

ANALISIS PERUBAHAN MODE REGENERASI UNTUK MENINGKATKAN PERFORMA OPERASIONAL CONDENSATE POLISHER PLANT PADA PLTU PAITON UNIT 8 MENUJU AMONIA CYCLE

Adinda¹, Sri Rulianah¹, Erwan Yulianto², Rieza Pahlevi²

¹Jurusan Teknik Kimia, Politeknik Negeri Malang, Jl. Soekarno Hatta No. 9, Malang 65141, Indonesia

²PLTU Paiton, Jl. Surabaya Situbondo Km. 141, Bhinor, Paiton, Area Sawah, Bhinor, Kec. Paiton, Probolinggo, Jawa Timur 67291, Indonesia

adindaayu1203@gmail.com; [sri.rulianah@polinema.ac.id]

ABSTRAK

Air merupakan kebutuhan vital dalam proses Pembangkit Listrik Tenaga Uap (PLTU), terutama dalam menjaga kualitas air agar terhindar dari korosi dan pembentukan kerak (deposit). Pengolahan air dilakukan melalui sistem *Condensate Polisher Plant* (CPP) yang berfungsi sebagai penukar ion untuk menghilangkan kotoran, sehingga air yang dihasilkan memiliki konduktivitas $\leq 0,1 \mu\text{s}/\text{cm}$. Pada PLTU Paiton unit 7/8, regenerasi CPP saat ini dilakukan menggunakan mode *low*, namun, mode regenerasi ini dianggap kurang efisien karena memerlukan penggunaan bahan kimia, air, dan listrik yang lebih banyak serta frekuensi regenerasi yang lebih sering. Siklus amonia dalam CPP merujuk pada penggunaan resin *ion exchange* yg dioperasikan dalam bentuk ammonium (NH_4^+) untuk memurnikan kondensat, dengan tujuan memurnikan air, mengendalikan pH, mencegah pembentukan deposit, serta meningkatkan efisiensi regenerasi. Penelitian ini dilakukan dengan tujuan menganalisis perubahan mode regenerasi dari *low* ke *high* untuk meningkatkan performa operasional CPP di PLTU Paiton unit 8 menuju implementasi siklus amonia. Penelitian dilakukan dengan metode eksperimen dan pengumpulan data primer, termasuk pengukuran *direct conductivity*, *cation conductivity*, dan konsentrasi *natrium* pada *boiler blowdown*. Pengamatan dilakukan secara *online* menggunakan *Programmable Logic Controller* (PLC) setelah proses regenerasi mode *high*. Hasil menunjukkan peningkatan durasi *remain hour* dari 358,5 jam pada regenerasi pertama menjadi 385 jam pada regenerasi kedua, serta penurunan konsentrasi *impurities*. Mode *high* terbukti lebih efektif dalam memulihkan performa resin dan mengurangi frekuensi regenerasi, memberikan dampak positif pada efisiensi biaya operasional perusahaan.

Kata kunci: condensate polisher plant, mode high, regenerasi, siklus amonia

ABSTRACT

Water is a vital requirement in the process of Steam Power Plant (PLTU), especially in maintaining water quality to avoid corrosion and scale formation (deposit). Water treatment is carried out through the Condensate Polisher Plant (CPP) system which functions as an ion exchanger to remove impurities, so that the water produced has a conductivity $\leq 0.1 \mu\text{s}/\text{cm}$. At Paiton PLTU unit 7/8, CPP regeneration is currently carried out using low mode, however, this regeneration mode is considered less efficient because it requires the use of more chemicals, water, and electricity as well as a more frequent regeneration frequency. The ammonia cycle in CPP refers to the use of ion exchange resins operated in the form of ammonium (NH_4^+) to purify condensate, with the aim of purifying water, controlling pH, preventing deposit formation, and increasing regeneration efficiency. With the aim to analyze the change of regeneration mode from low to high to improve the operational performance of CPP in PLTU Paiton unit 8 towards the implementation of ammonia cycle. The research was conducted using



experimental methods and primary data collection, including measurements of direct conductivity, cation conductivity, and sodium concentration in the boiler blowdown. Observations were made online using a Programmable Logic Controller (PLC) after the high mode regeneration process. Results showed an increase in remain hour duration from 358.5 hours in the first regeneration to 385 hours in the second regeneration, as well as a decrease in impurities concentration. Mode high proved to be more effective in restoring resin performance and reducing regeneration frequency, positively impacting the company's operational cost efficiency.

