

Evaluasi Kinerja Softener Untuk Menghilangkan Kesadahan dan Jadwal Kesesuaian Regenerasi pada Pengolahan Air di Pabrik Kelapa Sawit PT. XYZ
Performance Evaluation of Softener for Hardness Elimination and Regeneration Suitability Schedule in Water Treatment at Palm Oil Mill PT. XYZ

Yahya Abrian Siahaan, Nuraeni Dwi Dharmawati, Rengga Arnalis Renjani

Program Studi Teknik Pertanian, Fakultas Teknologi Pertanian Institut Pertanian Stiper, Yogyakarta Jl. Nangka II, Maguwo, Depok, Sleman, Yogyakarta, 55281, Indonesia

*email: yahya.abrian02@gmail.com

Abstrak

Softener adalah unit pengolahan air sadah dengan prinsip kerja menangkap kadar Ca dan Mg yang terdapat pada air. Kesesuaian jadwal regenerasi dapat memaksimalkan kinerja softener dan resin. Kualitas air pengolahan softener sangat berpengaruh terhadap keberhasilan proses internal treatment. Tujuan penelitian ini adalah : (1) Mengevaluasi kinerja unit softener untuk menghilangkan kesadahan pada proses pengolahan air di pabrik kelapa sawit. (2) Mengukur throughput/jumlah air yang mampu diolah softener. (3) Evaluasi kesesuaian jadwal regenerasi dan kebutuhan bahan kimia regenerasi pada *Softener*. Dari hasil analisis data dapat diambil kesimpulan sebagai berikut: (1) Evaluasi kinerja softener untuk menghilangkan kesadahan efisien dan selalu *trace* dengan tangki resin *softener* 3000L. (2) Softener mampu mengolah air sebanyak 7000 m³ selama 7 hari hingga dilakukan regenerasi. (3) Evaluasi jadwal regenerasi dilakukan sangat bermanfaat dikarenakan prosedur regenerasi dilakukan belum efisien. Disarankan jadwal regenerasi ditentukan dengan waktu tidak tenggat dan dilakukan *compressor* untuk membantu mengaktifkan resin kembali agar efisien. (4) Kebutuhan bahan kimia yakni NaCl sebanyak 500 kg dan dilarutkan didalam sodium tank dengan air 3 m³ menggunakan agitator.

Kata kunci: Instalasi Pengolahan Air, Regenerasi, Throughput, Dosis Bahan Kimia, Softener

Abstract

Softener is a hard water treatment unit with the working principle of capturing Ca and Mg levels found in water. Compliance with the regeneration schedule can maximize the performance of the softener and resin. The quality of softener processing water is very influential on the success of the internal treatment process. The aims of this study were: (1) To evaluate the performance of the softener unit for removing hardness in the water treatment process at a palm oil mill. (2) Measuring the throughput/amount of water that the softener can process. (3) Evaluation of the suitability of the regeneration schedule and the need for regeneration chemicals in the Softener. From the results of data analysis, the following conclusions can be drawn: (1) Evaluate the performance of the softener to remove hardness efficiently and always trace with a 3000L resin softener tank. (2) The softener is capable of treating 7000 m³ of water for 7 days until regeneration is carried out. (3) Evaluation of the regeneration schedule is very useful because the regeneration procedure is not efficient. It is recommended that the regeneration schedule is determined with no deadline and a compressor is used to help reactivate the resin so that it is efficient. (4) The need for chemicals, namely 500 kg of NaCl and dissolved in a sodium tank with 3 m³ of water using an agitator.

