

EFEKTIVITAS PERUBAHAN *SETTING* WAKTU *STEP RINSING* PADA PROSES REGENERASI *MIXED BED* DI WATER *TREATMENT PLANT UNIT 7,8 PT. POMI*

Meylinda Miftahul Amim¹, Sri Rulianah¹, Erwan Yulianto²

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

²PT. POMI Paiton, Jl. Raya Surabaya-Situbondo Km 141, Bhinor, Probolinggo 67291, Indonesia
meylindamiftah@gmail.com; [sri.rulianah@polinema.ac.id]

ABSTRAK

Demineralisasi merupakan proses penghilangan ion-ion yang terkandung di dalam air dengan adanya pertukaran ion menggunakan resin anion dan kation. Resin anion dan kation di dalam *Mixed Bed* akan menyerap ion-ion dalam air, namun seiring berjalannya waktu resin akan mengalami kejenuhan sehingga harus dilakukan proses Regenerasi. Regenerasi resin penukar kation dilakukan dengan menggunakan larutan H_2SO_4 dan regenerasi untuk resin penukar anion dengan menggunakan larutan NaOH. Regenerasi dilakukan dengan beberapa tahapan, setiap tahapan memiliki *preset-time* yang berbeda. *Preset-time* dapat berubah sesuai kondisi *Mixed Bed* pada saat dioperasikan. Penelitian dilakukan dengan tujuan untuk mengetahui pengaruh perubahan waktu pada tahap *rinsing* proses demineralisasi *Mixed Bed* terhadap nilai konduktivitas pada produk keluaran *Mixed Bed* sekaligus mengetahui jumlah penggunaan air demin secara efisien dalam proses regenerasi *Mixed Bed* pada tahap *rinsing*. Beberapa pertimbangan terhadap permasalahan pada saat regenerasi akan berpengaruh terhadap adanya perubahan *preset-time*. Penelitian ini dilakukan dengan melakukan perubahan waktu pada proses regenerasi di unit demineralisasi *Water Treatment Plant Unit 7,8 PT. POMI*. Pada penelitian ini dilakukan perubahan *preset-time* pada tahap *rinsing* dari 120 menit menjadi 60 menit. Hasil penelitian menunjukkan bahwa pengurangan waktu pada tahap *rinsing* selama 60 menit sudah memenuhi parameter konduktivitas $<200 \mu S/cm$ yakni $90-110 \mu S/cm$. Sehingga dengan adanya pengurangan waktu pada tahap *rinsing* akan berpengaruh pada penurunan jumlah penggunaan air demineralisasi untuk proses pembilasan resin dengan efisiensi sebesar 50% dan penghematan pengeluaran biaya air demin sebesar $\pm Rp75.000.000$ dalam satu kali proses regenerasi *Mixed Bed*.

Kata kunci: demineralisasi, mixed bed, preset-time, regenerasi, rinsing

ABSTRACT

Demineralization is the process of removing ions contained in water by exchanging ions using anion and cation resins. The anion and cation resins in the Mixed Bed will absorb ions in the water, but over time the resin will become saturated, so a regeneration process must be carried out. Regeneration of cation exchange resins was carried out using a solution of H_2SO_4 and regeneration for anion exchange resins using a solution of NaOH. Regeneration is carried out in several stage, each stage has a different preset-time. Preset-time may change according to Mixed Bed conditions when operated. This research was conducted to determine the effect of changing the time at the rinsing stage of the Mixed Bed demineralization process on the conductivity value of the Mixed Bed output product as well as knowing the amount of demineralized water used efficiently in the Mixed Bed regeneration process at the rinsing stage. Several considerations of problems during regeneration will affect the preset-time changes. This research was conducted by changing the time of the regeneration process in the demineralization unit Water Treatment Plant Unit 7.8 PT. POMI. In this study, the preset-time was changed at the rinsing stage from 120 minutes to 60 minutes. The results showed that the reduced time at the rinsing stage

for 60 minutes fulfilled the conductivity parameter $<200 \mu\text{S}/\text{cm}$, namely $90\text{-}110 \mu\text{S}/\text{cm}$. So that the reduction in time at the rinsing stage will affect the decrease in the amount of demineralized water used for the resin rinsing process with an efficiency of 50% .and savings in demineralization costs of $\pm \text{IDR } 75,000,000$ in one Mixed Bed regeneration process.

Keywords: demineralization, mixed bed, preset-time, regeneration, rinsing

1. PENDAHULUAN

Pembangkit Listrik Tenaga Uap (PLTU) adalah jenis pembangkit listrik tenaga termal yang banyak digunakan, karena efisiensinya tinggi sehingga menghasilkan energi listrik yang ekonomis. PLTU merupakan mesin konversi energi yang mengubah energi kimia dalam bahan bakar menjadi energi listrik. Bentuk utama dari pembangkit listrik jenis ini adalah generator yang seporos dengan turbin yang digerakkan oleh tenaga kinetik dari uap panas/kering. Untuk menghasilkan uap maka diperlukan air, dalam hal ini air yang digunakan merupakan air demineralisasi (demin) yang di produksi dari *Water Treatment Plant* [1].

