk pada permukaan resin.

Pada proses *softening* air sadah dengan resin penukar ion, senyawa padatan seperti oksida besi dapat menumpuk pada resin. Sehingga sisa kesadahan pada air olahan akan meningkat dan resin harus sering dibersihkan dengan menggunakan asam mineral atau bahan kimia lainnya.

Selain partikel tersuspensi, pengendapan juga dapat terbentuk pada permukaan resin. Kasus ini terjadi apabila proses regenerasi, dengan larutan asam sulfat, dilakukan pada resin penukar kation yang telah banyak mengadsorpsi ion Ca^{2+} dan Ba^{2+} dalam jumlah besar. Pada kenyataannya CaSO_4 dan BaSO_4 bersifat tidak larut dan akan cenderung mengendap sehingga mengganggu kinerja resin.

c. Kontaminasi resin penukar anion oleh zat organik.

Apabila air diolah dengan menggunakan resin penukar anion basa kuat, kemurniannya dapat berkurang secara signifikan setelah pemakaian dalam jangka waktu yang lama. Hal ini disebabkan karena resin basa kuat menyerap zat organik secara *irreversible*, menyumbat mikroporinya dan mengganggu proses pertukaran ionnya. Peristiwa ini dikenal dengan istilah kontaminasi zat organik (*organic contamination*). Pada kondisi pH tertentu, kontaminan organik bahkan dapat terpolimerisasi dalam waktu yang lama, sehingga resin menjadi sangat sulit untuk diregenerasi.

d. Gangguan karena adanya deposit pada resin penukar anion.

Sama halnya dengan resin penukar kation, senyawa asing juga dapat membentuk endapan di permukaan resin penukar anion dan mengganggu proses penangkapan ion. Pada proses pengolahan air dengan resin penukar ion basa kuat, asam kerikil (*silicic acid*) dapat menumpuk pada permukaan resin dan menurunkan kemampuan resin dalam mempertukarkan ion (Diaion. 1995).

6. Regenerasi

Tahap regenerasi adalah operasi penggantian ion yang terserap dengan ion awal yang semula berada dalam matriks resin dan pengembalian kapasitas ke tingkat awal atau ke tingkat yang diinginkan (Setiadi, 2007).

Proses regenerasi unit dilakukan dengan menginjeksi regeneran pada masing-masing unit. Regeneran untuk kation adalah HCl dan untuk anion adalah NaOH (Sudirman, dkk, 2015).

II.7 Hubungan Konduktifitas & TDS

Konduktivitas zat didefinisikan sebagai kemampuan atau kekuatan untuk melakukan atau mengirimkan panas, listrik, atau suara. Satuannya adalah Siemens per meter [S/m] di SI dan millimhos per sentimeter [mmho/cm] pada satuan AS. Simbolnya adalah k atau s (Lentech, 2014).

TDS atau *Total Dissolved Solids* adalah ukuran dari total ion dalam larutan. *Electro Conductivity* sebenarnya merupakan ukuran aktivitas ionik dari solusi dalam hal kapasitas untuk mengirimkan arus. Dalam larutan encer, TDS dan EC yang cukup sebanding. TDS dari sampel air berdasarkan nilai EC yang diukur dapat dihitung dengan menggunakan persamaan berikut:

$$\text{TDS (mg/l)} = 0,5 \times \text{EC (dS/m atau mmho/cm) atau}$$

$$\text{TDS (mg/l)} = 0,5 * 1000 \times \text{EC (mS/cm)}$$

Hubungan diatas juga dapat digunakan untuk memeriksa penerimaan analisis kimia air. Ini tidak berlaku untuk air limbah (Lentech, 2014).

BAB III METODE PENELITIAN

III.1 Waktu dan Lokasi Penelitian

3.1.1 Waktu Pelaksanaan

Penelitian ini dilakukan pada bagian *Water Treatment Plant* PT. Indonesia Power UJP PLTU Barru. Penelitian dimulai sejak bulan Mei 2017 sampai Juni 2017.

3.1.2 Tempat Pelaksanaan

PT. Indonesia Power UJP PLTU Barru, Kabupaten Barru, Provinsi Sulawesi Selatan.

