

Studi Kelayakan Pengoperasian *Chlorination Plant B* setelah Mengalami Kerusakan pada Liner 4 Busbar PT Indonesia Power Pro Pomu

Prian Gagani Chamdareno¹, Hafidh Nur Hidayat²

¹⁾²⁾ Teknik Elektro Universitas Muhammadiyah Jakarta

Jl. Cempaka Putih Tengah 27 No.47

Email: prian.gagani@ftumj.ac.id, 2016420061@ftumj.ac.id

ABSTRAK

Riset ini memiliki tujuan untuk menghitung efisiensi kinerja chlorination plant saat sebelum serta setelah transformasi dimodifikasi, serta membagikan saran terpaut pembedahan yang pas supaya bebas dari kehancuran. Kelayakan riset yang penulis gunakan adalah kualitatif dengan menggunakan metode deskriptif. Informasi dikumpulkan dengan mengamati parameter pembedahan chlorination plant serta observasi dan Analisa buku petunjuk. Hasil penelitian menunjukkan bahwa konsentrasi kaporit yang dihasilkan menurun setelah cell 4 mengalami kerusakan. Modus operasi dengan 3 sel masih layak dan pengoperasian terbilang aman.

kata kunci : chlorination, transformator, busbar, anoda, katoda, elektrolisis

ABSTRACT

This research aims to calculate the performance efficiency of the chlorination plant before and after modification of the transformation, as well as to provide appropriate surgical advice to free from destruction. The research feasibility that the author uses is qualitative using descriptive methods. Information was collected by observing the chlorination plant surgical parameters as well as observation and manual analysis. The results showed that the concentration of chlorine produced decreased after cell 4 was damaged. Operation mode with 3 cells is still feasible and operation is fairly safe.

Keywords : chlorination, transformer, busbar, anode, cathode, electrolysis

1. PENDAHULUAN

PT Indonesia Power ialah salah satu Anak Industri Perusahaan dari PT PLN yang ditugaskan menjadi pemecahan masalah pemenuhan kebutuhan energi listrik di Indonesia. Unit Pembangkit listrik tersebut terletak di tepi laut utara Jakarta dan memiliki 4 blok pembangkit listrik utama dengan total energi keseluruhan 2600 MW. Pada proses turbin uap, kondensor bagaikan tempat kondensasi exhaust steam setelah proses terakhir pada turbin uap. Nantinya, air laut melewati banyak pipa berdiameter kecil. Keadaan air laut wajib bersih dari sampah serta kehidupan laut untuk menjaga efisiensi pertukaran maksimum. Saat sebelum air laut merambah kondensor, air laut harus melewati sebagian proses filtrasi serta diinjeksikan dengan klorin. Proses injeksi tersebut dibuat untuk melemahkan mikroorganisme laut agar tidak berkembang serta mengganggu peralatan- peralatan pada proses pendingin. Chlorination Plant berperan untuk menghindari tumbuhnya biota- biota laut pada komponen sistem pendingin [1]. Tercatat pada Juli 2019, terjadi kebocoran generator elektrolisis B pada line 4 busbar yang berdampak pada arus dan tegangan yang tidak normal. Hal ini menyebabkan

generator elektrolisis B tidak bisa beroperasi [2] Oleh karena itu, dalam riset ini penulis berupaya menganalisa kelayakan kinerja dan pengoperasian chlorination plant dari segi operasional. Riset ini tujuannya adalah untuk menghitung efisiensi kinerja chlorination plant saat sebelum dan setelah mengalami modifikasi serta membagikan saran yang terkait dengan operasi yang pas agar chlorination plant bebas dari kehancuran.

