

ANALISA KEBOCORAN KONDENSOR PADA SIKLUS AIR UAP PT PEMBANGKIT JAWA BALI UBJ O&M PLTU PACITAN JAWA TIMUR

Putri Dita Sari, Delfira Yudith Tomasila, Mufid

Jurusan Teknik Kimia, Politeknik Negeri Malang, Jl. Soekarno Hatta No.9, Malang, Indonesia
putridita234@gmail.com, [mufid@polinema.ac.id]

ABSTRAK

Kondensor merupakan suatu alat yang digunakan untuk mengkondensasikan uap dari LP *turbine* dengan media pendingin air laut yang dipompakan melalui *circulating water pump* (CWP). Prinsip kerjanya adalah uap dari LP *turbine* mengalir diluar pipa-pipa *condenser* melewati air laut yang mengalir didalam pipa-pipa kondensor. Pipa-pipa tersebut terbuat dari bahan titanium yang sangat efisien untuk mengkondensasikan uap dari LP Turbin. Air pendingin akan dialirkan melalui *tube*, sementara uap dari LP Turbin akan mengalir di luar *tube*, dimana nantinya uap ini akan berubah fase menjadi air dan akan diumpankan kembali menuju boiler bersamaan dengan air pengisi boiler. Perawatan pada kondensor pun perlu dilakukan agar tidak terjadi kebocoran. Apabila terdapat kebocoran, maka akan mempengaruhi air pengisi boiler. Kandungan yang ada pada air pendingin akan mengkontaminasi air pengisi menjadi tinggi. Hal ini tentunya akan berakibat pada efisiensi alat yang akan dilewati air pengisi boiler, karena dengan tingginya konduktifitas dan kandungan Cl akan menyebabkan karak pada dinding alat.

Kata kunci: kondensor, pipa, air laut.

ABSTRACT

Condenser is a device used to condense steam from LP turbine with seawater cooling media which is pumped through a circulating water pump (CWP). The principle works is that steam from LP turbine flows outside the condenser pipes through the sea water that flows inside the condenser pipes. The pipes are made of titanium which is very efficient for condensing steam from LP Turbines. Cooling water will be flowed through the tube, while the steam from LP Turbine will flow outside the tube, where later this vapor will change phase into water and will be fed back to the boiler along with boiler fill water. Care for the condenser also needs to be done so that no leakage occurs. If there is a leak, it will affect the boiler fill water. The contents of the cooling water will contaminate the filler water to be high. This of course will have an effect on the efficiency of the equipment that will be passed by the boiler fill water, because with the high conductivity and Cl content it will cause karak on the tool wall.

Keywords: condenser, pipe, sea water.

1. PENDAHULUAN

Listrik merupakan kebutuhan hidup masyarakat sehari-hari. Kebutuhan akan energi listrik pun semakin berkembang seiring dengan semakin majunya ilmu pengetahuan teknologi (IPTEK) dan pembangunan. Ditambah lagi kebutuhan energi listrik di Indonesia masih disuplai dari pembangkit berbahan baku batu bara, oleh karena itu dibutuhkan lebih banyak pembangkit yang dapat meningkatkan atau menstabilkan kebutuhan listrik di Indonesia. Pembangkit Listrik Tenaga Uap (PLTU) merupakan pembangkit tenaga uap berbahan baku utama batu bara dengan komponen pendukung didalamnya salah satunya kondensor. Pada Pembangkit Listrik Tenaga Uap (PLTU) kondensor memegang komponen penting untuk mengkondensasikan uap bekas dari LP Turbin dimana hasil kondensasinya dimanfaatkan kembali sebagai air pengisi boiler. Sebagai media pendinginnya menggunakan air laut yang diambil melalui saluran terbuka dan dipompa oleh Circulating Water Pump (CWP).

