



## Perhitungan efisiensi *absorber* pada proses $\text{ClO}_2$ *integrated chlorine dioxide* pada unit *plant CM2*

Dwi Annisa Fithry<sup>1✉</sup>, Muhammad Yusri<sup>2</sup>, MHD. Raihan Rawadi<sup>3</sup>, Agus Erwanto<sup>4</sup>, Onil Andika<sup>5</sup>

Teknik Kimia, Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Riau<sup>(1,2,3)</sup>

Chemical Making Plant, PT Indah Kiat Pulp And Paper TBK. Perawang- Riau<sup>(4,5)</sup>

DOI: 10.31004/jutin.v7i4.32908

✉ Corresponding author:

[dwiannisa@umri.ac.id]

### Article Info

### Abstrak

*Kata kunci:*  
*Efisiensi Absorber;*  
*Plant CM2;*  
*Proses  $\text{ClO}_2$ ;*

Studi ini berfokus 1) Menghitung efisiensi pada absorber di Unit Chemical making-2 (CM11); 2) Mencari tau faktor mempengaruhi efisiensi pada absorber di Chemical making-2 (CM11). Studi adsorpsi menggunakan sistem batch. Berdasarkan pengamatan yang telah dilakukan mengenai Efisiensi Absorber pada unit Chemical Making-2 (CM 11) pada pengolahan  $\text{ClO}_2$  di PT Indah Kiat pulp & paper Tbk. perawang dapat di simpulkan bahwa: 1) Adsorpsi merupakan proses pemisahan dengan mengontakan campuran gas dengan cairan penyerapan yang bertujuan untuk menghilangkan salah satu komponen gas. Yang mana di sini menggunakan chilled water untuk menyerap  $\text{ClO}_2$  absorber yang di gunakan berjenis tray. 2) Efisiensi Absorber yang didapat sebesar 99,5%. 3) Adapun yang mempengaruhi kinerja absorber di CM-11 ialah peletakan Tray yang digunakan serta umur alat yang digunakan yang mempengaruhi konsentrasi produk yang di dapat. Konsentrasi yang didapat sebesar 9,5 gpl, angka ini di katagorikan memenuhi setandar dikarenakan standar  $\text{ClO}_2$  yang digunakan PT. IKPP Tbk. Perawang dalam rentang 9,5-10 gpl.

### Abstract

*Keywords:*  
*Efisiensi Absorber;*  
*Plant CM2;*  
 *$\text{ClO}_2$  Process;*

*This study focuses on 1) Calculating the efficiency of the absorber in the Chemical making-2 Unit (CM11); 2) Finding out the factors affecting the efficiency of the absorber in Chemical making-2 (CM11). The adsorption study used a batch system. Based on observations that have been made regarding the Absorber Efficiency in the Chemical Making-2 Unit (CM 11) in the  $\text{ClO}_2$  processing at PT Indah Kiat pulp & paper Tbk. Perawang, it can be concluded that: 1) Absorption is a separation process by contacting a mixture of gas with an absorption liquid which aims to remove one of the gas components. Which here uses chilled water to absorb  $\text{ClO}_2$ , the absorber used is a tray type. 2) The Absorber Efficiency obtained is 99.5%. 3) What affects the performance of the absorber in CM-11 is the placement of the Tray used and the age of the equipment used which affects the concentration of the product obtained. The concentration obtained is 9.5 gpl, this figure is categorized as*

*meeting the standard because the ClO<sub>2</sub> standard used by PT. IKPP Tbk. The clairvoyant is in the range of 9.5-10 gpl.*

## 1. INTRODUCTION

Industri pulp dan kertas sedang mengalami pertumbuhan pesat, dengan produksi kertas yang dilakukan dalam skala besar untuk memenuhi kebutuhan masyarakat. Industri ini dikenal sebagai salah satu penyumbang polusi utama, mencerminkan sektor industri yang menghabiskan banyak energi dan air di seluruh dunia. Akibatnya, industri ini menghasilkan sejumlah besar limbah air, limbah padat, dan emisi gas.

