



## Pengaruh *acid wash cell elektrolyzer* terhadap kenaikan nilai k faktor pada *unit chemical making* 13 PT. Indah Kiat Pulp and Paper Tbk. Perawang – Riau

Dwi Annisa Fithry<sup>1✉</sup>, MHD. Raihan Rawadi<sup>2</sup>, Muhammad Yusri<sup>3</sup>, Helmi Azhar<sup>4</sup>, Sutoyo Siburian<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.v7i4.32909

✉ Corresponding author:  
[dwiannisa@umri.ac.id]

### Article Info

### Abstrak

*Kata kunci:*  
*Sodium klorat;*  
*K faktor;*  
*ClO<sub>2</sub>;*

Sodium klorat (NaClO<sub>3</sub>) digunakan untuk memproduksi chlorine dioxide (ClO<sub>2</sub>), yang digunakan pada proses bleaching dalam industri pulp dan kertas. Sodium chlorate diproduksi di industri dengan proses elektrolisa. Proses elektrolisa ini menghasilkan 2 produk utama, yaitu hydrogen dan sodium chlorate. hydrogen digunakan pada proses pembuatan hydroclorid acid (HCl) dan sodium klorat di gunakan pada proses pembuatan ClO<sub>2</sub>. Pada proses pembuatan klorat ada beberapa hal yang harus di perhatikan, antara lain: pH, kadar oksigen di degasifier, kondisi sistem hypo tower, konsentrasi garam dan klorat, dan K faktor cell. Berdasarkan hasil analisa di atas, dapat di lihat bahwa acid wash cell mampu menurunkan K faktor cell. Jangan jalankan elektrolyzer apabila voltage cell di atas 3,5 volt. Hal ini di sebabkan karena pada pada voltage di atas 3,5-volt terjadi pembentukan oksigen, apabila oksigen bertemu dengan gas hidrogen dari hasil elektrolisa dapat menyebabkan ledakan.

### Abstract

*Keywords:*  
*Sodium chlorate;*  
*K factor;*  
*ClO<sub>2</sub>;*

Sodium chlorate (NaClO<sub>3</sub>) is used to produce chlorine dioxide (ClO<sub>2</sub>), which is used in the bleaching process in the pulp and paper industry. Sodium chlorate is produced in the industry by electrolysis process. This electrolysis process produces 2 main products, namely hydrogen and sodium chlorate. hydrogen is used in the process of making hydroclorid acid (HCl) and sodium chlorate is used in the process of making ClO<sub>2</sub>. In the process of making chlorate there are several things that must be considered, including: pH, oxygen levels in the degasifier, conditions of the hypo tower system, salt and chlorate concentration, and K cell factor. Based on the results of the above analysis, it can be seen that the acid wash cell is able

to reduce the K factor of the cell. Do not run the electrolyzer if the cell voltage is above 3.5 volts. This is because at a voltage above 3.5 volts oxygen formation occurs, if oxygen meets hydrogen gas from electrolysis can cause an explosion.

---

## INTRODUCTION

Seiring dengan berkembangnya zaman, semakin bertambah kebutuhan manusia terhadap barang keperluan sehari-hari, salah satunya ialah kertas. Kertas tidak hanya di gunakan sebagai buku saja, tetapi juga sebagai pembungkus makanan dan minuman, tissue, dan pembungkus rokok. Kebutuhan kertas di dunia setiap tahunnya selalu meningkat, menuntut perusahaan untuk bersaing untuk meningkatkan produksi dan kualitas kertas untuk memenuhi permintaan konsumen. Produksi karton dan kertas secara global dan karton mencapai angka 419,7 juta metrik ton pada tahun 2017. Nilai pasar bubur kertas dan kertas skala global diperkirakan akan mengalami peningkatan dalam periode tahun 2019 dan 2024, dari perkiraan 63,3 miliar dolar AS, menjadi sekitar 79,6 miliar dolar AS pada tahun 2024 (Ferdous et al., 2020).