III.2 Alat dan Bahan

3.2.1 Alat

Kolom Analisa (corong pisah), Erlenmeyer 250 mL, Breaker gelas 100 mL, Neraca Analitik, Gelas Kimia 1 L, Buret 50 mL, Gelas Kimia 500 mL, Labu Semprot, Pipet Tetes, Stirrer, Pipet Volume 10 mL, Spatula, Pipet Volume 20 mL, Kertas Timbang, Pipet Volume 50 mL, Gelas Ukur 100 mL

3.2.2 Bahan

Resin Kation, Larutan Etanol, Resin Anion, Larutan NaOH 0,1 N, Air Demin, Indiaktor PP, Larutan HCl 1:9, Indikator Metil Orange, Larutan HCl 0,1 N, Indikator K_2CrO_4 , Larutan Standar $AgNO_3$ 0,1 N, Kertas pH, Larutan $NaNO_3$ 0,25 N, Kapas

III.3 Pelaksanaan Penelitian

Penelitian ini merupakan jenis penelitian deskriptif kuantitatif. Data diperoleh melalui observasi langsung untuk melakukan pengumpulan data pada PT. Indonesia Power UJP PLTU Barru.

III.4 Metode Pengumpulan Data

Langkah-langkah yang dilakukan antara lain :

1. Melakukan wawancara dengan operator secara langsung di lapangan untuk mendapatkan uraian dan penjelasan khususnya kepada *engineer* yang bertugas pada bagian *water treatment plant* di PT. Indonesia Power UJP PLTU Barru.
2. Mencari informasi melalui *referensi* yang tersedia seperti di ruang *control* dan pengambilan data di ruang *district control system (DCS)*.
3. Melakukan tinjauan ke lapangan secara langsung. Pengambilan data yang lain adalah dengan studi literatur, karena tidak semua peralatan memiliki alat ukur dan data-data penunjang lainnya. Wawancara dengan tenaga ahli juga dilakukan untuk mendapatkan uraian proses yang jelas.

III.5 Prosedur Kerja

3.5.1 Analisa Resin Kation

- a) Ditimbang 1 gram sampel resin kation.
- b) Dimasukan kedalam kolom analisa resin, sampel harus terendam air demin.
- c) Dialirkan HCl 1:9 sebanyak 500 mL dengan laju alir 20-25 mL/min. Kemudian air bilasan di tampung menggunakan beaker gelas 1000 mL.
- d) Resin dibilas dengan Alkohol 96% hingga 10 mL effluent berwarna kuning jika di tetesi dengan indicator Metil Orange.
- e) Drain Alkohol 96% hingga larutan alkohol hingga sedikit diatas sampel kemudian di buang effluentnya.
- f) Direndam resin dengan 100 mL NaOH 0.1 N (Diaduk kemudian direndam selama 16 jam).
- g) Diaduk sampel resin yang telah direndam selama 16 jam, kemudian dipipet NaOH rendaman sebanyak 25 mL kedalam Erlenmeyer 250 mL.

- h) Ditambahkan indikator PP dan di titrasi dengan HCl 0.1 N.
- i) Dicatat volume titran.

3.5.2 Analisa Resin Anion

- a) Ditimbang resin anion sebanyak 5 gram.
- b) Dimasukan kedalam kolom analisa resin, sampel harus terendam air demin.
- c) Dialirkan HCl 1:9 sebanyak 500 mL dengan laju alir 20-25 mL/min. Kemudian bilasan di tampung menggunakan beaker gelas 1000 mL.
- d) Resin dibilas dengan Alkohol 96% hingga 10 mL effluent berwarna kuning jika di tetesi dengan indikator Metil Orange.
- e) Drain Alkohol 96% hingga larutan alkohol hingga sedikit diatas sampel kemudian buang effluent.
- f) Diganti penampung dengan beaker gelas baru, kemudian dialirkan larutan NaNO₃ sebanyak 500 liter dengan laju alir 20-25 mL/min.
- g) Ditampung effluent NaNO₃ yang berhasil melewati resin, kemudian effluent tersebut dipipet sebanyak 100 mL dalam Erlenmeyer 250 mL.
- h) Ditambahkan 1 mL larutan K₂CrO₄ dan larutan tersebut di titrasi dengan larutan standar AgNO₃ 0,1 N hingga terbentuk endapan dan terjadi perubahan warna dari kuning menjadi merah bata.
- i) Dicatat volume titran.

III.6 Analisis Data

Analisis ini dilakukan dengan langsung terjun ke lapangan untuk mencatat langsung data pada unit *mixbed* serta wawancara pada *engineer* yang bertugas pada bagian *water treatment plant* .

BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN

IV.A Hasil

Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan pada unit Water Treatment Plant, maka diperoleh data dari *Manual Book* dan *Display Control System Water Treatment Plant* PT. Indonesia power UJP PLTU Barru 2 x 50 MW dapat diketahui bahwa Efisiensi Resin Kation sebesar 86,15%(mg/L) dan Efisiensi Resin Anion sebesar 82,56%(mg/L) dapat dilihat pada Tabel IV.3 untuk Hasil Perhitungan Efisiensi Resin dan pada Tabel IV.1 untuk Data Fisik Resin, Tabel IV.2 untuk Data Pengamatan :

Tabel IV.1. Data Fisik Resin

Jenis Data	Jenis Resin	
	Anion	Kation
Jenis Resin	201X7MB	001X7MB
Tinggi Resin (m)	12	0,6
Diameter Mixbed (m)	1	1
Berat Resin (kg)	500	250
Kapasitas Resin (Kgr/ft ³)	31,4	59,8
Volume Resin (m ³)	936	471

(Sumber : *Display Control System WTP* dan *Manual Book* PT.

Indonesia power UJP PLTU Barru 2x50 MW)

Tabel IV.2. Data Pengamatan

Tanggal	Lama Operasi	Flow (m ³ /h)	Input	Output		produk (m ³)
			TDS (mg/l CaCO ₃)	Ph (6-8)	Conductivity (μS/cm)	
			<50		<0,2	
30/05/2017	18	25,88	9,22	6,15	0,1	466
31/05/2017	18	24,49	11,86	7,12	0,03	440

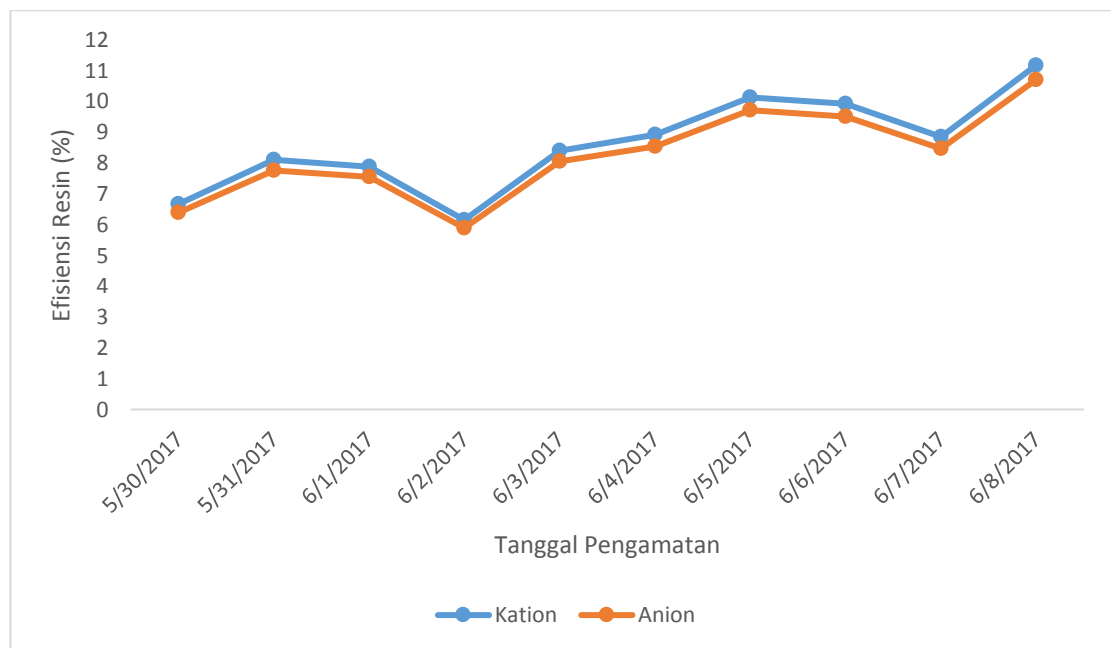
Tanggal	Lama Operasi	Flow (m ³ /h)	Input	Output		produk (m ³)
			TDS (mg/l CaCO ₃)	Ph (6-8)	Conductivity (μS/cm)	
		<50	<0,2			
01/06/2017	17	25,2	11,86	7,25	0,06	428
02/06/2017	16	22,12	11,19	7,03	0,1	354
03/06/2017	17	25,32	12,58	7,67	0,9	430
04/06/2017	18	27,17	11,74	6,54	1,5	489
05/06/2017	17	27,3	14,07	6,09	0,06	464
06/06/2017	18	24,38	14,58	6,78	0,9	438
07/06/2017	15	24,28	15,64	7,05	0,3	364
08/06/2017	16	25,1	17,9	6,06	0,2	402