Proses-proses seperti pembuatan *pulp* dan pemutihan menyebabkan kerusakan lingkungan yang signifikan, menghasilkan limbah padat dan air. Penggunaan kayu dan limbah pertanian merupakan sumber utama bahan baku untuk produksi kertas, sementara kertas bekas didaur ulang untuk memproduksi kertas koran berkualitas (Mandeep et al., 2019).

Industri *pulp* dan kertas menggunakan kayu sebagai bahan utama untuk memproduksi *pulp*, kertas, dan berbagai produk selulosa lainnya. Industri ini merupakan bagian penting dari sektor industri kimia yang vital di Indonesia. Industri *pulp* dan kertas berperan penting dalam ekonomi Indonesia. Pada tahun 2002, Indonesia berada di peringkat ke-12 sebagai eksportir kertas, namun naik ke peringkat ke-9 pada tahun 2011. Untuk produk *pulp*, Indonesia tetap berada di peringkat ke-6 sebagai eksportir pulp global dengan jumlah ekspor mencapai 2,25 juta ton pada tahun 2002, meningkat menjadi 2,93 juta ton pada tahun 2011 (Qian et al., 2007)

Klorin dioksida (ClO<sub>2</sub>) merupakan bahan kimia yang banyak diminati saat ini dan masih diimpor dari negara lain. Klorin dioksida banyak digunakan pada proses bleaching, khususnya untuk selulosa kualitas tinggi, klorin dioksida mempunyai banyak kelebihan dibandingkan dengan klorin (Cl<sub>2</sub>). Dengan kata lain, klorin dioksida dapat menghancurkan lignin tanpa merusak kaca sehingga menghasilkan kaca berwarna putih. Produksi pulp, khususnya pulp putih, melibatkan proses bleaching atau pemutihan. Dalam proses ini, senyawa ClO<sub>2</sub> digunakan sebagai agen pemutih untuk menghasilkan pulp yang berwarna putih dengan kadar lignin rendah dan menghilangkan senyawa ekstraktif pada serat selulosa. ClO<sub>2</sub> diproduksi dengan mereaksikan sodium klorat dengan larutan asam kuat. Produksi ClO<sub>2</sub> dibagi menjadi dua jenis, yaitu *integrated* dan *non-integrated*. Pabrik ClO<sub>2</sub> yang terintegrasi cenderung menghasilkan gas chlorine yang lebih tinggi dibandingkan dengan yang *non-integrated*, tetapi sistemnya lebih efisien dan banyak digunakan dalam produksi kertas skala besar yang terintegrasi. PT. Indah Kiat Pulp and Paper Tbk di Perawang menggunakan tipe pabrik *integrated*. Pabrik ClO<sub>2</sub> plant *integrated* cenderung menghasilkan lebih banyak gas chlorine daripada tipe *non-integrated*, tetapi memiliki efisiensi sistem yang lebih baik daripada jenis pabrik lainnya. Pabrik ini merupakan yang paling umum digunakan di pabrik kertas, khususnya untuk produksi skala besar yang memiliki sistem yang terintegrasi dengan baik. Meskipun demikian, jenis pabrik *non integrated* masih tetap digunakan, terutama dalam pabrik kertas skala menengah karena membutuhkan konsumsi daya yang lebih rendah.

## 2. METHODS

Absorber adalah perangkat yang digunakan dalam industri untuk memisahkan komponen gas dengan menggunakan zat cair sebagai pelarut. Proses ini disebut absorpsi, Campuran gas tersebut bersentuhan dengan air sehingga salah satu komponen yang terpisah larut dan komponen lainnya tetap netral. Absorber sendiri jenis alat penyerapan yang umum digunakan dalam industri untuk proses ini (Ardhiany, 2019).

