

## **Pengaruh *Removal Chloride* Terhadap *Efficiency Chloride Removal Plant (CRP)* pada Proses *Vacuum Evaporator***

**Erwin<sup>1\*</sup>, Diah Hariyanti<sup>2</sup>**

<sup>1</sup> Program Studi Teknologi Pengolahan Pulp dan Paper, Fakultas Vokasi, Institut Teknologi dan Sains Bandung, Bekasi – Indonesia, Indonesia

Email : [erwin.dosen@gmail.com](mailto:erwin.dosen@gmail.com)

### **Abstrak.**

Dalam industri Pulp dan Kertas salah satu tantangan bagi industri pulp dan kertas adalah pengolahan limbah yang rendah untuk meminimalkan terhadap lingkungan. Salah satu konsentrasi pengurangan limbah pada *proses recovery chemical* adalah *NPE (Non Process Elements)* dalam cairan pada proses *Vacuum Evaporator*. *NPE* merupakan kandungan yg tidak diperlukan dalam proses dan harus dibuang karena berdampak korosi/deposit terhadap permukaan pipa. Dalam memanfaatkan sistem berupa *CRP (Chloride Removal Plant)* yang berfokus untuk mengurangi *Chloride* pada proses, ternyata ditemukan masalah yaitu banyaknya *soda loss* yang terbuang pada saat proses *CRP*, untuk itu perlu adanya perhitungan dalam menentukan *efficiency chloride* yang tertinggi saat dibuang agar dapat meminimalkan *soda loss* dan memaksimalkan *chloride* yang terbuang sehingga proses pada *CRP* dapat berjalan dengan efisien. Metode yg digunakan untuk mengolah data pada input dan output adalah neraca massa, untuk pengolahan data pengukuran sampel dilakukan sebanyak 36 kali per variabel kemudian dilakukan pengujian normalitas data. Analisa *Pearson-correlation* dan *Spearman* serta uji regresi yang didapatkan terdapat korelasi kuat dan tingkat signifikansi yang tinggi pada removal chloride terhadap *efficiency chloride* dan *bleed* terhadap *efficiency chloride* sementara itu faktor lain yang mempengaruhinya adalah *density crystallizer* dan *BPR heater*.

Kata Kunci : *CRP (Chloride Removal Plant)*, *efficiency chloride*, *NPE (Non Process Elements)*, *removal chloride*.

### **Abstract**

*In the pulp and paper industry, one of the challenges for the pulp and paper industry is low waste treatment to minimize environmental impacts. One of the concentrations of waste reduction in the chemical recovery process is NPE (Non Process Elements) in the liquid in the Vacuum Evaporator process. NPE is a content that is not needed in the process and must be removed because it has an impact on corrosion/deposits on the pipe surface. In utilizing a system in the form of a CRP (Chloride Removal Plant) which focuses on reducing chloride in the process, it turned out that a problem was found, namely the amount of soda loss that was wasted during the CRP process, for this reason it is necessary to calculate the highest chloride efficiency when disposed of in order to minimize soda loss. and maximize the wasted chloride so that the CRP process can run efficiently. The method used to process data at the input and output is a mass balance, for data processing, sample measurements were carried out 36 times per variable and then tested for normality of the data. Pearson-correlation and Spearman analysis as well as regression test obtained there is a strong correlation and a high level of significance in chloride removal on chloride efficiency and bleed on chloride efficiency, meanwhile other factors that influence it are density crystallizer and BPR heater.*

Keywords : *CRP (Chloride Removal Plant)*, *efficiency chloride*, *NPE (Non Process Elements)*, *removal chloride*.

---

<sup>1\*</sup> Corresponding author: [erwin.dosen@gmail.com](mailto:erwin.dosen@gmail.com)

## 1. Pendahuluan

Dalam Industri Pulp dan Kertas salah satu tantangan bagi industri pulp dan kertas adalah pengolahan limbah yang rendah untuk meminimalkan dampak terhadap lingkungan. Salah satu konsentrasi pengurangan limbah pada proses *recovery chemical* adalah Non-Proses Element (NPE), yang disebut elemen non-proses (NPE) dalam cairan pada proses *Vacuum Evaporator* saat daur ulang *chemical* adalah klorida (Cl), dan Potassium (K). Istilah NPE secara umumnya menggambarkan bahan, yang tidak diperlukan dalam proses, dalam hal ini adalah Klorida dan potassium. NPE yang menjadi fokus terhadap kedua residual ini adalah senyawa tersebut yang mampu berdampak negatif pada lingkungan.

