

Peranan Teknologi Mesin Elektrolizer sebagai Penghasil Sodium Hypochlorite pada Pembangkit PT.Indonesia Power UJP PLTU Banten 2 Labuan

Fitriani^{1*}, Siswo Wardoyo²

^{1,2} FKIP, Pendidikan Vokasional Teknik Elektro, Universitas Sultan Ageng Tirtayasa, Indonesia

2283210046@untirta.ac.id^{1*}, siswo@untirta.ac.id²

Alamat Kampus: Jl. Ciwaru Raya, Cipare, Kec. Serang, Kota Serang, Banten 42117

Korespondensi penulis: 2283210046@untirta.ac.id

Abstract. *This research aims to discuss electrolyzer technology which acts as a tool that produces sodium hypochlorite or chlorine active ingredient. Sodium hypochlorite functions as an active ingredient that can weaken and neutralize microorganisms so that the cooling channel (condenser) is protected from the proliferation of marine life that can inhibit the channel. The research method carried out is explanatory descriptive research, while the method of data collection is carried out through observation and interviews with related parties. The process carried out to make sodium hypochlorite or chlorine products begins with seawater entering the sea water tank, sea water booster pump, sea water strainer, electrolyzer, sodium hypochlorite tank, continuous dosing pump, shock dosing pump and finally injection intake area. The main tool used to produce sodium hypochlorite is an electrolyzer, this tool functions as a separator of seawater compounds to be used as sodium hypochlorite or chlorine active ingredient. The results showed that the electrolyzer technology produces active ingredients that can weaken marine biota to prevent blockages in the condenser channel. The existing cooling system works optimally so that the plant avoids overheating.*

Keywords: *Electrolizer, Condenser, Sodium Hypochlorite, Electrolisis, PLTU.*

Abstrak. Penelitian ini bertujuan untuk membahas teknologi elektrolizer yang berperan sebagai alat yang menghasilkan sodium hypochlorite atau bahan aktif klorin. Sodium hypochlorite berfungsi sebagai bahan aktif yang dapat melemahkan dan menetralkan mikroorganisme agar saluran pendingin (kondensor) terhindar dari perkembangbiakan biota-biota laut yang dapat menghambat saluran. Metode penelitian yang dilakukan yaitu penelitian deskriptif eksplanatif, adapun cara pengambilan data dilakukan melalui observasi dan wawancara pada pihak yang terkait. Proses yang dilakukan untuk membuat produk sodium hypochlorite atau klorin ini diawali dengan air laut yang masuk ke dalam sea water tank, sea water booster pump, sea water strainer, elektrolizer, sodium hypochlorite tank, continuous dosing pump, shock dosing pump dan terakhir injeksi area intake. Alat utama yang digunakan untuk menghasilkan sodium hypochlorite yaitu elektrolizer, alat ini berfungsi sebagai pemisah senyawa air laut untuk dijadikan sodium hypochlorite atau bahan aktif klorin. Hasil penelitian menunjukan teknologi elektrolizer menghasilkan bahan aktif yang dapat melemahkan biota-biota laut untuk menjaga terjadinya penyumbatan di dalam saluran kondensor. Sistem pendingin yang ada bekerja secara optimal sehingga pembangkit terhindar dari gangguan panas berlebih atau overheat.

Kata kunci: Elektrolizer, Kondensor, Sodium Hypochlorite, Elektrolisis, PLTU.

1. LATAR BELAKANG

PLTU memiliki prinsip dimana tempat tersebut dirancang untuk menghasilkan sumber panas yang diubah menjadi uap, yang kemudian digunakan oleh turbin untuk menghasilkan energi listrik. Beberapa proses yang dapat dicakup oleh PLTU seperti proses pemanasan lanjutan, proses pemanasan air untuk pengisian ulang boiler serta proses pemanasan ulang untuk uap yang telah dikeluarkan oleh mesin turbin yang bertekanan tinggi. Prinsip sederhana yang dimiliki oleh PLTU adalah ketika air dipompa ke boiler, proses yang terjadi di dalam

boiler ialah perubahan bentuk air yang berubah menjadi uap panas. Hasil dari proses yang dibuat oleh boiler yaitu uap panas yang memiliki tekanan tinggi kemudian akan disalurkan ke dalam mesin turbin, uap tersebut akan digunakan sebagai bahan untuk memutar mesin turbin agar dapat memiliki energi mekanik yang berasal dari putaran turbin (Rofandi & Irwanto, 2022).