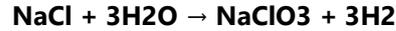
Indonesia merupakan negara dengan posisi ke 9 produsen pulp dunia dengan produksi per tahun mencapai 6,5 juta ton, dan berpotensi besar untuk masuk ke 5 besar dunia (Septiningrum & Sugesty, 2016). Menurut Badan Pusat Statistik (BPS), produksi domestic bruto (PDB) industri kertas dan barang dari kertas meningkat setiap tahun dan tahun 2022 mencapai Rp128,96 Triliun (BPS, 2022). Ekspor industri kertas terbesar di Indonesia berupa bubur kertas (pulp) sebesar 6,32 juta ton dan kertas tisu sebesar 714,68 ribu ton. Menangkap peluang atau peka terhadap kebutuhan pasar menjadi kunci bagi pelaku usaha untuk berkembang.

PT. Indah Kiat Pulp and Paper Tbk Perawang (PT. IKPP) merupakan sebuah perusahaan yang bergerak di sektor industri pulp and paper yang terletak di Jl. Raya Minas Perawang KM 26 Pinang Sebatang, Kabupaten Siak, provinsi Riau. Dalam produksi pulp and paper, terkhusus PT Indah Kiat Pulp and Paper, dibutuhkan bahan kimia yang berperan penting sebagai pemutih pada proses bleaching. Elemental chlorine free (ECF) merupakan teknologi pemutih bebas chlorine dengan menggunakan chlorine dioxide sebagai bahan utama pemutih. Teknologi ini sudah diakui secara internasional sebagai metode pemutihan yang lebih bersih dibandingkan dengan bahan pemutih lainnya. Jika dibandingkan dengan bahan pemutih yang lain, chlorine dioxide adalah pemutih yang paling efisien karena tidak menghasilkan zat karsinogenik seperti haloacetic acid (HAAs) dan Trihalomethanes (Huang et al., 2021). Chlorine dioxide (ClO<sub>2</sub>) merupakan zat pengoksidasi yang digunakan untuk menghilangkan lignin dan menghasilkan pulp dengan kualitas baik dengan tingkat kecerahan tanpa degradasi karbonat. senyawa ClO<sub>2</sub> mempunyai potensi oksidasi yang lebih tinggi dibandingkan Cl<sub>2</sub> (Ferdous et al., 2021). Chlorine dioxide ClO<sub>2</sub> ditemukan sebagai senyawa yang paling efektif untuk proses bleaching pulp. Pulp yang di bleaching memiliki tingkat kekuatan yang tinggi, kecerahan yang tinggi, dan kerusakan yang lebih sedikit pada serat.

Chlorine dioxide dihasilkan dengan mereaksikan strong sodium chlorate (NaClO<sub>3</sub>) dan hydrochlorid acid (HCl). Pada proses pembuatan sodium chlorate (NaClO<sub>3</sub>), cell elektrolyzer mempunyai peranan yang sangat penting. Untuk saat ini sodium chlorate di produksi dengan cara elektrolisis, yang mana sodium chlorat mengalami oksidasi demi menghasilkan sodium chlorate pada pabrik secara continue (Wang et al., 2024). apabila voltage cell tinggi, potensi bahaya eksplosive besar dan pemakaian konsumsi listrik juga semakin tinggi yang mengakibatkan pengeluaran cost untuk kebutuhan listrik juga semakin besar. Agar cell elektrolyzer berjalan dengan keadaan optimal, perlu di monitoring kenaikan voltage setiap cell. Karakteristik dalam menentukan kondisi operasi cell elektrolyzer dapat di lihat dari kenaikan voltage cell setiap minggu atau setiap bulannya. Untuk melihat kondisi operasi setiap cell, maka di lakukan analisa dengan menggunakan K faktor (dihitung dengan nilai variabel tegangan, dan mempertimbangkan suhu operasi).

