

**PENGARUH *REMOVAL CHLORIDE* TERHADAP
EFFICIENCY CHLORIDE REMOVAL PLANT (CRP) PADA
PROSES *VACUUM EVAPORATOR***

TUGAS AKHIR

DIAH HARIYANTI

012.18.033



**PROGRAM STUDI TEKNOLOGI PENGOLAHAN PULP DAN KERTAS
FAKULTAS VOKASI
INSTITUT TEKNOLOGI SAINS BANDUNG
JULI 2022**

**PENGARUH *REMOVAL CHLORIDE* TERHADAP
EFFICIENCY CHLORIDE REMOVAL PLANT (CRP) PADA
PROSES *VACUUM EVAPORATOR***

TUGAS AKHIR

DIAH HARIYANTI

012.18.033

Diajukan Sebagai Salah Satu Syarat Untuk Mendapatkan Gelar Sarjana Terapan
Pada Program Studi Teknik Pengolahan Pulp Dan Kertas



**PROGRAM STUDI TEKNOLOGI PENGOLAHAN PULP DAN KERTAS
FAKULTAS VOKASI
INSTITUT TEKNOLOGI SAINS BANDUNG
JULI 2022**

HALAMAN PERNYATAAN ORISINALITAS

Tugas Akhir ini adalah hasil karya saya sendiri, dan semua sumber baik yang dikutip maupun dirujuk telah saya nyatakan dengan benar.

Nama : Diah Hariyanti

NIM : 012.18.033

Tanda Tangan : 

Tanggal : 16 Juli 2022

**PENGARUH *REMOVAL CHLORIDE* TERHADAP
EFFICIENCY CHLORIDE REMOVAL PLANT (CRP) PADA
PROSES *VACUUM EVAPORATOR***

TUGAS AKHIR

DIAH HARIYANTI

012.18.033

Diajukan Sebagai Salah Satu Syarat Untuk Mendapatkan Gelar Sarjana Terapan
Pada Program Studi Teknik Pengolahan Pulp Dan Kertas

Menyetujui,
Kota Deltamas, 16 Juli 2022

Dosen Pembimbing



Dr. Erwin, S.T., M.T.

NIDN. 0430107902

Mengetahui,
Ketua Program Studi Pengolahan Pulp dan Kertas



Ni Njoman Manik, S.T., M.T.

NIK. 19680908201407442

KATA PENGANTAR

Segala puji dan syukur penulis panjatkan kepada Allah SWT, karena berkat rahmat dan hidayah-Nya penulis dapat menyelesaikan penulisan Tugas Akhir ini yang berjudul "Pengaruh *Removal Chloride* terhadap *Efficiency Chloride Removal Plant (CRP)* pada Proses *Vacuum Evaporator*. Dalam penulisan Tugas Akhir ini tidak lepas dari bimbingan serta bantuan dari berbagai pihak, baik secara moril maupun material. Oleh karena itu, penulis ingin menyampaikan ucapan terima kasih kepada :

1. Allah SWT atas segala rahmat yang diberikan selama melaksanakan Praktik Kerja Lapangan dan Penyusunan Tugas Akhir.
2. Kedua orang tua, kakak-adik dan seluruh keluarga besar tercinta yang senantiasa memberikan doa dan motivasi selama penelitian dan penyusunan laporan tugas akhir kepada penulis sehingga penulis selalu berusaha memberikan yang terbaik selama pengerjaannya.
3. Ibu Ni Njoman Manik, S.T., M.T. selaku Ketua Program Studi Teknologi Pengolahan Pulp dan Kertas ITS B.
4. Bapak Dr. Erwin, S.T., M.T. selaku Dosen Pembimbing yang senantiasa memberikan arahan dan motivasi dalam penyelesaian Tugas Akhir.
5. Seluruh Dosen Program Studi Teknologi Pengolahan Pulp dan Kertas serta seluruh dosen ITS B yang telah memberikan ilmu dan pengalamannya kepada penulis.
6. Bapak Indra Gunawan, selaku *HRD Academic Division* PT. OKI Pulp and Paper Mills.
7. Bapak Idem Brutu, A.Md, Bapak Toharudin, A.Md, Bapak Firstyanto Abdillah, S.Tr sebagai pembimbing sekaligus mentor lapangan yang selalu membantu dan membimbing penulis dalam penyelesaian Tugas Akhir