Air yang digunakan merupakan air demineralisasi yang diperoleh dari air laut. Sebelumnya air laut perlu dikondisikan terlebih dahulu dengan cara dihilangkan kandungan mineralnya menggunakan *Mixed Bed*. Karena air laut memiliki kandungan mineral yang tinggi maka nilai konduktivitasnya juga tinggi yakni berkisar $48.000\text{-}55.000 \text{ mS}/\text{cm}^3$. Nilai konduktivitas yang tinggi akan berpengaruh pada sistem kerja *Boiler*. Ion-ion tersebut perlu diikat dikarenakan dapat menyebabkan korosi pada turbin sehingga dapat mengganggu proses pembangkitan listrik di PLTU, korosi ini biasa disebut *galvanic corrosion* [2]. Untuk itu sebelum air umpan *Boiler* masuk ke *Boiler*, air harus dikondisikan nilai konduktivitasnya menjadi $0,2 \mu\text{S}/\text{cm}$ melalui proses demineralisasi ion yang terkandung di dalam air. Demineralisasi merupakan suatu sistem yang bertujuan untuk mengikat ion-ion yang terdapat pada *Raw Water* sehingga hasil dari *Mix Bed* akan memiliki nilai konduktivitas yang rendah ($< 0,2 \mu\text{S}/\text{cm}$). Proses demineralisasi dilakukan di dalam *Vessel Mixed Bed*, di dalam *Mixed Bed* terdapat resin anion dan kation. Resin ini akan menghilangkan atau menangkap partikel terlarut seperti Na, K, Cl, SiO_2 , dan lain-lain, sehingga menghasilkan kualitas air yang sangat baik dan sesuai untuk *High Pressure Boiler System*. *Effluent* dari *Mixed Bed* dialirkan dan ditampung di *Condensate Storage Tank* untuk digunakan sebagai *Condensate Feed Water* dalam *Boiler System*, *Hydrogen Generator* dan *Closed Cooling Water Make Up*.

Resin penukar kation mempunyai kelebihan dari sisi dapat diregenerasi, yang tidak dapat dilakukan menggunakan metode reverse osmosis sehingga sangat menguntungkan dan efisien dari segi biaya dan penggunaan [3]. Resin anion dan kation akan mengalami kejenuhan ketika terus menerus dilalui *Raw Water* untuk dihilangkan kandungan mineralnya [4]. Resin tersebut harus disegarkan kembali dengan cara diregenerasi. Regenerasi dilakukan dengan beberapa tahapan yang masing-masing tahapannya memiliki *preset-time* yang sudah ditentukan. Proses regenerasi ini memerlukan *supply* air demin, *chemical inject* berupa *Acid* (H_2SO_4) untuk resin kation dan *Caustic* (NaOH) untuk resin anion dengan dosis dan volume tertentu.

Preset-time yang digunakan akan berpengaruh pada konsumsi air demin dan *chemical* yang akan digunakan untuk proses regenerasi. Dengan memperhatikan dan melakukan evaluasi pada saat proses regenerasi berlangsung, maka *preset-time* dapat diubah dan disesuaikan sesuai dengan kebutuhan dengan tujuan untuk meminimalisir konsumsi air dan

chemical yang digunakan [5]. Penelitian lain yang dilakukan oleh David Ariyanto menunjukkan bahwa perubahan *preset time* dapat dapat mengurangi jumlah pemakaian bahan kimia regenerasi (HCl dan NaOH), *Raw water* dan *Demin Water* untuk proses regenerasi. Penambahan *remaining time* juga dapat mengurangi jumlah limbah dari proses regenerasi [5]. *Preset time* merupakan waktu yang sudah ditentukan sebelumnya sesuai dengan manual pada saat proses regenerasi berlangsung [6]. *Preset-time* disesuaikan dengan kebutuhan pada masing-masing langkah proses regenerasi. Beberapa pertimbangan terhadap permasalahan pada saat regenerasi akan berpengaruh terhadap adanya perubahan *preset-time*. Penelitian ini dilakukan dengan melakukan perubahan waktu pada proses regenerasi di unit demineralisasi *Water Treatment Plant Unit 7,8 PT. POMI*. Pada penelitian ini dilakukan perubahan *preset-time* pada tahap *rinsing* dari 120 menit menjadi 60 menit untuk efisiensi penggunaan air demin [5]. Penelitian dilakukan dengan tujuan untuk mengetahui pengaruh perubahan waktu pada tahap *rinsing* proses demineralisasi *Mixed Bed* terhadap nilai konduktivitas pada produk keluaran *Mixed Bed* sekaligus mengetahui jumlah penggunaan air demin secara efisien dalam proses regenerasi *Mixed Bed* pada tahap *rinsing*.

2. METODOLOGI PENELITIAN

Penelitian ini dilakukan di *Water Treatment Plant Unit 7,8 PT. POMI* yang difokuskan pada unit demineralisasi pada *Mixed Bed*. Adapun tahapan dari penelitian ini adalah sebagai berikut:

2.1. Pengumpulan Data

Data yang dikumpulkan berupa data primer dan data sekunder yang berkaitan dengan *Mixed Bed* di Unit 7,8. Data primer pada Tabel 2 meliputi kondisi operasional *Mixed Bed* yang meliputi laju alir air pada saat regenerasi, konduktivitas keluaran *Mixed Bed*, dan konduktivitas yang dicapai pada tahap *rinsing*. Pengamatan dilakukan selama beberapa kali proses regenerasi berlangsung. Data sekunder pada Tabel 1 meliputi spesifikasi desain *Mixed Bed* Unit 7,8 yang didapatkan dari *manual book* PT. POMI dan data penunjang berupa studi literatur terkait proses regenerasi *Mixed Bed* Unit 7,8.