Kondensor pada PT PJB UBJ O&M PLTU Pacitan terdiri dari pipa-pipa (tubes) sebanyak kurang lebih 1424 tubes dengan ukuran 32 x 0,7mm dan 12796 tubes dengan ukuran 32 x 0,25mm. Pipa-pipa tersebut terbuat dari bahan titanium yang sangat efisien untuk mengkondensasikan uap dari LP Turbin. Air pendingin akan dialirkan melalui tube, sementara uap dari LP Turbin akan mengalir di luar tube, dimana nantinya uap ini akan berubah fase menjadi air dan akan diumpungkan kembali menuju boiler bersamaan dengan air pengisi boiler. Selain proses yang selalu di perhatikan perawatan pada condenser pun perlu dilakukan agar tidak terjadi kebocoran. Apabila terdapat kebocoran, maka akan mempengaruhi air pengisi boiler. Kandungan yang ada pada air pendingin akan mengkontaminasi air pengisi menjadi tinggi. Hal ini tentunya akan berakibat pada efisiensi alat yang akan dilewati air pengisi boiler, karena dengan tingginya konduktifitas dan kandungan Cl akan menyebabkan karak pada dinding alat.

Kondensor adalah alat penukar panas berbentuk tabung dengan steam di sisi satu, yang dijaga secara vakum untuk meningkatkan efisiensi sistem, dan cooling water di sisi yang satunya. Cooling water akan melalui tube-tube dan steam akan melewati bagian luar tube [3]. Tujuan dilakukan penelitian ini yaitu mengetahui penyebab kebocoran condenser, memahami cara mengatasi kebocoran condenser, mengetahui pengaruh kebocoran condenser pada PT PJB UBJ O&M PLTU Pacitan.

2. METODOLOGI PENELITIAN

Pada proses di PLTU air laut menjadi komponen penting selama proses, tetapi air laut dapat membuat logam lebih cepat korosi dibandingkan dengan air yang biasa kita jumpai sehari-hari. Kandungan garam dan kelembapan udara di laut dapat menyebabkan logam lebih cepat korosi 10 kali lebih cepat daripada udara pada keadaan normal. Bakteri pada air laut juga dapat menyebabkan besi berubah menjadi karat. Ada beberapa kemungkinan penyebab kebocoran oleh media pendingin, seperti penggunaan bahan untuk tube yang rentan terhadap korosi erosi, penggabungan tube yang tidak tepat, serta kegagalan desain untuk condenser yang akan menyebabkan kebocoran tube [1]. Analisa jika terjadi kebocoran kondensor pada proses dapat diawali dengan memantau lewat *online analyzer*. Jika kadar Cl tidak sesuai atau melebihi batas bisa diindikasikan terdapat kebocoran kondensor. Untuk mengurangi kandungan Cl yang tinggi pada air boiler maka dapat dilakukan pengoperasian CBD (*Continuous Blow Down*). CBD digunakan sebagai *drain* untuk membuang kotoran-kotoran atau kandungan yang tidak diperlukan yang berada di dalam boiler dan proses

dilakukan secara terjadwal. Proses ini berguna untuk mengurangi level air pada condenser sehingga diharapkan air yang mengandung Cl tinggi akan ikut keluar. Selain mengurangi kandungan Cl, sumber utama yang membawa air laut masuk ke proses harus diperbaiki juga. Tube condensor yang dilewati oleh air laut harus disumbat sementara dengan grajen (serbuk kayu) untuk menghambat kontaminasi air laut masuk ke proses.