8. Seluruh karyawan Vacuum Evaporator & Recovery Boiler Departement PT. OKI Pulp and Paper Mills yang telah membantu penulis selama Tugas Akhir
9. Bapak Guntur Wijaya, Bapak Galuh, Bapak Azi, Bapak Toni, Bapak Ruby, Bapak Daniel, Bapak Dancius, Bapak Dodo, Ibu Nora dan seluruh Tim QAP yang telah membantu dan memberikan izin untuk pelaksanaan penelitian Tugas Akhir
10. Diri sendiri, yang telah senantiasa berusaha dan berjuang untuk menyelesaikan segala tanggung jawab hingga penyelesaian Tugas Akhir ini.
11. Teman-teman seperjuangan OKI Squad berjumlah 21 orang yang telah berperan penting selama masa perkuliahan 4 tahun bersama dan saling *support* satu sama lain sampai penyelesaian Tugas Akhir
12. Seluruh teman-teman TPP Angkatan 2018 dan Keluarga IMPAS (Ikatan Mahasiswa Pulp dan Kertas) atas kebersamaan dan bantuan yang sangat berarti selama berkuliah di Institut Teknologi Sains Bandung.
13. Semua pihak lain yang tidak dapat disebutkan satu persatu, yang banyak membantu penulis dalam penyusunan tugas akhir ini.

Dalam penulisan tugas akhir ini penulis menyadari bahwa masih banyak kekurangan dan kesalahan. Oleh karena itu, penulis mengharapkan kritik dan saran yang bersifat membangun dari pembaca. Demikian laporan ini dibuat, penulis berharap semoga tugas akhir ini dapat bermanfaat bagi seluruh pembaca sebagai sarana penambah ilmu di bidang pulp dan kertas.

Kota Deltamas, 16 Juli 2022

Penulis

**HALAMAN PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI TUGAS AKHIR
UNTUK KEPENTINGAN AKADEMIS**

Sebagai sivitas akademik Institut Teknologi dan Sains Bandung, saya yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Diah Hariyanti

NIM : 012.18.033

Program Studi : Teknologi pengolahan Pulp dan Kertas

Fakultas : Vokasi

Jenis karya : Tugas Akhir

Demi pengembangan ilmu pengetahuan, menyetujui untuk memberikan kepada Institut Teknologi dan Sains Bandung **Hak Bebas Royalti Noneksklusif** (*Non-exclusive Royalty- Free Right*) atas karya ilmiah saya yang berjudul :

“PENGARUH *REMOVAL CHLORIDE* TERHADAP *EFFICIENCY CHLORIDE REMOVAL PLANT (CRP)* PADA PROSES *VACUUM EVAPORATOR*”

Beserta perangkat yang ada (jika diperlukan). Dengan Hak Bebas Royalti Noneksklusif ini Institut Teknologi dan Sains Bandung berhak menyimpan, mengalihmedia/formatkan, mengelola dalam bentuk pangkalan data (*database*), merawat, dan memublikasikan Tugas Akhir saya selama tetap mencantumkan nama saya sebagai penulis/pencipta dan sebagai pemilik Hak Cipta.

Demikian pernyataan ini saya buat dengan sebenarnya.

Dibuat di : Kota Deltamas

Pada tanggal : 16 Juli 2022

Yang menyatakan



(Diah Hariyanti)

ABSTRAK

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

Oleh : Diah Hariyanti

Pembimbing : Dr. Erwin, S.T., M.T.

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

Optimization Removal Of Chloride For Efficiency Chloride Removal Plant In Process Vacuum Evaporator

By : Diah Hariyanti

Advisor : Dr. Erwin, S.T., M.T.