Gas absorption, atau absorpsi gas adalah proses dimana campuran udara dan air bereaksi untuk melarutkan satu atau lebih komponen gas, membentuk larutan gas dalam air. Dalam proses ini terjadi perpindahan massa dari aliran gas ke air. Jika perpindahan massa terjadi dalam arah yang berlawanan, yaitu dari air ke udara, proses ini disebut reduksi atau abstraksi zat yang diserap disebut fasa cair dan zat yang diserap dikurangi padatan disebut penyerap. Penyerapan dapat berupa cairan, sehingga penyerapan dapat terjadi antara cairan dengan air atau antara udara dan air. Hasil proses absorpsi dipengaruhi oleh banyak faktor, antara lain:

- 1) Kemampuan pelarut dalam menyerap
- 2) Kecepatan alir pelarut
- 3) Jenis atau tipe pasak yang digunakan
- 4) Prosedur penanganan yang benar

### Jenis Absorber

## Menurut prinsip kerja absorber, absorber diklasifikasikan sebagai berikut:

### a. *Packed Tower*

Di tower dalam kemasan, air dialirkan dari atas kemasan dan mengalir ke bawah, membentuk lapisan tipis pada permukaan kemasan. Udara mengalir ke atas melawan air yang jatuh. Kedua komponen (air dan udara) tercampur sempurna. Pada tower yang dikemas, area kontak antara udara dan air ditingkatkan dengan menambahkan pengepakan pada tower. Konsentrasi arus bertindak dengan memperpanjang waktu kontak udara-air, sehingga meningkatkan laju perpindahan massa

### b. *Spray Tower*

*Liquid* disemprotkan dan jatuh karena gaya, dan aliran udara naik ke sisi lain. *Nozzel spray* untuk mengurangi jumlah air. Jarak jatuhnya air ditentukan oleh waktu kontak dan pengaruh massa yang dipindahkan. *Spray tower* digunakan untuk pergerakan massa gas yang sangat larut, dan fitur ini dikendalikan oleh fase gas. Ini digunakan dalam skala besar sebagai sistem dasar untuk emisi SO<sub>2</sub> dari uap boiler stasiun batubara.

### c. *Bubble Tower*

Umumnya, *Bubble Column* memiliki *bubble column* yang berbeda. Pada kolom ini, udara terdispersi dalam fasa cair membentuk gelembung-gelembung kecil. Gelembung kecil ini meningkatkan daya rekat antar bagian. Perpindahan massa terjadi ketika gelembung-gelembung naik dalam fase cair dan gerakan gelembung mengurangi hambatan fase cair. *Bubble column* digunakan ketika laju perpindahan massa dikendalikan oleh penghalang udara.

### d. *Plate Tower (Tray Tower)*

Tray atau plate tower adalah scrubber vertikal yang berisi serangkaian tray atau plate yang diberi jarak terpisah (jarak tray/plate spacing) di sepanjang kolom. Banyaknya tray/plate yang diperlukan untuk mencapai hasil pemisahan tergantung pada kerumitan pemisahan material yang akan dilakukan dan ditentukan berdasarkan perhitungan keseimbangan massa dan kesetimbangan. Udara yang mengalir dari dasar pasir melewati lubang-lubang pada setiap lempeng dan dibanjiri oleh air yang mengalir dari atas pasir. Walaupun jenis ini tidak efektif untuk ukuran partikel submikron, jenis ini sangat efektif untuk ukuran partikel > 5 µm, dengan efisiensi 97% untuk ukuran tersebut. Fungsi ambang batas adalah tempat terjadinya proses transisi, penentuan keseimbangan dan yang memisahkan dua bagian yang sama besar.

### e. *Venturi Scrubber*

Biasanya digunakan untuk memindahkan partikel dari aliran gas ke pipa gas buang. Perangkat ini dapat memisahkan gas yang terlarut dalam air dari partikel berukuran hingga 0,1 mikron. Venturi scrubber menggunakan tekanan rendah di terowongan venturi dengan kecepatan 200 - 300 kaki/detik. Dalam terowongan venturi, cairan, produk, dan gas dikumpulkan dalam separator menggunakan metode spiral. Penurunan tekanan adalah 15 inci.