Keyword: *Water treatment plant, Regeneration, Throughput, Chemical dosing, Softener*

PENDAHULUAN

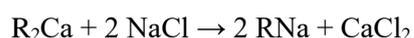
Air merupakan materi esensial sebagai kebutuhan pokok bagi kehidupan air manusia, sehingga jika kebutuhan tersebut baik dalam segi kuantitas maupun kualitas masih tidak tercukupi sampai dapat memberikan dampak yang besar

terhadap kerawanan kesehatan maupun sosial (Widayat, 2002). Sifat kesadahan air berbanding lurus dengan adanya kandungan ion Kalsium (Ca²⁺) dan Magnesium (Mg²⁺) dalam air. Air yang mempunyai kesadahan tinggi sangat merugikan (Widayat, 2002). *Softener* berfungsi sebagai penghapusan dari Ca²⁺ dan Mg²⁺ dari

larutan atau penyerapan ion, proses yang digunakan yaitu mengikat ion sadah untuk sebuah molekul yang menghilangkan kemampuan ion sadah untuk membentuk skala atau mengganggu deterjen. Penghapusan ini dicapai dengan pertukaran ion dan dengan metode presipitasi (Hardyanti & Fitri, 2006). Bagi air industri unsur Ca dapat menyebabkan kerak (*scaling*) pada dinding peralatan sistem peralihan panas (*heat exchanger*) sehingga dapat menyebabkan efisiensi alat penukar panas berkurang atau *over heat* yang mengakibatkan kerusakan pada peralatan *industry* (Marsidi, 2001). Pada pengolahan *water softener* memang dikatakan cukup rumit dikarenakan disamping untuk menurunkan kadar TDS resin berfungsi untuk menangkap kapur dengan menggunakan resin Kation dengan *NaCl* dan Anion dengan *NaOH*. Pada operasional sering ditemui permasalahan pada unit *alkali booster* dan *oxygen scavenger* dengan masalah di dosis penggunaan kimia oleh karena itu harus sering dilakukan (Hardyanti & Fitri, 2006) *Jartest* untuk menentukan capaian kualitas air sesuai dengan kebutuhan (Paid et al., n.d. 2015).

Pada operasional sering terjadi permasalahan mengenai kualitas air yang tidak sesuai atau kurang memenuhi syarat sehingga pada pipa-pipa yang terbuat dari logam pada pabrik mengalami endapan berupa kerak pada pipa *steam*. Masalah ini timbul dikarenakan kurangnya perhatian terhadap dosis resin yang digunakan tanpa SOP dengan kata lain menduga-duga dosis. Maka dari itu dilakukan evaluasi kinerja dari peralatan pengolahan air seperti *Demint Plant/softener plant* untuk mencapai kesesuaian regenerasi dan menghasilkan kualitas air yang baik (Ali M & Kusuma, 2019).

Ketika resin mengalami kejenuhan, resin bisa dibawa ke dalam keadaan baru dan memulai proses kembali. Regenerasi dari resin penukar ion adalah kebalikan dari reaksi pertukaran yang ditunjukkan di atas. Resin sisa pengolahan air sadah diregenerasi kembali dengan ion natrium yang disuplai dari larutan garam (biasanya *NaCl*) (Dzulhairi, 2015). Reaksi regenerasi adalah sebagai berikut:



Pada penelitian ini ditemukan solusi berupa evaluasi kinerja softener untuk mengolah air berkualitas dan prosedur regenerasi yang lebih efisien. Prosedur regenerasi membutuhkan banyak waktu persiapan sehingga perlu dilakukan penelitian agar jadwal regenerasi sesuai prosedur dan tidak menguras waktu yang banyak.

Adapun kebaharuan penelitian ini dari penelitian sebelumnya adalah bagaimana upaya yang dilakukan untuk memecahkan masalah prosedur regenerasi yang butuh persiapan dalam waktu yang lama hingga prosedur regenerasi berjalan dengan efisien tanpa mengganggu aktivitas rutin dari *man power* WTP. Perlakuan seperti melakukan kompresor dengan tekanan 23 psi pada *softener tank* untuk memecah resin yang telah tercampur antara resin yang masih aktif dan tidak aktif.. Menurut jurnal (Fatimura, 2016) mengatakan bahwa *hardness* sangat berpengaruh terhadap kualitas air umpan boiler dan umur dari peralatan *steam pipe*. Dari hasil analisa sampel air boiler yang di ambil didapat rata-rata pH =10.84, Hidrat Alkalinity = 397.5 ppm, Hardness rata-rata trace walaupun ada satu parameter yang bernilai Ca = 6 ppm dan Mg = 4 ppm , silica = 139.25 ppm, Besi = 0.9 ppm dan konduktivitas = 2750 micromhos/cm. Tujuan dari penelitian ini adalah mengevaluasi kinerja unit softener untuk menghilangkan kesadahan pada proses pengolahan air di pabrik kelapa sawit. Mengukur throughput/jumlah air yang mampu diolah softener. Evaluasi kesesuaian jadwal regenerasi dan kebutuhan bahan kimia regenerasi pada *Softener*. Terdapat manfaat penelitian sebagai berikut Penelitian ini diharapkan dapat menjadi evaluasi perbaikan bagi perusahaan untuk memperbaiki prosedur pengolahan air di WTP, penelitian ini diharapkan dapat menjadi masukan untuk mengetahui proses pengolahan softener dan kesesuaian jadwal regenerasi.