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.

DAFTAR ISI

| | |
|---|------|
| HALAMAN JUDUL..... | i |
| PERNYATAAN ORISINALITAS | ii |
| KATA PENGANTAR | iii |
| LEMBAR PENGESAHAN..... | vi |
| ABSTRAK | vii |
| <i>ABSTRACT</i> | viii |
| DAFTAR ISI..... | ix |
| DAFTAR TABEL..... | xi |
| DAFTAR GAMBAR | xiii |
| BAB 1 PENDAHULUAN | 1 |
| 1.1 Latar Belakang | 1 |
| 1.2 Rumusan Masalah | 2 |
| 1.3 Tujuan Penelitian | 3 |
| 1.4 Manfaat Penelitian | 3 |
| 1.5 Hipotesis..... | 3 |
| 1.6 Batasan Masalah Penelitian..... | 4 |
| 1.7 Sistematika Penelitian | 4 |
| BAB 2 TINJAUAN PUSTAKA | 6 |
| 2.1 Pengertian dan Proses Vacuum Evaporator | 6 |
| 2.1.1 Evaporator | 7 |
| 2.1.2 Multiple-Effect Evaporation | 11 |
| 2.1.3 Vapor Recompression | 14 |
| 2.1.4 Air Kondensat | 15 |
| 2.2 CRP (Chloride Removal Plant)..... | 16 |
| 2.2.1 Bleed | 16 |
| 2.2.2 Ash Dissolving Tank..... | 16 |
| 2.2.3 Heater | 17 |
| 2.2.4 Crystallizer | 17 |
| 2.2.5 Crystal handling | 17 |
| 2.2.6 Thickner | 17 |
| 2.2.7 Sentrifuge | 17 |
| 2.2.8 Mother Liquor Tank..... | 18 |
| 2.3 ESP (Electrostatic Precipitator)..... | 18 |
| 2.4 Proses Removal..... | 20 |
| 2.5 Pengertian Chloride (Cl ⁻) | 20 |
| 2.6 Ion Exchanger | 21 |
| 2.7 Neraca Massa (Mass Balance) | 21 |
| 2.8 Minitab (<i>Free Trial 30 Days Version</i>) | 22 |
| 2.9 Analisa Korelasi Pearson-Correlation dan Spearman Rho | 23 |
| 2.10 Analisa Regresi | 25 |

| | |
|--|----|
| BAB 3 METODOLOGI PENELITIAN..... | 27 |
| 3.1 Metode Pengumpulan Data..... | 27 |
| 3.2 Alat dan Bahan..... | 27 |
| 3.3 Rancangan Penelitian..... | 30 |
| 3.3.1 Variabel Penelitian..... | 32 |
| 3.3.2 Variabel Penelitian..... | 32 |
| 3.4 Metode Pengumpulan Data..... | 33 |
| 3.5 Metode Analisa Data..... | 34 |
| 3.6 Teknik Sampling..... | 34 |
| 3.7 Diagram Alir..... | 35 |
| 3.8 Deskripsi Proses..... | 36 |
| 3.9 Deskripsi Pengecekan Sampel..... | 36 |
| 3.10 Deskripsi Proses Perhitungan Data..... | 38 |
| BAB 4 HASIL DAN PEMBAHASAN..... | 40 |
| 4.1 Perhitungan Neraca Massa..... | 40 |
| 4.2 Perbandingan antara Removal Chloride dan Efficiency Chloride..... | 54 |
| 4.3 Perbandingan antara Bleed dan Efficiency Chloride..... | 55 |
| 4.4 Perbandingan antara BPR Heater dan Efficiency Chloride..... | 55 |
| 4.5 Perbandingan antara Density Crystallizer dan Efficiency Chloride..... | 56 |
| 4.6 Perbandingan antara Density Crystallizer dan BPR Heater..... | 57 |
| 4.7 Uji Normalitas Data..... | 57 |
| 4.7.1 Uji Normalitas Efficiency Chloride..... | 58 |
| 4.7.2 Uji Normalitas Removal Chloride..... | 58 |
| 4.7.3 Uji Normalitas Bleed..... | 59 |
| 4.7.4 Uji Normalitas BPR Heater..... | 59 |
| 4.7.5 Uji Normalitas Density..... | 60 |
| 4.8 Uji Korelasi Data..... | 64 |
| 4.8.1 Uji Korelasi antara Removal Chloride dengan Efficiency Chloride..... | 65 |
| 4.8.2 Uji Korelasi antara Bleed dengan Efficiency Chloride..... | 67 |
| 4.8.3 Uji Korelasi antara BPR heater dan Density..... | 68 |
| 4.9 Uji Regresi Linear Data..... | 70 |
| 4.9.1 Hasil Uji Regresi Linear antara Removal Cl- dan Efficiency Cl-..... | 71 |
| 4.9.2 Hasil Uji Regresi Linear antara Bleed dan Efficiency Chloride..... | 72 |
| 4.9.3 Hasil Uji Regresi Linear antara Density dan BPR heater..... | 74 |
| BAB 5 KESIMPULAN DAN SARAN..... | 76 |
| 5.1 Kesimpulan..... | 76 |
| 5.2 Saran..... | 77 |
| DAFTAR PUSTAKA..... | 78 |
| LAMPIRAN..... | 80 |