## Bahan Isian absorber

Fungsi pengisi adalah untuk meningkatkan turbulensi, meningkatkan area kontak antara udara dan air, dan menyediakan cara yang sulit untuk menghindari aliran masuk. Bahan pengisi yang digunakan harus tahan terhadap korosi dan mempunyai struktur kokoh yang mampu menopang berat tiang pancang. Pengisian harus mempunyai rasio rongga yang tinggi (penurunan tekanan rendah), kepadatan rendah dan biaya rendah. Ada dua jenis bahan isian: bahan isian acak dan bahan isian terstruktur. Random packing adalah bahan pengemas yang dituangkan ke dalam kolom. Cara lain untuk membungkusnya secara acak adalah dengan mengisi bentuk kotak telur atau gelombang. Bahan isian struktural semakin banyak diganti karena penurunan tekanan yang lebih rendah dan zona banjir yang lebih tinggi. Banjir terjadi ketika angin tidak dapat naik ke kutub, dan keadaan ini merupakan masalah serius yang dapat mempengaruhi perangkat kontak aliran. Kerugian dari instalasi struktural adalah biaya tinggi, terutama biaya tenaga kerja selama pemasangan, dan rasio permukaan terhadap volume yang rendah. Jenis random packing yang biasa digunakan dalam industri:

### 1. *Raschig Ring*

*Raschig Ring* adalah struktur silinder berongga yang panjangnya sama dengan diameter luar. Diameternya dari 6 hingga 100 mm. *Raschig ring* terbuat dari keramik, logam, plastik, dan karbon. *Raschig ring* keramik cocok untuk kontak dengan semua cairan kecuali alkali dan asam hidrokarbon.

## 2. Saddles

Jenis pengaturan saddles ini memberikan luas permukaan per volume yang lebih besar dibandingkan dengan jenis *Raschig ring*. Perusahaan yang berbeda memiliki merek kursi yang berbeda. Contohnya termasuk *Intalox*, merek dagang terdaftar dari Norton Chemical Process Products Corporation, dan *Flexisaddle*, diproduksi oleh *Like Koch Engineering Co*, yang terbuat dari plastik dan resin. Dimungkinkan untuk melihat alamat yang berbeda:

### a. Ceramic Intalox Saddles

*Ceramic Intalox Saddles* tersedia dalam porselen dan keramik aceral (campuran alumina yang sangat asam). Dari kedua bahan tersebut, porselen secara mekanis lebih kuat daripada batu, lebih tidak berpori, dan lebih tahan terhadap bahan kimia, sehingga cocok untuk sebagian besar aplikasi.

### b. Plastic Intalox Saddles

*Plastic Intalox Saddles* meningkatkan permeabilitas udara dan distribusi air, sehingga menghasilkan kekuatan yang lebih besar dan perpindahan massa yang lebih baik. Salah satu kelebihan jok jenis ini adalah bagian tepinya yang terlipat. Diperlukan lebih banyak sakelar perantara untuk setiap sisi paket. Titik-titik perpindahan ini terus-menerus memperbaharui permukaan air, sangat meningkatkan laju perpindahan massa, sementara ujung-ujung tepi yang rapat bergerak di dasar untuk menghindari efek penurunan, retensi di zona kemacetan bebas dan mengurangi tekanan air.

### c. Flexisaddle

Merupakan jenis sadel yang dirancang oleh *Koch Engineering Co, Inc* dengan menggunakan bahan plastik dan keramik. *Flexisaddle* plastik hadir dalam tiga ukuran: 25mm, 50mm dan 76mm. Saat ini pelana tanah liat fleksibel tersedia dalam lima ukuran: 13mm, 25mm, 38mm, 50mm dan 76mm.

### d. Pall Rings

*Pall Rings* adalah kemasan silinder dengan diameter dan panjang yang sama. Karena dindingnya terbuka, *Pall rings* menciptakan ruang yang lebih baik untuk mengalirkan udara dan air. *Pall rings* tersedia dalam bahan logam, plastik, dan keramik.

## 3. Intalox Performance Snowflake Packing

Kemasan jenis ini merupakan produk terbaru Norton. Kemasan plastik ini menyerap dan menyerap energi lebih baik serta mengurangi stres dibandingkan kemasan plastik standar. Di sisi lain, kolom built-in juga memiliki banyak kelemahan. Artinya,

- Sulit dibersihkan.
- Lebih berat dari kolom ambang batas.
- Bagian dalamnya tidak dapat dipanaskan atau didinginkan.