Keywords: condensate polisher plant, high mode, regeneration, amonia cycle

1. PENDAHULUAN

Air merupakan kebutuhan yang sangat vital bagi manusia, termasuk dalam proses Pembangkit Listrik Tenaga Uap (PLTU). Kualitas air yang digunakan dalam PLTU harus dijaga agar memenuhi standar tertentu, karena air yang tidak memenuhi standar dapat menyebabkan masalah seperti korosi dan kerak (*scaling*)[1]. Masalah ini sering ditemui dalam PLTU, terutama pada PLTU Paiton unit 7/8, yang menggunakan air laut sebagai sumber air baku. Hal tersebut disebabkan air laut memiliki kandungan mineral yang tinggi maka nilai konduktivitasnya juga tinggi yakni berkisar $48.000\text{--}55.000 \mu\text{S}/\text{cm}$ [2]. dimana semakin tinggi konduktivitas menandakan semakin tingginya *impurities* pada air. Untuk mencegah korosi dan *scaling* akibat tingginya zat pengotor diperlukan proses pengolahan air untuk menghasilkan air dengan kandungan *impurities* rendah (*high purity water*) dengan konduktivitas $\leq 0,1 \mu\text{S}/\text{cm}$ [3]. PLTU Paiton unit 8 menggunakan proses *cycle chemistry* dengan memanfaatkan *demineralized water* yang merupakan hasil dari proses *water treatment plant*. *Demineralized water* ini kemudian dikonversi menjadi uap (*steam*) untuk menggerakkan turbin. Uap yang keluar dari turbin dikondensasi menjadi air, yang kemudian digunakan sebagai air umpan, uap yang sudah terkondensasi ini terkumpul 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)[4]. CPP bekerja seperti *mix bed* yaitu berupa *ion exchanger*. Di dalam CPP terdapat resin anion dan kation, dimana air demineral akan dilewatkan melalui Resin tersebut setelah melewati *catridge filter* sehingga terjadi proses *ion exchange* dan *impurities* tertahan menyebabkan nilai *conductivity* air demineral turun hingga $\leq 0,1 \mu\text{s}/\text{cm}$ [5]. Melalui proses pemurnian internal ini, maka pencemar yang dapat mengakibatkan korosi pada komponen-komponen boiler dapat dihilangkan sehingga kualitas air kondensat menjadi lebih baik. Resin anion akan mengikat ion negatif yang akan menyebabkan kerak (*scale*), sedangkan pada resin kation akan menangkap ion positif yang akan menyebabkan korosi[6].

Resin yang terdapat pada *ion exchanger* mempunyai batas kemampuan dalam menyerap pengotor atau biasa disebut jenuh, jika parameter air demin yang keluar dari *ion exchanger* melewati batas standar yang telah ditentukan maka dapat dikatakan resin yang terdapat pada *ion exchanger* telah jenuh. Maka pada saat itulah dilakukan regenerasi yang bertujuan untuk mengembalikan kinerja kerja resin itu sendiri. Tingkat kejemuhan resin adalah ketika konduktivitas $\geq 0.1\mu\text{s}/\text{cm}$ pada keluaran CPP [7]. Reaksi Pertukaran ion adalah pertukaran stoikiometri *reversible ion* antara fase padat (resin) dengan larutan, biasanya resin sebagai penukar ion tidak larut dalam media dimana pertukaran ion terjadi[8]. Pertukaran ion bisa secara efektif menghilangkan *sodium*, klorida, dan ion lainnya untuk menghasilkan air murni yang dibutuhkan oleh industri. Pertukaran ion bisa secara efektif menghilangkan

sodium, klorida, dan ion lainnya untuk menghasilkan air murni yang dibutuhkan oleh industri [2]. Pada *condensate polisher plant* berisi resin kation dan anion yang tercampur dalam *vessel*, resin penukar ion merupakan hidrokarbon yang sangat terpolimerisasi yang mengandung gugus ion yang saling terkait dan dapat dipertukarkan. Ketika kontak dengan resin penukar ion, ion yang larut dalam air akan diserap oleh resin penukar ion dan resin akan melepaskan ion lain dalam jumlah yang setara[9]. Dalam proses pertukaran ion apabila elektrolit terjadi kontak langsung dengan resin penukar ion akan terjadi pertukaran secara stoikiometri yaitu sejumlah ion yang muatannya sama akan dipertukarkan dengan ion yang muatannya sama pula dengan jumlah yang sebanding[10].