2. METODOLOGI

Metodologi penelitian merupakan uraian tahapan yang dilakukan dalam melaksanakan penelitian [3] Chlorination plant adalah suatu peralatan yang menggunakan air laut sebagai bahan baku kaporit untuk menghasilkan chlorin (sodium hipoklorit) melalui elektrolisis. Jumlah klorin yang dihasilkan diatur oleh arus yang melewati cell-cell, dan dosing rate continuous dapat diatur dari 0 sampai 1,5 ppm. Cell-cell ini telah dirancang untuk beroperasi pada tekanan 1,5-1,8 bar. Ini penting saat membangun sistem elektrolisis dan memilih kondisi pengoperasian. Karena potensial listrik adalah gaya penggerak sistem, semakin besar arus yang mengalir melalui sistem, maka semakin tinggi rapat arus [4].

Komponen Sistem

- Transformator/penyearah adalah alat yang digunakan untuk mereduksi tegangan dan mengubah tegangan ACB menjadi tegangan DC. Ketika nilai input 86300 VAC, 3-Phasa 50 Hz, nilai output 147 V, dan arus 56009 A akan meningkatkan kerapatan arus ke tingkat yang lebih besar serta akan meningkatkan CL2 [5].
- Generator elektrolisis ada 4 cell yang setiap cellnya memiliki kemampuan output (46-47) kilogram/hour. Letak cell-cell diatur secara vertikal. Pengaturan lainnya menyesuaikan dengan kapasitas ruangan yang tersedia. Semakin tinggi potensialnya, semakin cepat kadarnya mencapai titik maksimumnya tetapi efisiensi listriknya semakin rendah [4].
- Saluran masuk maupun keluar pipa, termasuk pipping, sensor serta perangkat keras yang berkaitan menggabungkan sistem jaringan pipa yang sudah ada. Setiap sistem dilengkapi sistem proteksi [6].

Proses Elektrolisis

Arus listrik dihubungkan ke anoda dan katoda, dimana reaksi kimia terjadi melalui elektrolit. Energi listrik menjadi cairan elektrolit. Karakteristik tersebut adalah:

- Elektrolit mengandung ion bebas. Berdasarkan ion-ion ini, elektron dapat dihasilkan, sehingga memungkinkannya mengalir melalui larutan.
- Sumber arus DC, sebagai contoh adalah baterai yang menghantarkan arus searah.
- Terdapat anoda dan katoda pada sel elektrolitik.

Katoda menerima elektron dari luar, dan anoda memungkinkan elektron mengalir ke sumber arus eksternal. Proses reaksi reduksi negatif terjadi di katoda, dan proses reaksi oksidasi positif terjadi di anoda [7].

Bentuk reaksi utama dari proses klorinasi air laut adalah :

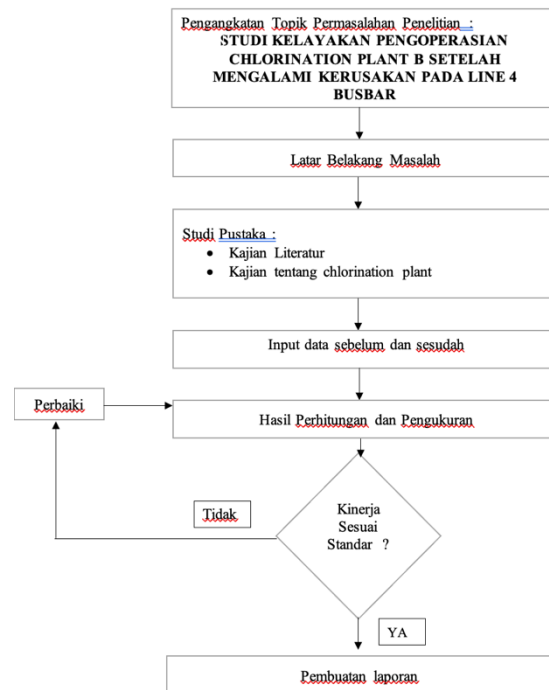


NaCl + 1/2

Air Laut Sodium hipoklorit

Air Laut

Analisis data di penelitian ini dibuat sesuai dengan langkah-langkah berikut yang dijelaskan dalam diagram alir.