## Kesetimbangan Neraca Massa

Neraca massa merupakan salah satu cabang ilmu yang mempelajari tentang keseimbangan massa suatu sistem. Sistem adalah sesuatu yang dapat diamati atau dipelajari. Perhitungan neraca massa didasarkan pada hukum kekekalan massa. Dengan kata lain tidak ada massa yang hilang, melainkan massa yang masuk hanya berubah bentuk, sehingga massa yang masuk sama dengan massa yang keluar. Neraca massa ditentukan berdasarkan batas sistem (Himmelblau, 2015).

Manfaat dan kegunaan neraca massa dalam teknik kimia adalah sebagai berikut:

- Hitung jumlah energi yang akan digunakan dan efisiensi peralatan proses.
- Untuk menghitung massa zat yang masuk dan keluar, hitunglah ada tidaknya reaksi kimia antar zat tersebut.
- Periksa apakah material (masukan) memiliki massa yang sama dengan material keluaran (output).

Studi adsorpsi dengan metode batch dilakukan dengan menggunakan bejana berbentuk segitiga yang diisi larutan yang mengandung zat khusus untuk menstabilkan konsentrasi dan volume. Beberapa bobot adsorben ditambahkan ke setiap gelas erlenmeyer. Setelah itu larutan dan adsorben pada gelas erlenmeyer disatukan selama waktu tertentu, kemudian dianalisis konsentrasi larutannya. Perbedaan konsentrasi adsorbat sebelum dan

sesudah penyerapan dianggap sebagai konsentrasi adsorbat oleh adsorben. Besarnya serapan per satuan berat produk dapat dihitung dari setiap gelas erlenmeyer (Masduqi & Slamet, 2000).

PT Indah Kiat Pulp And Paper Tbk. Perawang memiliki proses absorpsi di absorber. Proses dimulai dengan penghasilan gas chlorine dioxide dari reaksi antara natrium chlorate (NaClO<sub>3</sub>) dalam generator. Reaksi ini menghasilkan campuran gas yang mencakup chlorine dioxide bersama gas-gas lain, absorber yang berfungsi untuk chlorine dioxide solution dengan cara mengontakkan gas chlorine dioxide dari generator dengan chilled water ke produksi chlorine dioxide solution. Gas chlorine dioxide dipaksa melewati kolom absorpsi yang diisi dengan chilled water. Kontak yang baik antara gas dan air penting untuk memastikan transfer yang efisien dari chlorine dioxide ke dalam air.

Konsep efisiensi dapat dipahami dari berbagai sudut pandang dan latar belakang. Secara umum, efisiensi mengacu pada ide bahwa hasil dapat dicapai dengan menggunakan sumber daya secara optimal. *"efficient is doing the things right"*, yang proses produksi, yaitu konversi *input* menjadi *output* (Hamdan, 2019).

Menurut zosen, 1984 nilai penyerapan senyawa dalam absorber dapat dihitung menggunakan rumus sebagai berikut :

$$\% \text{ Efisiensi penyerapan zat} = \frac{\text{Senyawa terserap}}{\text{Senyawa gas umpan}} \times 100\%$$

### 3. RESULT AND DISCUSSION

Menurut data yang terlibat dengan efisiensi absorber pada unit CM-2 khususnya CM-11 diperoleh dari data internal di PT. Indah kiat pulp & paper Tbk,. Sebagai berikut :

Unit CM-2 menggunakan absorber jenis tray. yang mana tray yang di gunakan menggunakan bahan material berjenis PVC, CPVC, dan titanium, untuk temperatur gas inlet suhu dijaga dalam rentang 46°C- 60°C. Adapun tujuan untuk menjaga umur pemakaian tray yang ada di dalam absorber dikarenakan terdapat tray berjenis PVC. Apabila tray yang didalam absorber rusak maka akan mempengaruhi penyerapan gas yang tidak merata sehingga memberi dampak pada kapasitas yang ingin di peroleh pada suatu proses. Ada pun produk utama yang diinginkan pada absorber adalah gas ClO<sub>2</sub> yang mana nantinya akan di aliri chilled water untuk menyerap gas ClO<sub>2</sub> tersebut agar merubah fasa dari gas menjadi larutan ClO<sub>2</sub>. Konsentrasi ClO<sub>2</sub> yang diinginkan di rentang 9,5-10 gpl. Faktor-faktor yang mempengaruhi proses pemasangan CM 11 adalah jenis, cakupan, aliran air, suhu dan lamanya pertumbuhan tanaman, sehingga harus selalu diperhatikan.