PT Indonesia Power UJP PLTU Banten 2 Labuan merupakan salah satu perusahaan pembangkit listrik yang menggunakan tenaga uap, tempat tersebut terletak di Laba Desa Sukamaju Kecamatan Labuan Kabupaten Pandeglang, Provinsi Banten. Unit Pembangkit listrik tersebut terletak di tepi laut Sukamaju dengan total energi keseluruhan 2600 MW.

PT Indonesia Power UJP PLTU Banten 2 Labuan memiliki banyak alat dan perangkat yang digunakan untuk menunjang sistem produksi. Komponen utama dari PLTU adalah boiler, turbin uap, kondensor pompa, dan generator. Sementara untuk Sistem pendukung dari PLTU yaitu sistem aliran fluids, sistem aliran uap, sistem aliran udara, sistem gas buang dan sistem coal handling.

Keseluruhan komponen di PLTU 2 Labuan memerlukan sistem atau air pendingin, diperlukannya air pendingin untuk PLTU karena zat tersebut memiliki fungsi yang bermanfaat yakni dapat mendinginkan uap dari hasil keluaran low pressure dari mesin turbin (turbin bertekanan rendah), air pendingin yang digunakan di dalam boiler adalah air laut, yang terlebih dahulu diambil dari water intake oleh pompa air yang bersirkulasi. Uap yang telah didinginkan nantinya akan digunakan untuk proses pembakaran di dalam boiler. Pertama, air laut diambil dari asupan air dengan pompa air yang bersirkulasi. Kemudian, air tersebut dibersihkan dari kotoran dan biota laut dengan menambahkan natrium hipoklorit ke pabrik klorinasi. Kondensor diperlukan selama proses ini untuk mengubah fase dari uap keluaran turbin bertekanan rendah menjadi air (Sukarno et al., 2014).

2. KAJIAN TEORITIS

Kondensor adalah alat yang berfungsi untuk mengembunkan uap yang telah memutar turbin untuk dijadikan air yang akan digunakan untuk siklus selanjutnya. Sebelum masuk kedalam kondensor, air laut biasanya melewati debris filter yang berfungsi untuk menyaring kotoran-kotoran ataupun Lumpur yang terbawa air laut. Agar uap dapat bergerak turun dengan lancar dari sudu terakhir LP Turbin, maka Vakum kondensor harus dijaga (Ramadhan, 2017).

Penggunaan pendingin pada pembangkit di PLTU 2 Labuan ini, membutuhkan zat kimia yang disebut dengan klorin (Cl) atau dapat disebut juga dengan Sodium hypochlorite (NaOCl).

Sodium hypochlorite (NaOCl) atau Chlorination Plant, memiliki peran untuk menghindari perkembangan biakan biota laut dan bakteri yang dapat menghambat saluran pendingin.

Chlorination plant pada PLTU (Pembangkit Listrik Tenaga Uap) adalah sistem yang berfungsi untuk memproduksi sodium hypochlorite (NaOCl) dari air laut menggunakan reaksi elektrolisis. Sodium hypochlorite ini kemudian digunakan untuk mengendalikan dan menghambat pertumbuhan biota laut yang dapat mengganggu sistem transfer panas pada kondensor atau sistem lainnya, seperti balance of plant (Chamdareno & Hidayat, 2021).

Chlorination Plant ini berbahan dasar air laut yang telah melewati proses elektrolisa air laut. Elektrolisa atau elektrolisis air laut merupakan proses penguraian senyawa air laut (NaCl) menjadi senyawa klorin (Cl) dengan menggunakan arus listrik yang melalui air tersebut. Chlorination Plant melewati proses elektrolisis yang menggunakan mesin Elektrolizer, merupakan suatu mesin yang berfungsi sebagai pemisah atau pengurai senyawa unsur air.