## METHODS

sodium chlorate ( $\text{NaClO}_3$ ) digunakan untuk memproduksi chlorine dioxide ( $\text{ClO}_2$ ), yang digunakan pada proses bleaching dalam industri pulp dan kertas. Sodium chlorate diproduksi di industri dengan proses elektrolitik, di mana hidrogen berevolusi dari reduksi air di katoda, dan klorin dihasilkan di anoda dengan melepaskan sodium klorida (ion klorida). Reaksinya adalah sebagai berikut.



untuk meminimalisir reaksi samping yang terjadi di dalam cell, di tambahkan sodium chromate dengan konsentrasi 5-6 gram per liter. Sodium chromate di yakini dapat memperkecil reaksi samping yang terjadi di dalam cell (Safizadeh et al., 2018).

Produksi sodium chlorate selalu meningkat dari tahun ke tahun. Kini produksi chlorate setiap tahun lebih dari 3 juta ton di seluruh dunia. Chlorine dioxide yang di hasilkan dari sodium chlorate, telah menggeser penggunaan chlorine pada proses bleaching. permintaan pasar yang mengharuskan untuk menggunakan pemutih yang bebas chlorine. Cell elektrolyzer merupakan alat yang bekerja dengan mengantarkan arus listrik untuk membuat sodium chlorate. Proses pembuatan sodium chlorate merupakan proses yang mengkonsumsi listrik sangat banyak. Untuk 1 ton sodium chlorate, membutuhkan listrik antara 5000-6000 KWH (Lindberg, 2021).

Efisiensi power merupakan parameter yang sangat penting bagi produksi chlorate. Efisiensi di perlukan untuk menekan konsumsi power berlebih yang dapat menyebabkan pengeluaran cost yang tinggi (Monteiro et al., 2022). Apabila produksi chlorate tidak sebanding dengan power yang di supply ke cell, maka dapat dipastikan nilai K faktor nya tinggi.

Nilai K faktor merupakan nilai yang di gunakan untuk mengetahui kenaikan voltage secara berkala. Data yang di hitung pada metode ini adalah nilai voltage cell, lebar plate yang di gunakan, dan suhu pengoperasian cell elektrolyzer. Nilai voltage cell di dapatkan dengan cara melakukan pengukuran dengan volt meter. Suhu pengoperasian di dapatkan dengan cara mengukur suhu larutan chlorate setelah melewati elektrolit cooler. Metode penelitian yang kami gunakan di dalam penelitian ini adalah mengambil data, serta mengolah data. Data di ambil langsung ke lapangan dengan menggunakan volt meter. Terdapat 3 titik yang menjadi tempat pengambilan data pada 1 cell, yaitu anoda dan katoda, anoda dan cell cover, serta katoda dan cell cover.

Adapun cara menghitung K faktor pada setiap cell adalah sebagai berikut:

$$k = \frac{v_{\text{cell}} - a}{Ka/A}$$

**Fig. 1. Rumus k faktor**

Dimana

K = K faktor cell

kA = load

V = Voltage cell

a = konstanta (berdasarkan suhu kondisi operasi = 2,32)

A = Luas permukaan plate anoda dan katoda (CM 13=25)

## RESULT AND DISCUSSION

PT Indah Kiat Pulp and Paper Tbk. Perawang – Riau memiliki cell room yang berfungsi untuk menghasilkan sodium chlorate untuk proses pembuatan chlorine dioxide. Proses pembuatan chlorate di mulai dari larutan dari reaktor yang overflow kefeed header melalui elektrolit cooler. Larutan kemudian menuju cell dan di elektrolisa dengan arus listrik sebesar 2,98 volt. Dengan adanya perbedaan density, gas H<sub>2</sub> membawa larutan chlorate menuju degasifier melewati riser pipe. Di degasifier terjadi pemisahan antara gas hydrogen dan larutan chlorate.

Gas hydrogen menuju HCl synthesis unit melewati hydrogen cooler, sedangkan larutan chlorate kembali ke reaktor dan overflow menuju feed tank.