Mode operasi pada *condensate polisher plant* ada 2 macam yaitu mode siklus hidrogen dan siklus amonia, pada percobaan ini menggunakan siklus hidrogen dikarenakan siklus hidrogen merupakan siklus yang aman dalam operasi ketika terjadi kebocoran air laut pada *condenser*[11]. Regenerasi sendiri memiliki empat jenis mode: *low*, *high*, *sulphonation* dan *amonex*. Pada PT POMI regenerasi yang sering digunakan adalah regenerasi *low*, penggunaan regenerasi mode *low* digunakan saat operasi normal, dalam keadaan normal *polisher* beroperasi secara *hydrogen cycle* [12]. Penggunaan regenerasi mode *low* tersebut frekuensi regenerasinya berada pada kisaran 9-12 hari sekali, kondisi tersebut berdampak pada aspek finansial operasi perusahaan lebih banyak mulai dari *chemical*, *condensate water*, dan *electrical power* untuk operasional.

Alternatif solusi yang dapat ditawarkan dari kendala yang telah dijabarkan diatas untuk mengurangi frekuensi regenerasi dan mengurangi biaya operasional adalah perubahan mode regenerasi, yaitu menggunakan regenerasi mode *high*, sehingga diharapkan hasil dari analisis ini dapat digunakan sebagai referensi perusahaan untuk melihat performa dari operasional *condensate polisher plant* secara *overall* dari berbagai aspek yang telah dijabarkan sebelumnya. Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis perubahan mode regenerasi, dari regenerasi *mode low* ke regenerasi *mode high* untuk meningkatkan performa operasional *condensate polisher plant* pada PLTU Paiton unit 8 menuju *siklus amonia*.

2. METODOLOGI PENELITIAN

Penelitian ini dilakukan dengan metode eksperimen dan teknik pengumpulan data yang dilakukan pada Pembangkit Listrik Tenaga Uap Paiton Unit 8 dan *Water Laboratorium* Divisi *Chemist Department Engineering*, PT Paiton Operation and Maintenance Indonesia pada bulan 24 September – 11 November 2023.

2.1. Pengumpulan data

Data yang dikumpulkan berupa data primer meliputi data *Direct Conductivity*, *Kation Conductivity*, dan konsentrasi Na (*sodium*) pada *inlet*, *oulet*, *vessel* dan *Boiler Blowdown Condensate Polisher Plant*, yang dilakukan secara *online* menggunakan *Programmable Logic Controller* (PLC). Pengamatan dilakukan setelah alat *Condensate Polisher Plant* mulai beroperasi setelah selesai di regenerasi.

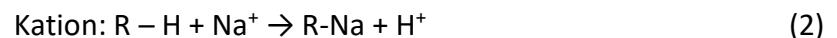
2.2. Reaksi Pertukaran Ion

Pertukaran ion merupakan suatu proses kimia dengan memisahkan ion-ion yang bermuatan positif maupun negatif dari larutan elektrolit dan melepaskan ion-ion tersebut yang bermuatan serupa dengan jumlah yang sama ke dalam larutan[13] . Proses pertukaran

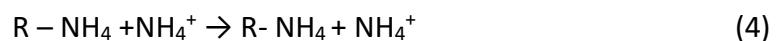
ion bisa secara efektif menghilangkan ion *sodium*, klorida, dan ion lainnya untuk menghasilkan air murni yang dibutuhkan oleh industri.

Condensate Polisher Plant bekerja seperti *mix bed* yaitu berupa *ion exchanger*. Di dalam *condensate polisher plant* terdapat resin anion dan kation, dimana air demineral akan dilewatkan melalui resin tersebut setelah melewati *cartridge filter* sehingga terjadi proses *ion exchange* dan *impurities* tertahan menyebabkan nilai *conductivity* air demineral turun hingga $\leq 0,1 \mu\text{s}/\text{cm}$ [5]. Pada *condensate polisher plant* berisi resin kation dan anion yang tercampur dalam *vessel*, resin penukar ion merupakan hidrokarbon yang sangat terpolimerisasi yang mengandung gugus ion yang saling terkait dan dapat dipertukarkan. Ketika kontak dengan resin penukar ion, ion yang larut dalam air akan diserap oleh resin penukar ion dan resin akan melepaskan ion lain dalam jumlah yang setara [9]. Resin yang terus menerus dilewati oleh air akan mengalami kejemuhan karena mengikat ion-ion yang terkandung pada air umpan masuk *condensate polisher plant*. Dalam hal ini terjadi reaksi antara air dengan resin anion dan kation [14]. Resin anion akan mengikat ion negatif yang akan menyebabkan kerak (*scale*), sedangkan pada resin kation akan menangkap ion positif yang akan menyebabkan korosi[6]

