



REGENERASI KATION DAN ANION UNTUK PENURUNAN MINERAL AIR UMPAN BOILER DI UNIT PENGOLAHAN AIR PT BAKRIE SUMATERA PLANTATIONS, Tbk PALM OIL MILL KISARAN

REGENERATION OF CATIONS AND ANIONS FOR REDUCTION OF BOILER FEED WATER MINERALS AT THE WATER TREATMENT UNIT OF PT BAKRIE SUMATERA PLANTATIONS, TBK PALM OIL MILL KISARAN

Muhammad Kurniawan¹⁾ Zulham Effendi^{1)*} Purjianto¹⁾

¹⁾ Program Studi Teknologi Pengolahan Hasil Perkebunan, Institut Teknologi Sawit Indonesia, Medan

*Corresponding Email : zulhameffendi@itsi.ac.id

Abstract

Water is a crucial factor in ensuring smooth and high-quality production in palm oil mills. Minerals present in water can lead to scale formation, sedimentation, and equipment corrosion. Therefore, the demineralization process with cation and anion regeneration is beneficial to maintain water quality in accordance with operational standards. Water plays a vital role in the industrial sector; boilers, as primary steam generators, transform water into vapor through heating. However, operating without good water quality can result in issues like scale formation and corrosion. In water treatment processes, chemical substances are required for purification, such as Nalco 3276 for flocculation and Nalco 8173 for flocculant retention. The mineral content in water also affects chemical reactions, such as causing scale formation in boilers and influencing reaction processes. Demineralization is frequently employed across various industrial sectors, including palm oil mills, to treat boiler feedwater and other raw materials. Maintaining stable boiler feedwater usage by controlling pH and total hardness prevents problems in pipelines. This research focuses on cation and anion regeneration to reduce mineral content in boiler feedwater at PT. Bakrie Sumatera Plantations, Tbk Palm Oil Mill Kisaran, with the aim to analyze the regeneration process using H₂SO₄ and NaOH dosages and identify factors causing issues during regeneration.

Keywords: Cation, Anion, Boiler, Mineral

How to Cite : Kurniawan, M., Effendi, Z. dan Purjianto. (2023). Regenerasi Kation dan Anion Untuk Penurunan Mineral Air Umpa Boiler Di Unit Pengolahan Air PT Bakrie Sumatera Plantations, Tbk Palm Oil Mill Kisaran. Jurnal Agro Fabrica Vol.5 (2) : 50-57.

PENDAHULUAN

Era industri modern saat ini, pabrik kelapa sawit (PKS) memegang peranan penting dalam memproduksi minyak kelapa sawit yang merupakan komoditas utama dalam industri agribisnis. PKS mengolah kelapa sawit menjadi *Crude Palm Oil* (CPO) dan *Palm Kernel Oil* (PKO) melalui serangkaian proses seperti sterilisasi, pengepresan, dan klarifikasi (Oksya Hikmawan, dkk., 2016). Dalam konteks ini, PT Bakrie Sumatera Plantations, Tbk *Palm Oil Mill* Kisaran berperan sebagai salah satu entitas dalam produksi minyak kelapa sawit.

Pabrik kelapa sawit memiliki enam stasiun yang terkoneksi satu sama lain dalam mengolah tandan buah segar (TBS) hingga menghasilkan CPO dan inti kelapa sawit. Stasiun- stasiun tersebut termasuk stasiun penerimaan buah, stasiun perebusan, stasiun penebah, stasiun press, stasiun pemurnian minyak, dan stasiun pengolahan biji (Pahan, 2008). Proses pengolahan ini dilakukan dengan tujuan untuk mengoptimalkan rendemen CPO dan PKO, serta menghasilkan produk sampingan seperti fiber dan cangkang yang dapat dimanfaatkan sebagai bahan bakar boiler atau dijual sebagai produk samping (Pahan, 2008).