Gambar 1. Diagram alir metodologi penelitian.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Membuat table data dikumpulkan pada waktu yang berbeda untuk generator elektrolisis A dan B. [8].

Tabel 1. Pengambilan data chlorination plant A.

DATE	TIME	UNIT (A or B)	TR / RECT		Cell Voltage				Seawater Inlet flow (m ³ /h)	Available Chlorine		Remarks
			Current (A)	Voltage (B)	No. 1 (V)	No. 2 (V)	No. 3 (V)	No. 4 (V)		Concentration (ppm=mg/L)	Produced (Kg/h)	
DESIGN			5600	147	36,5	36,5	36,5	36,5	48	3020	145	-
16/1/2020	09.00	A	4134	95	23,5	23,6	23,5	23,6	47,4	2890	46,1	-
	17.00	A	4134	96	23,4	23,6	23,4	23,6	47,4	2892	46,2	-
	20.00	A	4134	95	23,5	23,7	23,6	23,7	46,6	2894	45,4	-
17/1/2020	09.00	A	4134	95	23,5	23,4	23,3	24,5	47,7	2892	46,5	-
	17.00	A	4134	96	23,6	23,7	23,5	24,5	47,7	2894	46,6	-
	20.00	A	4134	96	23,6	23,7	23,5	23,6	47,6	2893	46,4	-
18/1/2020	09.00	A	4134	95	24,1	24,2	24	24,2	47,8	2895	46,5	-
	17.00	A	4136	98	23,4	23,6	23,4	23,6	47,4	2892	46,2	-
	20.00	A	4136	98	23,5	23,7	23,6	23,7	46,6	2893	45,4	-
19/1/2020	09.00	A	4136	95	23,5	23,4	23,3	24,5	47,7	2892	46,5	-
	17.00	A	4136	96	23,6	23,7	23,5	24,5	47,7	2894	46,6	-
	20.00	A	4136	96	23,6	23,7	23,5	23,6	47,6	2893	46,3	-
20/1/2020	09.00	A	4136	95	23,6	23,7	23,5	23,7	47,3	2893	46,3	-
	17.00	A	4133	96	23,9	23,8	23,8	23,9	47,3	2894	46,2	-
	20.00	A	4135	97	23,9	23,9	23,8	23,7	47,3	2894	46,2	-
21/1/2020	09.00	A	4134	96	23,7	23,8	23,7	23,9	47,3	2894	46,3	-
	17.00	A	4133	97	23,9	24	23,9	24,1	47,4	2894	46,2	-
	20.00	A	4134	95	23,9	24	23,9	24,1	47,4	2894	46,2	-
22/1/2020	09.00	A	4134	95	23,5	23,8	23,6	23,9	47,4	2894	46,1	-
	17.00	A	4135	96	23,6	23,7	23,8	23,6	47,4	2892	46,2	-
	20.00	A	4135	95	23,5	23,6	23,4	23,7	47,4	2892	46,2	-

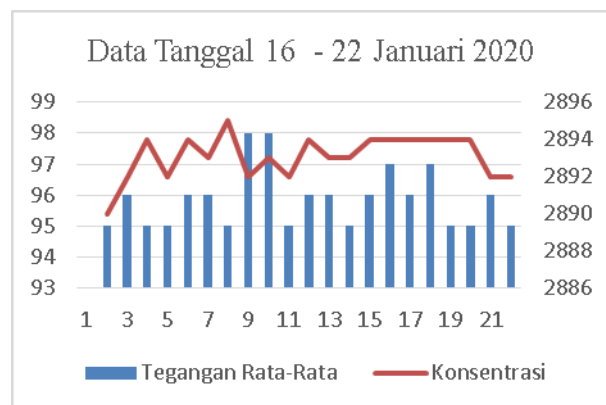
Tabel 2. Pengambilan data chlorination plant B.