DAFTAR TABEL

| | |
|---|----|
| Tabel 2. 1 Elemen Black Liqour | 7 |
| Tabel 3. 1 Alat dan Bahan pengecekan Cl^- | 28 |
| Tabel 3. 2 Alat dan Bahan pengecekan $Na & K$ | 28 |
| Tabel 3. 3 Alat dan Bahan pengecekan CO_3 | 29 |
| Tabel 3. 4 Alat dan Bahan Pengecekan SO_4 | 29 |
| Tabel 3. 5 Alat dan Bahan Pengecekan <i>Total Solid</i> | 30 |
| Tabel 3. 6 Variabel Percobaan | 32 |
| Tabel 3. 7 Unit <i>Sampling</i> Penelitian | 33 |
| Tabel 4. 1 Neraca Massa Sampel 1 | 41 |
| Tabel 4. 2 Neraca Massa Sampel 2 | 41 |
| Tabel 4. 3 Neraca Massa Sampel 3 | 41 |
| Tabel 4. 4 Neraca Massa Sampel 4 | 42 |
| Tabel 4. 5 Neraca Massa Sampel 5 | 42 |
| Tabel 4. 6 Neraca Massa Sampel 6 | 43 |
| Tabel 4. 7 Neraca Massa Sampel 7 | 43 |
| Tabel 4. 8 Neraca Massa Sampel 8 | 43 |
| Tabel 4. 9 Neraca Massa Sampel 9 | 44 |
| Tabel 4. 10 Neraca Massa Sampel 10 | 44 |
| Tabel 4. 11 Neraca Massa Sampel 11 | 44 |
| Tabel 4. 12 Neraca Massa Sampel 12 | 45 |
| Tabel 4. 13 Neraca Massa Sampel 13 | 45 |
| Tabel 4. 14 Neraca Massa Sampel 14 | 45 |
| Tabel 4. 15 Neraca Massa Sampel 15 | 46 |
| Tabel 4. 16 Neraca Massa Sampel 16 | 46 |
| Tabel 4. 17 Neraca Massa Sampel 17 | 46 |
| Tabel 4. 18 Neraca Massa Sampel 18 | 47 |
| Tabel 4. 19 Neraca Massa Sampel 19 | 47 |
| Tabel 4. 20 Neraca Massa Sampel 20 | 47 |
| Tabel 4. 21 Neraca Massa Sampel 21 | 48 |
| Tabel 4. 22 Neraca Massa Sampel 22 | 48 |
| Tabel 4. 23 Neraca Massa Sampel 23 | 48 |
| Tabel 4. 24 Neraca Massa Sampel 24 | 49 |
| Tabel 4. 25 Neraca Massa Sampel 25 | 49 |
| Tabel 4. 26 Neraca Massa Sampel 26 | 49 |
| Tabel 4. 27 Neraca Massa Sampel 27 | 50 |
| Tabel 4. 28 Neraca Massa Sampel 28 | 50 |
| Tabel 4. 29 Neraca Massa Sampel 29 | 50 |
| Tabel 4. 30 Neraca Massa Sampel 30 | 51 |
| Tabel 4. 31 Neraca Massa Sampel 31 | 51 |
| Tabel 4. 32 Neraca Massa Sampel 32 | 51 |
| Tabel 4. 33 Neraca Massa Sampel 33 | 52 |
| Tabel 4. 34 Neraca Massa Sampel 34 | 52 |
| Tabel 4. 35 Neraca Massa Sampel 35 | 52 |
| Tabel 4. 36 Neraca Massa Sampel 36 | 53 |
| Tabel 4. 37 <i>Summary</i> Uji Normalitas | 60 |
| Tabel 4. 38 Sampel Data yang Digunakan | 63 |
| Tabel 4. 39 <i>Summary</i> Uji Korelasi | 70 |