Disamping mampu berdampak langsung pada lingkungan, senyawa Cl dan Kalium juga berdampak terhadap proses *recovery chemical* pada unit *recovery boiler*. *Recovery boiler* merupakan salah satu unit yang bertujuan untuk memulihkan kandungan *black liquor* yang dihasilkan dari proses pemasakan pada *fiberline*. Dalam proses *recovery chemical*, *Recovery boiler* memanfaatkan proses pembakaran pada *furnace*. Proses pembakaran yang dilakukan mampu menghasilkan senyawa *anorganik* dan *organik*.

Senyawa Cl dan K, mampu mengakibatkan permasalahan yang serius pada pipa-pipa boiler, dimana kedua unsur tersebut mampu mengakibatkan suatu endapan (deposit) pada permukaan pipa. Akibat dari adanya deposit tersebut mampu berdampak terhambatnya perpindahan panas. Selain mampu mengurangi proses perpindahan panas, deposit pada permukaan pipa mampu mengurangi dari sifat *thermal* dalam proses. Hal ini mampu menurunkan *first melting temperature* (FMT) atau waktu lelehan pada *Heavy Black Liquor* yang diadjust pada *Furnace* (Tran, 1998).

Jika senyawa Cl- dan K sudah mengalami penumpukan pada pipa *boiler* mampu mengakibatkan penurunan efisiensi kerja *boiler*. Dikarenakan, deposit tersebut mampu mengakibatkan *slugging* dan *plugging* yang mampu menimbulkan masalah yang serius berupa terhambatnya jalannya flue gas pada sistem *recovery boiler* sehingga boiler harus di stop. Upaya demi menurunkan unsur Cl- dan K pada *recovery chemical*. Dalam memanfaatkan sistem berupa CRP (Chloride Removal Plant). Dimana Plant tersebut berfokus untuk mengurangi kandungan Cl- dan K. Akan tetapi kerap kali CRP mengalami suatu permasalahan yaitu banyaknya soda loss yang terbuang didalam bleed. Dimana bleed merupakan output dari

Crystallizer yang seharusnya soda loss lebih sedikit daripada chloride dan potassium.

Berdasarkan latar belakang diatas, penulis tertarik untuk meneliti mengenai efisiensi kinerja CRP. Hal ini tertuang dalam penelitian Tugas Akhir yang berjudul “Pengaruh Removal Chloride terhadap Efisiensi Chloride Removal Plant (CRP) pada proses Vacuum Evaporator”

## 2. Tinjauan Pustaka

### 1. Vacuum Evaporator

Vacuum Evaporator adalah mesin yang digunakan untuk menguapkan air dengan memanfaatkan peran suhu dan tekanan sehingga dapat mengurangi kadar air yang terkandung di dalam weak black liquor. Tujuannya dari proses di VE adalah mengubah weak black liquor (WBL) menjadi heavy black liquor (HBL). WBL dari proses washing di fiberline biasanya memiliki TS sekitar 14-18%.

### 2. Chloride Removal Plant (CRP)

CRP merupakan unit yang terdiri dari seperangkat peralatan yaitu terdiri dari *crystallizer*, *centrifuge*, *heater*, dan *mixing tank*. Unit ini dibuat untuk menghilangkan *chlorida* dan *potassium* pada *ash* yang dihasilkan oleh *ESP* selama

proses di *recovery boiler* berlangsung (Valmet, 2020).

#### 2.2.1 Ash Dissolving Tank

Abu *ESP* dari konveyor *recovery boiler* diumpankan ke tangki pelarut abu melalui pengumpan putar dan *kondensat* panas digunakan untuk melarutkan abu *ESP* secara total.