2.2. Spesifikasi *Mixed Bed*

Tabel 1. Data Spesifikasi *Mixed Bed* Unit 7,8 PT. POMI.

<i>Mixed Bed</i>	Dimensi	Satuan
<i>Capacity</i>	10,35	m ³
<i>Class of Vessel</i>	ASME SEC VIA DIV	
<i>Working Pressure</i>	8,95	MPa 30° C
<i>Design Pressure</i>	1,035	MPa 40° C
<i>Test Pressure</i>	1,553	MPa
<i>Design Temperature</i>	40	C
<i>Diameter of Shell</i>	1829	OD
<i>Length on Straight</i>	3800	mm
<i>Shell Thickness</i>	20	mm
<i>Corrosion Allowance</i>	1	mm
<i>Shell Weight</i>	3895	kg

2.3. Reaksi Pertukaran Ion pada *Mixed Bed*

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 [7]. Pertukaran ion bisa secara efektif menghilangkan Natrium, Klorida, Kalsium, Magnesium dan ion lainnya untuk menghasilkan air murni yang dibutuhkan oleh industri.

Mixed Bed merupakan salah satu alat yang digunakan di *Demineralization Plant*. Di dalam tangki *Mixed Bed* terdapat dua jenis resin yaitu resin Anion dan resin Kation. Keduanya tercampur menjadi satu di dalam satu buah *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 [8]. Resin yang terus menerus dilewati oleh air akan mengalami kejenuhan karena mengikat ion-ion yang terkandung pada air umpan masuk *Mixed Bed*. Dalam hal ini terjadi reaksi antara air dengan resin anion dan kation [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].

Resin kation berfungsi untuk mengikat ion-ion yang bermuatan positif yang terlarut di dalam air umpan. Contoh reaksi yang terjadi adalah sebagai berikut:

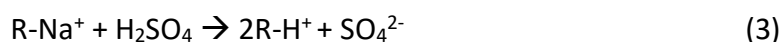


Resin anion digunakan untuk mengikat ion-ion negatif yang terlarut pada air umpan. Contoh reaksi antara resin dengan senyawa NaCl adalah sebagai berikut:



Ketika resin mengalami kejenuhan maka perlu dilakukan proses regenerasi. Resin anion akan diregenerasi dengan menggunakan NaOH sedangkan untuk resin kation akan diregenerasi dengan menggunakan H₂SO₄. Reaksi regenerasi yang terjadi adalah sebagai berikut:

Resin Kation:



Resin Anion:



2.4. Tahapan Regenerasi *Mixed Bed*

Regenerasi merupakan proses pengaktifan kembali gugus fungsional resin penukar ion yang berfungsi untuk mengambil atau mengikat ion-ion pengotor yang berada dalam air baku. Regenerasi dilakukan dengan menambahkan asam pada penukar kation dan basa pada penukar anion [11]. Bahan kimia dialirkan ke dalam resin penukar ion. Di PT. POMI Unit 7 dan 8 proses regenerasi perlu dilakukan pada saat *throughput* mencapai 5000 m³

dan konduktivitas mendekati $0,2 \mu\text{S}/\text{cm}$. Jika sudah melampaui batas tersebut maka akan merusak struktur pada resin dan mengakibatkan masalah pada performa *Mixed Bed*.

Kualitas air demin yang dihasilkan sangat dipengaruhi oleh kualitas resin yang terdapat dalam *ion exchanger*, resin juga mempunyai batas kemampuan untuk menyerap ion-ion pengotor atau biasa disebut dengan tingkat kejenuhan. 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 [1].

Proses Regenerasi berlangsung dalam beberapa tahapan proses, yakni:

1. *Dwell* Proses ini merupakan tahapan pemberian waktu tinggal sebelum regenerasi dengan tujuan untuk memastikan resin sudah dalam keadaan siap untuk diregenerasi. Proses ini berlangsung selama 1 menit.
2. *Flush* Merupakan proses penyemprotan air ke dalam *vessel*. Proses ini berlangsung selama 2 menit.
3. *Drain* Merupakan proses mengalirkan air yang masuk dalam tahap *flush* menuju *drain*. Proses ini berlangsung selama 2 menit.
4. *Air* Merupakan proses pemberian udara ke dalam *vessel* untuk mendorong air yang menempel pada resin. Proses pada tahap ini berlangsung selama 10 menit.
5. *Air Wash* Merupakan proses pemberian *supply* udara dari *blower* ke dalam *vessel* untuk mengontakkan resin anion dan kation untuk menghilangkan impurities pada resin. Proses ini berlangsung selama 10 menit
6. *Wash* Merupakan proses dimana ada *supply* air untuk membilas resin yang sudah saling kontak dan adanya *supply* air dari arah atas dan bawah dengan tekanan yang sama untuk memisahkan resin anion dan kation. Proses ini berlangsung selama 10 menit.
7. *Settle* Merupakan pemberian waktu tinggal dimana resin Anion dan Kation harus tersusun pada tempatnya, adanya perbedaan densitas bahan mengakibatkan kation berada di lapisan bawah dan anion di lapisan atas. Proses ini berlangsung selama 10 menit.
8. *Pre-Inject* Merupakan tahap persiapan injeksi *chemical* ke dalam *vessel*. Tidak terjadi proses apapun pada tahap ini. Proses ini berlangsung selama 1 menit untuk memastikan tidak ada pergerakan atau gejolak pada resin.
9. *Inject* Merupakan tahapan terpenting dimana adanya injeksi *Caustic* berupa NaOH dan *Acid* berupa H_2SO_4 secara bersamaan untuk meregenerasi resin di dalam *vessel*. *Caustic* akan meregenerasi Resin Anion sedangkan *Acid* akan meregenerasi Resin Kation. Proses ini berlangsung selama 45 menit dengan laju alir $15 \text{ m}^3/\text{jam}$.
10. *Rinsing* Merupakan proses pembilasan dimana air demin dialirkan untuk proses pembilasan *chemical* setelah proses regenerasi berlangsung.