Dalam konteks industri perkebunan kelapa sawit, penggunaan air

menjadi elemen penting dalam proses pengolahan. Oleh karena itu, *water treatment plant* menjadi komponen krusial dalam memastikan kualitas air yang digunakan sesuai dengan standar dan persyaratan. *Water treatment plant* memiliki fungsi untuk mengolah air dari sumber seperti sungai, melakukan koagulasi, flokulasi, dan sedimentasi, serta melalui proses reverse osmosis untuk mendapatkan air yang memenuhi kriteria kualitas yang diperlukan, terutama untuk penggunaan dalam boiler (Anis dan Karnowo, 2008). Gambaran alur dan peralatan dalam *water treatment plant* juga sangat penting untuk memastikan efektivitas proses pengolahan air (Anis dan Karnowo, 2008).

Dalam konteks pengolahan air yang lebih lanjut, demineralisasi merupakan tahap penting dalam mempersiapkan air umpan boiler. Demineralisasi bertujuan untuk menghilangkan mineral-mineral dan ion-ion yang tidak diinginkan dalam air, terutama karena mineral-mineral tersebut dapat menyebabkan kerusakan dan korosi pada peralatan boiler (Riska M, 2021). Proses demineralisasi melibatkan penukaran ion menggunakan penukar ion (*ion exchanger*), seperti *cation exchanger* dan *anion exchanger*, yang menggunakan resin penukar ion (Sutopo, 2019).

Tahapan proses demineralisasi melibatkan operasi, cuci (*backwash*), regenerasi, dan bilas (*fast rinse*) untuk memastikan keberlanjutan dan efektivitas media penukar ion.

Dalam pengoperasian boiler, air umpan boiler harus memenuhi standar yang telah ditentukan agar dapat berfungsi dengan optimal dan tidak menimbulkan masalah dalam pengoperasian. Air umpan boiler harus bebas dari mineral-mineral dan pengotor lainnya yang dapat merusak efisiensi kerja dari boiler (Aquarina, 2009). Oleh karena itu, pemahaman akan persyaratan air umpan boiler dan proses demineralisasi sangat penting dalam menjaga kualitas dan kinerja sistem boiler.

Dalam konteks studi ini, penting untuk memahami dan mengoptimalkan regenerasi kation dan anion dalam proses demineralisasi agar kinerja air umpan boiler dapat dijaga dan menghasilkan steam berkualitas tinggi. Regenerasi kation exchanger dan anion exchanger melibatkan reaksi kimia antara resin penukar ion dengan larutan garam yang menggantikan ion-ion yang terperangkap pada resin. Misalnya, reaksi antara kation natrium pada resin dengan larutan garam magnesium dapat menghasilkan ion magnesium yang terperangkap pada resin dan natrium yang terdistribusi dalam fase larutan. Sementara itu, reaksi antara anion klorida pada resin dengan larutan natrium

hidroksida menghasilkan ion hidroksida yang terperangkap pada resin dan natrium klorida yang terdistribusi dalam fase larutan.

Dengan pemahaman mendalam tentang proses pengolahan air, regenerasi ion exchanger, dan kualitas air umpan boiler, diharapkan PT. Bakrie Sumatera Plantations, Tbk *Palm Oil Mill* dapat meningkatkan efisiensi dan kinerja operasionalnya, serta menghasilkan produk akhir yang berkualitas tinggi. Studi ini memberikan kontribusi dalam meningkatkan pemahaman tentang aspek-aspek kritis dalam industri kelapa sawit, pengolahan air, dan penggunaan air dalam pembangkitan tenaga uap.

METODE PENELITIAN

Tempat dan Waktu

Penelitian ini dilaksanakan di PT. Bakrie Sumatera Plantations, Tbk *Palm Oil Mill* Kisaran JL. Sei Balai, Kec. Sei Balai, Kabupaten Batu Bara, Sumatera Utara, 21252 dan Waktu penelitian dilakukan selama 3 bulan pada Oktober, November dan Desember 2022.

Rancangan Penelitian

Metode yang digunakan dalam penelitian ini yaitu menggunakan metode Deskriptif Kualitatif berdasarkan data primer dan sekunder pengolahan air di areal *Demineralisasi Plant*. Seluruh penelitian dilakukan pada areal

pengolahan air Pabrik Kelapa Sawit.

Alat dan Bahan

Alat yang digunakan dalam proses penelitian ini yaitu Tanki Kation dan Tanki Anion.

Bahan yang digunakan pada penelitian ini yaitu Data Regenerasi Kation dan Anion (Oktober, November dan Desember Tahun 2022).