METODE

Alat dan Bahan

Alat yang digunakan pada penelitian ini yaitu, alat tulis, ph meter, TDS meter, NTU meter, Komparator silika dan *phosphate Lovibond*. Bahan untuk pengujian pada penelitian ini yaitu,

sampel air *eksternal treatment* dan *internal treatment*.

Tahapan Penelitian

Mulai, observasi dan pengujian, pengumpulan data internal, eksternal treatment dan prosedur regenerasi, evaluasi kinerja softener dan kesesuaian jadwal regenerasi, Upaya mengatasi factor permasalahan, kesimpulan, selesai. Pengambilan sampel dilakukan 2 jam setelah pengolahan TBS dimulai, sampel diambil 1 kali sehari selama 14 hari, pengambilan sampel sebanyak 50 ml setiap pengambilan sampel.

Pengujian sampel sesuai parameter dengan cara sebagai berikut :

1. Turbidity

Pengujian *turbidity* yaitu dengan cara memasukkan sampel ke *disc* kemudian memasukkan sampel kedalam alat *turbidity meter* dan menekan tombol start lakukan pembacaan dengan satuan NTUs.

2. pH

Pengujian pH dengan cara memasukan sampel ke dalam wadah, kemudian hidupkan alat pH meter, masukkan stik sensor pembaca kedalam wadah dan tekan tombol start pembacaan pH.

3. TDS

Pengujian pH dengan cara memasukkan sampel ke wadah TDS meter secukupnya hingga menutupi sensor, atur konversi sesuai yang diinginkan dan lakukan pembacaan dengan menekan tombol perhatikan pergerakan jarum dan angka yang ditunjukkan.

4. Total Alkalinity

Pengujian T. Alkalnity dengan cara sampel dimasukkan ke *beaker glass* dan lakukan titrasi dengan H_2SO_4 kemudian netralkan dengan larutan *phenolphthalein* lakukan perhitungan total titrasi x 40.

5. Hardness

Pengujian *hardness* dengan cara memasukkan sampel kedalam wadah kemudian tambahkan total *hardness indicator 0,020 gr*, *total hardness buffer 5 tetes* jika berwarna biru maka *trace*.

6. Silika

Pengujian silika yaitu dengan menggunakan alat *komparator silica Lovibond*, masukkan sampel ke silika *disc Lovibond*, tambahkan pembanding dan putar komparator untuk menemukan warna yang mendekati yang sama.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil rata – rata analisa kualitas air

Dari data yang didapat pada penelitian ini selanjutnya dilakukan perhitungan pengambilan sampel untuk mengetahui kualitas air yang di gunakan oleh pengolahan air di pabrik kelapa sawit melalui perlakuan internal treatment dan eksternal treatment.

Unit softening adalah suatu unit yang digunakan untuk proses pelunakan air untuk mengurangi kesadahan air yang berasal dari Ca^{2+} dan Mg^{2+} . Proses pelunakan air ini menggunakan resin sebagai penukar kation. Penelitian ini menguji kualitas keluaran air softener dan kesesuaian jadwal regenerasi. Unit softener yang digunakan dalam penelitian ini disajikan pada Gambar 4.1.