Mode operasi pada *condensate polisher plant* ada 2 macam yaitu mode siklus hidrogen dan siklus amonia. Siklus hidrogen pada *condensate polisher plant* merujuk pada penggunaan resin *ion exchange* yang dioperasikan dalam bentuk hidrogen (H^+) untuk memurnikan kondensat dalam sistem, yang tujuannya sebagai memurnikan air kondensat, meningkatkan efisiensi operasional, dan memperpanjang umur resin. Contoh reaksi pertukaran ion pada siklus hidrogen adalah sebagai berikut:



Siklus amonia pada *condensate polisher plant* merujuk pada penggunaan resin *ion exchange* yang dioperasikan dalam bentuk amonium (NH_4^+) untuk memurnikan kondensat dalam sistem, yang tujuannya memurnikan air, mengendalikan pH, mencegah pembentukan deposit, dan efisiensi regenerasi. Contoh reaksi pertukaran ion pada siklus amonia adalah sebagai berikut:



Siklus hidrogen dan siklus amonia pada *condensate polisher plant* keduanya berfungsi untuk memurnikan air kondensat dalam sistem PLTU, tetapi mereka menggunakan metode yang berbeda untuk mencapai tujuan tersebut.

2.3. Tahapan Regenerasi Mode High

Regenerasi adalah proses untuk mengaktifkan kembali gugus fungsional resin penukar ion yang berfungsi menangkap atau mengikat ion-ion pengotor dalam air baku. Regenerasi dilakukan dengan menambahkan asam pada penukar kation dan basa pada penukar anion[15]. Bahan kimia dialirkkan kedalam resin dalam *ion exchange*, regenerasi *condensate*

polisher plant pada PT. POMI Unit 7/8 proses regenerasi dilakukan pada saat *sodium* pada *boiler blowdown* mencapai 300 ppm dan konduktivitas $\geq 0.1 \mu\text{S}/\text{cm}$.

Proses regenerasi terdapat beberapa tahapan, yakni:

- 1 *Transfer* : Tahap pertama sebelum proses *transfer* adalah *shutdown vessel condensate polisher plant* yang resin nya telah jenuh akan *shutdown* dan ditutup aliran *outletnya*. kemudian resin dalam *vessel condensate polisher plant* akan di *transfer* kedalam *cation resin vessel* (CRV). Proses *transfer* ini menggunakan air dan udara bertekanan[16].
- 2 *Separation*: Resin *separation* ini bertujuan untuk memisahkan resin *kation* dan resin *anion* yang masih dalam keadaan bercampur, dengan cara dialirkan air dari samping atas dan bawah *vessel* secara berulang kali. Resin *anion* dan *kation* berpisah dengan sendirinya karena perbedaan berat jenis. Resin *kation* yang memiliki berat jenis 1,22 g/ml akan berada dibawah resin *anion* yang lebih ringan karena berat jenisnya hanya 1,08 g/ml. Setelah proses separasi, resin *anion* di *transfer* ke *anion resin vessel* (ARV). Maka *kation* resin berada di *kation resin vessel* di regenerasi dengan H_2SO_4 konsentrasi 4 – 5 % dan selesai proses regenerasi jika *conductivity final rinse* $< 1 \mu\text{S}/\text{cm}$ [16].
- 3 *Chemical Inject*: Setelah proses separasi kemudian resin *anion* di *transfer* ke *anion resin vessel* maka *kation* resin berada di *kation resin vessel* di regenerasi dengan NaOH konsentrasi 4 – 5 % dan selesai proses regenerasi jika *conductivity final rinse* $< 1 \mu\text{S}/\text{cm}$. *kation* dan *anion* resin yang telah di regenerasi akan di *transfer* ke *resin mixing vessel* [16].
- 4 *Rinsing*: Pada tahap ini resin *kation* dan *anion* akan di *mixing* kemudian dilakukan *rinsing* sampai hasil *conductivity* nya $< 0.1 \mu\text{S}/\text{cm}$ [16]
- 5 *Completion*: Tahap ini adalah tahap akhir dari proses regenerasi setelah selesai proses *rinsing* jika *conductivity* $< 0.1 \mu\text{S}/\text{cm}$. Setelah *conductivity* tercapai resin yang siap digunakan akan *standby* di *resin mixing vessel* sampai ada *vessel condensate polisher plant* yang jenuh [16].