Prosedur dan Pengolahan Data Penelitian

1. Mengamati terjadinya proses di areal kation dan anion.
2. Melakukan pengecekan dan pengamatan pada Tanki Kation dan Tanki Anion.
3. Melakukan pengambilan Data Regenerasi Kation dan Anion (Oktober, November dan Desember Tahun 2022).
4. Melakukan analisa terhadap data-data yang telah diperoleh.
5. Melakukan pengolahan terhadap data – data yang telah diperoleh.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Pengamatan Hasil Regenerasi H_2SO_4 Pada Kation Exchanger

Dalam proses demineralisasi, pe-nukar ion kation (*kation exchanger*) adalah suatu resin yang memiliki kemampuan untuk menyerap ion-ion positif (kation) dari larutan. Salah satu metode yang umum digunakan untuk meregenerasi resin penukarkation adalah dengan menggunakan asam sulfat (H_2SO_4) sebagai larutan *regeneran*. Asam sulfat akan menggantikan kation yang terjerat dalam resin dengan ion hidrogen (H^+), sehingga resin kation dapat kembali digunakan untuk menangkap ion positif dari larutan. Pada penelitian ini, dosis asam sulfat yang digunakan sebanyak 125 kg. Dosis ini akan mempengaruhi seberapa banyak ion kation yang dapat diregenerasi dari resin dan seberapa baik kinerja resin tersebut setelah regenerasi.

Tabel 1. Hasil Regenerasi H_2SO_4 Pada Kation Exchanger

No	Bulan Oktober	Bulan November	Bulan Desember
1	Trace	Trace	Trace
2	Trace	Trace	Trace
3	Trace	Trace	Trace
4	Trace	Trace	Trace
5	Trace	Trace	Trace
6		Trace	Trace
7		Trace	Trace
8		Trace	Trace
9			Trace
10			Trace
11			Trace

Berdasarkan tabel 1 dapat disimpulkan bahwa hasil regenerasi kation pada bulan (Oktober, November, dan Desember Tahun 2022) menunjukkan bahwa resin kation exchanger berhasil diregenerasi dengan baik menggunakan asam sulfat (H₂SO₄). Semua nilai dalam tabel menunjukkan hasil "Trace", yang menandakan bahwa proses regenerasi yang dilakukan efektif dalam menghilangkan kontaminan atau ion yang telah terjerat dalam resin kation sebelumnya.

Pengamatan Hasil Regenerasi NaOH Pada Anion Exchanger

Penggunaan natrium hidroksida (NaOH) sebagai bahan regenerasi pada resin penukar anion dalam

proses demineralisasi memiliki efektivitas yang signifikan. Hasil penelitian menunjukkan bahwa dosis tertentu dari NaOH dapat mengembalikan kapasitas penukaran ion resin anion secara optimal, sehingga resin dapat kembali berfungsi dengan baik dalam menghilangkan ion-ion anion dari air baku (Smith, J. et al, 2018). Dalam penelitian ini dosis natrium hidroksida yang digunakan sebanyak 250 kg. Dosis natrium hidroksida yang digunakan dalam regenerasi resin anion ini nantinya akan diuji seberapa efisien dan efektifnya proses ini dalam mengembalikan kapasitas penukaran ion resin anion.

Tabel 2. Hasil Regenerasi NaOH Pada *Anion Exchanger*

No	Bulan Oktober	Bulan November	Bulan Desember
1	4 ppm	3 ppm	3 ppm
2	3 ppm	Trace	Trace
3	Trace	2 ppm	4 ppm
4	3 ppm	3 ppm	Trace
5	Trace	Trace	Trace
6	Trace	Trace	Trace
7	3 ppm	2 ppm	2 ppm
8	3,5 ppm	Trace	5 ppm
9	Trace		

Berdasarkan tabel diatas dapat disimpulkan bahwa hasil regenerasi anion pada bulan (Oktober, November, dan Desember Tahun 2022) menunjukkan