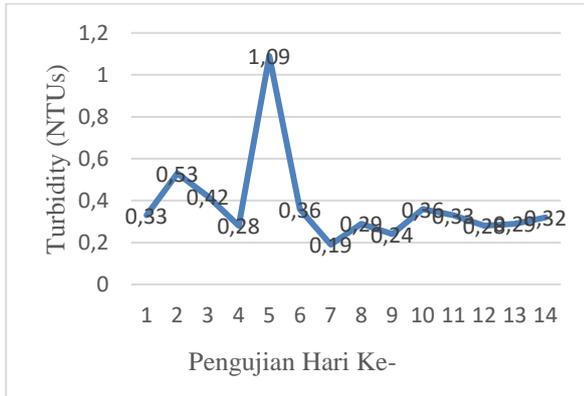


Gambar 4.1 Unit Softener

Sumber : Data primer alat penelitian

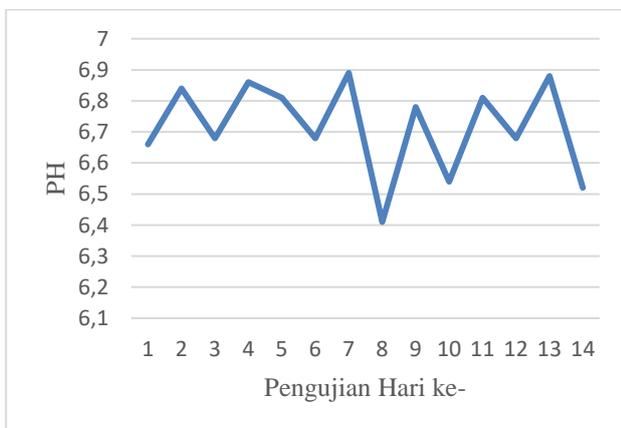
1. Hasil Pengujian Sampel Softener

Hasil pengujian tingkat kekeruhan pada sampel kualitas air softener dapat disajikan pada Gambar 4.2.



Gambar 4.2 Diagram Pengukuran *Turbidity*

Data dari Gambar 4.2 diambil dari nilai yang sudah di rata – rata kan untuk melihat hasil keakurasian sampel dari keseluruhan data dan akan di bandingkan dengan standar perusahaan yaitu <1 NTUs yang dimana dari keseluruhan pengujian masih dikisaran standar. Hasil pengujian pH dapat disajikan pada Gambar 4.3.

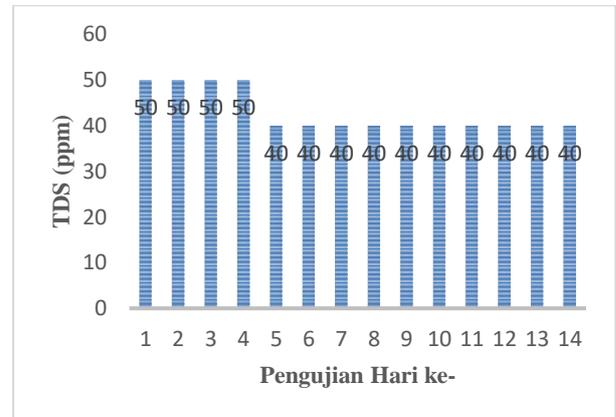


Gambar 4.3. Diagram Pengujian pH Softener

Pengujian pH menggunakan alat uji pH meter jika dibandingkan dengan standar rencana yaitu 6,5-7. Pada penelitian kualitas pH diuji masih dalam kondisi standar. Jika keadaan pH terlalu rendah dapat mengakibatkan instalasi pipa air terjadi keasaman yang tinggi sehingga menimbulkan korosi. Pada penelitian ini mengapa pH dapat naik dikarenakan kadar keasaman pada sampel *softener* ini rendah yang disebabkan oleh kadar *fitoplankton* yang tinggi dan jika pH rendah dikarenakan kadar basa lebih rendah dari asam pada waduk tersebut hal tersebut sesuai dengan

pendapat (Fajrin et al., 2020) yang menyatakan bahwa naik turunnya pH berhubungan dengan keseimbangan asam basa pada suatu larutan.

