

## **EVALUASI KINERJA SISTEM CONDENSATE POLISHER PLANT DI PT YTL JAWA TIMUR**

Niamatur Rofiah dan Asalil Mustain

Jurusan Teknik Kimia, Politeknik Negeri Malang, Jl. Soekarno Hatta No. 9, Malang, Indonesia  
[niamatur@gmail.com](mailto:niamatur@gmail.com), [[asalil89@polinema.ac.id](mailto:asalil89@polinema.ac.id)]

### **ABSTRAK**

*Condensate Polisher Plant (CPP)* merupakan peralatan yang berfungsi untuk menghilangkan atau mengurangi kandungan bahan kimia yang tidak dibutuhkan pada air kondensat. Dalam CPP terdapat resin anion dan kation yang berfungsi untuk menangkap ion pengotor yang tidak diperlukan. Resin yang ada di dalam CPP dapat mengalami kejenuhan, sehingga resin tidak mampu lagi menangkap ion pengotor yang terdapat dalam air kondensat, sehingga regenerasi pada resin diperlukan pada kondisi tersebut. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui kinerja dari sistem CPP dan mengetahui nilai *exchange time* dan *exchange capacity* pada saat CPP beroperasi. Performa dari resin dapat diketahui dengan cara mengambil sampel pada saat CPP beroperasi. Pengambilan sampel dari CPP unit 6A kemudian dilakukan analisis. Data hasil analisa yang telah dilakukan pada kandungan air sebelum melewati dan sesudah melewati proses di CPP selanjutnya digunakan untuk menghitung *exchange capacity* dan *exchange time*. *Exchange capacity* dihitung untuk mengetahui seberapa banyak *impurities* atau senyawa kimia yang dapat ditangkap oleh resin, sedangkan *exchange time* dihitung untuk mengetahui berapa lama resin dapat melakukan pertukaran ion. Nilai *exchange capacity* kation unit 6A sebesar 1061,43 eq/jam dan *exchange time* anion 6A sebesar 6,59 jam sedangkan untuk *exchange capacity* anion 6,43 eq/hr dan *exchange time* anion sebesar 544,3 jam. Hasil perhitungan menunjukkan nilai *exchange capacity* anion lebih besar dari kation, namun pada faktanya waktu yang diperlukan untuk *service* CPP sesuai dengan *exchange time* kation, hal tersebut karena kation yang menjadi *limiting time* pada proses.

**Kata kunci:** *Condensate Polisher Plant, Exchange Capacity, Exchange Time, Resin*

### **ABSTRACT**

*Condensate Polisher Plant (CPP)* is equipment that serves to eliminate or reduce the content of chemicals that are not needed in condensate water. In CPP there are anion resins and cations that function to capture impurities that are not needed. The resin in CPP can become saturated, so the resin is no longer able to capture impurities ions contained in condensate water, so regeneration of the resin is needed under these conditions. This study aims to determine the performance of the CPP system and know the value of exchange time and exchange capacity when CPP operates. The performance of the resin can be determined by taking a sample when CPP is operating. Sampling from unit 6A CPP was then analyzed. Data analysis results that have been done on the water content before passing through and after passing the process at CPP are then used to calculate the exchange capacity and exchange time. Exchange capacity is calculated to find out how much impurities or chemical compounds can be captured by the resin, while the exchange time is calculated to find out how long the resin can exchange ions. The value of the 6A unit exchange capacity is 1061.43 eq / hr and the 6A anion exchange time is 6.59 hours while for the exchange capacity anion is 6.43 eq / hr and the exchange time anion is 544.3 hours. The calculation results show the value of exchange capacity anion is greater than the cation, but in fact the time required for CPP service is in accordance with the exchange time of the cation, it is because the cation becomes a limiting time in the process.

**Keywords:** *Condensate Polisher Plant, Exchange Capacity, Exchange Time, Resin*

## 1. PENDAHULUAN

PT YTL Jawa Timur adalah salah satu pembangkit listrik tenaga uap berbahan bakar batubara. Uap dihasilkan dari proses penguapan air demineral di *boiler*. Air laut yang akan digunakan untuk mengisi *boiler* tersebut memerlukan persyaratan kimia khusus, Sehingga air laut diubah menjadi air demineral melalui beberapa *treatment*. Sistem pada pembangkit menggunakan *close loop system*. 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 biaya operasi akan bisa dikurangi. Dalam proses ini, air penambah (*make-up water*) tetap diperlukan dengan jumlah sesuai dengan *water losses* yang terjadi selama siklus air [1].