2.1. Data Pengamatan Kondensor Bulan Mei 2019

Tabel 1 Data pengamatan Kondensor bulan Mei 2019

Tanggal	Waktu	CEP			BOILER			
		pH	CC	SC	pH	SC	PO4	Cl
		-	uS/cm	uS/cm	-	uS/cm	Ppm	Ppb
		8,8 - 9,3	0,3	2 - 6	8,8 - 9,3	20	0,5 - 3	1000
25 Mei 2019	0:00	9,2	0,22	2,66	9,34	5,72	1,09	23
	4:00	9,23	0,23	2,7	9,33	5,53	1,22	53
	8:00	9,2	0,25	2,59	9,32	6,33	1,51	110
	13:00	9,11	0,22	2,28	9,32	6,33	1,51	110
	17:00	9,2	0,22	2,37	9,33	6,07	1,22	55
	20:30	9,16	0,22	2,5	9,28	5,84	1,29	0
26 Mei 2019	0:00	9,21	0,25	2,65	9,24	6,63	1,25	453
	4:00	9,17	0,26	2,59	9,27	5,82	1,28	0
	8:00	9,18	0,6	2,57	9,2	9,35	2,03	1662
	13:00	9,17	0,52	2,68	9	5,8	0,93	1231
	17:00	9,29	0,3	3,15	9,04	6,45	0,98	745
	20:30	9,23	0,3	3,07	9,32	12,75	2,9	2026
27 Mei 2019	0:00	9,25	0,3	3,1	9,1	11,87	1,93	2949
	4:00	9,27	0,3	2,95	9,03	8,24	2,18	1292
	8:00	9,23	0,59	2,85	8,92	7,81	1,87	1568
	13:00	9,28	1,44	3,1	9,03	8,47	1,18	2316
	17:00	9,26	1,1	3,19	9	9,36	1,7	2730
	20:30	9,35	1,47	4,05	9,16	14,35	3,5	3792
28 Mei 2019	0:00	9,46	0,81	4,4	9,15	12,6	2,9	2994
	4:00	9,56	0,9	5,17	9,37	10,67	1,94	1424
	8:00	9,52	1,28	4,79	9,27	10,59	1,64	2337
	13:00	9,34	2,24	3,84	9,15	10,42	2	2589
	17:00	9,26	2,4	4,48	9,03	15,56	1,89	3111
	20:30	9,24	0,75	4,01	9,17	16,6	2,05	2909
29 Mei 2019	0:00	9,25	0,29	4,45	9,27	14,23	2,06	1883
	3:00	9,19	0,306	3,36	9,36	11,85	0	565
	4:00	9,19	0,25	3,43	9,35	11,8	2,3	373
	8:00	9,19	0,289	3,34	9,33	11,07	2,6	413

2.2. Data Pengamatan Kondensor Bulan Juni 2019

Tabel 2 Data pengamatan Kondensor bulan Juni 2019

Tanggal	Waktu	CONDENSATE WATER			BOILER WATER			
		2			2			
		pH	SC	CC	pH	SC	PO4	Cl
		-	uS/cm	uS/cm	-	uS/cm	ppm	Ppb
		8,8	2	-	9	-	0,5	-
		9,3	6	0,3	9,7	20	3	1000
25-Jun-19	0:00	9,23	3,18	0,2	9,35	6,85	0,92	8
	4:00	9,21	3,03	0,21	9,39	9,83	2,62	0
	8:00	9,16	2,98	0,22	9,38	9,64	2,6	0
	13:00	9,22	3,31	0,22	9,41	8,81	1,69	140
	17:00	9,21	3,25	0,21	9,35	8,1	2,02	121
	20:30	9,22	3,23	0,23	9,34	9,22	2,26	0
	26-Jun-19	0:00	9,02	2,54	0,214	9,38	8,14	1,6
4:00		9,08	2,69	0,216	9,36	8,01	1,57	50
8:00		9,08	2,81	0,22	9,38	8,23	1,27	0
13:00		9,08	2,81	0,22	9,38	8,23	1,27	0
17:00		9,2	3,21	0,22	9,36	8,63	1,9	0
20:30		9,25	3,23	0,21	9,48	8,61	1,51	0
27-Jun-19		0:00	9,17	3,07	0,22	9,43	8,07	1,4
	4:00	9,18	2,97	0,216	9,4	8,01	1,35	43
	8:00	9,21	3,05	0,21	9,39	7,44	1,1	87
	13:00	9,19	3,05	0,22	9,54	10,12	1,75	0
	17:00	9,21	3,05	0,21	9,49	9,37	1,58	0
	20:30	9,19	3,02	0,21	9,45	9,38	1,55	0
	28-Jun-19	0:00	9,19	2,99	0,224	9,45	9,27	1,7
4:00		9,2	3,01	0,221	9,41	9,11	1,6	46
8:00		9,17	2,93	0,22	9,35	8,37	1,28	0
13:00		9,16	3	0,23	9,23	8,63	2	0
17:00		9,18	3,08	0,21	9,21	7,9	1,57	0
20:30		9,15	3,03	0,22	9,17	7,49	1,45	0
29-Jun-19		0:00	9,2	3,22	0,22	9,25	9,51	2,31
	3:00	9,2	3,44	0,22	9,27	8,85	1,62	0
	4:00	9,19	3,51	0,22	9,15	8,69	1,8	0
	8:00	9,07	3,36	0,22	9,11	8,6	1,5	0