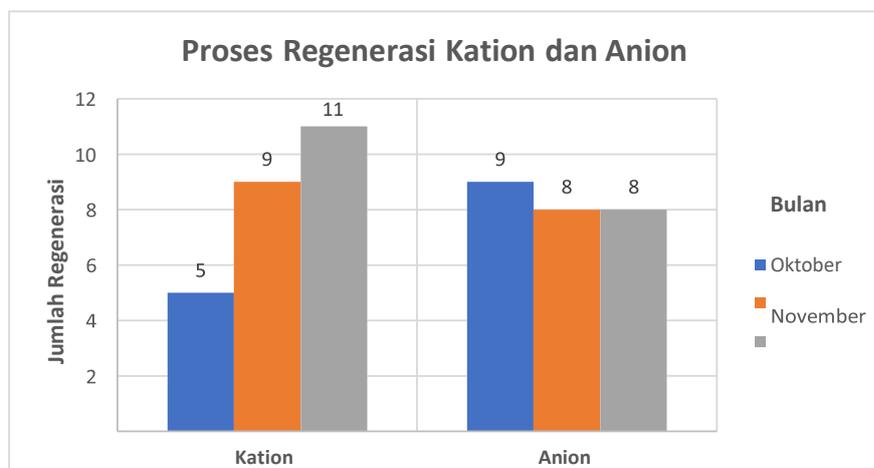
konsentrasi ion anion yang diregenerasi berfluktuasi dari waktu ke waktu dan perbedaan ini dapat dipengaruhi oleh faktor-faktor seperti sifat dan kondisi resin,

kualitas air baku, serta prosedur regenerasi yang dilakukan. Perubahan konsentrasi tersebut menunjukkan perubahan dalam kapasitas penukaran ion resin, yang dapat mempengaruhi kemampuan resin dalam menghilangkan ion anion dari air baku setelah proses regenerasi.

Perbandingan Proses Regenerasi Kation dan Anion

Proses regenerasi pada kation melibatkan penggunaan asam kuat, seperti asam sulfat (H_2SO_4), yang berfungsi untuk menggantikan ion kation yang terperangkap dalam resin dengan ion hidrogen (H^+). Proses ini membantu

memulihkan kapasitas penukaran ion resin. Setelah regenerasi, resin kation akan siap untuk digunakan kembali dalam menangkap dan melepaskan ion kation dalam air yang diolah. Sedangkan proses regenerasi pada anion melibatkan penggunaan basa kuat, seperti natrium hidroksida ($NaOH$), yang bertujuan untuk menggantikan ion anion yang terperangkap dalam resin dengan ion hidroksida (OH^-). Seperti pada proses regenerasi kation, regenerasi pada resin anion juga bertujuan untuk memulihkan kapasitas pertukaran ion.



Gambar 1. Perbandingan Proses Regenerasi Kation dan Anion

Berdasarkan gambar diatas dapat dilihat bahwa Pada bulan Oktober, terdapat perbandingan yang signifikan di mana regenerasi kation dilakukan sebanyak 5 kali, hal itu jauh lebih rendah daripada regenerasi anion yang dilakukan sebanyak

9 kali. Namun, pada bulan November regenerasi kation dilakukan sebanyak 9 kali yang mana hal itu meningkat tajam. Sementara regenerasi anion dilakukan sebanyak 8 kali yang mana hal tersebut mengalami penurunan. Kemudian pada

bulan Desember terjadi perbedaan yang semakin timpang, dengan jumlah regenerasi kation dilakukan sebanyak 11 kali sedangkan regenerasi anion dilakukan sebanyak 8 kali. Perbandingan jumlah regenerasi antara kation dan anion exchanger tidak memiliki patokan yang tetap. Hal ini karena frekuensi regenerasi dipengaruhi oleh berbagai faktor, seperti kualitas air baku, jenis resin yang digunakan, intensitas penggunaan resin, dan efektivitas proses regenerasi itu sendiri. Keduanya memerlukan regenerasi untuk menjaga kinerja resin dalam jangka waktu tertentu.

Penting untuk memahami bahwa jumlah regenerasi yang dilakukan seharusnya selalu mengacu pada hasil analisis kinerja resin dan kondisi air baku yang digunakan. Pengukuran secara periodik terhadap kapasitas pertukaran ion dan efisiensi regenerasi akan membantu dalam menentukan frekuensi dan keefektifan proses regenerasi untuk masing-masing jenis resin kation dan anion.