| | |
|--|----|
| Tabel 4. 40 <i>Summary</i> Uji Regresi | 75 |
|--|----|

DAFTAR GAMBAR

| | |
|--|----|
| Gambar 2. 2 Evaporator Process Overview | 6 |
| Gambar 2. 3 Elemen Black Liqour | 7 |
| Gambar 2. 4 Contoh <i>Plate-Type Falling Film</i> Evaporator | 9 |
| Gambar 2. 5 Prinsip penguapan pada sistem lima-efek | 12 |
| Gambar 2. 6 Dry Solid Black liquor | 14 |
| Gambar 2. 7 Electrostatic Precipitator | 19 |
| Gambar 4. 1 Diagram Alir CRP | 40 |
| Gambar 4. 2 Grafik Removal Chloride terhadap Efficiency Chloride..... | 54 |
| Gambar 4. 3 Grafik Bleed terhadap Efficiency Bleed | 55 |
| Gambar 4. 4 Grafik BPR heater terhadap Efficiency Cl-..... | 55 |
| Gambar 4. 5 Grafik Density Crystallizer dan Efficiency Chloride..... | 56 |
| Gambar 4. 6 Grafik Density Crystallizer dan BPR heater | 57 |
| Gambar 4. 7 Hasil Uji Normalitas Efficiency Chloride..... | 58 |
| Gambar 4. 8 Hasil Uji Normalitas Removal Chloride | 58 |
| Gambar 4. 9 Hasil Uji Normalitas Bleed | 59 |
| Gambar 4. 10 Hasil Uji Normalitas BPR Heater | 59 |
| Gambar 4. 11 Hasil Uji Normalitas Density | 60 |
| Gambar 4. 12 Tabel Interpretasi Hasil Uji Statistik..... | 65 |
| Gambar 4. 13 Hasil Uji antara Korelasi Efficiency dan Removal Chloride | 65 |
| Gambar 4. 14 Hasil Uji antara Korelasi Bleed dan Efficiency Chloride | 67 |
| Gambar 4. 15 Hasil Uji antara Korelasi Density dan Efficiency Chloride | 65 |
| Gambar 4. 16 Hasil Uji antara Korelasi BPR Heater dan Efficiency Chloride | 66 |
| Gambar 4. 17 Hasil Uji Korelasi antara BPR heater dan Density | 69 |
| Gambar 4. 18 Hasil Uji Regresi antara Removal Cl- dan Efficiency Cl- | 71 |
| Gambar 4. 19 Hasil Regresi antara Bleed dan Efficiency Chloride..... | 73 |
| Gambar 4. 20 Hasil Uji Regresi Density dan BPR heater..... | 75 |