#### 2.2.2 Bleed

Untuk mempertahankan konsentrasi *klorida* (Cl) dan *potassium* (K) yang diinginkan di dalam *pengkristal*, aliran terkontrol larutan induk dibersihkan dari zona klarifikasi pengkristal.

#### 2.2.3 Centrifuge

Nilai titik setel nominal 1660 kg/m<sup>3</sup>. Laju umpan ke *centrifuge* dikendalikan oleh kepadatan *feed slurry* dari *thickner* (Valmet, 2020).

## 3. Chloride

*Klorida* merupakan zat-zat *anorganik* yang larut, mereka tidak dipengaruhi oleh sedimentasi atau oleh proses-proses biologis. Slamet (2002) mengemukakan bahwa *klorida* adalah senyawa *halogen klor* (Cl).

## 4. Ion Exchanger

Penghapusan *klorida* dari proses pembuatan *pulp kraft* di bawah limbah rendah kondisi adalah tujuan dari pekerjaan ini. *Elektrodialisis* dengan

*monovalent* membran *selektif* berhasil digunakan untuk memisahkan *klorida* dari :

- a. Larutan umpan dengan konsentrasi *sulfat* yang sangat tinggi. Prosesnya adalah terbukti beroperasi tanpa masalah yang signifikan menggunakan larutan umpan yang sebenarnya.
- b. Mengandung kontaminan *organik* dan *anorganik*. Efisiensi arus listrik ditemukan di atas 70%. Kebutuhan energi *elektrodialisis* untuk aplikasi skala penuh diperkirakan 1,9 kW.h/kg re- *klorida*

### 2.5 Analisa Korelasi *Pearson-Correlation* dan *Spearman Rho*

Koefisien korelasi *Pearson* berguna untuk mengukur tingkat keeratan hubungan linear antara 2 *variabel*. Nilai korelasi berkisar antar -1 sampai +1. Nilai korelasi negatif berarti hubungan antara 2 *variabel* adalah negatif. Artinya, apabila salah satu *variabel* menurun, *variabel* lainnya akan meningkat.

Korelasi *Spearman* adalah salah satu teknik analisis dalam ilmu statistik yang digunakan untuk mencari hubungan diantara dua variabel dengan skala *ordinal* atau *variabel* dengan data *interval* yang tidak berdistribusi normal.

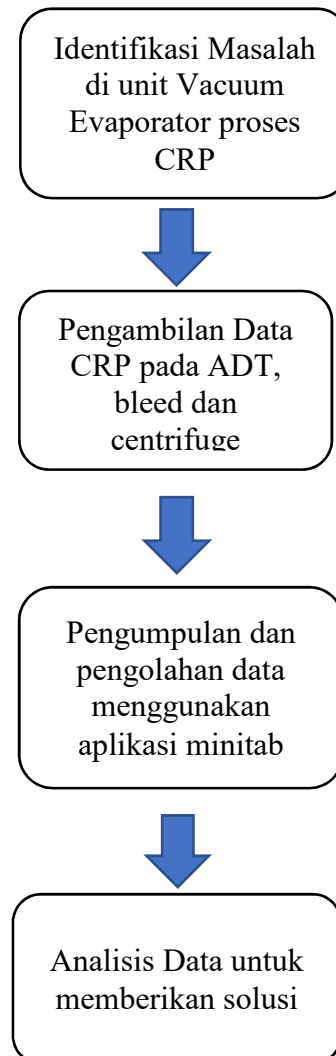
## 3. Metode Penelitian

### 1. Bahan dan Kimia

Dalam Penelitian ini sampel yang digunakan adalah

sampel dari ADT, Bleed dan Centrifuge yang masing-masing diambil pada alat Crystallizer (Chloride Removal Plant). Kemudian ketiga sampel tsb di cek nilai Na, SO<sub>4</sub>, CO<sub>3</sub> serta Cl dan K di laboratorium.

### 2. Diagram Alir



**Gambar 1.** Diagram Alir Proses

### 3. Rancangan Penelitian

1. Studi Pendahuluan
2. Identifikasi Masalah
3. Pengumpulan Data
  - a. Data Primer
  - b. Data Sekunder

4. Pengolahan Data
5. Analisis Data
6. Kesimpulan dan Saran

untuk dibandingkan dengan *feed*, *density* dan *temperature* sesuai dengan data yang diambil pada prosesnya.