Pada PLTU, bagian yang mengatur penggunaan kembali air pengisi boiler ini adalah *condensate polisher system*. *Condenser (hotwell)* 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 *hotwell*. *Hotwell* merupakan awal dari siklus air pada sistem kondensat. Pemurnian dilakukan dalam sistem air kondensat dapat dilakukan dengan cara mengalirkan air kondensat melintasi penukar ion *Condensate Polisher Plant (CPP)* [2]. CPP bekerja seperti *mixed bed* yaitu berupa *ion exchanger*. Di dalam CPP terdapat resin anion dan kation, resin anion akan mengikat ion negatif yang akan menyebabkan kerak, sedangkan pada resin kation akan menangkap ion positif yang akan menyebabkan korosi [3]. CPP digunakan ketika terjadi kontaminasi air dengan mineral yang disebabkan oleh kebocoran *tube* pada kondensor atau proses demineralisasi yang kurang baik. Di dalam air kondensat terdapat senyawa yang tidak diinginkan yaitu Na, Cl, NH<sub>4</sub>, dan SiO<sub>2</sub>, senyawa ini akan ditangkap oleh resin anion dan kation sehingga pada keluaran CPP kandungan senyawa ini akan berkurang/hilang [4].

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 [5]. 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 regenerasi resin pada CPP perlu dilakukan. Proses regenerasi adalah proses pengaktifan kembali gugus fungsional resin penukar ion yang berfungsi untuk mengambil atau mengikat ion-ion pengotor yang berada dalam air baku. Regenerasi dilakukan untuk meningkatkan kualitas resin sehingga mampu digunakan untuk mengikat ion-ion kation dan anion yang ada seperti Cl, Mg, Ca dan lain sebagainya. Ion-ion tersebut perlu diikat dikarenakan dapat menyebabkan korosi pada turbin [6]. Regenerasi dilakukan dengan cara mengalirkan bahan kimia kedalam resin penukar ion yaitu larutan HCl untuk resin kation dan larutan NaOH untuk resin anion.

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui kinerja dari sistem CPP yang ada di PT YTL Jawa Timur dan mengetahui nilai *exchange time* dan *exchange capacity* pada saat CPP beroperasi.

## 2. METODOLOGI PENELITIAN

### 2.1 Pengumpulan Data

Pengambilan sampel dilakukan pada CPP unit 6A di PT YTL Jawa Timur. Sampel tersebut selanjutnya dianalisa kandungan Na, Cl, NH<sub>4</sub> dan SO<sub>4</sub>. Dari kandungan senyawa tersebut, performa CPP dapat diamati untuk mengetahui nilai *exchange time* dan *exchange capacity* pada saat CPP beroperasi. Selain itu, pengamatan terhadap *throughput* (jumlah air yang melewati CPP) dan nilai konduktivitas pada air juga dilakukan.

### 2.2 Perhitungan

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

1. Menghitung volume resin pada saat CPP beroperasi.

$$V_R = V_C \times \text{Kapasitas resin} \quad (1)$$

Dimana:

$V_R$  = Volume resin

$V_C$  = Volume senyawa kation

2. Menghitung *exchange capacity*

$$\text{Exchange Capacity} = \text{Flowrate} \times \Sigma \text{cation} \quad (2)$$

3. Menghitung *exchange time*

$$\text{Exchange Capacity} = \frac{\text{Volume Resin}}{\text{Exchange Capacity}} \quad (3)$$

## 3. HASIL DAN PEMBAHASAN

### 3.1 Data Hasil Pengamatan

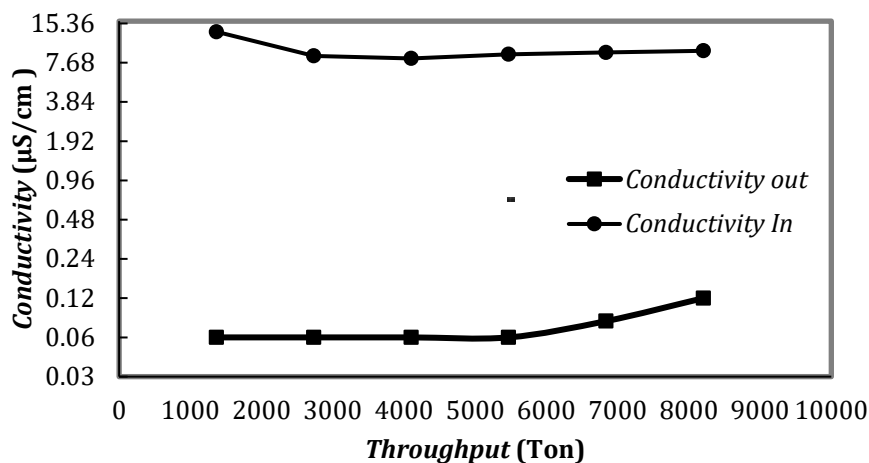
Data aktual hasil analisis sampel pada saat *service* CPP (CPP beroperasi) dapat dilihat pada Tabel 1 berikut ini :