- Proses ini berlangsung selama 120 menit, namun jika melihat pada manual proses ini sebelumnya berlangsung selama 60 menit.
11. *Drain Down* Merupakan proses pengeluaran air sisa pembilasan dari proses *rinsing*. Proses ini berlangsung selama 7 menit.
 12. *Air* Merupakan proses pemberian udara ke dalam *vessel* untuk mendorong sisa air setelah dialirkan ke drain. Proses ini berlangsung cepat yakni 5 menit karena hanya untuk menghilangkan sisa air yang menempel pada resin. Proses ini berlangsung selama 5 menit.
 13. *Air Wash* Merupakan proses pemberian *supply* udara dari *blower* ke dalam *vessel* untuk mengontakkan resin anion dan kation sehingga resin akan ikut mengalir seperti fluida. Proses ini berlangsung selama 20 menit.
 14. *Air Mix* Pemberian *supply* udara bertekanan tinggi untuk mencampur resin di dalam *vessel* untuk memaksimalkan proses fluidisasi. Proses ini berlangsung selama 7 menit.
 15. *Force Settle* Merupakan proses setelah resin tercampur untuk kemudian diamati ada atau tidaknya gejala di dalam *vessel*. Dalam tahap ini tidak terjadi proses apapun. Tahap ini berlangsung selama 2 menit.
 16. *Refill 1* Merupakan proses pengisian air ke dalam *vessel*. Proses ini berlangsung selama 10 menit.
 17. *Refill 2* Merupakan proses pengisian air ke dalam *vessel*. Proses ini berlangsung selama 10 menit.
 18. *Recycle* Merupakan proses pembilasan kembali resin di dalam *vessel* menggunakan air umpan sampai diperoleh kualitas air sesuai parameter yang ditentukan. Proses ini berlangsung selama 60 menit. Pada tahap ini diharapkan didapatkan air demin dengan nilai konduktivitas $<0,1\mu\text{S}/\text{cm}$. Namun apabila pada tahap ini nilai konduktivitas belum bisa tercapai, maka proses regenerasi harus diulang kembali dari tahap *rinsing*.

2.5. Deskripsi Proses

Penelitian diawali dengan adanya isu-isu terkait permasalahan yang sedang terjadi untuk kemudian dilakukan analisis terkait permasalahan tersebut. Kemudian dilakukan pengamatan pada saat proses Regenerasi *Mixed Bed* berlangsung dan analisis terhadap permasalahan yang terjadi. Identifikasi masalah dilakukan di lapangan seiring dengan pembahasan mengenai masalah yang pernah muncul sebelumnya. Dugaan terhadap permasalahan proses Regenerasi tersebut didiskusikan bersama Chemist Technician dan Operator untuk dilakukan analisis terhadap *suspect* penyebab permasalahan.

Pada penelitian ini dilakukan pengamatan menyeluruh di area sekitar *Mixed Bed*. Penyebab permasalahan pada proses regenerasi ditinjau ulang dengan mengamati proses yang berjalan di PLC (*Programmable Logic Controller*) dan proses di lapangan. Biasanya hal yang sering terjadi adalah perbedaan keadaan antara PLC dengan di lapangan. Pada PLC valve terbaca terbuka (*full open*) tetapi di lapangan valve tersebut tertutup (*full closed*). Maka operator akan segera membuat *Working Order* kepada pihak *Maintenance* untuk dilakukan proses perbaikan.