KESIMPULAN DAN SARAN

Kesimpulan

Dari hasil penelitian yang dilakukan dapat disimpulkan sebagai berikut :

1. Regenerasi pada *kation exchanger* pada bulan Oktober, November, dan

Desember berjalan secara efektif, yang mana proses regenerasi ini berhasil menghilangkan kontaminan yang terperangkap dalam resin. Sementara regenerasi anion exchanger menunjukkan fluktuasi konsentrasi ion anion yang diregenerasi, yang mana terjadinya hal ini dapat dipengaruhi oleh sifat resin, kondisi air baku, dan prosedur regenerasi.

2. Perbandingan jumlah regenerasi kation dan anion menunjukkan variasi yang terjadi dari bulan Oktober hingga Desember. Meskipun tidak ada patokan yang tetap, terlihat bahwa frekuensi regenerasi kation dan anion tidak selalu seimbang, dipengaruhi oleh faktor-faktor seperti jenis resin, intensitas penggunaan, dan efektivitas regenerasi. Penting untuk melakukan pengukuran periodik terhadap kinerja resin dan kondisi air baku untuk menentukan frekuensi optimal dari masing-masing jenis regenerasi.
3. Dalam proses demineralisasi, resin penukar ion kation dan anion memiliki peran penting dalam menghilangkan ion positif (kation) dan ion negatif (anion) dari larutan. Proses regenerasi kation melibatkan penggunaan asam sulfat (H_2SO_4)

untuk mengembalikan kapasitas pertukaran ion resin, sementara proses regenerasi anion menggunakan natrium hidroksida (NaOH) untuk tujuan yang serupa. Dengan regenerasi, resin tersebut dapat digunakan kembali dalam menangkap ion-ion pada proses pengolahan air pada *inter- nal water treatment*.

Saran

1. Melakukan uji dosis yang berbeda untuk asam sulfat pada kation exchanger dan natrium hidroksida pada anion exchanger. Dengan itu akan membantu mengidentifikasi dosis yang paling efektif dalam mengembalikan kapasitas penukaran ion resin pada kedua jenis penukar ion.
2. Melakukan analisis lebih mendalam terhadap faktor-faktor yang mempengaruhi perubahan konsentrasi ion pada proses regenerasi.
3. Memfokuskan perbandingan frekuensi regenerasi antara kation dan anion exchanger pada periode waktu tertentu. Hal ini akan membantu untuk mengidentifikasi tren dan pola dalam kebutuhan regenerasi, yang

dapat menjadi panduan untuk mengatur jadwal regenerasi dengan lebih efisien.

DAFTAR PUSTAKA

- Anis, S., & Karnowo. (2008). Studi Pengolahan Air Sebagai Air Umpan Boiler pada Pabrik Kelapa Sawit. *Jurnal Teknik Kimia*, 15(1), 1-5.
- Aquarina, D. A. (2009). Analisis Kualitas Air Umpan Boiler. *Jurnal Teknik Kimia*, 16(1), 1-7.
- Oksya Hikmawan, dkk. (2016). Pengaruh Tekanan dan Suhu dalam Pemurnian Minyak Kelapa Sawit (CPO) dengan Proses Physical Refining terhadap Beberapa Parameter Mutu Minyak. *Jurnal Teknik Kimia*, 23(3), 1-10.
- Pahan, I. (2008). *Panduan Lengkap Kelapa Sawit*. Jakarta: Penebar Swadaya.
- Riska Miranda Gultom. (2021). Menghitung Banyaknya Jumlah H₂SO₄ Untuk Satu Kali Proses Regenerasi Kation Exchange di Water Treatment Plant. Institut Teknologi Nasional Bandung.
- Smith, J., Brown, A., Johnson, K. (2018). *Optimizing Anion Exchange Regeneration in Water Treatment*. *Journal of Water Research*, 45(3), 210-225.
- Sutopo, E. (2019). Proses Demineralisasi Air Tanah Menjadi Air Tds 0 Ppm Menggunakan Metode Penukar Resin Ion Tunggal (*Single Ionic Resin Exchange Method*). *Jurnal Teknik Mesin*, 1(1), 1-7.