DATE	TIME	UNIT (A or B)	TR / RECT		Cell Voltage				Seawater Inlet flow (m ³ /h)	Available Chlorine		Remarks
			Current (A)	Voltage (B)	No. 1 (V)	No. 2 (V)	No. 3 (V)	No. 4 (V)		Concentration (ppm=mg/L)	Produced (Kg/h)	
DESIGN			5600	147	36,5	36,5	36,5	36,5	48	3020	145	-
10/2/2020	09.00	B	4134	74	24,4	24,5	24,1	-	46,1	2172	45,0	-
	17.00	B	4136	74	24,3	24,4	24	-	45,8	2173	44,6	-
	20.00	B	4136	75	24,3	24,4	24	-	45,8	2172	44,8	-
11/2/2020	09.00	B	4134	75	24,6	24,6	24,3	-	46	2173	44,9	-
	17.00	B	4134	74	24,3	24,4	24,2	-	46	2172	45	-
	20.00	B	4134	75	24,3	24,5	24	-	46	2172	45	-

12/2/2020	09.00	B	4134	74	24,4	24,6	24	-	46,2	2172	45	-
	17.00	B	4134	74	24,4	24,5	24,1	-	46,2	2172	45,2	-
	20.00	B	4133	75	24,6	24,7	24,2	-	46	2173	44,9	-
13/2/2020	09.00	B	4134	73	24,4	24,5	24,1	-	47,2	2172	46,1	-
	17.00	B	4134	73	24,8	25	24,5	-	47,5	2174	46,3	-
	20.00	B	4133	73	24,6	25,3	25	-	47,8	2174	46,8	-
14/2/2020	09.00	B	4134	73	25,5	24,9	24,7	-	47,5	2175	46,3	-
	17.00	B	4134	72	25,3	25,4	25,2	-	47,5	2176	46,3	-
	20.00	B	4134	73	25,5	24,9	24,7	-	47,1	2175	46	-

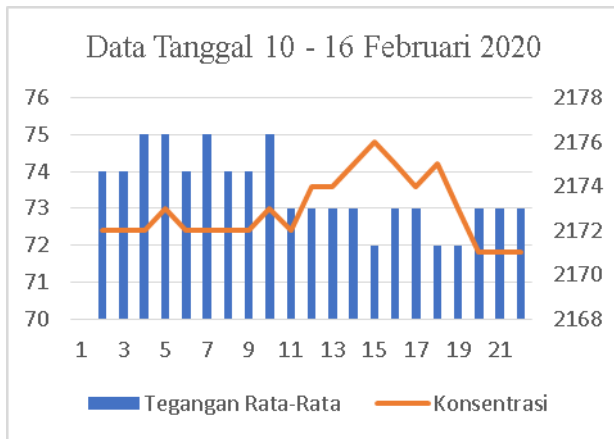
Pengambilan data pada hasil elektrolisis generator A dan b diambil pada titik sampling sebelum masuk ke tank hypochlorite. Dari hasil pengukuran yang telah direkap dapat diketahui konsentrasi produksi *electrolytic* generator A lebih tinggi dari pada *electrolytic* generator B. [9]

Setelah pengambilan data, dilakukan proses penghitungan data berdasarkan waktu dan banyaknya sampling yang mengacu pada indicator – indicator pada tabel diatas yang hasilnya dibuatkan dalam bentuk grafik.[10]



Gambar 2. Grafik tegangan rerata dan konsentrasi elektrolisis generator A.

Dipahami grafik tegangan keseluruhan elektrolisis generator A yaitu tegangan satu arah 95,8 lalu konsentrasi 2893 ppm.



Gambar 3. Grafik tegangan rerata dan konsentrasi elektrolisis generatorm B.

Dipahami grafik tegangan keseluruhan elektrolisis B yaitu tegangan satu arah 73,4 lalu konsentrasi 2172 ppm.



Gambar 4. Perbandingan konsentrasi produksi 4 cell dan 3 cell.