(Sumber : *Display Control System* WTP PLTU Barru)

Tabel IV.3. Hasil Perhitungan Efisiensi Resin

Date	Running Hours	Flow (m ³ /h)	MIX BED B			Produk (m ³)	Total Produk	Efisiensi Resin (%)	
			Feed Analysis	Out Water Analysis				Kation	Anion
				TDS (mg/l CaCO ₃)	Ph (6-8)				
			<50	<0,2					
30/05/2017	18	25,88	9,22	6,15	0,1	466	466	6,67	6,39
31/05/2017	18	24,49	11,86	7,12	0,03	440	906	8,10	7,76
01/06/2017	17	25,2	11,86	7,25	0,06	428	1334	7,88	7,55
02/06/2017	16	22,12	11,19	7,03	0,1	354	1688	6,15	5,89
03/06/2017	17	25,32	12,58	7,67	0,9	430	2118	8,40	8,05
04/06/2017	18	27,17	11,74	6,54	1,5	489	2607	8,91	8,54
05/06/2017	17	27,3	14,07	6,09	0,06	464	3071	10,13	9,71

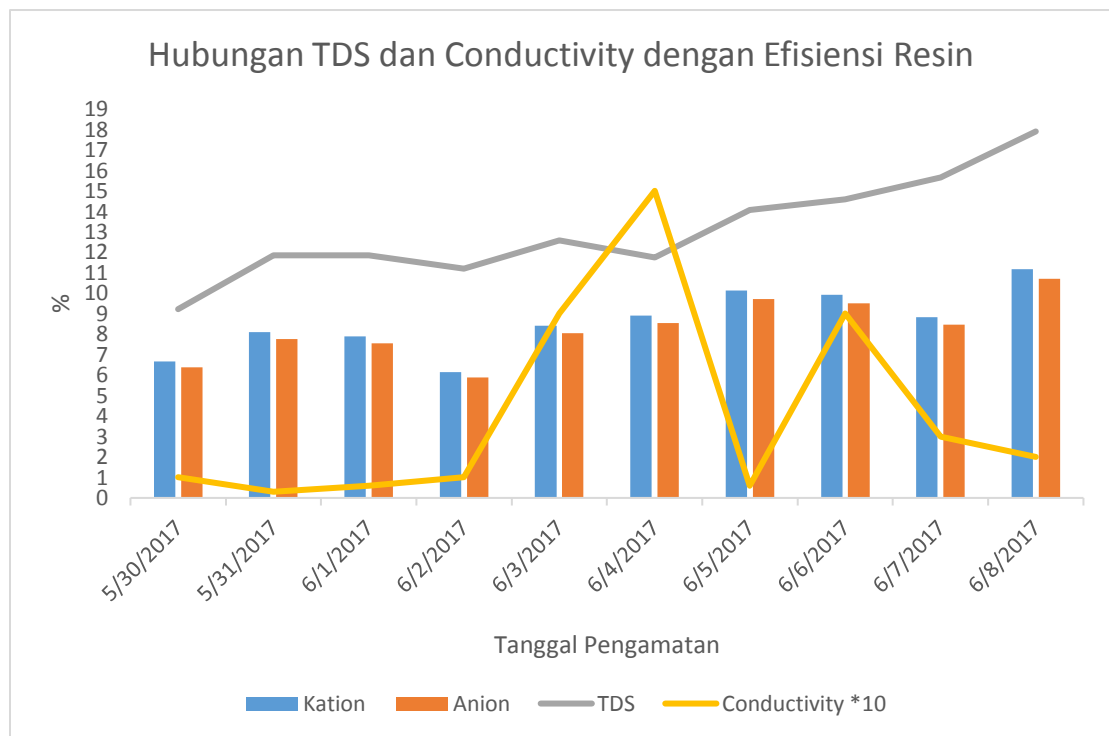
Date	Running Hours	Flow (m ³ /h)	MIX BED B			Produk (m ³)	Total Produk	Efisiensi Resin (%)	
			Feed Analysis	Out Water Analysis				Kation	Anion
				TDS (mg/l CaCO ₃)	Ph (6-8)				
								<0,2	
06/06/2017	18	24,38	14,58	6,78	0,9	438	3509	9,91	9,50
07/06/2017	15	24,28	15,64	7,05	0,3	364	3873	8,84	8,47
08/06/2017	16	25,1	17,9	6,06	0,2	402	4275	11,17	10,70
TOTAL							23847	86,15	82,56