Proses pengamatan dilakukan di *Water Treatment Plant* dibantu oleh Operator selaku karyawan yang bertanggungjawab mengoperasikan peralatan di *Water Treatment Plant*. Alat yang dibutuhkan pada saat dilakukan pengamatan adalah 1 buah *Beaker Glass* dan 1 buah *Cond Meter*. Sedangkan bahan yang digunakan merupakan air hasil proses *rinsing* di aliran outlet *Mixed Bed*. Tahap *rinsing* berlangsung selama 120 menit dan variabel yang digunakan adalah waktu pada menit ke 40, 60, dan 80 pada tahap penelitian awal proses *rinsing*. Kemudian pada pengamatan selanjutnya dilakukan analisis pada menit ke 60 saat proses *rinsing* berlangsung.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1. Data Hasil Pengamatan

Tabel 2. Data nilai konduktivitas *output* tahap *rinsing Mixed Bed* pada penelitian mula-mula

Date	Mixed Bed	Flow	Throughput	Last Cond	Time	Rinsing Conductivity
		m ³ /h	m ³	μS/cm	min	μS/cm
21/09/2022	B	15			40	660
		15	4980	0,19	60	335
		15			80	90

Tabel 3. Data nilai konduktivitas pada saat dilakukan perubahan *preset-time* 60 menit

Date	Mixed Bed	Flow	Throughput	Last Cond	Rinsing Conductivity
		m ³ /h	m ³	μS/cm	μS/cm
04/10/2022	B	15	5000	0,16	102,3
07/10/2022	A	15	6010	0,07	101,2
12/10/2022	B	15	4948	0,27	94,89

Tabel 4. Penggunaan air demin proses *rinsing* pada laju alir 15 m³/h

Time	Consumption		Cost
min	m ³	dm ³	Rp5000/dm ³
120	30	30000	Rp150.000.000
100	25	25000	Rp125.000.000
80	20	20000	Rp100.000.000
60	15	15000	Rp75.000.000
40	10	10000	Rp50.000.000

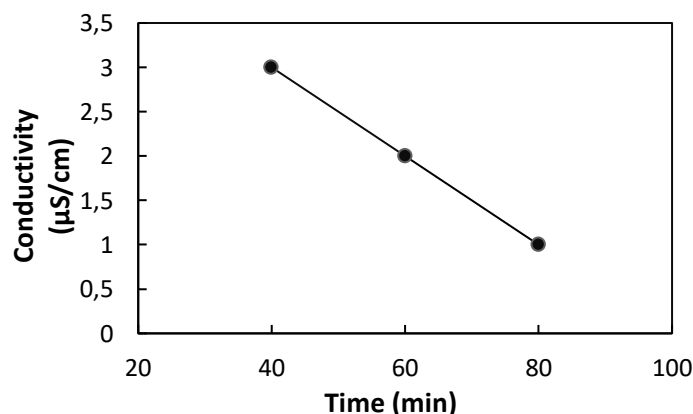
3.2. Pembahasan

Regenerasi *Mixed Bed* dilakukan pada saat parameter *throughput* sudah mencapai 5000 m³ atau nilai konduktivitas >0,2 μS/cm. Performa *Mixed Bed* dapat dilihat dari besarnya *throughput* yang dapat dicapai pada saat konduktivitas sudah mendekati 0,2 μS/cm. Apabila *throughput* masih dibawah angka 5000 m³ namun nilai konduktivitas sudah mendekati 0,2 μS/cm, maka performa *Mixed Bed* tersebut tergolong tidak bagus.

Regenerasi dikatakan berhasil apabila pada saat dioperasikan setelah dilakukan regenerasi *Mixed Bed* dapat mencapai nilai *throughput* yang seharusnya yakni 5000 m³ dengan nilai konduktivitas <0,2 µS/cm. Hal ini menunjukkan bahwa kondisi resin anion dan kation di dalam *Mixed Bed* dalam keadaan yang benar-benar *fresh*. Dengan dilakukannya regenerasi pada resin penukar ion diharapkan akan mengembalikan kemampuan resin penukar ion dalam mengambil pengotor dalam air baku sehingga kualitas air yang dihasilkan oleh sistem air demineralisasi sesuai dengan spesifikasi yang ditentukan [10]. Regenerasi dilakukan dengan beberapa tahapan dengan waktu tertentu sesuai dengan yang ditetapkan.

Salah satu tahapan terpenting dalam proses regenerasi adalah proses *rinsing*. *Rinsing* merupakan proses pembilasan dimana air demin dialirkan untuk proses pembilasan *chemical* setelah proses Regenerasi berlangsung. Proses ini berlangsung dengan adanya aliran air demin yang di pompa dari *Condensate Storage Tank* menggunakan pompa (CDW-P-600 A/B) menuju *Mixed Bed Vessel* melalui *pipa acid inlet* (CDW-ISV-315A) dan *caustic inlet* (CDW-ISV-312A). Air dialirkan dengan besar aliran yang sama menuju kolom *Mixed Bed* yakni 15 m³/jam. Kemudian air hasil pembilasan keluar menuju *regen outlet line* (CDW-ISV-310A). Proses ini berlangsung selama 120 menit. Diharapkan dengan adanya lewatan air dalam proses *rinsing* ini sisa *impurities* yang masih menempel pada resin akan terangkat dan dapat membersihkan resin dari kotoran [12]. Air yang dilewatkan akan mengalir melalui celah celah resin yang sudah membentuk lapisan separasi berdasarkan beda massa jenisnya. Resin kation akan terletak di bagian bawah karena memiliki massa jenis yang lebih besar daripada resin anion, akibatnya resin anion akan terletak di lapisan atas.