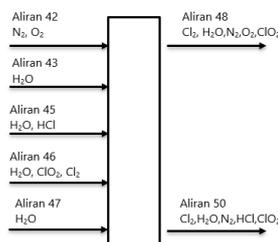
Data aktual diperoleh dari data Chimetics, 2012 yang merupakan data internal unit CM-2 di PT- IKPP dan data actual yang didapat dari data yang diambil di lapangan selama 5 hari. Data yang di peroleh tersebut ialah laju alir masuk dan keluar pada unit absorpsi, adapun efesiensi yang di sajikan sebagai berikut :

**Tabel 01. Efesiensi Penyerapan Gas ClO<sub>2</sub> pada Absorber**

No	DATA	Efesiensi (%)
1	Aktual	99,5%
2	24-Juni-2024	99,5%
3	25-Juni-2024	99,5%
4	26-Juni-2024	99,6%
5	27-Juni-2024	99,5%
6	28-Juni-2024	99,5%

(Sumber: *Integrated ClO<sub>2</sub> Plant*, PT IKPP Perawang, 2024).

Adapun aliran masuk dan aliran keluar pada absorber di tampilkan pada Gambar berikut.



**Gambar 01. Aliran Masuk Dan Keluar Pada Absorber CM 11**

Absorpsi adalah suatu proses pemisahan dimana campuran gas dicampur dengan cairan untuk menghilangkan salah satu komponen gas tersebut. Reaksi kimia yang terjadi pada kemisorpsi dapat meningkatkan laju penyerapan dan meningkatkan kemampuan pelarut dalam melarutkan partikel zat terlarut. Banyak faktor yang mempengaruhi proses penyerapan, antara lain jenis pelapis, laju aliran fluida, suhu, tekanan, bidang kontak, konsentrasi pelarut, dan jenis bahan yang diserap (Kurniati & Qomariyah, 2018).

Pada unit CM-2 ini menghasilkan produk utama pada absorber ini adalah gas ClO<sub>2</sub> yang mana nantinya akan dialiri Chiled water untuk menyerap gas ClO<sub>2</sub> tersebut agar berubah fasa dari gas menjadi larutan ClO<sub>2</sub>, konsentrasi yang di inginkan dalam rentang 9,5 – 10 gpl. Adapun data konsentrasi yang di dapat di lapangan selama 5 hari yang di sajikan pada Tabel 02.

**Tabel 02. Konsentrasi ClO<sub>2</sub>**

No	DATA	Konsentrasi ClO <sub>2</sub> (gpl)
1	Aktual	9,5%
2	24-Juni-2024	9,5%
3	25-Juni-2024	9,5%
4	26-Juni-2024	9,6%
5	27-Juni-2024	9,5%
6	28-Juni-2024	9,5%

(Sumber: *Integrated ClO<sub>2</sub> Plant*, PT IKPP Perawang, 2024)

Adapun rumus untuk menghitung efisiensi penyerapan ClO<sub>2</sub> pada absorber yaitu:

$$\% \text{ Efisiensi penyerapan zat} = \frac{\text{Senyawa terserap}}{\text{Senyawa gas umpan}} \times 100\%$$