Table di bawah membandingkan konsentrasi chlorine:

Tabel 3. Hasil Perbandingan Konsentrasi

4 Cell	3 Cell
2893	2172

Sehingga rerata konsentrasi produksi yang dihasilkan oleh 4 cell adalah sebesar 2893 ppm, dan rata-rata konsentrasi produksi yang dihasilkan 3 cell adalah sebesar 2172 ppm. Saat tegangan dan arus meningkat, klorin yang dihasilkan juga akan berubah. Hal ini terjadi karena tegangan yang diberikan pada bagian katoda dan anoda pada baterai generator besar, sehingga daya untuk memisahkan ion Na + dan Cl juga besar, dan jumlah ion Cl- yang digunakan

sebagai klor dijaga pada 1 ppm -1,5 ppm dan dianggap sebagai operasi terbaik.

Lampiran I
 Peraturan Menteri Negara
 Lingkungan Hidup
 Nomor : 08 Tahun 2009
 Tanggal : 7 April 2009

BAKU MUTU AIR LIMBAH BAGI USAHA DAN/ATAU KEGIATAN PEMBANGKIT LISTRIK TENAGA TERMAL SUMBER PROSES UTAMA

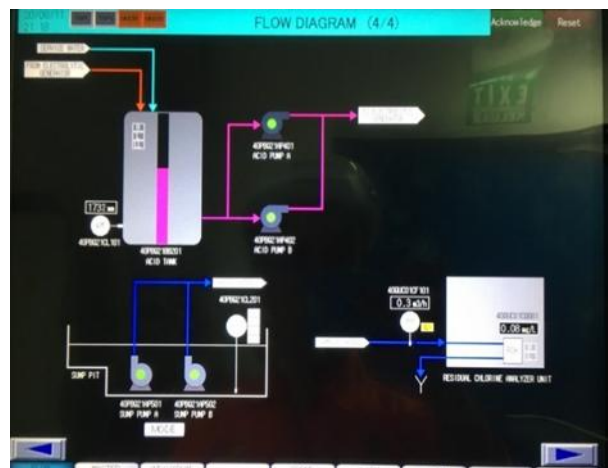
A. Sumber Proses Utama

No.	Parameter	Satuan	Kadar Maksimum
1.	pH	-	6 - 9
2.	TSS	mg/L	100
3.	Minyak dan Lemak	mg/L	10
4.	Klorin Bebas (Cl2)*	mg/L	0,5
5.	Kromium Total (Cr)	mg/L	0,5
6.	Tembaga (Cu)	mg/L	1
7.	Besi (Fe)	mg/L	3
8.	Seng (Zn)	mg/L	1
9.	Phosphat (PO4)**	mg/L	10

Catatan : * Apabila cooling tower blowdown dialirkan ke IPAL

Gambar 5. Peraturan menteri negara lingkungan hidup.

Hasil konsentrasi rata-rata ketiga sel elektrolitik tersebut adalah 2172 ppm yang masih dapat dioperasikan dengan melihat indikator sisa klor, dan tidak melanggar ketentuan nilai mutu air limbah yang tercantum peraturan Menteri Lingkungan Hidup.



Gambar 5. Residual chlorine analyzer unit

Indikator residu chlorin digunakan untuk menunjukkan bahwa klorin yang diinjeksikan pada sistem pendingin air laut diserap oleh organisme laut, dan tujuannya adalah untuk mencegah pertumbuhan alga pada peralatan sistem pendingin (terutama kondensor). Jika terdapat pertumbuhan alga atau tritip pada dinding tabung kondensor, maka akan berdampak terhadap penurunan efisiensi kinerja kondensor.