Untuk mengetahui efektifitas performa *Mixed Bed* melalui perubahan *preset time* pada tahap *rinsing*, dilakukan pengukuran nilai konduktivitas produk keluaran *Mixed Bed* pada saat proses regenerasi berlangsung. Pengukuran ini dilakukan pada saat melakukan penelitian mengenai performa *Mixed Bed* di Unit 7,8 PT. POMI. Fokus kegiatan yang dilakukan adalah pengurangan waktu *rinsing* untuk menghemat penggunaan air demin. Analisis pertama dilakukan pada tanggal 21 September 2022 dimana dilakukan pengecekan nilai konduktivitas pada menit ke 40, 60, dan 80. Nilai konduktivitas yang dihasilkan dapat dilihat pada grafik di bawah ini.



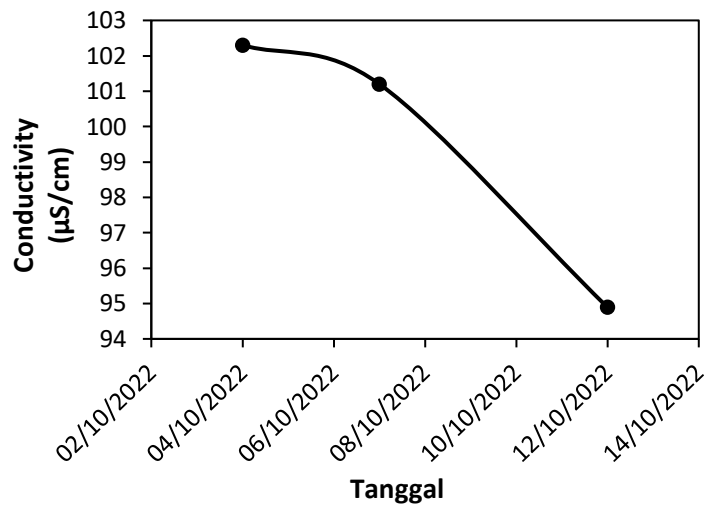
Gambar 1. Pengaruh waktu *rinsing* terhadap nilai konduktivitas pada proses regenerasi *Mixed Bed*

Dari hasil analisis yang dilakukan dapat diketahui pada Gambar 1 bahwa produk keluaran *Mixed Bed* memenuhi batas maksimum nilai konduktivitas yang sudah ditentukan. Parameter yang digunakan adalah nilai konduktivitas pada produk keluaran *Mixed Bed* pada tahap *rinsing* harus $<200 \mu\text{S}/\text{cm}$ sesuai dengan *Guidance Manual Book* Unit 7,8 PT.POMI [13]. Nilai konduktivitas ini sangat berpengaruh karena merupakan kemampuan air dalam menghantarkan arus listrik. Oleh karena itu dengan mengetahui besaran konduktivitas akan diperoleh gambaran/perkiraan kadar ion-ion yang terlarut dalam air. Demineralisasi air sangat penting untuk meminimalisasi kandungan ion-ion yang terlarut dalam air demin sebagai umpan *Boiler* setelah dihilangkan kandungan oksigennya dan diatur pH-nya [14].

Nilai konduktivitas yang tinggi dapat menyebabkan kerak dan juga korosi di sepanjang perpipaan Unit *Boiler*. Sejumlah ion terlarut di dalam air *Boiler* juga dapat menimbulkan korosi pada *Boiler*, korosi ini biasa disebut *galvanic corrosion*. *Galvanic Corrosion* terjadi ketika dua atau lebih logam yang memiliki beda potensial yang terhubung melalui elektrolit [15]. Sehingga memonitor jumlah ion terlarut di dalam air *Boiler* menjadi sangat penting dan harus dilakukan. Upaya yang dilakukan adalah dengan mengkondisikan nilai konduktivitas air melalui *Mixed Bed Vessel*.

Setelah melakukan identifikasi awal pada produk keluaran *Mixed Bed*, diketahui penurunan nilai konduktivitas dapat dicapai pada menit ke 80 dengan nilai konduktivitas yang mengalami penurunan menjadi $90 \mu\text{S}/\text{cm}$. Kemudian dilakukan diskusi bersama Operator, *Chemist Technician* dan *Chemist Engineer* untuk dilakukan perubahan *preset-time* pada step *rinsing* dari 120 menjadi 90 menit. Setelah dilakukan instruksi secara resmi dari pihak *Chemist* kepada Operator maka *preset-time* ditetapkan menjadi 90 menit. Kemudian pada saat pengaturan baru diterapkan, dilakukan pemantauan kembali untuk mengetahui apakah nilai konduktivitas yang diharapkan masih sesuai atau berubah menjadi lebih tinggi atau rendah mengingat instruksi di *Manual Book* adalah 60 menit. Sehingga dilakukan analisis kembali dengan cara mengambil sampel keluaran *Mixed Bed B* pada tahap *rinsing* di menit ke 60 pada tanggal 04 Oktober 2022 Didapatkan nilai konduktivitas $102,3 \mu\text{S}/\text{cm}$. Nilai konduktivitas yang didapatkan sudah memenuhi batas maksimum yang ditetapkan, sehingga sistem pada PLC diubah dari auto menjadi manual untuk mengubah langkah regenerasi ke langkah berikutnya yaitu *Drain Down*.