Gambar IV.1. Grafik Hasil Perhitungan Efisiensi Resin



Gambar IV.2. Grafik Hubungan Efisiensi Resin dengan Nilai pH



Gambar IV.3. Grafik Hubungan Efisiensi Resin dengan TDS dan Conductivity

IV.B Pembahasan

Resin penukar ion merupakan salah satu metoda pemisahan menurut perubahan kimia. Resin penukar ion terdiri atas resin penukar kation dan resin penukar anion. Jika disebut resin penukar kation maka kation yang terikat pada resin akan digantikan oleh kation pada larutan yang dilewatkan. Begitupun pada resin penukar anion maka anion yang terikat pada resin akan digantikan oleh anion pada larutan yang dilewatkan. Dalam usaha demineralisasi air, air baku yang mengandung ion akan dikontakkan dengan resin, efisiensi resin pada unit *mixbed* menunjukkan kinerja resin dalam menukarkan ion pada air baku tersebut.

Berdasarkan perhitungan efisiensi resin pada Tabel 4.3, didapatkan hasil efisiensi dalam satu siklus regenerasi untuk resin kation sebesar 86,15% dan efisiensi untuk resin anion sebesar 82,56%. Berdasarkan perhitungan dalam satu siklus regenerasi tersebut didapatkan hasil efisiensi resin yang masih baik dimana tingkat efisiensi resin yang baik berkisar antara 80% - 90% (Diaion, 1995).

Pada Grafik IV.1 dapat dilihat grafik resin yang di gunakan selama proses demineralisasi air laut masih efektif digunakan karena dari awal pengamatan sampai akhir pengamatan tidak di temukan efisiensi resin yang terlalu rendah atau terlalu tinggi. Pada Grafik IV.2 dapat dilihat grafik hubungan TDS dan Conductivity dengan efisiensi resin, secara teori jika efisiensi resin bagus dalam 1 kali siklus pengoperasian demineralisasi air maka nilai conductivity juga rendah di ikuti dengan nilai TDS yang rendah namun dari grafik ada ada yang tidak sesuai dengan teori yang ada, hal ini disebabkan karena selama proses demineralisasi air resin yang harusnya sudah waktunya untuk regenerasi tetapi tidak di lakukan karena tidak adanya persediaan bahan kimia yang di gunakan untuk regenerasi resin dan ada membrane yang sudah tidak layak di gunakan tetapi masih di gunakan.

Namun tingkat efisiensi pada resin tersebut bisa saja menurun tergantung dari lamanya waktu penggunaan resin dalam proses demineralisasi air dan jika tingkat efisiensinya menurun, maka kinerja resin dalam menukarkan ion juga akan semakin menurun, hal ini dapat disebabkan oleh karena adanya agen pengoksidasi, dekomposisi gugus penukar ion karena pengaruh termal, kontaminasi matriks resin karena adsorpsi material asing, atau karena pecahnya padatan resin. Hal – hal tersebut dapat mendekomposisi resin sehingga pada saat proses pengontakan resin dengan air baku resin tidak dapat bekerja secara maksimal.

BAB V PENUTUP

V.A Kesimpulan

Dari hasil perhitungan efisiensi resin penukar ion dalam satu siklus regenerasi pada sistem demineralisasi di dapatkan hasil efisiensi untuk resin kation sebesar 86,15 %, dan efisiensi untuk resin anion sebesar 82,56 %. Sesuai dengan tingkat efisiensi yang baik dimana tingkat efisiensi resin yang baik berkisar antara 80% - 90% (Diaion, 1995).

V.B Saran

Perlunya ditingkatkan mengenai evaluasi dan perbaikan baik berupa pengecekan dan penambahan volume resin pada perusahaan, untuk lebih meningkatkan hasil produksi air demin.

Sesuai penelitian yang telah dilakukan penulis yaitu menghitung efisiensi resin pada *mix bed*, maka penelitian selanjutnya dapat meneliti efisiensi resin pada *mix bed* unit lain karena memiliki kondisi operasi yang berbeda.