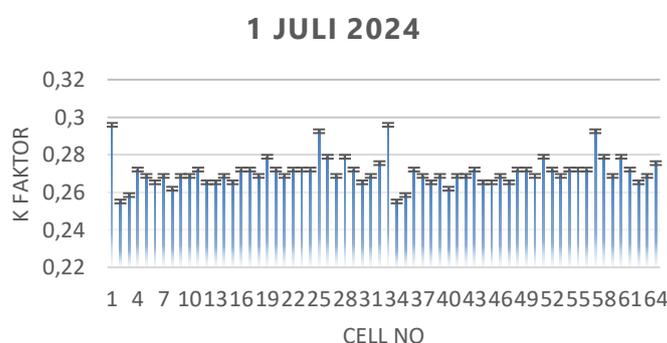
Kondisi operasi cell elektrolyzer yang bersih pada temperature 85 derajat celcius, K faktor nya adalah 0.20 sampai 0.24. Analisa K faktor dengan cara membandingkan data dengan cell elektrolyzer yang lain dapat membantu perusahaan untuk memonitor kondisi operasi pada setiap cell. Ini sangat membantu untuk menurunkan cost produksi serta mengurangi potensi bahaya yang terjadi.

Analisa K faktor dilakukan pada CM 13 dengan jumlah cell sebanyak 64 unit. Awalnya cek voltase cell di lapangan dengan volt meter. Ada 3 titik yang menjadi tempat pengukuran, yaitu anoda dan cathoda plate, anoda dan cover cell, katoda dan cell cover. Selanjutnya bandingkan dengan data dari DCS apakah sama atau selisih berlebih. Apabila memiliki selisih berlebih maka pengukuran di lapangan perlu di ulang. Berikut merupakan nilai K faktor tertinggi yang di ambil pada tanggal 1 juli 2024.

**Table 1. voltage cell sebelum acid wash**

CELL NO	VOLTAGE CELL
1	3,17
4	3,14
9	3,14
16	3,14
30	3,14
33	3,18
51	3,14
58	3,17

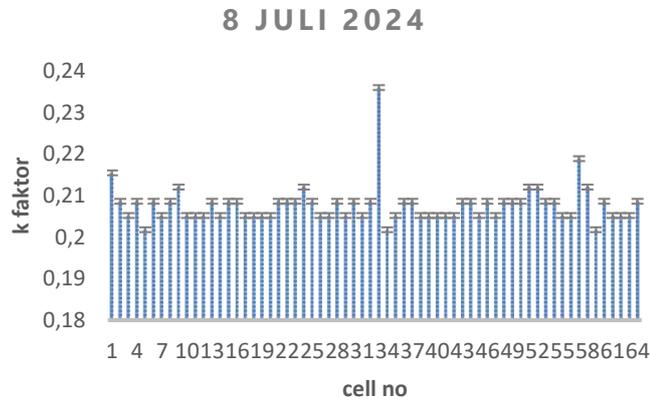
Dari data di atas, dapat di lihat bahwa cell elektrolyzer berjalan di atas voltage standard. Voltage tertinggi terdapat pada cell no 33 dengan 3,18 volt.



**Fig.2. Hasil Analisa K faktor Sebelum Acid Wash**

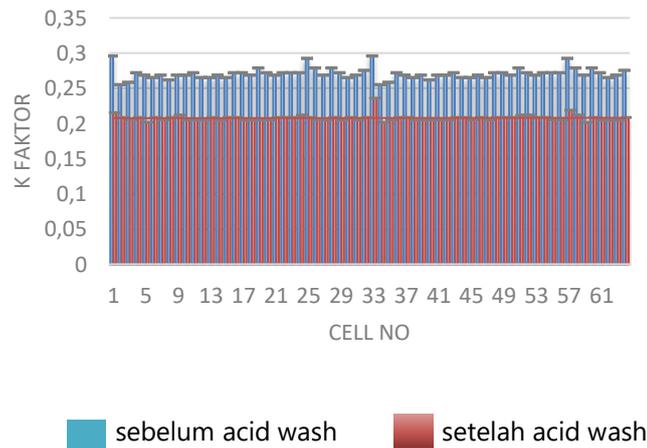
Dari data di atas yang di ambil pada tanggal 1 juli 2024 dengan T/R current 69 KA, T/R voltage 200 volt nilai k faktor cell di atas standard. Nilai K faktor standard di jaga pada range 0,20-0,24. Nilai K faktor rata- rata pada tanggal 1juli adalah 0.287081. Nilai K faktor tertinggi terdapat pada cell nomor 1,33, dan 57. Hal ini bisa di sebabkan karena recoating anoda plat yang udah habis, plate katoda yng korosif, terdapat banyak kotoran yang menumpuk di cell elektrolyzer.

