

## **EVALUASI REGENERASI CONDENSATE POLISHER PLANT PADA PT. YTL JAWA TIMUR**

Haura Rahmayanti, Asalil Mustain, Erry Nabil

Jurusan Teknik Kimia, Politeknik Negeri Malang, Jl. Soekarno Hatta No. 9, Malang, Indonesia  
Haurarahmaa12@gmail.com, [asalil89@polinema.ac.id]

### **ABSTRAK**

Listrik merupakan energi yang sangat dibutuhkan pada saat ini dengan kemajuan teknologi dan industri yang mengakibatkan penggunaan listrik semakin meningkat. PT. YTL Jawa Timur merupakan salah satu pembangkit listrik di Indonesia yang berada di Paiton Jawa Timur. Untuk menghasilkan listrik, uap yang berasal dari air laut dibutuhkan untuk menggerakkan turbin. Air laut akan diubah menjadi air demineral dengan melewati beberapa *treatment* sehingga air laut yang digunakan dapat memenuhi persyaratan khusus untuk masuk ke dalam *boiler*. *Condensate Polisher Plant (CPP)* merupakan salah satu *water treatment* yang digunakan untuk memurnikan air dari ion pengotor. Pada CPP berisi resin anion dan kation, air demineral akan dilewatkan melalui resin sehingga terjadi proses *ion exchange*. Resin jika terus menerus digunakan akan jenuh, maka CPP perlu dilakukan regenerasi resin. Pada proses regenerasi, *flowrate* aktual tidak sama dengan *flowrate set point*, hal tersebut dapat disebabkan oleh konsentrasi dari bahan kimia yang digunakan tidak sesuai dengan spesifikasi dan ketentuan awal pada saat bahan kimia masih belum digunakan, semakin jenuh resin maka proses regenerasi akan semakin berat. Berdasarkan data proses regenerasi dan perhitungan konsumsi bahan kimia dan air, konsumsi bahan kimia pada proses regenerasi NaOH 0,462 ton/regenerasi dan HCl 0,783 ton/regenerasi. Sedangkan konsumsi air pada proses regenerasi 136,71 m<sup>3</sup>/regenerasi.

**Kata kunci:** *condensate polisher plant, regenerasi, resin, water treatment*

### **ABSTRACT**

*Electricity is energy that is needed at the moment with technological and industrial advancements resulting in increasing use of electricity. PT. YTL East Java is one of the power plants in Indonesia which is located in Paiton, East Java. To produce electricity, steam coming from seawater is needed to drive turbines. Sea water will be converted into demineralized water by passing several treatments so that the sea water used can meet special requirements for entry into the boiler. Condensate Polisher Plant (CPP) is one of the water treatments used to purify water from impurities. In CPP containing anion resin and cation, demineralized water will be passed through the resin so that the ion exchange process occurs. If the resin is continuously used to be saturated, then CPP needs to regenerate the resin. In the regeneration process, the actual flowrate is not the same as the set point flowrate, it can be caused by the concentration of the chemical used that is not in accordance with the specifications and initial provisions when the chemical is still not being used, the more saturated the resin the regeneration process will be heavier. Based on the regeneration process data and the calculation of the consumption of chemicals and water, the consumption of chemicals in the regeneration process is 0.462 tons/regeneration of NaOH and HCl of 0.783 tons/regeneration. While the consumption of water in the regeneration process is 136.71 m<sup>3</sup>/regeneration.*

**Keywords:** *condensate polisher plant, regeneration, resin, water treatment*

## 1. PENDAHULUAN

Listrik merupakan energi yang sangat dibutuhkan pada saat ini dengan kemajuan teknologi dan industri yang mengakibatkan penggunaan listrik semakin meningkat. PT. YTL Jawa Timur merupakan salah satu pembangkit listrik di Indonesia yang berada di Paiton Jawa Timur. PT. YTL Jawa Timur menggunakan batu bara sebagai bahan bakar yang digunakan untuk memanaskan air menjadi uap. Uap yang dihasilkan akan digunakan untuk menggerakkan turbin sehingga dapat menghasilkan listrik. Air yang digunakan pada *boiler* adalah air laut yang diubah menjadi air demineral, untuk mengubah air laut menjadi air demineral dibutuhkan beberapa *treatment* sehingga air laut yang digunakan dapat memenuhi persyaratan kimia khusus untuk masuk ke dalam *boiler*. Sistem pada pembangkit menggunakan *close loop system* atau bisa disebut dengan siklus *Rankine*. Desain suatu pembangkit energi pada PLTU didasarkan pada teori-teori termodinamika, yaitu siklus *Rankine*. Siklus Rankine merupakan salah satu siklus tertutup yang banyak digunakan pada sistem pembangkit tenaga uap [1]. Siklus energi pada PLTU didefinisikan sebagai aliran dari proses termodinamika dari suatu fluida yang bekerja secara berulang-ulang bertujuan untuk membangkitkan tenaga mekanis. Dalam *close loop system*, air yang telah menjadi uap akan dikondensasikan untuk digunakan kembali sebagai bahan baku pembuatan uap. Dengan menggunakan air yang sama, maka akan mengurangi biaya operasi.