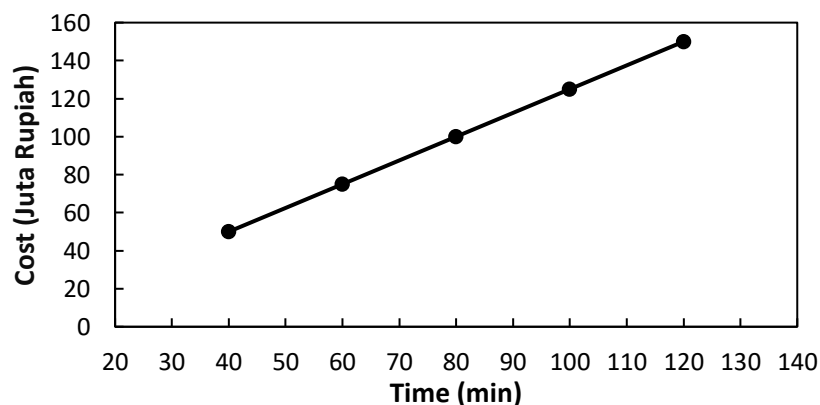
Setelah dilakukan perubahan pada proses regenerasi sebelumnya, dilakukan pemantauan kembali nilai konduktivitas pada menit ke 60 pada saat regenerasi *Mixed Bed A* pada tanggal 07 Oktober 2022. Didapatkan hasil yang tidak jauh berbeda dari data sebelumnya yakni $101,2 \mu\text{S}/\text{cm}$, hal ini juga membuktikan bahwa pada *Mixed Bed* yang berbeda dan menit *rinsing* yang sama konduktivitas $<0,2 \mu\text{S}/\text{cm}$ dapat dicapai. Hal ini menguatkan temuan identifikasi pada saat proses regenerasi berlangsung. Dilakukan penetapan perubahan *preset-time* tahap *rinsing* dari 90 menit menjadi 60 menit. Pada proses regenerasi *Mixed Bed B* tanggal 12 Oktober 2022 Nilai konduktivitas yang dicapai setelah dilakukan penetapan *preset-time* 60 menit adalah $94,89 \mu\text{S}/\text{cm}$. Berikut merupakan grafik nilai konduktivitas yang tercapai pada saat *preset-time* 60 menit.



Gambar 2. Pengaruh perubahan pada *preset-time* 60 menit terhadap nilai konduktivitas *output rinsing*

Tujuan utama dari proses regenerasi adalah menurunkan nilai konduktivitas dari $0,2 \mu\text{S/cm}$ menjadi $<0,1 \mu\text{S/cm}$. Dalam penelitian ini difokuskan hanya pada proses *rinsing* saja untuk mencapai nilai konduktivitas $<200 \mu\text{S/cm}$, sedangkan untuk mencapai angka $<0,2 \mu\text{S/cm}$ perlu dilakukan tahap regenerasi secara menyeluruh sesuai dengan tahapan proses sesuai dengan *manual book* PT. POMI [13]. Kemudian apabila nilai konduktivitas setelah proses regenerasi masih belum bisa mencapai $<0,1 \mu\text{S/cm}$, maka proses regenerasi dikatakan belum berhasil dan perlu dilakukan regenerasi ulang [8].

Proses percobaan dilakukan dengan cara *grab sampling* di keluaran air proses regenerasi *Mixed Bed*. Kemudian sampel yang sudah diambil akan dicek besar nilai konduktivitasnya menggunakan *Cond Meter*. Hal ini dikarenakan tidak adanya *Conductivity Analyzer* di area *output Mixed Bed* sehingga untuk mengetahui nilai konduktivitas perlu dilakukan analisis secara manual.



Gambar 3. Pengaruh waktu *rinsing* terhadap biaya pengeluaran pada proses regenerasi *Mixed Bed*

Dari proses pengurangan waktu pada proses *rinsing* ini didapatkan hasil pengurangan jumlah air demin yang digunakan. Pada Gambar 3 dapat diketahui jumlah konsumsi air

demin berkurang seiring dengan pengurangan waktu *rinsing*. Hasil pengamatan menunjukkan apabila proses *rinsing* dengan laju alir air sebesar 15 m³/h berlangsung selama 120 menit membutuhkan air sebanyak 30 m³ dan apabila diasumsikan harga tiap satu liter air demin adalah Rp5000, maka biaya yang dikeluarkan adalah sebesar ±Rp150.000.000 sedangkan pada proses *rinsing* selama 60 menit jumlah air yang dibutuhkan adalah 15 m³ dengan biaya pengeluaran air demin sebesar ±Rp75.000.000 dengan efisiensi penghematan sebesar 50%. Hal ini menunjukkan bahwa pengurangan waktu dari 120 menit menjadi 60 menit dengan laju alir tetap sebesar 15 m³/h dapat menghemat penggunaan air demin sebanyak 15 m³ atau 15000 liter dengan biaya sebesar Rp75.000.000 dalam satu kali proses regenerasi. Selaras dengan penelitian yang dilakukan oleh Andriyanto dan Handariansah, pengurangan jumlah penggunaan air demin dapat berdampak pada konservasi air demin sebagai air penambah HRS (Heat Recovery Steam and Generator). Selain itu juga dapat mengurangi jumlah air limbah yang disalurkan ke Waste Water Treatment Plant [5]. Hal ini tentu akan berdampak pada perusahaan karena akan menghemat pengeluaran dalam jumlah besar. Sehingga dari proses pengurangan waktu *rinsing* ini dapat meningkatkan efisiensi perusahaan pada proses regenerasi *Mixed Bed*.