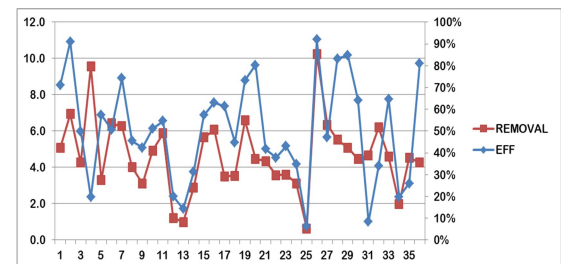
#### 4. Jenis Pengendalian

Setelah alat dan bahan sudah terpenuhi langkah pertama yang akan peneliti lakukan yakni pengambilan sampel pada tanki *ADT*, *bleed* dan *centrifuge* yang merupakan komponen dari *Chloride Removal Plant*. Selanjutnya adalah persiapan alat dan bahan untuk proses pengecekan di laboratorium pada kandungan sampel didalamny. Seperti halnya dalam proses pengecekan kandungan Na & K. Dalam hal ini sampel akan diencerkan dengan cara penambahan air dan  $HNO_3$  1:1. Hal ini bertujuan agar sampel yang berbentuk padat dapat di konversi menjadi sampel liquid lalu sampel tersebut akan dimasukan kedalam alat ICP (*Inductively Coupled Plasma*).

Kemudian, dilakukan pengecekan pada masing-masing sampel *ADT*, *bleed* dan *centrifuge* berupa  $SO_4$ ,  $CO_3$ , Cl dan TS. Tujuannya untuk melihat seberapa banyak kandungan tersebut pada masing-masing *sampel*. Data yang diperoleh akan digunakan sebagai data perhitungan pada kandungan sampel guna mencari pengaruhnya terhadap efisiensi penggunaan alat *crystallizer*

#### 4. Hasil dan Pembahasan

1. Perbandingan antara *Removal Chloride* dan *Efficiency Chloride*



**Grafik 1.** *Removal Chloride* terhadap *Efficiency Chloride*.

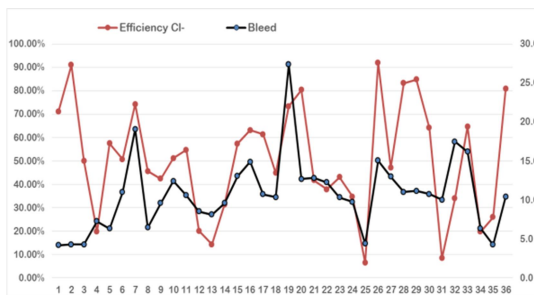
Dari grafik 1 dapat kita lihat tren tertinggi efficiency dalam proses removal  $Cl^-$  terdapat pada sampling ke 26 yang berada di angka 92%. Hal ini mengindikasikan bahwa kandungan klorida cukup rendah untuk proses, apabila kita tinjau dari data yang peneliti peroleh tercatat flow input  $Cl^-$  yaitu 2239 sedangkan flow output yaitu 2060. Sehingga  $Cl^-$  yang terecovery 179. Sedangkan untuk tren terendahnya terdapat pada sampling ke 25 yang berada di angka 6.38%. Hal ini mengindikasikan bahwa kandungan klorida sangat tinggi, apabila kita tinjau dari data yang diperoleh tercatat flow input  $Cl^-$  yaitu 2957 sedangkan flow outputnya yaitu 189. Sehingga  $Cl^-$  yang terecovery 2768. Tren efficiency chloride dan removal tertinggi pada sampel 26 ini yang harus dipertahankan dalam proses.

Untuk bisa dipertahankan tentunya juga ada beberapa faktor lapangan yang

harus dijaga yaitu feed from ash dissolving tank (ADT), BPR heater, Density.

Pada kondisi lapangan dilihat range dari efficiency chloride yaitu 51% rata-rata keseluruhan datanya dan removal chloride 4.1 t/d rata-rata keseluruhan datanya. Di lihat kondisi lapangan apabila efficiency chloride mencapai 51% atau lebih dan removal chloride mencapai 4.1 t/d atau lebih dikarenakan chloride dan potassium (K) terbuang dengan maksimal pada bleed.