Komponen utama untuk menjalankan mesin elektrolizer yaitu transformator step-down rectifier dan SCR (Silicon Controlled Rectifier). Penggunaan alat dari transformator rectifier memiliki kegunaan untuk pengaplikasian ketika nilai arus yang konstan, tegangan skunder akan sangat berbeda. Karena nilai arus yang sangat tinggi dan jumlah lilitan yang sangat rendah, memasang tap changer pada gulungan skunder sangat sulit dan tidak ekonomis. Pemasangan tap changer hanya bisa digunakan pada lilitan primer, opsi lain yang dapat diterapkan adalah dengan menggunakan transformator yang diatur terpisah (Rido Rahmadani, 2020). Transformator step down adalah transformator yang mengubah tegangan bolak-balik tinggi menjadi rendah, transformator ini mempunyai jumlah lilitan kumparan primer lebih banyak daripada jumlah lilitan sekunder ($N_p > N_s$) (Bawotong, 2015). Alat Silicon Controlled Rectifier (SCR) diciptakan menggunakan bahan yang berbentuk silikon, bahan silikon ini diperuntukkan sebagai bahan utama produksi. Salah satu komponen semikonduktor yang paling umum digunakan dalam rangkaian daya elektronik (elektronika daya) adalah Thyristor. Ada kemungkinan untuk menggunakan Thyristor atau Rectifier Controlled by Silicon (SCR) sebagai penyearah, di mana arus beban (arus anoda ke katoda) dapat diatur melalui arus gate atau sudut penyalan. Thyristor dapat berfungsi sebagai pengatur daya dan juga sebagai saklar elektronik (Rofandi & Irwanto, 2022). larutan elektrolit bebas bergerak, maka ion-ion tersebut memiliki kemampuan untuk menghantarkan listrik. Arus listrik mengalir melalui larutan karena adanya ion-ion.

Ketika dua elektroda diisi secara berbeda oleh sumber arus searah, konduktivitas listrik di antara elektroda terjadi melalui larutan elektrolit. Berlawanan dengan anoda, yang terhubung ke kutub positif, yang bermuatan negatif, katoda, atau elektroda yang melekat pada kutub

negatif, bermuatan positif. Selain itu, sumber arus searah akan memberikan elektron ke katoda. Sementara elektrolit lemah memiliki konduktivitas yang relatif buruk bahkan pada konsentrasi yang relatif tinggi, elektrolit kuat memiliki konduktivitas yang relatif baik bahkan pada konsentrasi yang relatif kecil (Suyuty, 2011).

Tahap yang dilewati untuk menghasilkan bahan aktif klorin yaitu, dimulai dari masuknya air laut lalu disimpan di dalam sea water tank, lalu disalurkan pada sea water booster pump. Pompa booster merupakan mesin yang akan meningkatkan cairan tekanan, Disebut booster pump karena berfungsi sebagai pompa pendorong atau meningkatkan tekanan (Fuazen et al., 2019).

Proses dilanjut dengan menggunakan sodium hypochlorite sea water filter untuk disaring sebelum masuk ke mesin elektrolizer. Elektrolizer merupakan satu mesin yang diciptakan untuk membantu proses elektrolisis, dimana di dalam mesin elektrolizer ini akan terjadi pemecahan senyawa air yang berubah menjadi senyawa oksigen serta hydrogen. Elektrolisis adalah proses di mana molekul dipecahkan menjadi komponen awal melalui aliran arus listrik (Susanto et al., 2016). Hasil klorin dari alat elektrolizer kemudian disimpan di dalam tank sodium hypchlorite sebelum disalurkan ke continuous dosing pump dan shock dosing pump.

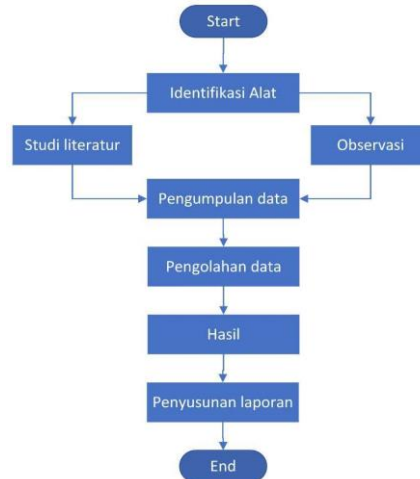
Pompa dosing merupakan pompa tipe pulsa feeder, bekerja secara otomatis berdasarkan kebutuhan bahan kimia yang dibutuhkan, power dihubungkan dengan pompa umpan ultrafiltrasi apabila pompa air baku hidup maka pompa dosing hidup dan sebaliknya (Sulaeman, 2018), klorin yang tersimpan di continuous dosing pump dan shock dosing pump akan di injeksi pada area intake PLTU 2 Labuan. Area intake pada PLTU 2 Labuan digunakan untuk mengambil air laut diambil sebagai pendingin utama dari sistem water intake dan dialirkan ke kondensor menggunakan pompa sirkulasi (Circulation Water Pump / CWP) (Arianto et al., 2018).