4. KESIMPULAN DAN SARAN

Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan, dapat disimpulkan bahwa waktu optimal proses *rinsing* adalah 60 menit dengan nilai konduktivitas mencapai 102,3 µS/cm. Perubahan waktu pada tahap *rinsing* proses Regenerasi *Mixed Bed* dari 120 menit menjadi 60 menit dapat menghemat pengeluaran perusahaan sebanyak ± Rp75.000.000 dalam satu kali proses regenerasi *Mixed Bed* berlangsung. Hal ini dikarenakan menurunnya jumlah konsumsi air demin seiring dengan penyingkatan waktu pembilasan resin pada tahap *rinsing* regenerasi *Mixed Bed*.

Saran yang dapat diberikan untuk penelitian selanjutnya adalah sebaiknya diadakan instalasi pemasangan *Conductivity Analyzer* di area keluaran *Mixed Bed* sehingga nilai konduktivitas pada tahap *rinsing* dapat diketahui secara langsung tanpa harus melakukan analisis secara manual. Sebaiknya juga dilakukan pengecekan karakteristik resin guna mengetahui tingkat keefektifan kinerja resin pada unit demineralisasi *Mixed Bed*.

REFERENSI

- [1] H. Saroso, "Optimalisasi Pemakaian NaOH dan HCl untuk Regenerasi Resin Two Bed Water Treatment Plant," *Pros. SENTIA 2016-Politeknik Negeri Malang*, vol. 8, hal. 17–22, 2016.
- [2] G.-L. Song dan D. H. StJohn, "Corrosion of magnesium (Mg) alloys in engine coolants," in *Corrosion of Magnesium Alloys*, 1 ed., G. Song, Ed. Elsevier, 2011, hal. 426–454.
- [3] E. H. Sutopo, "Proses Demineralisasi Air Tanah Menjadi Air TDS 0 ppm Menggunakan Metode Resin Penukar Ion Tunggal (Single Ionic Resin Exchange Method)," *J. Inov. Ilmu Pengetah. dan Teknol.*, hal. 33–38, 2019.
- [4] D. Lestari Erlina, S. Pujiarta, dan Irwan, "Analisis Kemampuan Resin Penukaran Ion pada Sistem Demineralisasi RSG-GAS," *Pros. Semin. Has. Penelit. P2TRR*, hal. 126–131, 2000.
- [5] D. Ariyanto dan Handariansah, "Optimalisasi Produksi Mix Bed Dengan Penambahan

- Remaning Di Pltgu Tambak Lorok Semarang,” *J. Presipitasi Media Komun. dan Pengemb. Tek. Lingkung.*, vol. 13, no. 2, hal. 44–47, 2016.
- [6] C. Sato, S. Mashima, K. Harumi, dan S. Murao, “The preset timer and its application,” *J. Electrocardiol.*, vol. 3, no. 3, hal. 337–339, 1970.
- [7] S. Al-Asheh dan A. Aidan, “A Comprehensive Method of Ion Exchange Resins Regeneration and Its Optimization for Water Treatment,” *Intech*, vol. 11, no. tourism, hal. 1–13, 2016.
- [8] R. M. Gultom, “Menghitung Banyaknya Jumlah H₂SO₄ Untuk Satu Kali Proses Regenerasi Kation Exchange di Water Treatment Plant,” *Disem. FTI. Inst. Teknol. Nas. Bandung.*, hal. 1–8, 2021.
- [9] D. Biyantoro, K. T. Basuki, dan R. Subagiono, “Ion exchange resins.,” *Ann. Intern. Med.*, vol. 34, no. 4, hal. 1066–1073, 2016.
- [10] M. E. Kosim, D. Prambudi, dan R. Siskayanti, “Analisis Efisiensi Penukar Ion Sistem Demineralisasi Pada Pengolahan Air di Proses Produksi Electroplating,” *Pros. Semnastek*, no. November, hal. 1–7, 2021.
- [11] K. S. Kencana, “Proses Produksi Air Demin dari Air Laut untuk Pembangkit Listrik Tenaga Uap Proses Produksi Air Demin dari Air Laut untuk Pembangkit Listrik Tenaga Uap dengan Teknologi Membran Terintegrasi,” no. December 2017, hal. 0–16, 2018.
- [12] Sugianto, Srimaryanto, dan N. A. Purnamasari, “Sistem demineralisasi dengan penambahan kolom mixed bed,” *Pros. Has. Penelit. dan Kegiat. PLTR*, hal. 151–160, 2019.
- [13] P. POMI, “Manual Book Unit 7,8 PT. POMI,” 2019.
- [14] I. Nuhardin, M. Septiani, dan R. Rivaldiansyah, “Evaluasi Performance Regenerasi Mixed Bed Polisher Pada Unit Demineralisasi,” *Mecha J. Tek. Mesin*, vol. 3, no. 2, hal. 38–45, 2021.
- [15] A. Wibowo, “Analisis Sifat Korosi Galvanik Berbagai Plat Logam Di Laboratorium Metalurgi Politeknik Negeri Batam,” 2016.