4. KESIMPULAN

Kesimpulan yang dapat disimpulkan dari penelitian adalah durasi waktu kerja chlorine mempengaruhi tekanan serta hasil konsentrasi yang dihasilkan peralatan chlorine itu sendiri. Untuk memaksimalkan kinerja generator elektrolisis perlu dijaga melalui cleaning acid. Kebocoran pada seal anoda dan katoda akan menyebabkan korsleting dan suhu busbar meningkat. Banyak faktor yang mempengaruhi nilai konsentrasi antara lain tekanan tinggi dan rendah, aliran air, pH air laut, kondisi generator cell dan banyaknya mikroorganisme yang tergabung dengan air laut. Performa generator elektrolisis akan menurun seiring dengan waktu pengoperasian dan bergantung pada bagaimana perawatan pabrik yang dilakukan. Hasil perhitungan proses elektrolisis 3 cell adalah 4195 gram, dan hasil perhitungan proses elektrolisis 4 sel adalah 4198 gram.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] A. Asof, "Optimalisasi Acid Cleaning Pada Cell Generator Chlorination Plant Dengan Menggunakan Acuan Tegangan."
- [2] A. Hasan, "Dampak penggunaan klorin," *J Tek Lingk P3TL-BPPT*, vol. 7, no. 1, pp. 90–96, 2006.
- [3] E. Dermawan, P. G. Chamdareno, and A. R. Priyono, "Studi Analisa Start-Up Gas Turbin Memanfaatkan Generator Utama sebagai Motor Penggerak Mula dengan Menggunakan Static Frequency Converter (Sfc) pada Unit Blok 1-2 PT. PJB Unit Pembangkitan Muara Tawar," *Resist. Elektron. KEndali Telekomun. Tenaga List. Komput.*, vol. 2, no. 2, p. 83, 2019, doi: 10.24853/resistor.2.2.83-88.
- [4] G. S. W. Hsu, Y. F. Lu, and S. Y. Hsu, "Effects of electrolysis time and electric potential on chlorine generation of electrolyzed deep ocean water," *J. Food Drug Anal.*, vol. 25, no. 4, pp. 759–765, 2017, doi: 10.1016/j.jfda.2016.07.001.
- [5] K. M. Zohdy and M. A. Kareem, "Hydrogen Production Using Sea Water Electrolysis," *Hydrog. Prod. Using Sea Water Electrolysis*, vol. 3, no. 1, pp. 1–7, 2010.
- [6] R. Z. Ainur, "ANALISIS ARUS TRANSIEN PADA SISI PRIMER TRANSFORMATOR TERHADAP PELEPASAN BEBAN DI GARDU INDUK PLTU GRESIK – GARDU INDUK KRIAN MENGGUNAKAN SIMULASI ATP / EMTP Zulfikar Ainur Rohman," *Articel J.*, vol. 60111, pp. 1–6, 2010.
- [7] S. Kasus, T. Gtg, P. Tambak, and L. Semarang, "Transformator Tenaga," pp. 1–8, 2008.
- [8] I. Supiah, "Perilaku Sel Elektrolisis Air dengan Elektroda Stainless Steel," *Pros. Semin. Nas. Kim. Dan Pendidik. Kim.*, vol. 03, no. 02, pp. 1–9, 2010.
- [9] Y. G. Yudhistira, E. Susilaningsih, and N. Widiarti, "Efisiensi Penurunan Kadar Logam Berat (Cr dan Ni) dalam Limbah Elektroplating secara Elektrokoagulasi Menggunakan Elektroda Aluminium," *Indones. J. Chem. Sci.*, vol. 7, no. 1, pp. 28–34, 2018.
- [10] B. E. Prasetyo, W. Hayuhardhika, N. Putra, D. Syaury, and A. Bhawiyuga, "SISTEM MONITORING TRAFODISTRIBUSI PT. PLN (Persero) BERBASIS IoT IOT-BASED DISTRIBUTION TRANSFORMER MONITORING SYSTEM AT THE PT. PLN (Persero)," *Jtiik*, vol. 7, no. 1, pp. 205–210, 2020, doi: 10.25126/jtiik.202071951.