Semakin tinggi K faktor, semakin tinggi voltage cell elektrolyzer. Perlu adanya tindakan untuk mengatasi kenaikan nilai K faktor yang semakin hari semakin naik. Apabila tidak dapat menyebabkan pembentukan oksigen sehingga dapat menyebabkan bahaya ledakan (ekslosive), dan pengeluaran cost yang besar untuk konsumsi power. Ini harus menjadi perhatian agar efisiensi penggunaan power di cell elektrolyzer. Salah satu tindakan agar dapat mengendalikan K faktor adalah dengan acid wash cell. Acid wash cell bertujuan untuk membersihkan bagian cell dari kotoran-kotoran yang terbentuk dari reaksi samping yang terdapat di dalam cell. Larutan yang di gunakan untuk proses acid wash cell adalah larutan HCl 10%.



**Fig. 3. Hasil Analisa K faktor Setelah Acid Wash**

Dari data di atas yang di ambil setelah acid wash cell pada tanggal 8 juli 2024 dengan load 70 KA, K faktor cell mengalami penurunan yang cukup signifikan. Nilai K faktor rata-rata adalah 0,187667. Nilai K faktor tertinggi terdapat pad cell no 33. Hal ini di sebabkan karena cell dalam keadaan bersih sehingga tidak ada hambatan pada proses elektrolisis di cell yang mengakibatkan nilai K faktor tinggi.



**Fig. 4. Hasil Analisa K faktor sebelum dan Setelah Acid Wash**

**Table2. voltage cell sesudah acid wash**

CELL NO	VOLTAGE CELL
1	2,96
4	2,95
9	2,94
16	2,95
30	2,94
33	3,01
51	2,93
58	2,94

Berdasarkan hasil analisa di atas, dapat di lihat bahwa acid wash cell mampu menurunkan K faktor cell. Kenaikan nilai K faktor tidak dapat di cegah karena K faktor akan naik secara terus menerus, akan tetapi kenaikan nilai K faktor dapat di kendalikan dengan cara selalu memonitor nilai K faktor. Jangan jalankan elektrolyzer apabila voltage cell di atas 3,5 volt. Hal ini di sebabkan karena pada pada voltage di atas 3,5-volt terjadi pembentukan oksigen, apabila oksigen bertemu dengan gas hidrogen dari hasil elektrolisa dapat menyebabkan ledakan.

Selain dari pada kotoran, kenaikan K faktor juga di akibatkan karena coating anoda plate yang sudah rusak, plate katoda yang korosif, dan temperatur operasi yang rendah. Plate anoda terbuat tadi bahan titanium dengan masa pakai selama 8 tahun. Apabila sudah lewat 8 tahun, maka plate anoda perlu di recoating ulang. Plate katoda terbuat dari baja dengan masa pakai selama 16 tahun.

Apabila terjadi permasalahan pada cell elektrolyzer, akan berdampak pada produksi chlorine dioxide. Hal ini di sebabkan karena hampir 60% dari produksi chlorine dioxide terletak pada cell room. Jika cell room tidak bisa mensupply chlorate dalam jumlah yang cukup, maka produksi chlorine dioxide akan stop.

## CONCLUSION

Berdasarkan hasil analisa di atas, dapat di lihat bahwa acid wash cell mampu menurunkan K faktor cell. Kenaikan nilai K faktor tidak dapat di cegah karena K faktor akan naik secara terus menerus, akan tetapi kenaikan nilai K faktor dapat di kendalikan dengan cara selalu memonitor nilai K faktor. Jangan jalankan elektrolyzer apabila voltage cell di atas 3,5 volt. Hal ini di sebabkan karena pada pada voltage di atas 3,5-volt terjadi pembentukan oksigen, apabila oksigen bertemu dengan gas hidrogen dari hasil elektrolisa dapat menyebabkan ledakan.

