



ANALISIS PENGARUH SODA CARRY OVER TERHADAP KEBUTUHAN CLO₂ (KLORIN DIOKSIDA) PADA DO STAGE BLEACHING DISSOLVING PULP

Widya Kartika Sari Simbolon¹⁾

¹⁾Kimia, Fakultas Sains dan Teknologi, Universitas Jambi, Jambi, Indonesia
Email: widyakartikasari23@gmail.com

Abstract

The bleaching process in dissolving pulp production is a crucial stage for achieving pulp with a high brightness level. One of the factors affecting the efficiency of this process is the presence of soda carry over or soda loss, which refers to residual alkali from the cooking process that is carried into the bleaching stage. This study aims to analyze the effect of soda carry over on the chlorine dioxide (ClO₂) requirement during the D₀ bleaching stage in the pulp industry. The research method involved the collection of bleaching process operational data, analysis of process parameters, and evaluation of the relationship between soda carry over, chlorine dioxide (ClO₂) consumption, and other supporting variables. The results indicate that an increase in soda carry over leads to higher chlorine dioxide (ClO₂) consumption due to neutralization reactions under alkaline pH conditions, thereby reducing the effectiveness of the bleaching process. Furthermore, soda carry over is influenced by several factors, including pulp washing efficiency, pulp consistency, and equipment operating conditions. Therefore, controlling soda carry over is essential for optimizing chemical consumption, improving bleaching process efficiency, and reducing production costs. This study recommends enhancing the washing stage efficiency and maintaining proper control of process parameters to minimize soda carry over.

Keywords: Soda Carry Over, Bleaching, ClO₂ Charge, Dissolving Pulp, Press Torque.

Abstrak

Proses bleaching pada produksi dissolving pulp merupakan tahap penting untuk menghasilkan pulp dengan tingkat kecerahan (brightness) yang tinggi. Salah satu faktor yang memengaruhi efisiensi proses ini adalah keberadaan soda carry over atau soda loss, yaitu sisa alkali dari proses pemasakan (cooking) yang terbawa ke tahap pemutihan (bleaching). Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis pengaruh soda carry over terhadap kebutuhan klorin dioksida (ClO₂) pada tahap D₀ bleaching di industri pulp. Metode yang digunakan meliputi pengumpulan data operasional proses bleaching, analisis parameter proses, serta evaluasi hubungan antara soda carry over dengan konsumsi klorin dioksida (ClO₂) dan variabel pendukung lainnya. Hasil analisis menunjukkan bahwa peningkatan soda carry over menyebabkan konsumsi klorin dioksida (ClO₂) yang lebih tinggi akibat reaksi netralisasi dalam kondisi pH basa, sehingga menurunkan efektivitas proses pemutihan. Selain itu, soda carry over juga dipengaruhi oleh beberapa faktor seperti efisiensi pencucian pulp, konsistensi pulp, dan kondisi operasi peralatan. Oleh karena itu, pengendalian soda carry over menjadi kunci untuk mengoptimalkan penggunaan bahan kimia, meningkatkan efisiensi proses bleaching, serta menekan biaya produksi. Penelitian ini memberikan rekomendasi berupa peningkatan efisiensi tahap washing dan kontrol parameter proses untuk meminimalkan soda carry over.

Kata Kunci: Soda Carry Over, Bleaching, ClO₂ Charge, Dissolving Pulp, press torque.