2.4. Deskripsi Proses

Penelitian ini perlu dilakukan karena resin *kation* dan *anion* kuat dalam sistem *ion exchanger* akan menjadi jenuh setelah digunakan untuk jangka waktu tertentu, sehingga kehilangan kemampuan penukaran ionnya. Regenerasi resin yang rutin diperlukan untuk mengembalikan fungsionalitasnya, namun proses regenerasi ini memerlukan penggunaan bahan kimia, air kondensat, dan daya listrik yang cukup tinggi. Penggunaan regenerasi mode *low*, seperti yang diterapkan pada *polisher* di unit 7/8 dengan frekuensi 9-12 hari sekali, menyebabkan peningkatan konsumsi sumber daya tersebut. Akibatnya, biaya operasional perusahaan meningkat secara signifikan. Dengan memahami kondisi operasional yang menyebabkan tingginya penggunaan sumber daya listrik, air regenerasi, dan bahan kimia. Hal ini diharapkan dapat mengurangi frekuensi regenerasi dan menurunkan konsumsi sumber daya, sehingga memberikan dampak positif pada aspek finansial operasi perusahaan. Selain itu, penelitian ini juga penting untuk memastikan efisiensi dan keberlanjutan operasional sistem *ion exchanger* dalam jangka panjang.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Berikut hasil data penelitian sebelum regenerasi mode *high* dan setelah regenerasi mode *high* yang telah diidentifikasi, adalah *direct conductivity*, *cation conductivity*, dan konsentrasi Na (*sodium*) yang diperoleh melalui pemantauan *online* menggunakan *Programmable Logic Controller* (PLC).

Tabel 1. Data monitoring resin 16 sebelum regenerasi mode *high*

Tanggal	Remain Hour	Water Quality		
		Boiler Blowdown		
		Direct Conductivity µs/cm	Cation Conductivity µs/cm	Sodium (Na) ppb
01/09/2023	100	3,49	0,07	39
04/09/2023	29	3,66	0,07	63
05/09/2023	3	3,54	0,11	85
06/09/2023	-17	3,73	0,13	156
07/09/2023	-50	4,99	0,18	321

Sebelum proses regenerasi dalam mode *high*, *remain hour* pada alat *polisher 8A* yang berisi Resin *batch 16*, *remain hour* alat tersebut tercatat hanya mencapai -50 atau 350 jam seperti yang ditunjukkan pada Tabel 1. Pada saat yang sama, kandungan *sodium* di dalam *boiler blowdown* tercatat mencapai 321, sedangkan standar batas atas nilai *sodium* di *boiler blowdown* pada PT. POMI sebesar 300 ppb, jika melebihi standar, dikhawatirkan banyak *impurities* yang rilis dan dapat menyebabkan korosi dan deposit atau endapan garam pada pipa. Maka dari itu, perlu dianalisis lebih lanjut untuk menentukan langkah-langkah perbaikan atau optimalisasi yang diperlukan dengan menggunakan mode yang berbeda dari sebelumnya yaitu mode *high*.

Proses regenerasi mode *high* dilakukan untuk mengevaluasi performa dari *condensate polisher plant* dalam mengatasi kondisi yang menyebabkan tingginya *impurities* di dalam air demin yang akan masuk ke dalam boiler.

Tabel 2. Data monitoring resin 16 sebelum regenerasi mode *high I*

Tanggal	Remain Hour	Water Quality		
		Boiler Blowdown		
		Direct Conductivity µs/cm	Cation Conductivity µs/cm	Sodium (Na) ppb
09/24/23	300	4,86	0,10	276,31
09/25/23	277	3,71	0,09	112,60
09/26/23	253	3,71	0,09	121,93
09/27/23	223,7	3,63	0,09	68,64
09/28/23	204,3	3,23	0,08	65,32
09/29/23	180,5	3,87	0,09	138,18
09/30/23	156,5	4,82	0,12	349,54
10/01/23	132,4	3,64	0,08	95,08

Tanggal	Remain Hour	Water Quality Boiler Blowdown		
		Direct Conductivity	Cation Conductivity	Sodium (Na) ppb
		µs/cm	µs/cm	ppb
10/02/23	107,9	3,43	0,08	80,07
10/03/23	84,7	3,48	0,07	50,76
10/04/23	60,0	3,58	0,07	50,83
10/05/23	36,0	3,54	0,07	46,90
10/06/23	11,9	3,20	0,07	40,23
10/07/23	-12,0	3,08	0,07	44,11
10/08/23	-35,6	3,46	0,08	92,90
10/09/23	-58,5	4,37	0,09	295,89