**Tabel 1.** Data analisis kandungan senyawa kimia dalam air

No	NH <sub>4</sub> (mg/L)		Na (ppb)		SO <sub>4</sub> (ppb)		Cl (ppb)		Conductivity (μs/cm)		Throughput (Ton)
	in	out	in	out	in	out	in	out	in	out	
1	2,24	0	4,05	2,45	0,49	0,38	16,3	0,68	13,26	0,06	1367,54
2	1,66	0,07	11,37	0,17	1,16	0,59	4,0	0,60	8,66	0,06	2735,08
3	0,96	0	3,14	2,61	1,19	0,30	12,5	1,31	8,28	0,06	4102,62
4	1,05	0,01	4,13	0,94	1,13	0,79	3,8	1,56	8,91	0,06	5470,16
5	1,12	0,04	2,11	1,31	2,19	0,65	3,5	1,80	9,21	0,08	6837,7
6	1,38	0,05	5,98	1,55	1,42	0,20	3,3	0,73	9,48	0,12	8205,24

### 3.2 Analisis *Troughput* dengan *Conductivity*

*Conductivity* atau konduktivitas sering disebut juga daya hantar listrik (DHL) maksudnya adalah gambaran numerik dari kemampuan air untuk meneruskan listrik, semakin kecil nilai konduktivitas maka semakin baik kualitas air tersebut.

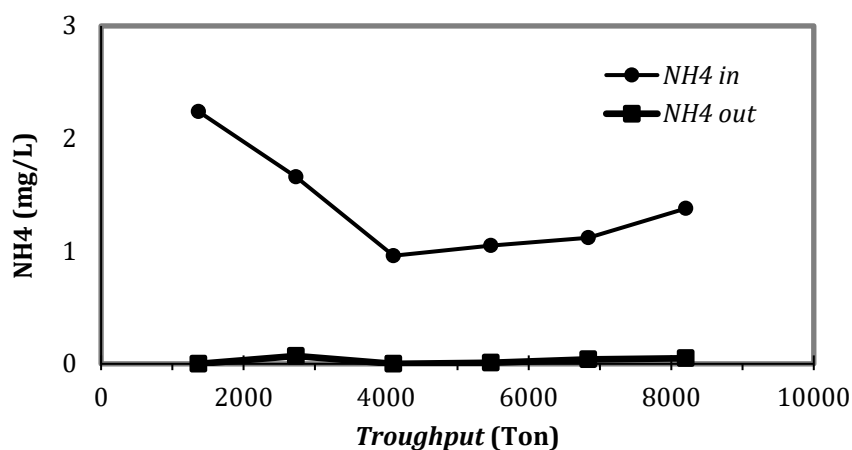


**Gambar 1.** Perbandingan *troughput* dengan *conductivity*

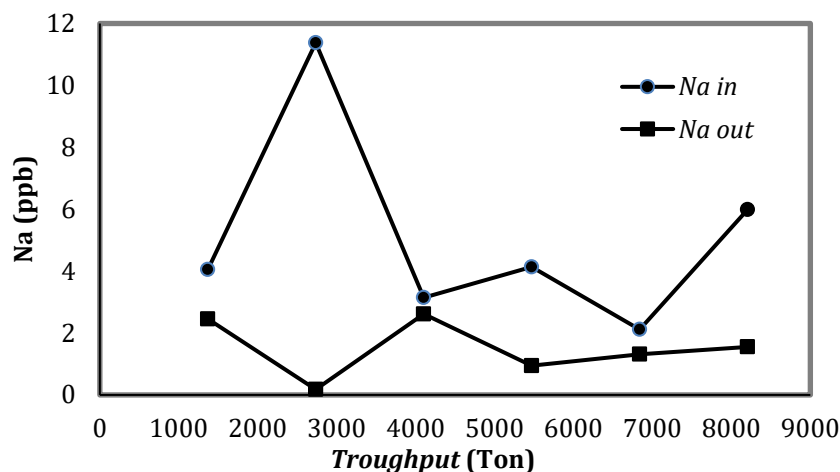
Gambar 1 menunjukkan bahwa nilai *conductivity out* mengalami penurunan dari *conductivity in*. *Conductivity out* stabil dari awal *running* sampai mengalami kenaikan nilai *conductivity* dari 0,06  $\mu\text{S/cm}$  menjadi 0,08  $\mu\text{S/cm}$  pada saat 4 jam *running*. Kenaikan nilai *conductivity* menandakan bahwa resin mendekati *exhaust*, *exhaust* terjadi apabila nilai *influent* sama dengan *effluent*. Dari proses yang berlangsung, masa *exhaust* dari resin tidak diketahui karena proses *service* unit 6A hanya berlangsung 6 jam dan nilai *conductivity out* terakhir sebesar 0,12  $\mu\text{S/cm}$ .