PENDAHULUAN

Industri *pulp* dan kertas merupakan salah satu sektor industri yang memiliki peranan penting dalam mendukung kebutuhan bahan baku kertas, rayon, tekstil, dan berbagai produk berbasis *selulosa* lainnya. Salah satu produk yang memiliki nilai ekonomi tinggi adalah *dissolving pulp*, yaitu *pulp* dengan kandungan α -*selulosa* tinggi dan kadar *lignin* rendah yang digunakan sebagai bahan baku industri rayon dan *derivat selulosa*. Dalam proses produksi *dissolving pulp*, tahap *bleaching* menjadi proses yang sangat penting karena menentukan tingkat kecerahan (*brightness*) dan kemurnian *pulp*. Sistem *bleaching* yang digunakan pada industri modern umumnya menggunakan metode *Elemental Chlorine Free* (ECF) dengan klorin dioksida (ClO_2) sebagai bahan kimia utama. Tahap D_0 merupakan tahap awal pemutihan (*bleaching*) pada *pulp* yang berfungsi mengoksidasi *lignin* sisa hasil *cooking*. Permasalahan yang sering muncul pada proses *bleaching* adalah adanya *soda carry over*, yaitu sisa alkali dari proses *cooking* yang masih terbawa bersama *pulp* menuju tahap *bleaching* akibat proses pencucian (*washing*) yang kurang optimal. Alkali yang terbawa tersebut dapat bereaksi dengan ClO_2 sehingga meningkatkan konsumsi bahan kimia pemutih (*bleaching*) dan menurunkan efisiensi proses. PT *Riau Andalan Pulp and Paper* (PT RAPP) sebagai salah satu industri *pulp* terbesar di Indonesia menerapkan sistem *bleaching* ECF dalam proses produksi *dissolving pulp*. Oleh karena itu, diperlukan analisis mengenai pengaruh *soda carry over* terhadap kebutuhan ClO_2 pada tahap D_0 *bleaching* untuk meningkatkan efisiensi penggunaan bahan kimia dan menjaga kualitas akhir produk dari *pulp* yang dihasilkan hingga menjadi produk akhir kertas yang berkualitas.

METODE

Penelitian dilakukan di *Central Laboratory* dan *Fiberline Department* PT *Riau Andalan Pulp and Paper* (PT RAPP), Pangkalan Kerinci, Riau. Metode penelitian dilakukan secara observasional melalui pengamatan langsung proses *bleaching dissolving pulp*, pengumpulan data operasional, dan evaluasi parameter proses *bleaching*.

Bahan dan Alat

Parameter yang diamati meliputi; *Soda carry over*, ClO_2 *Charge*, *Alkali Charge*, *Consistency Prebleach*, *Dilution factor* dan *Press torque*. Data dianalisis secara deskriptif untuk mengetahui hubungan antara *soda carry over* dengan kebutuhan bahan kimia ClO_2 tahap D_0 *bleaching*.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Data hasil analisis dan pengamatan laporan yang berjudul “*Analisis Pengaruh Soda Carry Over Terhadap ClO₂ (Klorin Dioksida) Pada D₀ Stage Bleaching Dissolving Pulp*” diambil pada tanggal 24 Agustus 2025 – 5 September 2025. Data yang digunakan dalam penelitian ini berupa data sekunder, yaitu data yang sudah tersedia dari hasil pengolahan di unit *Fiberline*. Data hasil pengamatan mencakup pengaruh *soda carry over* atau *soda loss* terhadap parameter-parameter yang mempengaruhi tahap D_0 *bleaching*. Proses *bleaching* di PT. RAPP menggunakan teknologi ECF, yang bahan kimia utama yang digunakan adalah ClO_2 , untuk proses ekstraksi sebagai zat untuk menghilangkan kadar *lignin* yang masih tersisa dalam *pulp*.

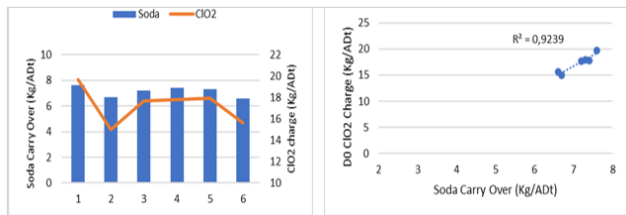
Adanya sisa *natrium* (Na^+) dari *white liquor* disebut *soda carry over* yang terbawa bersama *pulp* menjadi permasalahan pada tahap *bleaching*. Bahan pemutih yang digunakan yaitu *Clorin dioksida* (ClO_2) yang bersifat efektif pada saat kondisi asam. Ketika *soda carry over* masuk ke tahap D_0 , sisa basa akan bereaksi dengan ClO_2 yang bersifat asam dan menetralkan sebagian ion H^+ dalam medium asam. Sehingga bahan pemutih ClO_2 menjadi tidak efektif bekerja pada *pulp*. Hal ini mengakibatkan kondisi keasaman yang dibutuhkan untuk kestabilan dan efektivitas reaksi ClO_2 terganggu (Wibowo dan Fitriani, 2015).