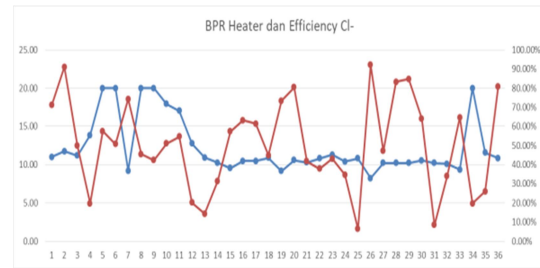
2. Perbandingan antara *Bleed* dan *Efficiency Chloride*



**Grafik 2.** *Bleed* terhadap *Efficiency Chloride*

Dari grafik 2 menunjukkan Efisiensi dari CRP tergantung pada bleed namun bleed tetap harus di control agar Na yang terbuang sedikit mungkin sehingga tidak terjadi soda loss yang berlebihan. Kandungan chemical yang ada yaitu Cl-, K, Na, CO<sub>3</sub> dan SO<sub>4</sub> dimana dapat dilihat Efisiensinya dari bleed dan Cl-. Pada tren Efficiency Cl- terdapat pada sampling ke-26 dengan value 92%. Dari keseluruhan kandungan elemen kimia yang ada di dalam bleed dengan perbandingan total kandungan didalam bleed yaitu puncak tertingginya pada sampling ke-19 dengan value 27.4.

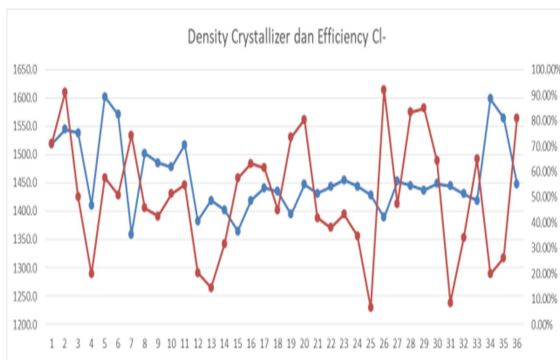
3. Perbandingan antara *BPR Heater* dan *Efficiency Chloride*



**Grafik 3.** *BPR heater* terhadap *Efficiency Cl-*

Pada Grafik 3 Grafik ini merupakan salah satu pengontrolan di CRP (Chloride Removal Plant) yaitu dikontrol dengan BPR (Boiling Point Rise) pada heater karena pada saat BPR yang diperlukan optimumnya 8-11°C. Apabila lebih dari nilai optimumnya maka terjadi plug up artinya vapour yang masuk sedikit karena terjadi scalling didalam pipanya, dapat diartikan juga steam yang masuk tidak berpengaruh terhadap panas didalamnya. Sehingga menyebabkan steam tersumbat. Untuk itu BPR perlu dijaga agar tetap stabil. Dari grafik ini menunjukkan perbandingan antara BPR Heater dan Efficiency Cl-. Dimana BPR heater tertinggi terdapat pada sampling ke 5, 6, 8, 9 dan 34 dengan masing-masing value yang sama yaitu 20 kemudian BPR heater terendah terdapat pada sampling ke-26 yaitu dengan value 8.23. Sedangkan pada Efficiency Cl- tertinggi ditunjukkan pada sampling ke-26 dengan value 92% dan efficiency Cl- terendah ditunjukkan pada sampling ke-25 dengan value 6.38.