3. METODE PENELITIAN

Penelitian ini dilakukan sebagai bentuk kegiatan praktik industri dengan jangka waktu satu bulan yaitu tanggal 1 Juli sampai dengan 31 Juli 2023 di PT. Indonesia Power UJP PLTU Banten 2 Labuan dengan menggunakan metode penelitian deskriptif eksplanatif, metode penelitian deskriptif adalah suatu bentuk penelitian yang ditujukan untuk mendeskripsikan fenomena-fenomena yang ada, baik fenomena alamiah maupun fenomena buatan manusia (Linarwati et al., 2016), pengumpulan data dilakukan melalui observasi dan wawancara.

Kegiatan observasi di PT. Indonesia Power UJP PLTU Banten 2 Labuan dilaksanakan pada bagian pemeliharaan dan perawatan peralatan kelistrikan. Dalam melaksanakan praktik

industri ini, peneliti melakukan observasi dengan mengikuti analisa setiap kegiatan perawatan peralatan mesin yang digunakan oleh perusahaan khususnya mesin Elektrolizer bersama dengan supervisor, tim teknisi dan rekan-rekan dari bagian pemeliharaan. Alur penelitian yang dilakukan oleh peneliti dapat dilihat pada gambar 1.



Gambar 1. Alur Penelitian

Observasi

Berikut adalah rincian kegiatan yang peneliti lakukan selama penelitian di tempat praktik industri. Dapat dilihat pada Tabel 1.

Tabel 1. Kegiatan Penelitian di tempat Praktik Industri

No	Pokok Kegiatan	Waktu/Minggu ke
1	Orientasi (Pengenalan Profil Industri)	I
2	Mempelajari tentang cara perawatan di setiap alat di tempat industri	II
3	Mempelajari aspek kewirausahaan yang terkait dengan industri yang ditempati	III
4	Pengumpulan data-data kegiatan praktik industri	IV
5	Penyusunan konsep manuscript dan penyempurnaan logbook	V

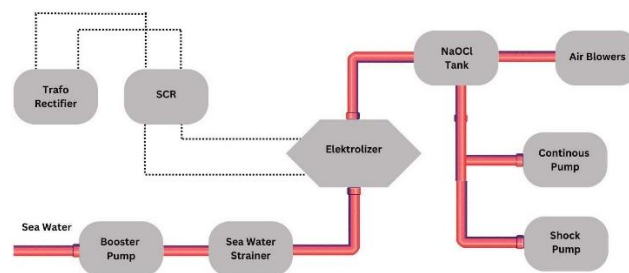
4. HASIL DAN PEMBAHASAN

Proses yang terjadi di area Sodium Hypochlorite Plant ini meliputi beberapa tahap untuk dapat menghasilkan hasil produk yaitu Chlorination atau zat aktif klorin. Chlorination PLTU 2 Labuan dibutuhkan untuk melemahkan atau menetralkan bakteri dan biota-biota laut yang dapat merusak saluran kondensor.

Chlorination ini dihasilkan lewat proses elektrolisis yaitu proses penguraian senyawa yang melibatkan arus listrik. Unsur senyawa Ion $2H^+$ memiliki kestabilan yang baik ketika berdiri sendiri, karena itu Ion $2H^+$ berubah dan membentuk molekul gas hydrogen senyawa

gas H_2 , sementara itu unsur senyawa Ion O^{2-} memiliki reaksi negatif pada senyawa Ion Na^+ dan Ion Cl^- . Oleh karena itu, ketiga ion akan bersatu kemudian membentuk ikatan yang lebih stabil yaitu senyawa $NaOCl$ atau Sodium Hypochlorite.