2.3. Data Pengamatan Kondensor Bulan Juli 2019

Tabel 3 Data pengamatan Kondensor bulan Juli 2019

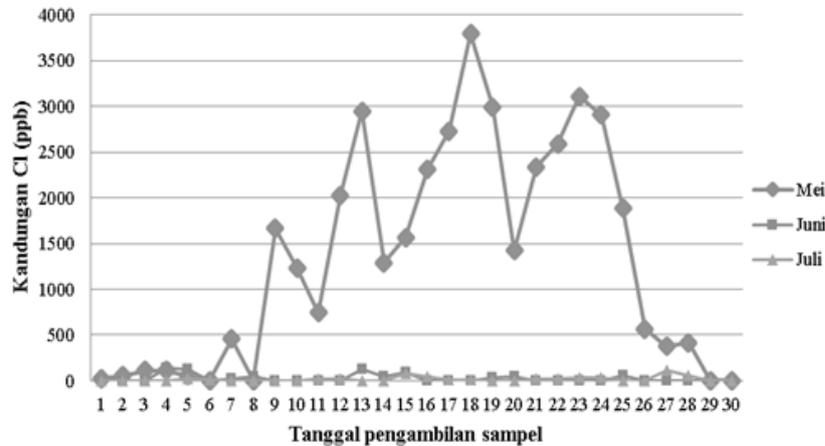
Tanggal	Waktu	CONDENSATE WATER			BOILER WATER			
		2			2			
		pH	SC	CC	pH	SC	PO4	Cl
		-	uS/cm	uS/cm	-	uS/cm	Ppm	Ppb
		8,8	2	-	9	-	0,5	-
		9,3	6	0,3	9,7	20	3	1000
25-Jul-19	0:00	9,12	2,25	0,222	9,63	9,36	1,54	0
	4:00	9,05	2,1	0,224	9,67	9,56	1,62	0
	8:00	9,12	2,31	0,22	9,68	9,46	1,69	0
	13:00	9,12	2,31	0,22	9,68	9,46	1,69	0
	17:00	9,24	2,75	0,23	9,65	9,6	1,6	20
	20:30	9,28	2,76	0,239	9,69	10,04	1,7	15
26-Jul-19	0:00	9,16	2,34	0,23	9,6	8,84	1,4	0
	4:00	9,14	2,26	0,24	9,62	9,74	1,73	0
	8:00	9,18	2,2	0,23	9,73	9,82	1,94	0
	13:00	9,23	2,52	0,25	9,68	8,98	1,4	0
	17:00	9,01	2,14	0,227	9,37	7,78	1,3	25
	20:30	9,04	2,95	0,23	9,41	8,71	1,24	19
27-Jul-19	0:00	9,17	3,3	0,24	9,45	8,09	0,96	0
	4:00	9,29	4,07	0,25	9,45	8,67	1	0
	8:00	9,27	3,81	0,246	9,34	8,43	1,1	79
	13:00	9,18	3,58	0,245	9,26	8,04	0,9	39
	17:00	9,16	3,3	0,241	9,48	11,76	2,16	10
	20:30	9,15	3,33	0,244	9,4	10,96	1,9	15
28-Jul-19	0:00	9,15	3,65	0,24	9,37	10,96	1,81	0
	4:00	9,21	3,8	0,26	9,33	11,59	2,49	0
	8:00	9,18	3,78	0,258	9,27	11,96	2,5	25
	13:00	9,17	3,78	0,267	9,23	11,03	2,7	20
	17:00	9,16	3,86	0,26	9,22	11,73	2,6	30
	20:30	9,3	3,46	0,259	9,38	11,53	2,6	38
29-Jul-19	0:00	9,2	3,24	0,25	9,28	10,36	2,13	0
	3:00	9,12	2,71	0,28	9,18	12,05	2,72	0
	4:00	9,01	2,54	0,248	9,11	10,04	3	109
	8:00	9,26	3,28	0,25	9,1	8,03	1,6	55