Analisis Hubungan Soda Carry Over Terhadap Kebutuhan ClO₂ Pada D₀ Bleaching.

Semakin tinggi penggunaan ClO_2 pada *pulp* di tahap D_0 , *lignin* akan lebih banyak terdegradasi melalui reaksi oksidasi, misalnya gugus fenolik dalam *lignin* dioksidasi



oleh ClO_2 menjadi fragmen terlarut yang mudah dibuang. Reaksi ini meningkatkan brightness *pulp*. Namun, jika ClO_2 berlebih, suasana asam yang terganggu oleh adanya natrium atau kondisi pH yang tidak stabil dapat menyebabkan ClO_2 tidak hanya bereaksi dengan lignin, melainkan juga dengan selulosa. Akibatnya penggunaan ClO_2 banyak digunakan agar Na^+ dan ClO_2 optimal. Proses *bleaching* pada *pulp* bertujuan untuk menghilangkan sisa *lignin* yang masih tertinggal setelah tahap pemasakan agar diperoleh *pulp* dengan tingkat kecerahan (*brightness*) yang optimal pada kisaran 89-97%. Proses ini terutama menyerang ikatan pada $\beta\text{-O-4}$ dan $\alpha\text{-O-4}$ pada *lignin*, yang merupakan ikatan paling melimpah dalam struktur lignin, sehingga memutus rantai aromatik tanpa merusak selulosa dalam serat *pulp* (Liu *et al.*,2024). Adapun grafik pengaruh pengaruh jumlah *soda carry over* dengan kebutuhan ClO_2 pada tahap D_0 *bleaching* berikut ini.



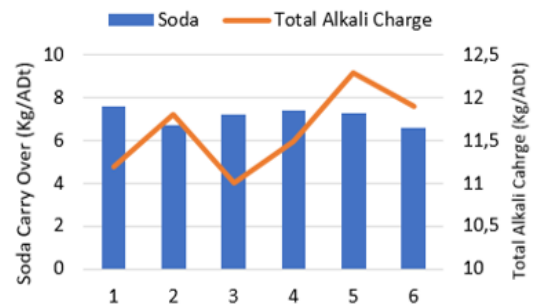
Gambar 1. Grafik pengaruh jumlah *soda carry over* dengan kebutuhan ClO_2 pada tahap D_0 *bleaching*

Pada grafik diatas, terlihat bahwa *soda carry over* berada pada kisaran 6–8 kg/ADt, sementara ClO_2 charge berfluktuasi pada rentang 16–20 kg/ADt. *Soda carry over* yang tinggi akan membuat pH tahap D_0 sulit dikendalikan sehingga harus menambahkan lebih banyak asam, seperti H_2SO_4 , agar pH tetap berada pada rentang optimal. Jika *soda carry over* rendah, maka sangat sedikit *alkali* yang terbawa ke tahap D_0 *bleaching* sehingga pH menjadi lebih rendah.

Adapun hasil grafik Parameter-parameter yang diamati meliputi; *Soda carry over*, *ClO2 Charge*, *Alkali Charge*, *Consistency Prebleach*, *Dilution factor* dan *Press torque*. Data dianalisis secara deskriptif untuk mengetahui

hubungan antara *soda carry over* dengan kebutuhan bahan kimia ClO_2 tahap D_0 *bleaching* dapat diamati berikut ini:

Total Alkali Charge

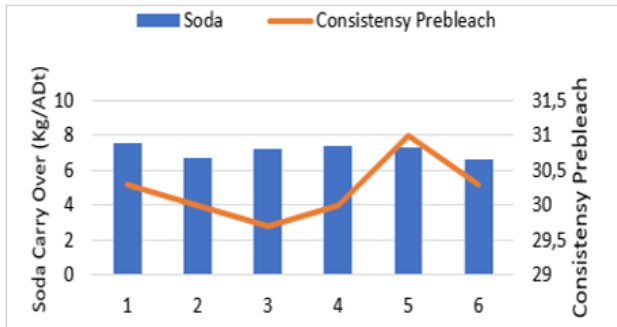


Gambar 2. Grafik Pengaruh *soda carry over* terhadap *Total Alkali Charge* pada D_0 Tahap *Bleaching*

Grafik menunjukkan terdapat kecenderungan hubungan positif antara jumlah total alkali yang digunakan dengan besarnya *soda carry over* yang terbawa ke tahap berikutnya. Pada titik awal, nilai *soda carry over* sekitar 7,5 kg/ADt dengan total *alkali charge* ±11 kg/ADt, kemudian turun pada titik ke-3 menjadi sekitar 6,5 kg/ADt seiring penurunan *total alkali charge*, lalu meningkat kembali mendekati 8 kg/ADt ketika total *alkali charge* mencapai puncaknya ±12,3 kg/ADt pada titik ke-5, sebelum akhirnya menurun kembali. Tingginya *soda carry over* akibat peningkatan total *alkali charge* akan berdampak pada tahap *bleaching*, karena pH sistem menjadi lebih basa dan menyebabkan klorin dioksida (ClO_2) terurai lebih cepat sehingga kebutuhan ClO_2 meningkat. Oleh karena itu, pengaturan total *alkali charge* dan kontrol *soda carry over* menjadi kunci penting dalam menjaga efisiensi proses *bleaching* sekaligus menekan konsumsi bahan kimia. Semakin tinggi total *alkali charge*, maka *soda carry over* cenderung meningkat (Wibowo dan Fitriani, 2015).



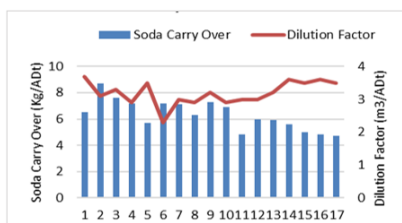
Consistency Prebleach



Gambar 3. Grafik Pengaruh Soda Carry Over vs Consistency Prebleach

Adanya *soda carry over* yang tinggi pada tahap *bleaching* akan meningkatkan konsumsi bahan kimia karena adanya interaksi sisa alkali dengan proses *bleaching*, sehingga efisiensi penggunaan bahan kimia menurun. Dengan demikian, menjaga *konsistensi prebleach* pada rentang optimal (sekitar 30–31%) menjadi penting untuk menekan *soda carry over* sekaligus meningkatkan efisiensi proses *bleaching*. Dengan hasil ini dapat disimpulkan bahwa hubungan antara *soda carry over* dan *konsistensi prebleach* menunjukkan kecenderungan negative. Semakin stabil dan optimal *konsistensi pulp*, semakin rendah pula *soda carry over* yang terbawa ke tahap *bleaching*. Pengendalian *konsistensi pulp* merupakan faktor kunci dalam mengoptimalkan proses *bleaching* sekaligus mengurangi pemborosan bahan kimia.

c. Dilution Factor

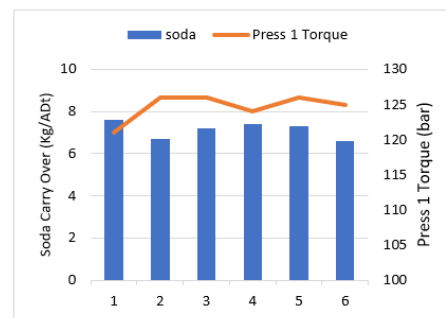


Gambar 4. Grafik Pengaruh Soda Carry Over vs Dilution Factor

Nilai *soda carry over* pada grafik ini berkisar antara 4–9 Kg/ADt, sedangkan *dilution factor* berada pada rentang 2,8–3,8 m³/ADt. Secara umum, pola yang terbentuk