### 3.3 Analisis *Troughput* dengan Senyawa Kation ( $\text{NH}_4$ dan Na)

Dari hasil analisis yang dilakukan pada sampel CPP unit 6A, grafik yang menunjukkan penyerapan resin terhadap senyawa kation ( $\text{NH}_4$  dan Na) diperoleh seperti Gambar 2 dan 3 berikut:



**Gambar 2.** Perbandingan *troughput* dengan amonia

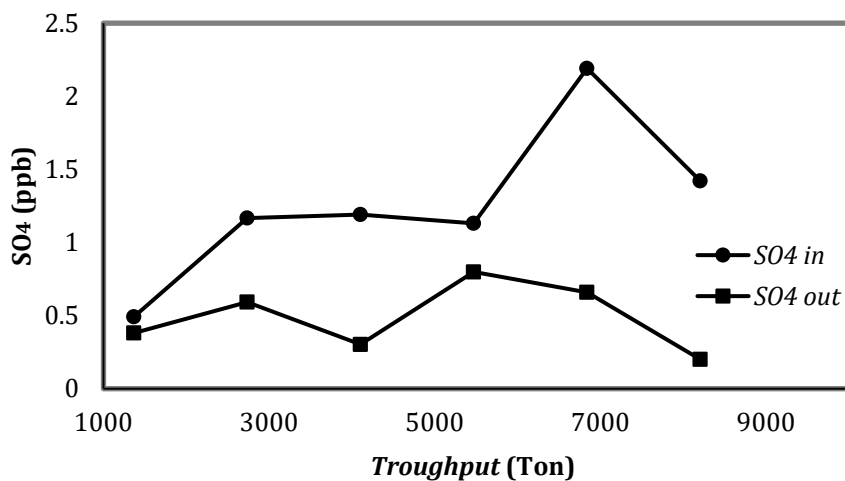


**Gambar 3.** Perbandingan *troughput* dengan sodium

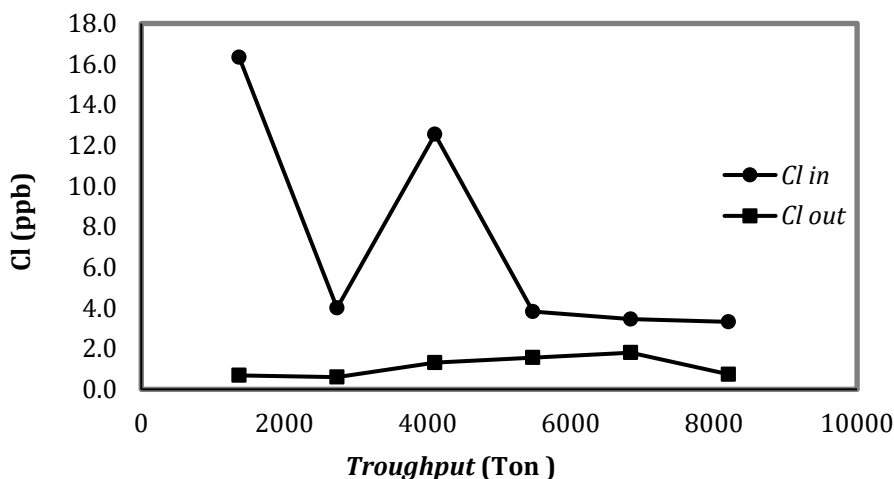
Gambar 2 dan 3 menunjukkan bahwa terjadi penyerapan amonia dan sodium pada kation, namun resin cenderung akan lebih menyerap amonia terlebih dahulu karena nilai koefisien selektivitas dari amonia lebih kuat daripada nilai koefisien selektivitas dari sodium. Koefisien amonia sebesar 2,6 sedangkan koefisien selektivitas dari sodium sebesar 2,0 [6]. Sehingga, resin akan cenderung mengikat amonia dan melepas sodium. Gambar 2 dan 3 membuktikan bahwa kadar amonia *out* dari waktu ke waktu stabil sedangkan kadar sodium *out* tidak stabil.

