

INTISARI

Kebutuhan *pulp* terus meningkat secara global tiap tahunnya untuk dikonversi menjadi berbagai produk turunan dan 79% dari total kebutuhan tersebut berasal dari proses *chemical pulp* dengan teknologi *elemental chlorine free (ECF)*. Dimana *chlorine dioxide (ClO₂)* digunakan sebagai bahan pemutih utama dalam teknologi tersebut. *Chlorine dioxide (ClO₂)* dipilih karena sifatnya sebagai *oxidizer* yang selektif terhadap lignin dan tidak merusak serat selulosa dari *pulp* yang dihasilkan. Namun karena bersifat tidak stabil dan tidak bisa dikirimkan melalui transportasi konvensional atau disimpan dalam waktu yang lama, *chlorine dioxide (ClO₂)* harus diproduksi secara *in-situ*. Dalam skala besar pada industri *pulp and paper*, *chlorine dioxide (ClO₂)* dihasilkan dengan mereaksikan *sodium chlorate (NaClO₃)* dengan *methanol (CH₃OH)* (*non-integrated chlorine dioxide plant*) dan *hydrochloric acid (HCl)* (*integrated chlorine dioxide plant*). Pada *non-integrated chlorine dioxide plant*, tantangan utamanya adalah *supply chain* dan penyimpanan bahan baku utama yaitu kristal *sodium chlorate (NaClO₃)*, *methanol (CH₃OH)* dan *asam sulfat (H₂SO₄)*. Sedangkan pada *integrated chlorine dioxide plant*, tantangan utamanya adalah penggunaan energi listrik yang besar pada proses *in-situ* elektrolisis *sodium chloride (NaCl)* menjadi *sodium chlorate (NaClO₃)*. Pada tesis ini membahas mengenai perbandingan *non-integrated* dan *integrated chlorine dioxide plant* dari segi proses secara keseluruhan, *cost operational* dan *safety operational* secara *real case*. Serta melihat *performance cell electrolyzers* dalam rangka menghasilkan *sodium chlorate (NaClO₃)* pada dua pabrik yang usianya berbeda jauh dan juga faktor-faktor yang berpengaruh (konsentrasi *inlet* dan *outlet sodium chlorate (NaClO₃)*, kenaikan *cell voltage* dan kondisi elektroda) terhadap konsumsi energi listrik pada *cell electrolyzers system* secara *real case* dan upaya yang dapat dilakukan agar konsumsinya tetap sesuai standar. Selanjutnya pengamatan dilakukan pada *non-integrated chlorine dioxide plant* yang sudah *running* sejak 2006 dan berasal dari *ERCO WORLDWIDE*, dan pada dua *integrated chlorine dioxide plant* yang berasal dari *CHEMETICS*, pabrik pertama *running* sejak 1998 dan pabrik kedua *running* sejak 2022. Data yang dibahas pada tesis ini berasal dari aktual hasil analisa *laboratory*, dan aktual parameter produksi pada yang tersimpan pada sebuah program yang disebut *PI ProcessBook* dan dikonversi menjadi data olahan pada *Microsoft Excel*. Data dinormalisasi terhadap gangguan *unplanned shutdown* dan juga dilakukan perhitungan. Hasil menunjukkan *integrated chlorine dioxide plant* lebih menguntungkan secara aspek ekonomi dan *safety operational* jika digunakan untuk mendukung proses produksi pada industri *pulp and paper*. Meskipun dengan usia *cell electrolyzers system* yang tua, kapasitas dan konsentrasi *sodium chlorate (NaClO₃)* yang dihasilkan masih dapat memenuhi standar yang disyaratkan *Vendor*, hanya saja konsumsi energi listriknya lebih besar 18,87%. Untuk *cell electrolyzers system* dengan usia lebih muda, konsumsi energi listriknya lebih hemat 4,14%. Sedangkan *acid wash* dilakukan secara berkala untuk menurunkan *voltage* dari *cell electrolyzers system*, serta penggantian anoda dan katoda dilakukan juga secara berkala untuk mempertahankan *current efficiency cell electrolyzers system* yang bertujuan untuk menekan kenaikan konsumsi energi listrik.

Kata kunci : *Chlorine Dioxide, Sodium Chlorate, Cell Electrolyzer, Cell Voltage, Acid Wash*

ABSTRACT

The demand of pulp continues increase globally each year for converted into various derivative products and 79% of pulp demand comes from chemical pulp processes with elemental chlorine free (ECF) technology. Chlorine dioxide (ClO_2) is used as the main bleaching agent in this technology. Chlorine dioxide (ClO_2) was chosen because it is a selective oxidiser of lignin and does not attack the cellulose fibres of the pulp produced. However, because unstable and cannot be shipped via conventional transport or stored for long periods of time, chlorine dioxide (ClO_2) must be produced in-situ. In large the pulp and paper industry, chlorine dioxide (ClO_2) is produced by reacting sodium chlorate (NaClO_3) with methanol (CH_3OH) (non-integrated chlorine dioxide plant) and hydrochloric acid (HCl) (integrated chlorine dioxide plant). In the non-integrated chlorine dioxide plant, the main challenge is the supply chain and storage of the main raw materials (sodium chlorate crystall, methanol and sulfuric acid). While in the integrated chlorine dioxide plant, the main challenge is large quantity of electrical energi usage in the in-situ electrolysis process of sodium chloride (NaCl) become sodium chlorate (NaClO_3). This thesis discuss the comparison of non-integrated and integrated chlorine dioxide plant in terms of overall process, cost operational and safety operational in real case. And also seeing the performance of cell electrolyzers in order to produce sodium chlorate (NaClO_3) at two plants with age different and also the influential factors (inlet and outlet sodium chlorate (NaClO_3) concentrations, cell voltage and electrode conditions) on electrical energy consumption in the cell electrolyzers system in real cases and efforts that can be made so that consumption still within standards. Furthermore, observations on a non-integrated chlorine dioxide plant that has been running since 2006 and comes from ERCO WORLDWIDE, and on two integrated chlorine dioxide plants from CHEMETICS, the first plant running since 1998 and the second plant running since 2022. The data used in this thesis comes from actual laboratory analysis results, and actual production parameters that stored in a software called PI ProcessBook and converted into processed data in Microsoft Excel. The data normalised against unplanned shutdown interruptions and calculations will also be performed. The results show that the integrated chlorine dioxide plant is more profitable in terms of economic and safety operational aspects if used to support the production process in the pulp and paper industry. Despite the old age of the cell electrolyzers system, the capacity and concentration of sodium chlorate (NaClO_3) produced can still meet the standards required by the Vendor, except that the electrical energy consumption is 18.87% greater. For cell electrolyzers systems with younger age, the electrical energy consumption is 4.14% more efficient. While acid wash is carried out periodically to reduce the voltage of the cell electrolyzers system, and the replacement of anodes and cathodes is also carried out periodically to maintain the current efficiency of the cell electrolyzers system which aims to suppress the increase in electrical energy consumption.

Keywords : Chlorine Dioxide, Sodium Chlorate, Cell Electrolyzer, Cell Voltage, Acid Wash