Sistem yang mengatur penggunaan kembali air pengisi boiler ini adalah *Condensate System*. *Condenser* merupakan bagian utama dari *condensate system*. Pada *condenser*, uap akan dikondensasikan menjadi air, dimana air ini akan digunakan lagi sebagai *feedwater*. Sedangkan uap yang telah terkondensasi akan dikumpulkan di *condenser*. *Condenser* merupakan awal dari siklus air pada sistem kondensat. Pemurnian dalam sistem air kondensat dapat dilakukan dengan cara mengalirkan air kondensat melintasi penukar ion *Condensate Polisher Plant* (CPP). CPP merupakan alat yang berfungsi sebagai proteksi terakhir terhadap boiler dengan cara memurnikan kembali air demin. Pada *condensate polisher* berisi resin anion dan kation kuat, dimana air demineral akan dilewatkan melalui resin tersebut sehingga terjadi proses *ion exchange* dan impurities tertahan menyebabkan nilai *cation conductivity* air demineral turun hingga  $<0,1 \mu\text{S}/\text{cm}$ . Melalui proses pemurnian internal ini, maka pencemar yang dapat mengakibatkan korosi pada komponen-komponen boiler dapat dihilangkan sehingga kualitas air kondensat menjadi lebih baik. Di dalam CPP terdapat resin anion dan kation. Resin adalah polimer tingkat tinggi yang dihasilkan dari reaksi kimia antara dua substansi dengan adanya panas atau katalis [2]. Resin merupakan senyawa hidrokarbon terpolimerisasi sampai tingkat yang tinggi yang mengandung ikatan-ikatan hubungan silang serta gugusan yang mengandung ion-ion yang dapat ditukarkan. Diameter dari resin biasanya 0,4-1,2 mm. Resin anion akan mengikat ion negatif yang akan menyebabkan kerak (*scale*), sedangkan pada resin kation akan menangkap ion positif yang akan menyebabkan korosi.

Kemampuan resin penukar ion pada CPP untuk menangkap ion pengotor dalam air memiliki keterbatasan, sehingga setelah waktu tertentu resin penukar ion tidak mampu lagi menangkap ion pengotor dalam air kondensat. Keadaan ketika resin kation dan anion tidak mampu lagi menangkap pengotor dalam air maka resin dapat dikatakan jenuh. Tingkat kejenuhan resin adalah ketika konduktivitas  $\geq 1\mu\text{S}/\text{cm}$  pada keluaran CPP. Untuk menjaga sistem kerja CPP, maka perlu dilakukan regenerasi resin pada CPP. Proses regenerasi adalah proses pertukaran timbal balik antara ion yang terdapat di dalam air dengan ion yang ada pada resin [3]. Proses regenerasi berfungsi untuk menukarkan ion pengotor air yang terikat pada resin dengan ion pada regenerasi yang bermuatan sama [4], dimana kation pengotor yang

terikat pada resin akan dipertukarkan dengan kation pada regeneran sedangkan anion pengotor pada resin akan dipertukarkan dengan anion pada regeneran [4]. Regeneran adalah bahan kimia yang digunakan untuk meregenerasi resin penukar ion [4]. Bahan kimia yang dipakai adalah larutan pekat yang berarti mengandung banyak ion H<sup>+</sup> atau OH<sup>-</sup>. Regeneran yang digunakan adalah larutan HCl untuk resin kation dan larutan NaOH untuk resin anion.

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui konsumsi air dan bahan kimia pada setiap regenerasi CPP pada PT. YTL Jawa Timur. Sehingga hasil dari penelitian ini dapat digunakan sebagai perkiraan jumlah konsumsi bahan kimia dan air pada setiap proses regenerasi.