Chlorination PLTU 2 Labuan memiliki beberapa peralatan yang membantu menghasilkan zat aktif klorin, beberapa diantaranya yaitu Trafo rectifier, SCR, dua perangkat Sodium hypochlorite Generating Device A dan Device B, perangkat ini juga merupakan alat utama untuk menghasilkan Chlorination dan dapat disebut juga dengan mesin elektrolizer, masing-masing dari perangkat *Sodium Hypochlorite Generating* memiliki tujuh buah cell di tiap perangkatnya.



Gambar 2. Diagram Proses Chlorination

Proses dalam menghasilkan Chlorination di PLTU 2 Labuan terlihat seperti pada Gambar 2. Proses tersebut diawali dengan air laut yang telah melewati proses filterisasi dan disimpan di dalam sea water tank, bentuk sea water tank terlihat seperti Gambar 3. Pada tahap ini kebersihan air laut telah mencapai 90% yang artinya air laut sudah bersih dari sampah besar, biota laut yang besar, dan partikel lain yang ada di dalam laut. Sea water tank digunakan untuk menyimpan filterisasi dari air laut untuk kemudian menjadi tahap awal dalam membuat bahan produk klorin.



Gambar 3. Sea Water Tank Sodium Hypochlorite

Air laut yang telah tersimpan di dalam sea water tank di salurkan pada sea water booster pump sodium hypochlorite, perangkat berupa pompa ini mendorong air yang masuk dan

memiliki sistem untuk mendisinfeksi air laut dari hambatan perkembangbiakan dan biota-biota laut, kemudian hasil dari booster pump sodium hypochlorite ini diteruskan pada sea water strainer berupa pipa penyaring untuk memisahkan sampah kecil, partikel padat yang mengalir melalui pipa saluran.

Proses dilanjutkan dengan hasil dari sea water strainer, alat ini dibutuhkan untuk menyaring ulang air laut dari partikel kecil. melewati elektrolisis yang menggunakan perangkat Elektrolizer seperti terlihat pada Gambar 4. Pada tahap ini elektrolizer memiliki peran sebagai pengurai senyawa air laut dengan menggunakan arus listrik.



Gambar 4. Mesin Elektrolizer

Prinsip kerja dari elektrolizer yaitu ketika sumber tegangan masuk pada trafo rectifier. Trafo rectifier digunakan untuk menerima tegangan sebesar 6000 KV lalu tegangan diturunkan menjadi 134 V, setelah itu tegangan dari trafo rectifier masuk pada SCR untuk di ubah arus AC menjadi DC sebesar 3500-4000 A. Wiring diagram elektrolizer secara lengkap terlihat pada Gambar 5.

Penggunaan SCR sebagai salah satu alat untuk mengoperasikan mesin elektrolizer yaitu komponen gate pada SCR dibutuhkan untuk mengendalikan arus yang masuk dari trafo rectifier, yang nantinya menjadi acuan seberapa besar mesin elektrolizer menerima arus dari SCR untuk menghasilkan produk yang sesuai dan efisien.

Arus listrik dari SCR disalurkan pada mesin elektrolizer sebagai pengurai senyawa dari air laut untuk menghasilkan bahan aktif klorin. Bentuk sambungan yang digunakan untuk mesin elektrolizer ini tipe sambungan listrik seri, tipe sambungan ini digunakan guna untuk memberi arus yang rata pada seluruh tujuh buah cell elektrolizer.

Air laut yang melewati tujuh buah cell dari elektrolizer akan mengalami akumulasi, dimana hal ini terjadi disebabkan air yang terus menerus terkena tekanan elektrolizer yang masing-masing cell memiliki 4000 ampere hingga cell ke-tujuh, sehingga air laut akan menjadi bahan aktif klorin dan menciptakan gelembung dari penguraian klorin. Air laut yang

mengandung bahan aktif klorin dan mengalir di dalam sel elektrolizer dan terkena arus DC, berikut penguraian singkatnya.