Dari Tabel 02 dapat dilihat kosentrasi ClO<sub>2</sub> yang diperoleh selama melakukan pengamatan selama 5 hari proses didapat angkanya termasuk kedalam rentang kosentrasi yang diinginkan dalam standar PT. IKPP Tbk. Perawang. Hal ini menandakan ClO<sub>2</sub> yang diperoleh sudah memenuhi standar dan kerja alat proses beroperasi dengan baik. Salah satunya ialah absorber yang mana digunakan untuk menyerap gas ClO<sub>2</sub> menggunakan chilled water. Dengan baiknya hasil yang didapat dapat dikatakan bahwa efisiensi alat yang digunakan terbilang baik. Hal ini dibuktikan dengan didapatnya efisiensi actual absorber yang disajikan pada Tabel 02. sebesar 9,5 %. Adapun data yang diambil dilapangan juga memiliki nilai yang tidak jauh berbeda dari hasil perhitungan efisiensi aktualnya. Angka ini terbilang cukup bagus. Untuk mempertahankan hal tersebut dapat dilakukan dengan berbagi cara. Yang mana dapat kita lihat dari faktor apa saja yang mempengaruhi kinerja absorber. Salah satunya ialah pemilihan jenis isian yang digunakan oleh absorber maupun suhu reaksi absorber, dan lainnya. Adapun jenis tray yang digunakan pada absorber pada ClO<sub>2</sub> ini adalah tray. Tray ini harus dijaga dan dikontrol penggunaannya agar hasil yang didapat semaksimal mungkin

#### 4. CONCLUSION

Adapun kesimpulan yang dapat ditarik setelah pengamatan telah dilakukan mengenai Efisiensi Absorber pada unit Chemical Making-2 (CM 11) pada pengolahan ClO<sub>2</sub> di PT Indah Kiat pulp & paper Tbk. perawang dapat di simpulkan bahwa: 1) Absorpsi merupakan proses pemisahan dengan mengontakan campuran gas dengan cairan penyerapan yang bertujuan untuk menghilangkan salah satu komponen gas. Yang mana di sini menggunakan chiled water untuk menyerap ClO<sub>2</sub> absorber yang di gunakan berjenis tray. 2) Efisiensi Absorber yang didapat sebesar 99,5%. 3) Adapun yang mempengaruhi kenerja absorber di CM-11 ialah peletakan Tray yang digunakan serta umur alat yang digunakan yang mempengaruhi konsentrasi produk yang di dapat. Konsentrasi yang didapat sebesar 9,5 gpl, angka ini di katagorikan memenuhi setandar dikarnakan standar ClO<sub>2</sub> yang digunakan PT. IKPP Tbk. Perawang dalam rentang 9,5-10 gpl.

#### 5. REFERENCES

Ardhiany, S. (2019). P PROSES ABSORBSI GAS CO<sub>2</sub> DALAM BIOGAS MENGGUNAKAN ALAT ABSORBER TIPE PACKING DENGAN ANALISA PENGARUH LAJU ALIR ABSORBEN NaOH. *Jurnal Teknik Patra Akademika*, 9(02), 55–64. <https://doi.org/10.52506/jtpa.v9i02.78>

- Hamdan, M. (2019). *Efisiensi Proses Penyerapan SO<sub>3</sub> dalam Absorber (T-1302) pada Proses Pembuatan Asam Sulfat di PT Petrokimia Gresik*. 1–61.
- Himmelblau, 2004. (2015). In *Angewandte Chemie International Edition*, 6(11), 951–952. (Vol. 1, Issue April).
- Holm, T. C. (n.d.). *The hidden cost of Chlorine Dioxide*.
- Kurniati, Y., & Qomariyah, L. (2018). Prediksi Solubilitas (Absorpsi) Gas CO<sub>2</sub> dalam Larutan Potasium Karbonat (K<sub>2</sub>CO<sub>3</sub>) dan MDEA Menggunakan Simulasi ASPEN. *Jurnal Teknik Kimia Dan Lingkungan*, 2(1), 1–10. <https://doi.org/10.33795/jtkl.v2i1.19>
- Mandeep, Gupta, G. K., Liu, H., & Shukla, P. (2019). Pulp and paper industry–based pollutants, their health hazards and environmental risks. *Current Opinion in Environmental Science and Health*, 12, 48–56. <https://doi.org/10.1016/j.coesh.2019.09.010>
- Qian, Y., Chen, Y., Jiang, Y., & Zhang, L. (2007). A clean production process of sodium chlorite from sodium chlorate *Journal of Cleaner Production*, 15(10), 920–926. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2004.07.008>
- Rousu, P., & Anttila, J. (2002). *Produksi pulp berkelanjutan dari pertanian limbah*. 35, 85–103.