## 2. METODOLOGI PENELITIAN

### 2.1. Pengumpulan Data

Pengumpulan data dilakukan dengan mengambil data flowrate aktual dan *set point* serta waktu proses pada 3 tahap regenerasi yaitu *sequence A*, *Sequence B*, dan *sequence C*. Pengambilan data dilakukan pada unit *Water Treatment Plant* di *computer control room*.

### 2.2. Perhitungan

Untuk menghitung kebutuhan air dan bahan kimia serta biaya yang dikeluarkan dapat menggunakan perhitungan sebagai berikut:

1. Menghitung volume akhir di tangki bahan kimia pada saat regenerasi.

$$M_1 \cdot V_1 = M_2 \cdot V_2 \quad (1)$$

Dimana:

$M_1$  = Konsentrasi larutan sebelum pelarutan

$V_1$  = Volume larutan sebelum pelarutan

$M_2$  = Konsentrasi larutan sesudah pelarutan

$V_2$  = Volume larutan sesudah pelarutan

2. Menghitung konsumsi air pada proses regenerasi

$$v = \frac{m}{t} \quad (2)$$

$$m = v \times t \quad (3)$$

Dimana :

$v$  = flowrate (ton/jam)

$m$  = massa (ton)

$t$  = waktu (jam)

### 3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Data dari proses regenerasi dapat dilihat pada Tabel 1-5 berikut ini :

**Tabel 1.** Flowrate dan waktu sequence A

Description	Regenerasi sequence A			
	Time		Flowrate	
	SP (menit)	Act(menit)	SP(ton/hr)	Act(ton/hr)
Abro cycle			12x	
Fast Backwash	20	20	21	21,9
Slow backwash	30	30	10	12,7
Classify Backwash	30	30	6	7,7
Fast transfer to Cation V	8	8	13	7,6
Slow transfer to Cation V	3	3	13	13
Transfer to interface	2	2,2	13	13
Flush transfer line	1	1	22	12,5

**Tabel 2.** Flowrate dan waktu sequence B Cation

Description	Regenerasi Sequence B Cation			
	Time		Flowrate	
	SP(menit)	Act(menit)	SP(Ton/hr)	Act(Ton/hr)
Backwash	5	5	26	51
Acid Injection	90	90	6,2	5,4
Acid Displacement	90	90	5,2	5,1
2nd Backwash	10	10	10	11,4
Final cation rinse	10	10	73	98,9

**Tabel 3.** Flowrate dan waktu sequence B Anion

Description	Regenerasi Sequence B Anion			
	Time		Flowrate	
	SP(menit)	Act(menit)	SP(Ton/hr)	Act(Ton/hr)
Backwash	10	5	21	17,8
Preheat	15	15	6,2	4,2
Caustic Injection	63	60	6,2	4,2
Caustic Displacement	41	60	6,2	4,2
Fast Rinse	10	10	36	5
Fast Backwash	10	10	21	15,6
Slow Backwash	10	10	10	9,39
Classify Backwash	10	10	6	5,55
Transfer resin heal	1	1	13	5,4
Flush transfer line	1	1	22	11
Secondary Fast Rinse	10	26	36	26,4

**Tabel 4.** Flowrate dan waktu *sequence C*

<i>Description</i>	Regenerasi <i>Sequence C</i>			
	<i>Time</i>		<i>Flowrate</i>	
	SP(menit)	Act(menit)	SP(Ton/hr)	Act(Ton/hr)
<i>Transfer Anion Resin</i>	7	20	16	8,19
<i>Refill</i>	16	10	40	50,1
<i>Rinse to quality</i>	30	3	50,1	83,1

**Tabel 5.** Konsumsi bahan kimia (HCl dan NaOH)

Konsumsi Bahan	Jumlah Total Konsumsi Bahan
HCl consumption SP	1,346 Ton/Regenerasi
NaOH Consumption SP	0,835 Ton/Regenerasi
HCl Consumption Actual	0,783 Ton/Regenerasi
NaOH Consumption Actual	0,462 Ton/Regenerasi