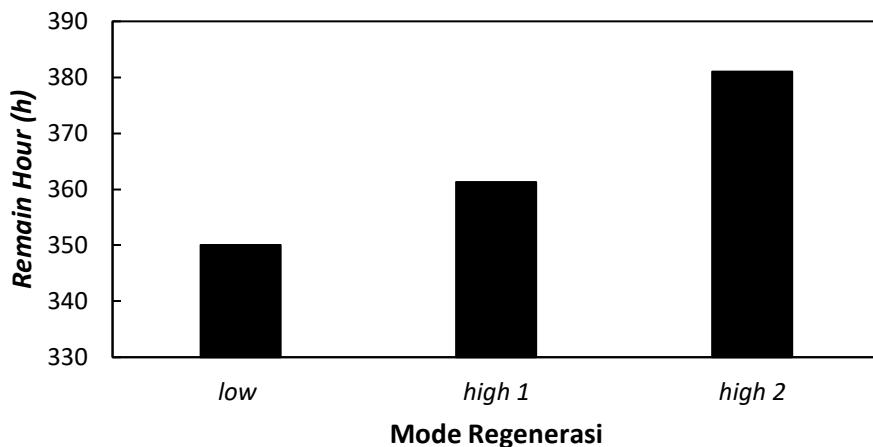
Tabel 3. Data monitoring resin 16 sebelum regenerasi mode *high II*

Tanggal	Remain Hour	Water Quality Boiler Blowdown		
		Direct Conductivity	Cation Conductivity	Sodium (Na) ppb
		µs/cm	µs/cm	ppb
10/25/23	280	3,42	0,07	88,63
10/26/23	256	3,77	0,07	63,82
10/27/23	232	3,95	0,07	33,57
10/28/23	208	2,97	0,07	26,92
10/29/23	184	2,96	0,07	30,34
10/30/23	160	4,12	0,09	102,13
10/31/23	136	5,68	0,12	276,71
11/01/23	112	4,12	0,08	99,93
11/02/23	88	3,48	0,07	41,51
11/03/23	64	3,16	0,06	19,19
11/04/23	40	2,95	0,06	15,73
11/05/23	16	2,96	0,06	13,88
11/06/23	-8	2,89	0,06	13,89
11/07/23	-32	3,25	0,07	25,12
11/08/23	-56	4,08	0,08	72,43
11/09/23	-85	4,94	0,09	197,27

Hasil kenaikan pada *remain hour* setelah melakukan regenerasi dua kali dalam mode *high*, dengan jam *service* yang pertama dapat dilihat pada Tabel 2 dan Tabel 3 mencapai -58,5 (358,5 jam) dan regenerasi kedua mencapai -85 (385 jam), memberikan indikasi positif bahwa regenerasi *mode high* dapat membantu meningkatkan performa resin.

Pada Gambar 1 menunjukkan grafik yang mengilustrasikan pengaruh mode regenerasi terhadap nilai *remain hour* pada *condensate polisher plant*. *Remain hour* adalah istilah yang merujuk pada jumlah waktu atau jam yang tersisa bagi *condensate polisher plant* untuk tetap aktif dalam menangani *impurities* atau zat terlarut sebelum dilakukan regenerasi, jumlah

remain hour ini mengindikasikan berapa lama lagi *polisher* dapat digunakan sebelum memerlukan perawatan lebih lanjut untuk memulihkan kemampuannya. Pada PT. POMI *remain hour* pada alat *condensate polisher plant* ditetapkan selama 300 jam di setiap alatnya. Namun, *remain hour* ini dapat di *extend* atau perpanjang sesuai dengan kemampuan resin dalam menangkap *impurities*.