DAFTAR PUSTAKA

- Austin, George T. 1996. *Industri Proses Kimia*. Jakarta: Penerbit Erlangga.
- Bawa Putra, 2007. Efektivitas dan Kapasitas Resin Penukar Anion Sistem Batch Dalam Mengikat Nitrat dan Aplikasinya Pada Air Dari Sumber Mata Air Di Desa Sedang, *Jurnal Ecotrophic*, Vol. 2, No. 2, Halaman 62-65
- Diaion, 1995, *Manual OF Ion Exchange Resins and Synthetic Adsorbent Jilid I*, Mitsubishi Chemical Corporation.
- Eko Susetyo, 2017. Analisis *Lot Sizing Least Unit Cost* Untuk Efisiensi Biaya Persediaan *Resin Alkid*, *Jurnal Science Tech*, Vol. 3, No. 1, Halaman 55-66
- Ismono, 1988. Catatan kuliah Zat Penukar Ion dan Reaksi Penukaran Ion dalam *Analisa Kimia*, Jurusan Kimia FMIPA, ITB
- Kemmer, Frank N, 1988. "The Nalco Water Handbook second Edition", Mc.Grow Hill Book Company
- Konrad Dorfner, Anton J. Hartomo, 1995. *IPTEK Penukar Ion*, edisi pertama, penerbit Andi offset, Yogyakarta
- Muh. Ihsan Yasin, Nur Hikma, dkk. 2016. *Analisa Kapasitas Resin Laporan Kerja Praktek Pada PT. Indonesia Power UJP PLTU Barru 2x50MW*, Politeknik Negeri Ujung Pandang. Makassar
- PLN(A). 2004. *Teknologi Operasi PLTU*. Suralaya : PT PLN (Persero) Jasa Diklat Unit Pendidikan Dan Pelatihan Suralaya
- PLN(B). 2004. *Prinsip Dasar PLTU*. Suralaya : PT PLN (Persero) Jasa Diklat Unit Pendidikan Dan Pelatihan Suralaya
- Rahman Razak, Basuki Rahmat, 2012. Optimalisasi Hidrolisis Sukrosa Menggunakan Resin Penukar Kation Tipe Sulfonat, *Jurnal Natural Science*, Vol. 1, No. 1, Halaman 119-131
- Setiadi T. 2007. *Diktat Kuliah Pengolahan dan Penyediaan Air*. Institut Teknologi Bandung. Bandung

Sudirman, dkk. 2015. Laporan Praktek Kerja Lapangan Pada PT. BOSOWA ENERGI Pembangkit Listrik Tenaga Uap (PLTU) Jeneponto Coal Fired Steam Power Plant 2x125 M., Politeknik Negeri Ujung Pandang. Makassar

Yoyong Herawan. 2017. Mixed Bed Laporan Siswa OJT PLN Pada PT. Indonesia Power UJP PLTU Barru 2x50 MW, PLN Corporate University. Makassar

Pustaka dari Situs Internet :

Fariz. 2011. *Artikel pembangkit listrik tenaga uap.* (online) <http://fariz-pembangkitlistrik.blogspot.com/2011/12/bagian-bagian-pltu.html>. Download (diturunkan/diunduh) pada 16 Maret 2017.

Lentech. 2014. *Konduktifitas Air.* (online) <http://www.lenntech.com/applications/ultrapure/conductivity/water-conductivity.htm>. Download (diturunkan/diunduh) pada 17 Maret 2017.

LAMPIRAN A

DIAGRAM PROSES DEMINERALISASI AIR LAUT



LAMPIRAN B

PERHITUNGAN

Rumus Perhitungan

$$1. \text{ Efisiensi Resin } (\eta) = \frac{Q.t. \text{ TDS feed. } 15,45}{\text{TEC. } 35,34. \text{ VR}} \times 100\%$$

Dimana :

- η = efisiensi resin
 Q = Debit (m³/jam)
 t = Lamanya waktu (jam)
 VP = $Q.t$ = Volume Produk (m³)
 TDS_{feed} = Jumlah Total Kation atau Anion air baku (mg/l CaCO₃)
 TEC = Kapasitas Resin Penukar Ion (kgr/ft³)
 $35,34$ = faktor konversi ft³/m³
 $15,45$ = faktor konversi kgr/m³
 VR = Volume Resin (liter)