memperlihatkan adanya kecenderungan negatif, yaitu ketika *dilution factor* meningkat, nilai *soda carry over* justru menurun. Sebaliknya, pada saat *dilution factor* rendah, maka *soda carry over* cenderung tinggi. Dari grafik tersebut dapat dijelaskan dengan prinsip dasar pencucian *pulp*. *Dilution factor* merupakan rasio volume air pencuci terhadap jumlah *pulp* yang dicuci. Semakin tinggi nilai *dilution factor*, semakin besar volume air yang digunakan, sehingga sisa *soda* dari proses *pulping* dapat terbuang lebih banyak. Akibatnya, jumlah *soda* yang terbawa (*carry over*) menuju tahap *bleaching* berkurang. Namun, bila *dilution factor* rendah, proses pencucian tidak efektif sehingga *soda* yang tertinggal dalam *pulp* relatif lebih tinggi dan terbawa ke tahap berikutnya.

d. Press Torque



Gambar 5. Grafik Pengaruh Soda Carry Over vs Press 1 Torque AE-1

Faktor-faktor lain yang mempengaruhi *soda carry over* pada D₀ yaitu *Press Torque*. Pada grafik *Soda Carry Over vs Press 1 Torque* di AE-1. Grafik diatas merupakan hasil analisa hubungan jumlah *soda carry over* dengan beban mekanis pada *Press 1* pre-bleached yang ditunjukkan oleh nilai *torque*. Secara umum, terlihat bahwa peningkatan *soda carry over* dari titik 1 ke titik 2 (±6,8 menjadi 7,8 kg/ADt) diikuti dengan kenaikan *Press 1 Torque* dari 122 menjadi 127 bar. Hal ini mengindikasikan bahwa semakin tinggi *soda carry over*, semakin besar pula energi mekanik yang diperlukan oleh press untuk mengekstraksi *liquor* dari *pulp*.



Sebelum memasuki tahap *D₀ bleaching*, penting untuk mengoptimalkan *soda carry over* dan dosis ClO_2 agar proses pemutihan pulp berlangsung efisien. Jika *soda carry over* dari tahap sebelumnya terlalu tinggi, pH sistem menjadi lebih basa sehingga ClO_2 mudah terurai menjadi ion klorit (ClO_2^-) dan klorat (ClO_3^-) yang tidak efektif untuk mengoksidasi lignin. Akibatnya, efisiensi *bleaching* menurun dan konsumsi ClO_2 meningkat. Oleh karena itu, pengaturan sisa alkali (*soda carry over*) dan dosis ClO_2 harus dioptimalkan untuk menjaga pH ideal sekitar 3–5, agar ClO_2 tetap stabil dan selektif terhadap *lignin* tanpa merusak *selulosa*, faktor-faktor parameter *unbleach* yang mempengaruhi kualitas *pulp*. Optimasi ini membuat tahap *D₀* berjalan lebih efisien, menghasilkan kecerahan pulp tinggi, konsumsi bahan kimia lebih hemat, serta beban lingkungan lebih rendah.

KESIMPULAN

Soda carry over memiliki pengaruh yang signifikan terhadap kebutuhan ClO_2 pada tahap *D₀* bleaching dissolving pulp. Semakin tinggi *soda carry over* yang terbawa ke tahap *bleaching*, maka kebutuhan ClO_2 semakin meningkat akibat terjadinya reaksi netralisasi antara alkali dan ClO_2 . Faktor-faktor seperti *washing efficiency*, *consistency prebleach*, *dilution factor*, dan *press torque* mempengaruhi besarnya *soda carry over*. Pengendalian *soda carry over* sangat penting untuk meningkatkan efisiensi penggunaan bahan kimia, menjaga kualitas *pulp*, menekan biaya produksi bahan kimia pemutih klorin dioksida (ClO_2). Optimasi ini membuat tahap *D₀* berjalan lebih efisien, menghasilkan kecerahan *pulp* optimal, konsumsi bahan kimia lebih hemat, serta beban lingkungan lebih rendah dan ramah lingkungan sekitar.