4. Perbandingan antara *Density Crystallizer* dan *Efficiency Chloride*

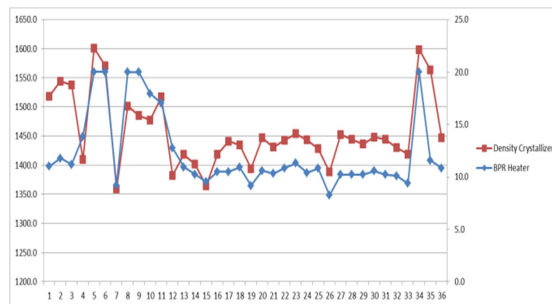


**Grafik 4.** *BPR heater* terhadap *Efficiency Cl-*

Pada Gambar 4 Grafik menunjukkan perbandingan antara *Density Crystallizer* dan *Efficiency Cl-*. Pada nilai tertinggi *density crystallizer* terdapat pada sampling ke-34 dengan

value 1598.3 dan nilai terendahnya yaitu pada sampling ke-7 yaitu 1358.7. Sedangkan pada nilai *Efficiency Cl-* tertinggi ditunjukkan pada sampling ke-26 dengan value 92% dan *efficiency Cl-* terendah ditunjukkan pada sampling ke-25 dengan value 6.38. Perbandingan antara *Density Crystallizer* dan *BPR Heater* artinya *density* juga ikut naik karena dalam hal ini *density crystallizer* mengikuti *BPR heater*. Untuk pengontrolan *density* pada *crystallizer* harus dikontrol air kondensatnya. Sedangkan untuk *BPR heater* yang dikontrol adalah temperature sebelum masuk pada *crystallizer*. Dapat diartikan bahwa *density* terhadap temperatur naik

5. Perbandingan antara *Density Crystallizer* dan *BPR heater*



**Grafik 5.** *Density Crystallizer* dan *BPR heater*

Pada Gambar 5 Grafik menunjukkan perbandingan antara *Density Crystallizer* dan *BPR Heater*. Pada nilai tertinggi *density cristallizer* terdapat pada sampling ke-34 dengan value 1598.3 dan nilai terendahnya yaitu pada sampling ke-7 yaitu 1358.7.

Sedangkan pada *BPR heater* tertinggi terdapat pada sampling ke 5, 6, 8, 9 dan 34 dengan masing-masing value yang sama yaitu 20 kemudian *BPR heater* terendah terdapat pada sampling ke-26 yaitu dengan value 8.23. Dapat diartikan bahwa *density* terhadap *BPR heater* naik, apabila *BPR heater* naik

Apabila *density* rendah artinya tidak menyebabkan scalling. Sehingga *density* pada *crystallizer* harus dikontrol agar berada pada titik optimum sehingga bisa menjaga efisiensi dari *crystallizer* tsb.

**6. Kesimpulan**

1. Dinyatakan bahwa *removal chloride* berpengaruh signifikan



terhadap *efficiency chloride removal plant* karena berdasarkan dari hasil pembahasan yang didapatkan.

2. Ada beberapa faktor yang harus dikontrol untuk mencapai *efficiency* kinerja dari *chloride removal plant* yaitu *temperature* pada *vapour*, *temperatur crystallizer*, *BPR heater*, *density crystallizer*, *total solid*. Untuk mendapatkan *efficiency* yang paling tinggi pada penelitian ini dinyatakan bahwa parameter lapangan yang dikontrolnya adalah *temperature* yang harus dijaga pada *vapournya* yaitu dengan *temperatur 107°C*, *density crystallizer 1388.4*, *BPR heater 8.2* dan *total solid 94.78*.
3. Solusi yang ditawarkan dapat dilihat dengan mencapai *efficiency chloride* dari *removal chloride* tsb yaitu dengan mengontrol *bleed* yang keluar pada sistem dinyatakan semakin tinggi *bleed* maka semakin tinggi juga *Efficiency Chloride*. Untuk *BPR heater* semakin tinggi *BPR Heater* maka semakin tinggi juga *density Crystallizer*.

## 7. Saran

Pada penelitian selanjutnya Perlu adanya penelitian lebih lanjut tentang masing-masing laju alir pada masing-masing alat di *Chloride Removal Plant* secara lebih dalam lagi, melakukan pengambilan sampel dengan baik pada waktu yang sama antar sampel yang akan di teliti, perlu adanya perbaikan mengenai standar operasional

pengaturan rasio laju alir *volumetric* dengan memperhatikan nilai *efficiency chloride removal* yang paling tinggi agar proses pada *Chloride Removal Plant (CRP)* dapat berjalan optimal dan menghindari terjadinya *soda loss* yang terbuang banyak pada *bleed* ataupun *centrifuge* yang menghasilkan abu yang kurang baik.