Proses elektrolisa ini menghasilkan 2 produk utama, yaitu hydrogen dan sodium chlorate. Hydrogen digunakan pada proses pembuatan hydroclorid acid (HCl) dan sodium chlorate di gunakan pada proses pembuatan ClO<sub>2</sub>. Pada proses pembuatan chlorate ada beberapa hal yang harus di perhatikan, antara lain: pH, kadar oksigen di degasifier, kondisi sistem hypo tower, konsentrasi garam dan chlorate, dan K faktor cell.. Analisa K faktor dengan cara membandingkan data dengan cell elektrolyzer yang lain dapat membantu perusahaan untuk memonitor kondisi operasi pada setiap cell. Ini sangat membantu untuk menurunkan cost produksi serta mengurangi potensi bahaya yang terjadi. Kenaikan nilai K faktor tidak dapat di cegah karena K faktor akan naik secara terus menerus, akan tetapi kenaikan nilai K faktor dapat di kendalikan dengan cara selalu memonitor nilai K faktor.

## REFERENCES

- BPS. (2022). *Produk Domestik Bruto Atas Dasar Harga Berlaku Menurut Lapangan Usaha (miliar rupiah)*, <https://www.bps.go.id/id/statistics-table/3/UzFSTVVXUlliME5XYzBZNUwwNVFRa3h6Y1d3M1p6MDkjMw==/produk-domestik-bruto-atas-dasar-harga-berlaku-menurut-lapangan-usaha---miliar-rupiah---2022.html>
- Ferdous, T., Hossain, M. I., Nanjiba, M., Quaiyyum, M. A., & Jahan, M. S. (2021). Chlorine dioxide bleaching of pulp from crop residues: Bagasse, kash and corn stalks. *Cellulose Chemistry and Technology*, 55(3–4), 281–287. <https://doi.org/10.35812/CELLULOSECHEMTECHNOL.2021.55.28>
- Ferdous, T., Quaiyyum, M. A., & Jahan, M. S. (2020). Chlorine dioxide bleaching of nineteen non-wood plant pulps. *Nordic Pulp and Paper Research Journal*, 35(4), 569–576. <https://doi.org/10.1515/npprj-2020-0043>
- Huang, L., Wei, Z., Wang, Y., Han, X., Chen, H., Huang, C., & Wei, Y. (2021). Effect of chlorine dioxide with NaH<sub>2</sub>PO<sub>4</sub> and DMSO on bleaching of kraft pine pulp. *AIP Advances*, 11(11). <https://doi.org/10.1063/5.0064470>
- Lindberg, A. (2021). *Efficiency and Selectivity in the Chlorate Process*.

- Monteiro, M. K. S., Moratalla, Á., Sáez, C., Santos, E. V. Dos, & Rodrigo, M. A. (2022). Towards the production of chlorine dioxide from electrochemically in-situ produced solutions of chlorate. *Journal of Chemical Technology and Biotechnology*, 97(8), 2024–2031. <https://doi.org/10.1002/jctb.7073>
- Safizadeh, F., Sorour, N., Ghali, E., Houlachi, G., Sorour, N., Ghali, E., & Houlachi, G. (2018). *D ER US CR*.
- Septiningrum, K., & Sugesty, S. (2016). PENGARUH PENAMBAHAN XILANASE PADA PROSES PEMUTIHAN SISTEM *ELEMENTAL CHLORINE FREE* (ECF). *Jurnal Selulosa*, 3(01), 15–26. <https://doi.org/10.25269/jsel.v3i01.40>
- Wang, T., Jonasson, T., Andersson, M., Simic, N., Wildlock, M., Jansson, P., & Cornell, A. (2024). Pilot-scale study of membrane-coated cathodes: Achieving high cathodic efficiency and outstanding stability in chlorate electrolysis. *Electrochimica Acta*, 497(March), 1–7. <https://doi.org/10.1016/j.electacta.2024.144494>