Gambar 1. Pengaruh penggunaan mode regenerasi terhadap *remain hour resin batch 16*

Pada Gambar 1 memperlihatkan tiga diagram batang yang menunjukkan regenerasi *remain hour* saat beroperasi mode *low*, dan *remain hour* setelah dilakukan 2 kali regenerasi mode *high*. Analisis hasil dari Gambar 1 menunjukkan peningkatan nilai *remain hour*. Peningkatan yang terjadi setelah proses regenerasi ini menandakan bahwa resin masih mampu beroperasi setelah melewati proses tersebut. Ini mengindikasikan adanya pemulihan kemampuan resin untuk menangani *impurities* setelah mengalami kejemuhan. Mode regenerasi seperti *high 1* dan *high 2* menunjukkan peningkatan *remain hour* yang signifikan dibandingkan dengan mode *low*, menandakan bahwa regenerasi yang lebih intensif dapat secara efektif meningkatkan performa dan umur operasional resin. Selain itu, perbandingan hasil regenerasi pertama (358,5 jam) dan kedua (385 jam) mencerminkan efektivitas regenerasi mode *high*. Semakin tinggi nilai *remain hour*, semakin baik performa resin setelah proses regenerasi.

Interpretasi hasil dari analisis tersebut membawa beberapa dampak yaitu regenerasi menggunakan mode *high* berhasil, ditunjukkan dengan peningkatan *remain hour* yang signifikan pada resin, dapat disimpulkan bahwa regenerasi dengan mode *high* telah berhasil memulihkan kemampuan resin untuk menjalankan tugasnya dalam mengatasi *impurities*. Selain itu, untuk melanjutkan pertimbangan menuju *ammonia cycle* menghasilkan hasil yang positif dari regenerasi mode *high* untuk memberikan dasar yang kuat untuk pertimbangan lebih lanjut terkait implementasi *ammonia cycle*. Jika regenerasi mode *high* terbukti efektif dalam meningkatkan performa resin, kemungkinan untuk mencapai *ammonia cycle* juga dapat diperhitungkan. Pendekatan ini tidak hanya dapat meningkatkan efisiensi dalam penggunaan resin tetapi juga mengoptimalkan penggunaan sumber daya dalam proses pengolahan atau penyaringan yang melibatkan resin.

Hasil dari penelitian ini menghasilkan penambahan jam kerja operasional alat selama 15-18 hari yang dimana mengalami peningkatan dari 9-12 hari jam operasional kerja.

Pembangkit Listrik Tenaga Uap Unit 8 yang berencana menerapkan siklus amonia atau ammonia cycle dalam penjernihan air proses. Berdasarkan referensi Jurnal *Electric Power Research Institute* (EPRI), siklus amonia menawarkan beberapa keuntungan, termasuk ketahanan lama dalam proses *service* tanpa kebocoran dan regenerasi yang dapat dilakukan dalam interval waktu yang lebih lama, sekitar 30-60 hari[3]. Hasil yang diperoleh memberikan gambaran positif mengenai efektivitas regenerasi mode *high* dalam meningkatkan performa resin pada *condensate polisher plant*. Dengan langkah-langkah berkelanjutan dan evaluasi lebih lanjut, dapat ditemukan cara optimal untuk menjaga dan meningkatkan kinerja alat ini.

Namun untuk penelitian ini belum sepenuhnya berhasil mencapai *ammonia cycle*. Hal ini bisa disebabkan oleh beberapa faktor, seperti kondisi operasional yang belum optimal, perubahan dalam karakteristik air demin, atau kemungkinan adanya variabel yang tidak terkontrol dalam lingkungan operasional. Analisis lebih lanjut perlu dilakukan untuk memahami mengapa *ammonia cycle* belum tercapai sepenuhnya.

4. KESIMPULAN DAN SARAN

Kesimpulan yang dapat diambil dari perubahan regenerasi mode *low* ke regenerasi mode *high* dari proses penelitian yang telah dilakukan menunjukkan bahwa alternatif solusi yang telah di implementasikan pada *condensate polisher plant* bisa berdampak langsung terhadap performa *polisher*, hal tersebut dapat dilihat dengan *extend* (penambahan) jam operasional dari *condensate polisher plant* sehingga dapat diambil kesimpulan bahwa perubahan mode regenerasi *high* ini bisa berdampak langsung terhadap penggunaan *chemical*, air regenerasi, dan *electrical power* untuk operasional perlatan yang tentunya berpengaruh aspek finansial operasi perusahaan.

Saran untuk penelitian berikutnya untuk memastikan konsistensi peningkatan performa, disarankan untuk terus memantau kinerja resin pasca-regenerasi secara rutin. Pemantauan ini menjadi kunci dalam memverifikasi kelangsungan peningkatan performa yang telah dicapai. Selain itu, agar pemahaman terhadap hasil lebih komprehensif, disarankan untuk berkolaborasi aktif dengan tim teknisi atau *supervisor*. Melakukan diskusi terinci dapat memberikan wawasan tambahan dan memastikan bahwa hasil yang diperoleh dapat diinterpretasikan dengan akurat dan benar. Serta melakukan perbaikan berkelanjutan untuk regenerasi mode *high* selanjutnya untuk melihat performa menuju *ammonia cycle*.