## 8. Ucapan terima kasih

Terimakasih kepada dosen pembimbing saya Bapak Dr. Erwin, S.T., M.T yang telah membimbing saya selama proses penyusunan tugas akhir ini. Saya ucapkan juga terimakasih kepada Bapak Idem Brutu, A.Md, Bapak Toharudin, A.Md, dan Bapak Firstyanto Abdillah, S.Tr selaku mentor lapangan yang telah banyak membantu ketika penelitian berlangsung. Ucapan terimakasih kepada Bapak Dr. Soleh Wahyudi dan Ibu Ni Njoman Manik, S.T., M.T sebagai penguji yang telah memberikan saran dan ilmu pada penelitian ini. Dan juga saya ucapkan terimakasih kepada diri sendiri, orang tua, keluarga dan teman-teman yang telah memberikan dukungan dan doa.

## 9. Daftar Pustaka

- Abdillah, F., Sobri, M. 2018. Laporan Hasil Magang PT. OKI Pulp and Paper Mill “*Vacuum Evaporator & Recovery Boiler*”. Ogan Komerling Ilir: Institut Teknologi dan Sains Bandung.
- Aditya, Fian. 2021. Analisa Statistik Pengujian *Moisture Basepaper* Dan *Coatweight* Terhadap *Curling Grade Coated Back* Pada



- Kertas *Non Carbon Required*. Institut Teknologi Sains Bandung.
- Akbar, Ilham. 2020. Analisa Kapasitas Laju Produksi Pada Alat *Cleaner* Dan *Screener* Di Unit *Stock Preparation* Untuk Produksi *Brown Paper* Di Pt. Pindo Deli 3 Karawang. Institut Teknologi Sains Bandung.
- Blackwell, B., and Hitzroth, A., "Recycle of Bleach Plant Extraction Stage Effluent to the Kraft Liquor Cycle: A Theoretical Analysis", Proceedings of the 1992 TAPPI International Chemical Recovery Conference.
- Biermann, Christopher J. 1996. *Handbook of Pulping and Paper Making 2<sup>nd</sup> Edition*. California: Academic PRESS.
- Chhonkar PK, Datta SP, Joshi HC and Pathak H (2000). Impact of industrial effluents on soil health and agriculture-Indian experience: Pat-1, distillery and paper mill effluents. Scient. Ind.
- Earl, P.F., Dick, P.D., and Patel, J-C., "Removal of Chloride and Potassium from the Kraft Recovery Cycle", paper presented at the 1995 CPPA Pacific Coast & Western Branches Technical Conference
- Hasan. 2021. Analisis Kinerja Mesin Digester Fiberline I Dengan Metode Overall Equipment Effectiveness (OEE). Institut Teknologi Sains Bandung.
- Jaguaribe, D., et al., "Clean Ion-Exchange for Selective Removal of Chloride and Potassium Using IXISS Effect", Proceedings of the TAPPI fall 2003 Technical Conference (Chicago, Oct. 26-30, 2003).
- Koskiniemi, J., Vakkilainen, E., Paju, R., and Hanninen, E., "Removal of Chlorides from Chemical Circulation in the Kraft Pulp Mill", *Appita Journal* 52(6).
- Tran, H.N., Barham, D., and Reeve, D.W., "Chloride and Potassium in the Kraft Chemical Recovery Cycle", *Pulp & Paper Canada* 91(5)
- Safitri, Widyanti Ratna. (2014). *Pearson Correlation Analysis to Determine The Relationship Between City Population Density With Incident Dengue Fever of Surabaya in The Year 2012-2014*. Surabaya.
- Singh SK (2007). Effect of irrigation with paper mill effluent on the nutrient status of soil. *Int. J. Soil Sci.*, 2 (1): 74- 77.
- Sundaramoorthy P and Kunjithapatham J (2000). Effect of paper mill effluent on seed germination and seeding growth of 6 var. of groundnut. (*Arachis hypogea*). *Poll. Res.*, 12(3): 159-163.
- Siregar, Syofian. (2013). *Statistik Parametrik untuk Penelitian Kualitatif*. Jakarta: Bumi Aksara.