Reaksi Reduksi:



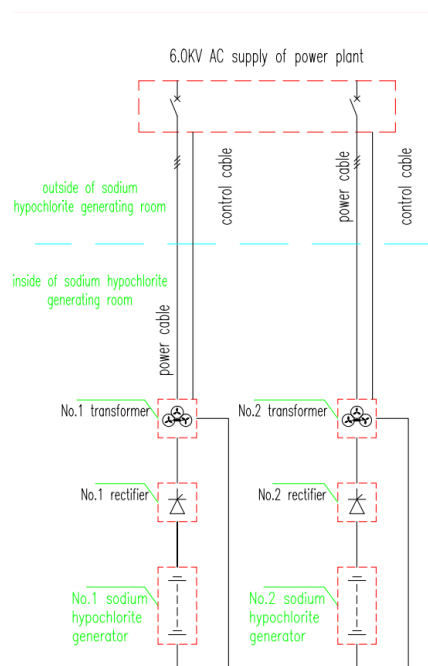
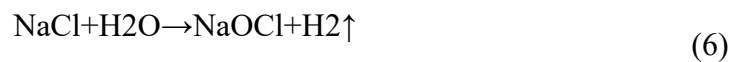
Reaksi pada katoda:



Reaksi antara dua kutub:



Reaksi yang dihasilkan:



Gambar 5. Wiring Diagram Elektrolizer

Hasil akhir senyawa yang dihasilkan dari proses elektrolisis ialah $\text{NaCl} + \text{H}_2\text{O}$, senyawa NaCl disini yaitu pencampuran senyawa air laut dengan natrium klorida. Senyawa antara natrium dengan H_2O lalu di reaksi pada kutub anoda dan kutub katoda arus DC pada mesin elektrolizer sehingga menghasilkan unsur senyawa $\text{NaCl} + \text{H}_2\text{O}$.

Dalam proses pembuatan bahan aktif klorin, senyawa yang dibutuhkan untuk menghasilkan bahan aktif klorin hanya unsur NaCl saja, sedangkan unsur senyawa H₂O dilepaskan menggunakan blower untuk dilepas kadar oksigennya.

Setelah melewati proses elektrolisis, hasil produk klorin disimpan di dalam tank sodium hypochlorite, tank ini merupakan penyimpanan produk klorin sekaligus tempat untuk membuang kadar H₂O yang tersisa di dalam bahan klorin. H₂O ini dilepaskan ke luar udara dengan menggunakan blower di dalam tank. Bentuk dari tank sodium hypochlorite dapat dilihat dari Gambar 6.



Gambar 6. Tank Sodium Hypochlorite

Klorin yang tersimpan dalam tank akan disalurkan pada Continous Dosing Pump dan Shock Dosing Pump. Continous Dosing Pump dan Shock Dosing Pump merupakan dua pompa dosing yang memiliki dosis berbeda untuk injeksi bahan klorin pada air laut, perbedaan dari kedua pompa dosing ini yaitu continous dosing pump digunakan untuk injeksi bahan klorin sebesar 2-5 ppm 3 hari sekali dan dilakukan rutin setiap hari, sedangkan untuk shock dosing pump injeksi yang diberikan dapat mencapai 10 ppm untuk sekali sehari. Bentuk dari Continous Dosing Pump dapat dilihat pada Gambar 7.



Gambar 7. Continous Dosing Pump

Shock dosing pump ini digunakan ketika biota dan bakteri di laut sudah dapat beradaptasi dan kebal atau jumlah biota laut melebihi biasanya, bentuk alat shock dosing pump dapat dilihat

pada Gambar 8. Shock dosing pump ini diperlukan untuk menggunakan dosis yang lebih dari biasanya untuk melemahkan dan menetralkan bakteri, mikroorganisme dan biota-biota laut yang dapat menghambat saluran peralatan. Bahan klorin yang telah disimpan di dalam continuous dosing pump dan shock dosing pump, akan di injeksi ke area intake. Tampilan dari water intake dapat dilihat pada Gambar 9.



Gambar 8. Shock Dosing Pump



Gambar 9. Water Intake

5. KESIMPULAN DAN SARAN

Setelah pembahasan diatas yang telah dijelaskan, adapun kesimpulan dan saran yang dapat diambil dari peneliti yaitu sebagai berikut :

Kesimpulan

- a. Teknologi elektrolizer bekerja dengan baik dan dapat menghasilkan bahan aktif yang dapat melemahkan biota-biota laut untuk menjaga terjadinya penyumbatan di dalam saluran kondensor
- b. Sistem pendingin (Kondensor) dengan adanya teknologi elektrolizer dapat bekerja secara optimal sehingga pembangkit yang ada di PLTU terhindar dari gangguan *overheat* atau panas yang berlebih.
- c. Secara umum proses pendinginan pada PLTU berjalan dengan baik tidak ada hambatan