Saran

Perlu dilakukan optimasi proses pencucian (*washing*) untuk mengoptimasi *soda carry over* sebelum memasuki tahap pemutihan (*bleaching*). Monitoring parameter-parameter seperti *consistency prebleach*, *dilution factor*, dan *press torque* harus dilakukan secara berkala agar

penggunaan ClO_2 lebih efisien. Penelitian selanjutnya disarankan menggunakan analisis statistik dan data operasional yang lebih lengkap agar hubungan antar parameter-parameter yang mempengaruhi dapat diketahui secara kuantitatif. *Soda carry over* memiliki pengaruh langsung terhadap efisiensi proses dan tahapan *unbleach* sebelum ke proses *bleaching*. Untuk itu perlu pengoptimalan dari *total alkali charge*, *consistency prebleach*, *dilution factor* dan *Press I Torque*.

DAFTAR PUSTAKA

- Amrizal., A. Ahmad dan Bahruddin. 2016. "Optimasi Proses pemutihan Acacia Kraft Pulp Dengan Proses Biobleaching Sebelum Chemical Bleaching Untuk Mengurangi Pemakaian Bahan Kimia". Jurnal Sains Dan Teknologi. Vol.15(1).
- Bahri. S. (2015). Pembuatan Serbuk Pulp Dari Daun Jagung. Jurnal Teknologi Kimia Unimal. 4(1): 46-59.
- Bajpai, P. (2018). Raw Material and Pulp Making. Biermann's Handbook of Pulp and Paper Vol 1, 3rd Edition. Elsevier Inc.
- Gullichsen, J., & Fogelholm, C. J. 2000. Chemical Pulping Part B: Laboratory Testing and Process Modeling. Fapet Oy.
- Husna, N. H. M., Ibrahim, M., & Mohd Yunus, N. Y. (2018). Response surface methodology on the effects of soda-anthraquinone pulping conditions on oil palm empty fruit bunches pulp properties. Malaysian Journal of Analytical Sciences. 22(2): 203–218.
- Liu, B., H. Zeng, S. Wang, Y. Pang, C. Qin, C. Liang, C. Huang, dan S. Yao. 2024. Efficient Degradation Of Lignin By Chlorine Dioxide And Preparation Of High Purity Pulp Fiber. International Journal of Biological Macromolecules. Vol. 266(1): 112-128.
- Manik, T. S., Prabawa, R. D., Irwan, D., dan Prajatno, H. (2024). Simulation and Optimization of Chlorine Dioxide Production Process Using Aspen



- HYSYS. Iranica Journal of Energy and Environment.15(1): 21–37.
- Suess, H.U. (2010). Pulp Bleaching: Principles and Practice. TAPPI Press.
- Souza, L. C., Zanuncio, A. J. V., dan Colodette, J. L. (2018). The Effects of Alkaline Filtrate Recirculation Towards the Properties of Long Fiber Pulps with OD(EPO)DED Bleaching Sequence. 24(3): 233–239.
- Sixta, H. (2006). Handbook of Pulp Vol.1. Lindweg: Wiley-VCH Verlag GmbH.
- Technical Departement. (2019). Fiberline Departement Daily Technical Report PT Riau Andalan Pulp and Paper. Pangkalan Kerinci.
- Technical Department. (2025). Technical Overview. Riaupulp: Pangkalan Kerinci. Woodyard Department. (2025). Woodyard Overview. Riaupulp: Pangkalan Kerinci.
- Tutus, A., dan Eroglu, H. (2003). “Bleaching of Kraft Pulp with Chlorine Dioxide: Reaction Mechanism and Process Optimization.” Turkish Journal of Chemistry. 27:85–93.
- Wibowo, T., dan Fitriani, D. (2015). Menentukan pH Optimum di DO Stage untuk Mengurangi Konsumsi ClO₂ pada Proses Bleaching di PT. RAPP. Jurnal Teknologi Kimia dan Industri. 4(2): 45–52.
- Yin, Z., Wang, J., dan Liu, H. (2022). Optimization and simulation of chlorine dioxide production process based on Aspen HYSYS. Journal of Environmental Chemical Engineering. 10(6): 108–115.