### 3.4 Analisis *Troughput* dengan Senyawa Anion ( $\text{SO}_4$ dan Cl)

Dari hasil analisis yang dilakukan pada sampel CPP unit 6A, grafik yang menunjukkan penyerapan resin terhadap senyawa anion ( $\text{SO}_4$  dan Cl) diperoleh seperti Gambar 4 dan 5 berikut:



**Gambar 4.** Perbandingan *troughput* dengan sulfat



Gambar 5. Perbandingan *throughput* dengan klorida

Gambar 4 dan 5 menunjukkan bahwa terjadi penyerapan sulfat dan klorida pada anion. Namun resin cenderung akan lebih menyerap klorida terlebih dahulu karena nilai selektivitas dari klorida lebih kuat daripada nilai selektivitas dari sulfat sehingga kecenderungan resin akan lebih mengikat klorida dan melepas sulfat. Koefisien selektivitas dari sulfat sebesar 0,15 dan koefisien selektivitas klorida sebesar 1,0. Hal tersebut dapat dilihat dari grafik di atas, kadar sulfat *out* dari waktu ke waktu semakin naik dan kadar klorida *out* semakin turun.

### 3.5 Nilai *Exchange Capacity* dan *Exchange Time*

Data hasil analisis yang telah dilakukan pada kandungan air sebelum melewati proses dan sesudah melewati proses di CPP selanjutnya digunakan untuk menghitung *exchange capacity* dan *exchange time* dari proses tersebut. *Exchange capacity* dihitung untuk mengetahui seberapa banyak *impurities* atau senyawa kimia yang dapat diserap atau ditangkap oleh resin di dalam CPP sedangkan *exchange time* dihitung untuk mengetahui seberapa lama resin dapat melakukan pertukaran ion. Nilai *exchange capacity* kation unit 6A sebesar 1061,43 eq/jam dan *exchange time* anion 6A sebesar 6,59 jam sedangkan nilai *exchange capacity* anion sebesar 6,43 eq/jam dan *exchange time* anion sebesar 544,3 jam. Dari perhitungan unit 6A tersebut, nilai *exchange time* dari kation dan anion berbeda jauh, nilai anion lebih besar dari kation. Akan tetapi, waktu yang diperlukan untuk service CPP adalah *exchange time* kation. hal tersebut terjadi karena kation yang menjadi *limiting time* pada proses.

## 4 KESIMPULAN

Proses *service* pada CPP dilakukan dengan melewati air demineral melalui resin kation anion supaya terjadi proses pertukaran ion dan *impurities*, sehingga nilai *cation conductivity* air demineral akan turun. Namun pada periode waktu tertentu, nilai *conductivity* keluaran dari CPP mulai naik. Hal tersebut menunjukkan bahwa resin tersebut mulai mendekati keadaan *exhaust*. Berdasarkan hasil analisa data, nilai *exchange capacity* kation diperoleh sebesar 1061,43 eq/hr dengan nilai *exchange time* kation sebesar 6,59 jam sedangkan *exchange capacity* anion diperoleh sebesar 6,43 eq/jam dengan nilai *exchange time* anion sebesar 544,3 jam. Nilai *exchange time* kation 6,59 jam secara perhitungan kemudian

dibandingkan dengan *exchange time* aktual *service* CPP. Waktu aktual proses *service* CPP 6A tercatat berlangsung selama 6 jam, sehingga apabila dibandingkan, nilai *exchange time* perhitungan sama dengan nilai *exchange time* aktual.

#### REFERENSI

- [1] Tim PT YTL Jawa Timur., 2014, *Water Treatment Technology–Filtration*, Probolinggo: PT YTL Jawa Timur.
- [2] Petrucci, Ralph H., 1987. *Kimia Dasar Prinsip Dan Terapan Modern Jilid I*. Jakarta: Erlangga
- [3] Anton J. Hartono, Prof. Konrad Drofner. *Iptek Penukar Ion.*, Edisi Pertama. Andioffset. Yogyakarta
- [4] Chang, Raymond., 2004. *Kimia Dasar*. Jakarta: Erlangga
- [5] Handoko. 2013., *Ion Selective Electrode*. Institut Negeri Bandung, 85-96.
- [6] Saroso, Hadi., 2016. *Optimalisasi Pemakaian NaOH dan HCl untuk Regenerasi*, Vol. 8, 2 – 3, Politeknik Negeri Malang