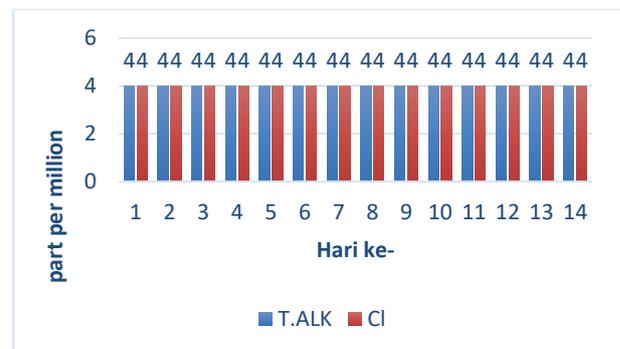
Hasil pengujian TDS dapat disajikan pada Gambar 4.4.



Gambar 4.4. Diagram Pengukuran TDS Softener

Pada Gambar 4.4 Hasil pengujian TDS dilakukan dengan menggunakan TDS meter didapatkan rata-rata TDS 42,9 ppm. Dari Tabel 4.3 standar TDS softener yaitu <75 ppm dan pada data tersebut kualitas air TDS softener masih dikisaran standar. Pada hasil pengamatan TDS naik dikarenakan adanya kandungan *dissolved solid* yang tinggi hasil TDS naik dan jika turun karena kandungan padatan terlarut rendah berupa organik maupun anorganik hal tersebut sesuai dengan pendapat (Afandi & Amdani, 2019) yang menyatakan bahwa partikel padatan terlarut di air rendah karena kandungan *dissolved solid* sesuai dengan standar yaitu 1600-2500 ppm.

Hasil pengujian T. Alkalinitas dan Cl dapat disajikan pada Gambar 4.5.



Gambar 4.5 Diagram Hasil Pengujian T. Alkalinity dan Cl pada Softener

Pada Gambar 4.5 T.ALK didapatkan rata-rata total alk 4 ppm dan Cl 4 ppm. Dari Tabel 4.4

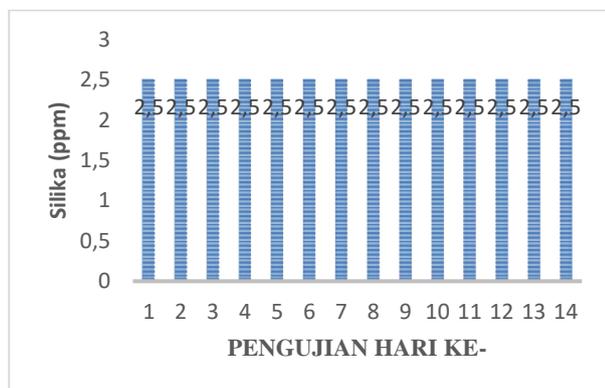
standar T.Alk dan Cl pada perusahaan yaitu maksimal 700 ppm dan hasil pengujian masih dikisaran standar. Jika alkalinitas tinggi muncul semacam pembusaan atau biasa disebut *foaming*. *Foaming* adalah terbentuknya busa pada permukaan air dan keluar bersama steam. Buih dapat menurunkan efisiensi steam pada boiler dan akhirnya menghasilkan deposit kristal garam. Hasil pengujian total hardness pada softener dapat disajikan pada Gambar 4.6

Hari ke-1 - 14
TRACE

Gambar 4.6 Data Hasil Pengujian Total Hardness

Sumber : Data primer 2023

Pada Tabel 4.6 pengujian kualitas air *softener* didapatkan hasil total *hardness* yakni *trace*. Dikatakan *trace* berarti kandungan kesadahan Ca dan Mg tidak terdeteksi. Standar total *hardness* dari pengolahan pabrik yaitu *trace*. Sebelum air dikirim ke softener kadar kesadahan pada boiler *water tank* 4 ppm dan pada pengujian masih dalam kisaran standar yang direncanakan. Hasil pengujian silika pada kualitas air softener dapat disajikan pada Gambar 4.7.



Gambar 4.7. Diagram Hasil Pengujian Silika.