2. Kapasitas Resin

a). Rumus untuk menghitung kapasitas resin Kation

$$C_w = \frac{[(200 \times N_B) - (F \times N_A \times fp)]}{W} \times \rho_{\text{kation}}$$

Dimana :

- C_w : Kapasitas Resin
 N_B : Normalitas NaOH
 F : Volume rata-rata HCl yang dibutuhkan untuk menitrasi effluent (mL)
 N_A : Normalitas HCl
 fp : Faktor Pengenceran
 W : Massa sampel

ρ : Densitas Kation

b). Rumus untuk menghitung kapasitas resin Anion

$$C_w = \frac{M \times N \times fp}{W} \times \rho \text{ anion}$$

Dimana :

C_w : Kapasitas Resin

M : Volume rata-rata AgNO_3 yang dibutuhkan untuk menitrasi effluent (mL)

N : Normalitas AgNO_3

W : Massa sampel

ρ : Densitas Anion

3. Volume Resin

$$V = \pi r^2 \times t$$

Dimana :

V = volume resin

π = phi (3,14)

r = jari-jari (Diameter tangki Mix Bed)

t = tinggi resin

LAMPIRAN C

Menghitung Kapasitas Resin :

Data Pengamatan pada analisa kapasitas resin sebagai berikut :

1. Resin Kation

	F (ml)		N _A (meq/ml)	N _B (meq/ml)	W (g)	fp
Simplo	20.3	20.4	0.0995	0.1026	2.0003	4
Duplo	21.3	19.5	0.0995	0.1026	2.0003	4

2. Resin Anion

	M (ml)		N (meq/ml)	W (g)	fp
Simplo	6.2	5,2	0.1006	10.0018	10
Duplo	7,2	8,2	0.1006	10.0018	10

1. Resin Kation

a. Simplo

$$\begin{aligned}
 C_w &= \frac{[(200 \times N_B) - (F \times N_A \times fp)]}{W} \times \rho_{kation} \\
 &= \\
 &= \frac{[(200 \text{ mL} \times 0,1026 \text{ meq/mL}) - (40,7 \text{ mL} \times 0,0995 \text{ meq/mL} \times 4)]}{2,0003 \text{ g}} \times 1,2674 \text{ d/mL} \\
 &= \frac{[(20,52 \text{ meq}) - (17,0742 \text{ meq})]}{2,0003 \text{ g}} \times 1,2674 \text{ d/mL} \\
 &= 2,72 \text{ meq/g} \\
 &= 2,72 \text{ eq/L}
 \end{aligned}$$

b. Duplo

$$C_w = \frac{[(200 \times N_B) - (F \times N_A \times fp)]}{W} \times \rho_{kation}$$

=

$$\frac{[(200 \text{ mL} \times 0,1026 \text{ meq/mL}) - (40,7 \text{ mL} \times 0,0995 \text{ meq/mL} \times 4)]}{2,0003 \text{ g}} \times 1,2674 \text{ d/mL}$$

$$= \frac{[(20,52 \text{ meq}) - (16,2384 \text{ meq})]}{2,0003 \text{ g}} \times 1,2674 \text{ d/mL}$$

$$= 2,72 \text{ meq/g}$$

$$= 2,72 \text{ eq/L}$$

$$\text{Rata-rata} : \frac{2,72 \text{ eq/L} + 2,72 \text{ eq/L}}{2} : 2,72 \text{ eq/L}$$

$$\text{Konversi} : 2,72 \text{ eq/L} \times 22 : 59,8 \text{ kg/ft}^3$$

2. Resin Anion

a. Simplo

$$C_w = \frac{M \times N \times fp}{W} \times \rho_{anion}$$

$$= \frac{11,4 \text{ mL} \times 0,1006 \text{ meq/mL} \times 10}{10,0018 \text{ g}} \times 1,0655 \text{ d/mL}$$

$$= 1,22 \text{ meq/g}$$

$$= 1,22 \text{ eq/L}$$

b. Duplo

$$C_w = \frac{M \times N \times fp}{W} \times \rho_{anion}$$

$$= \frac{15,4 \text{ mL} \times 0,1006 \text{ meq/mL} \times 10}{10,0018 \text{ g}} \times 1,0655 \text{ d/mL}$$

$$= 1,65 \text{ meq/g}$$

$$= 1,65 \text{ eq/L}$$

$$\text{Rata-rata} : \frac{1,22 \text{ eq/L} + 1,65 \text{ eq/L}}{2} : 1,43 \text{ eq/L}$$

$$\text{Konversi} : 1,43 \text{ eq/L} \times 22 : 31,4 \text{ kg/ft}^3$$

LAMPIRAN D

Menghitung Volume Resin :

$$V = \pi r^2 \times t$$

Dimana :