Saran

- a. Dapat melakukan pengecekan secara rutin pada saluran kondensor agar terhindar dari penyumbatan-penyumbatan yang tidak diinginkan
- b. Dapat dilakukan uji coba lain yang dapat mendukung suksesnya sistem pendingin di PLTU

DAFTAR REFERENSI

- Arianto, J., Perbani, N. M. R. R. C., & Kusumah, M. F. P. (2018). Analisis luas dan volume sedimen pada kanal intake untuk menjaga ketersediaan pasokan air (Studi kasus: PLTGU Muara Tawar, Bekasi Utara). *Jurnal Rekayasa Hijau*, 2(1), 80–89. <https://doi.org/10.26760/jrh.v2i1.2045>
- Bawotong, V. T. (2015). Rancang bangun uninterruptible power supply menggunakan tampilan LCD berbasis mikrokontroler. *E-Journal Teknik Elektro dan Komputer*, 1–7.
- Chamdareno, P. G., & Hidayat, H. N. (2021). Studi kelayakan pengoperasian chlorination plant B setelah mengalami kerusakan pada liner 4 busbar PT Indonesia Power Pro POMU. *RESISTOR (Elektronika Kendali Telekomunikasi Tenaga Listrik Komputer)*, 4(1), 17. <https://doi.org/10.24853/resistor.4.1.17-22>
- Fuazen, F., Iqbal, U., & Sarwono, E. (2019). Analisa sistem kinerja booster pump di Sepakat 2 A. Yani cabang PDAM Tirta Khatulistiwa, Jalan Imam Bonjol, Pontianak Selatan, Kota Pontianak, Kalimantan Barat. *Suara Teknik: Jurnal Ilmiah*, 1(1). <https://doi.org/10.29406/stek.v10i2.1547>
- Linarwati, M., Fathoni, A., & Minarsih, M. M. (2016). Studi deskriptif pelatihan dan pengembangan sumber daya manusia serta penggunaan metode behavioral event interview dalam merekrut karyawan baru di Bank Mega Cabang Kudus. *Journal of Management*, 2(2), 1–8.
- Ramadhan, A. (2017). Analisa keandalan kondensor dengan menggunakan debris filter di PLTU Belawan. *Jurnal Surya Teknik*, 5(02), 18–24. <https://doi.org/10.37859/jst.v5i02.640>
- Rido Rahmadani. (2020). Analisis pemasangan filter pasif untuk mengurangi harmonisa pada transformator rectifier di PT. Indah Kiat Pulp and Paper Perawang. *SainETIn*, 3(2), 59–68. <https://doi.org/10.31849/sainetin.v3i2.3083>
- Rofandi, M. N., & Irwanto. (2022). Sistem kerja electrostatic precipitator (ESP) untuk menangkap abu hasil proses pembakaran di PLTU PT. Dian Swastatika Sentosa Serang Power Plant. *G-Tech: Jurnal Teknologi Terapan*, 6(2), 376–386. <https://doi.org/10.33379/gtech.v6i2.1743>
- Sukarno, A., Bono, B., Prasetyo, B., Program, M., Teknik, S., Energi, K., Teknik, J., Polines, M., Staf Pengajar Program, M., & Sudarto, J. H. (2014). Analisis perubahan tekanan vakum kondensor terhadap kinerja kondensor di PLTU Tanjung Jati B Unit 1. *EKSERGI Jurnal Teknik Energi*, 10(2), 65–71.

- Sulaeman, O. (2018). Desain pengolahan air menggunakan membran ultrafiltrasi kapasitas 50M3/hari. *Jurnal Rekayasa Lingkungan*, 11(1), 37–44.
<https://doi.org/10.29122/jrl.v11i1.3025>
- Susanto, A., Rubiono, G., & Bunawi. (2016). Pengaruh variasi luas permukaan plat elektroda dan konsentrasi. *Jurnal Prodi Teknik Mesin Universitas PGRI Banyuwangi*, 1(1), 1–6.
- Suyuty, A. (2011). Studi eksperimen konfigurasi komponen sel elektrolisis untuk memaksimalkan pH larutan dan gas hasil elektrolisis dalam rangka peningkatan performa dan reduksi SO_x - NO_x motor diesel. *ITS Undergraduate*, 1–14.