Pada Gambar 4.7 pengolahan air terdapat kadar kualitas silika yang harus dikontrol. Pada data pengamatan silika 2,5 ppm. Silika adalah hasil polimerisasi asam silikat, tergantung pada asal kejadiannya silika dapat berstruktur kristalin ataupun amorph (Sulastri & Kristianingrum, 2010). Pada Gambar 4.7 didapatkan silika netral diangka 2,5 ppm dikarenakan pelapukan batuan yang terdapat pada air seperti kuarsa yang

mengandung mineral utama masih terjaga. Hal ini disebabkan oleh pH yang tidak tercapai, temperature *dearator* tidak efisien sehingga menunjang naiknya kadar silika. Silika gel sebagai senyawa silika yang berstruktur amorph mengandung gugus silanol dan siloksan. Pada pengamatan kandungan silika masih berada di kisaran standar 2,0-5,0 ppm.

2. Regenerasi

Pabrik kelapa sawit (PKS) sama dengan banyaknya tandan buah segar (TBS) yang diolah. Namun, tidak 100% air digunakan untuk kegiatan operasional. Sebanyak 60% – 65% air digunakan untuk kebutuhan boiler menghasilkan steam, 20% – 24% air digunakan sebagai pengencer dalam operasional (biasanya hanya 10% – 15%, sisanya didapatkan dari air kondensat), 5% – 10% air digunakan untuk keperluan regenerasi softener/demint plant dan sisanya untuk keperluan *domestic* (Rahardja, 2019).

Proses regenerasi dilakukan menggunakan bahan kimia NaCl / sodium di masukkan ke dalam tangki sodium tank kemudian dilakukan pelarutan menggunakan agitator. *Booster pump* akan berfungsi sebagai *supply* air dari bagian atas *softener tank* dan larutan sodium dari bawah. Setelah dilakukan regenerasi maka air yang digunakan tersebut akan disalurkan ke water trap. Pada *water trap* ini harus selalu diamati apakah ada resin yang tercecceur dan diuji apakah sudah *trace*. Untuk perhitungan dosis diperlukan NaCl 500 kg dan dilarutkan menggunakan air sebanyak 3 m³ dengan volume resin di tangki 3000 Liter. Hasil pengujian prosedur regenerasi dapat disajikan pada Tabel 4.8.

Tabel 4.1 Tabel Pengamatan Prosedur Regenerasi

No.	Tahapan	Flow (m ³ /jam)	Durasi (min)	Volume Air (min/m ³)
1.	Backwash	30	15	7,5 m ³
2.	Regenerasi	10	20	3,33 m ³
3.	Slow rinse	25	20	8,3 m ³
4.	Fast Rinse	50	10	8,3 m ³

Sumber : Data primer 2023

Pada Tabel 4.1 dilakukan prosedur regenerasi dengan berbagai tahapan seperti *backwash*, regenerasi (*brinning*), *slow rinse* dan *fast rinse*. Standar waktu yang ditentukan untuk *backwash* (15 menit), regenerasi (20 menit), *slow rinse* (20 menit), *fast rinse* (10 menit). Pada Tabel 4.8 proses regenerasi menggunakan air dan bahan kimia yang dapat dihitung sebagai berikut:

Menghitung volume air yang digunakan dalam prosedur regenerasi dengan cara berikut:

Contoh : Flow : 30 m³/jam

Durasi : 15 menit

Maka,

$$\begin{aligned} \text{Volume air} &= \frac{\text{Flow Air}}{60} = \text{m}^3/\text{menit} \\ &= \text{m}^3/\text{menit} \times \text{durasi} \\ &= \frac{30}{60} = 0,5 \text{ m}^3/\text{menit} \\ &= 0,5 \text{ m}^3/\text{menit} \times 15 = 7,5 \text{ m}^3/\text{menit} \end{aligned}$$

Dosis bahan kimia 500 kg sodium dan dilarutkan di *salt tank* dengan air sebanyak 3 m³ mix menggunakan *agitator*.