V = volume resin

π = phi (3,14)

r = jari-jari (Diameter tangki Mix Bed)

t = tinggi resin

Dik :

$\pi = 3,14$

r = 0,5 m

t = untuk kation : 0,6 m dan untuk anion : 1,2 m

➤ Untuk Volume Resin Kation :

$$V = \pi r^2 \times t$$

$$V = 3,14 \times (0,5 \text{ m})^2 \times 0,6 \text{ m}$$

$$V = 0,471 \text{ m}^3$$

$$V = 471 \text{ liter}$$

➤ Untuk Volume Resin Anion :

$$V = \pi r^2 \times t$$

$$V = 3,14 \times (0,5 \text{ m})^2 \times 1,2 \text{ m}$$

$$V = 0,936 \text{ m}^3$$

$$V = 936 \text{ liter}$$

LAMPIRAN E

1. Perhitungan Efisiensi Resin Kation dan Anion pada satu Siklus

Date	Running Hours	Flow (m ³ /h)	MIX BED B			Produk (m ³)	Total Produk	Efisiensi Resin (%)	
			Feed Analysis	Out Water Analysis				Kation	Anion
				TDS (mg/l CaCO ₃)	Ph (6-8)				
			<50	<0,2					
30/05/2017	18	25,88	9,22	6,15	0,1	466	466	6,67	6,39
31/05/2017	18	24,49	11,86	7,12	0,03	440	906	8,10	7,76
01/06/2017	17	25,2	11,86	7,25	0,06	428	1334	7,88	7,55
02/06/2017	16	22,12	11,19	7,03	0,1	354	1688	6,15	5,89
03/06/2017	17	25,32	12,58	7,67	0,9	430	2118	8,40	8,05
04/06/2017	18	27,17	11,74	6,54	1,5	489	2607	8,91	8,54
05/06/2017	17	27,3	14,07	6,09	0,06	464	3071	10,13	9,71
06/06/2017	18	24,38	14,58	6,78	0,9	438	3509	9,91	9,50
07/06/2017	15	24,28	15,64	7,05	0,3	364	3873	8,84	8,47
08/06/2017	16	25,1	17,9	6,06	0,2	402	4275	11,17	10,70
TOTAL							23847	86,15	82,56

$$\text{Efisiensi Resin } (\eta) = \frac{Q.t. \text{ TDS feed. } 15,45}{\text{TEC. } 35,34. \text{ VR}} \times 100\%$$

Dimana :

η = efisiensi resin (%(mg/L))

Q = Debit (m³/jam)

t = Lamanya waktu (jam)

VP = Q.t = Volume Produk (m³)

TDS _{feed}	= Jumlah Total Kation atau Anion air baku (mg/l CaCO ₃)
TEC	= Kapasitas Resin Penukar Ion (kgr/ft ³)
35,34	= faktor konversi ft ³ /m ³
15,45	= faktor konversi kgr/m ³
VR	= Volume Resin (liter)

a. Menghitung efisiensi resin untuk Resin Kation

Tanggal 30 Mei 2017

$$\eta = \frac{Q.t.TDS\ feed. 15,45}{TEC. 35,34. VR} \times 100\%$$

$$\eta = \frac{466\ m^3 \cdot 9,22\ \frac{mg}{l} \cdot 15,45\ kg/m^3}{59,8\ \frac{kg}{ft^3} \cdot 35,34\ ft^3/m^3 \cdot 471\ m^3} \times 100\%$$

$$\eta = 6,67\ \% \left(\frac{mg}{l}\right)$$

b. Menghitung efisiensi resin untuk Resin Anion

Tanggal 30 Mei 2017

$$\eta = \frac{Q.t.TDS\ feed. 15,45}{TEC. 35,34. VR} \times 100\%$$

$$\eta = \frac{466\ m^3 \cdot 9,22\ \frac{mg}{l} \cdot 15,45\ kg/m^3}{31,4\ \frac{kg}{ft^3} \cdot 35,34\ ft^3/m^3 \cdot 936\ m^3} \times 100\%$$

$$\eta = 6,39\ \% \left(\frac{mg}{l}\right)$$