Hasil analisa pada proses regenerasi yang telah dilakukan, *flowrate* aktual tidak sama dengan *flowrate set point*, hal tersebut dapat disebabkan oleh beberapa faktor. Faktor pertama adalah konsentrasi dari bahan kimia yang digunakan tidak benar-benar sesuai dengan spesifikasi dan ketentuan awal pada saat bahan kimia masih belum digunakan. Faktor kedua adalah tingkat kejenuhan resin, semakin jenuh resin maka akan semakin berat proses regenerasi, sehingga *flowrate actual* akan berbeda dengan *flowrate set point* [5]. Perbedaan *flowrate* ini akan berpengaruh pada konsumsi air dan bahan kimia yang digunakan pada proses regenerasi. Jika *flowrate* aktual lebih kecil daripada *set point*, maka konsumsi air akan lebih sedikit jumlahnya. Tabel 1 menunjukkan bahwa *flowrate* pada proses berbeda dengan *set point* tetapi perbedaannya tidak terlalu jauh, sedangkan pada Tabel 2 saat *backwash* dan *final cation rinse*, *flowrate* berada jauh diatas *set point*. Tabel 3 berkebalikan dengan *flowrate sequence B* anion menunjukkan nilai yang tidak mencapai *set point*. Tabel 4 menunjukkan bahwa *flowrate* pada proses *sequence C* tidak ada yang sesuai dengan *set point*. Tabel 5 menunjukkan bahwa hasil konsumsi bahan kimia antara *set point* dan aktual, terlihat bahwa konsumsi bahan kimia aktual lebih sedikit jika dibandingkan dengan *set point*. Hal ini diakibatkan oleh perbedaan *flowrate* antara *set point* dan aktual. Selain tingkat kejenuhan resin, faktor peralatan juga menjadi salah satu penyebab keadaan aktual tidak sesuai dengan *set point*.

Perhitungan pada regenerasi resin juga dilakukan untuk mengetahui berapa konsumsi bahan kimia selama proses berlangsung. Dari perhitungan yang telah dilakukan, pada proses regenerasi, konsumsi HCl sebesar 0,783 ton/regenerasi dan NaOH sebesar 0,462 ton/regenerasi. Hal ini menunjukkan bahwa konsumsi *acid* atau HCl lebih banyak jika dibandingkan dengan *caustic* (NaOH), yang disebabkan oleh kondisi resin kation lebih jenuh dibanding dengan resin anion sehingga konsumsi HCl lebih banyak dibutuhkan oleh resin

kation untuk mengembalikan kemampuannya dalam penyerapan ion pengotor. Sedangkan, konsumsi air pada proses regenerasi sebesar 136,71 m<sup>3</sup>/regenerasi.

#### 4. KESIMPULAN

Regenerasi dilakukan untuk mengembalikan kemampuan resin dalam menukar ion. Regenerasi tersebut dilakukan dalam 3 *sequence* yaitu A, B dan C. Pada tiap *sequence* terdiri dari beberapa langkah proses, yang mana dari tiap proses diperoleh *flowrate* dan waktu aktualnya. Namun faktanya nilai *flowrate set point* tidak sama dengan *flowrate actual*, hal tersebut disebabkan oleh beberapa faktor seperti halnya disebabkan oleh tingkat kejenuhan resin yang mempengaruhi kerja alat dan kondisi alat tidak dalam kondisi 100% baik. Konsumsi bahan kimia pada proses regenerasi adalah HCl sebesar 0,783 ton/regenerasi dan NaOH sebesar 0,462 ton/regenerasi. Sedangkan, konsumsi air pada keseluruhan proses regenerasi sebesar 136,71 m<sup>3</sup>/regenerasi.

#### REFERENSI

- [1] Wakil El, M., 1984, *Power Plant Technology*, McGraw-Hill Book Company, Singapore.
- [2] Lewis, R.J., 2002, *Condensed Chemical Dictionary*, John Wiley and Sons, Inc., New York
- [3] Saroso, H., 2016, *Optimalisasi Pemakaian NaOH dan HCl untuk Regenerasi Resin Two Bed Water Treatment Plant*, Prosiding SENTIA 2016 – Politeknik Negeri Malang, Vol. 8, No.2, 17-22.
- [4] Lestari, D.E., Utomo, S.B., Harsono, H., 2012, *Analisis Kemampuan Resin Penukar Ion pada Sistem Air Bebas Mineral (GCA 01) RSG-Gas*, Prosiding Seminar Nasional Teknologi dan Aplikasi Reaktor Nuklir PRSG, 21-33.
- [5] Tim PT. YTL Jawa Timur, 2014, *Water Treatment Technology–Filtration*, PT. YTL Jawa Timur, Probolinggo.