Penjelasan pada proses regenerasi tingkat keberhasilannya sangat berpengaruh terhadap hasil pengolahan eksternal *treatment* dan bagaimana kesiapan dari man power. Untuk melakukan generasi diperlukan banyak persiapan sehingga proses regenerasi tidak bisa dilakukan sewaktu-waktu. Jika jadwal regenerasi tidak sesuai maka harus dilakukan melihat selalu flowmeter olah air dari unit softener, bila terjadi kualitas keluaran *softener* tidak trace disarankan menggunakan cadangan *softener tank* hingga menunggu waktu jam olah tidak ada. Resin yang

digunakan untuk menangkap kadar Ca dan Mg harus keadaan baru dan tidak *expired*, karena kualitas resin berpengaruh terhadap capaian kinerja *softener* dan keberhasilan prosedur yang dilakukan.

KESIMPULAN

Dari hasil evaluasi kinerja softener untuk menghilangkan kesadahan dan kesesuaian jadwal regenerasi pada pengolahan air pabrik kelapa sawit PT. XYZ dapat diambil kesimpulan sebagai berikut: Evaluasi kinerja softener untuk menghilangkan kesadahan efisien dan selalu *trace* dengan tangki resin *softener* 3000L. Softener mampu mengolah air sebanyak 7000 m³ selama 7 hari hingga dilakukan regenerasi. Evaluasi jadwal regenerasi dilakukan sangat bermanfaat dikarenakan prosedur regenerasi dilakukan belum efisien. Disarankan jadwal regenerasi ditentukan dengan waktu tidak tenggat dan dilakukan *compressor* untuk membantu mengaktifkan resin kembali agar efisien.. Kebutuhan bahan kimia yakni NaCl sebanyak 500 kg dan dilarutkan didalam sodium tank dengan air 3 m³ menggunakan agitator.

Daftar pustaka

- Ali M, M. N., & Kusuma, A. (2019). Analisa Kinerja Mesin Wtp Menggunakan Metode Fmea Dan Penjadwalan Preventif Maintenance. *WAKTU: Jurnal Teknik UNIPA*, 17(1), 15–25. <https://doi.org/10.36456/waktu.v17i1.1829>
- Dzulkhairi, H. (2015). Teknologi Pengolahan Air Gambut. *Jurnal Ilmiah Pertanian*, 2(1), 337–386.
- Fatimura, M. (2016). Study Analisa Kualitas Air Boiler Menggunakan Standar American Society Of Mechanical Engineers (ASME). *Teknik Program Studi Teknik Kimia Universitas Pgri Palembang*, 1(9), 9.
- Hardyanti, N., & Fitri, N. D. (2006). Studi Evaluasi Instalasi Pengolahan Air Bersih Untuk Kebutuhan Domestik Dan Non Domestik (Studi Kasus Perusahaan Tekstil Bawen Kabupaten Semarang). *Jurnal Presipitasi*, 1(1), 37–42–42.
- Marsidi, R. (2001). Zeolit untuk mengurangi

kesadahan air. *Jurnal Teknologi Lingkungan*, 2(1), 1–10.
<https://doi.org/10.1523/JNEUROSCI.3476-13.2014>

- Paid, A., Yuli Rustanto, E., & Pusat Teknologi Bahan Bakar Nuklir -BATAN, P. (n.d.). *Hasil-Hasil Penelitian EBN Tahun 2015 EVALUASI KINERJA SISTEM AIR BEBAS MINERAL-IEBE*.
- Rahardja, I. B. (2019). Perhitungan Jumlah Bahan Kimia pada External Water Treatment (Studi Kasus di PMKS XYZ, Kalimantan Tengah). *Jurnal Citra Widya Edukasi*, 5(1), 77–82.
- Sulastrri, S., & Kristianingrum, S. (2010). Berbagai Macam Senyawa Silika : Sintesis, Karakterisasi dan Pemanfaatan. *Prosiding Seminar Nasional Penelitian, Pendidikan Dan Penerapan MIPA*, 211–216.
- Widayat, W. (2002). Teknologi Pengolahan Air Sadah. *Jurnal Teknologi Lingkungan*, 3(3), 256–266.