REFERENSI

- [1] T. T. Miyazaki, “Operation and Control Philosophy for Condensate Polishing Plant, Project: Tanjung Jati B Expansion (Jawa-4) Coal Fired Steam Power Plant 2 x 1000 MW,” 2019.
- [2] M. M. Amim, R. Rulianah, dan E. Yulianto, “Efektivitas Perubahan Setting Waktu Step Rinsing Pada Proses Regenerasi Mixed Bed di Water Treatment Plant Unit 7,8 PT. POMI,” Distilat Jurnal Teknologi Separasi, vol. 10, no. 1, hal. 91–102, 2024.
- [3] A. Bursik, “2.3 Condensate Polishing,” dalam Ion Exchangers, K. Dorfner, Ed., De Gruyter, hal 791–834, 2011.
- [4] N. Rofiah, A. Mustain, dan E. Nabil “Evaluasi Kinerja Sistem Condensate Polisher Plant di PT YTL Jawa Timur,” Distilat Jurnal Teknologi Separasi, vol. 6, no. 2, hal. 216–222, 2020

- [5] H. Rahmayanti, A. Mustain, dan E. Nabil, "Evaluasi Regenerasi Condensate Polisher Plant Pada PT. YTL Jawa Timur," *Distilat Jurnal Teknologi Separasi*, vol. 6, no. 2, hal 271-276, 2020.
- [6] S. Setyawan, I. S. R. Putra, A. D. Putra, dan R. B. Cahyono, "Modifikasi Proses Pengolahan Boiler Feed Water (BFW) dari All Volatile Treatment (AVT) menjadi Oxygenated Treatment (OT) untuk Produksi Listrik Ramah Lingkungan," *Jurnal Rekayasa Proses*, vol. 15, no. 2, 2021.
- [7] H. Saroso, "Optimalisasi Pemakaian NaOH dan HCl untuk Regenerasi Resin Two Bed Water Treatment Plant". Prosiding Seminar Nasional Teknologi Informasi dan Aplikasi, vol. 8, 2016.
- [8] A. A. Sameer Al-Asheh, "A Comprehensive Method of Ion Exchange Resins Regeneration and Its Optimization for Water Treatment," United Kingdom: IntechOpen, vol. 5, hal 781-853, 2021.
- [9] M. Gultom, "Menghitung Banyaknya Jumlah H_2SO_4 Untuk Satu Kali Proses Regenerasi Kation Exchange di Water Treatment Plant." 2021.
- [10] M. E. Kosim, D. Prambudi, and R. Siskayanti, "Analisis Efisiensi Penukar Ion Sistem Demineralisasi Pada Pengolahan Air di Proses Produksi Electroplating," Seminar Nasional Sains dan Teknologi, vol. 4, no. 2, 2021.
- [11] PT. Paiton Operation and Maintenance Indonesia, "Manual Book unit 7,8 PT. POMI". Pembangkit Listrik Tenaga Uap PT. POMI Unit 7/8, 2019.
- [12] Harold L. Aronovitch, "An Introduction to Condensate Polishing," Electric Power Research Institute, 1982.
- [13] I. D. Putra, N. Bafdal, dan S. Dwiratna, "Kajian Imbalan Resin Anion Kation Sebagai Ion Exchange Terhadap Perubahan Nilai pH dan TDS Air Baku Hidroponik," *RADIKULA : Jurnal Ilmu Pertanian* vol. 1, no. 2, hal. 53–60, 2022.
- [14] D. Biyantoro, K. T. Basuki, dan R. Subagiono, "Studi Operasi Resin Penukar Ion Dalam Sistem Purifikasi Air Primer PWR". Ganendra Majalah. Ilmu Pengetahuan Teknologi Nuklir., vol. 9, no.1, 2016.
- [15] K. S. Kencana, "Proses Produksi Air Demin dari Air Laut untuk Pembangkit Listrik Tenaga Uap dengan Teknologi Membran Terintegrasi," 2017.
- [16] S. Mohammad, "Studi Pengaruh Perlakuan Kimia Pada Pengolahan Air Umpan Boiler Terhadap Penghematan Pemakaian Energi Listrik Di Pembangkit Listrik Tenaga Uap," 2022.