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Air merupakan salah satu komponen utama pada proses produksi listrik pada PLTU. Pemanfaatannya sangat banyak terutama air pendingin kondensor, air pendingin akan dipompa melalui CWP (Circulating Water Pump) kemudian didistribusikan menuju berbagai alat. Air laut yang telah digunakan sebagai air pendingin akan dikembalikan menuju laut dengan aliran outlet yang lebih panjang daripada aliran inlet, hal ini berfungsi untuk menurunkan suhu air laut. Salah satu alat yang menggunakan media pendingin adalah condenser. Prinsip kerjanya, air laut sebagai media pendingin akan didistribusikan menuju tube-tube untuk menyerap panas dari uap turbin dan diubah menjadi fase cair. Condenser seperti ini merupakan tipe Surface Condenser, yaitu tipe kondensor yang paling banyak digunakan pada PLTU karena dinilai lebih praktis, ekonomis, dan efisien baik tempat maupun pemeliharannya. Terutama untuk pembangkit listrik yang memiliki skala besar. Namun, condenser tipe ini memiliki kelemahan yaitu dibutuhkan perawatan yang berkala, apabila

terjadi kebocoran pada tube maka air umpan akan terkontaminasi oleh air laut dan akan menyebabkan turunnya kualitas air sehingga akan terjadi korosi pada berbagai alat.

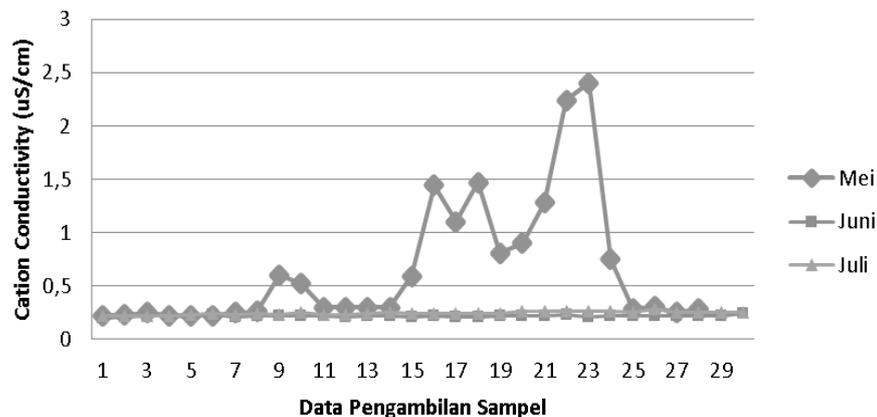
3.1. Grafik kandungan Cl pada bulan Mei, Juni, Juli 2019



Gambar 1 Grafik kandungan Cl pada boiler bulan Mei - Juli 2019

3.2. Grafik perbandingan *cation conductivity* pada CEP pada bulan Mei - Juli 2019

Selain kandungan Cl pada boiler yang meningkat, kebocoran pada condenser juga dapat dilihat dari nilai Cation Conductivity pada CEP (Condensate Extraction Pump) mengalami perubahan signifikan. Cation conductivity sendiri adalah nilai konduktivitas listrik pada sebuah larutan, dimana pengukuran ini digunakan untuk memantau kontaminan yang ada pada air umpan [2]. Apabila nilai cation conductivity pada CEP tinggi maka dapat dipastikan kontaminan yang ada pada air kondensat tinggi.



Gambar 2 Grafik perbandingan *cation conductivity* pada bulan Mei - Juli 2019

5. KESIMPULAN DAN SARAN

Dari hasil pembahasan tentang analisa kebocoran kondensor dapat di ambil kesimpulan faktor yang menyebabkan kebocoran tube kondensor adalah karat yang ditimbulkan akibat kandungan garam dari air laut yang dapat merusak material logam dan menyebabkan gangguan pada proses. Salah satu cara untuk mengatasi karat pada condenser adalah dengan melakukan pembersihan dan pelapisan pada tube. Selain itu, penambahan inhibitor yang bersifat biodegradable akhir-akhir ini telah menjadi solusi yang aman untuk

menghambat laju korosi, terutama penambahan inhibitor dari bahan organik [4]. Kebocoran pada tube condenser menyebabkan air laut masuk sehingga kualitas air umpan boiler terkontaminasi. Apabila tidak dilakukan tindakan secepatnya, hal ini akan berakibat korosi pada dinding boiler yang tentunya mengurangi efisiensi boiler dan akan membutuhkan biaya lebih untuk memperbaiki serta melakukan perawatan untuk boiler. Korosi dapat menghambat proses perpindahan panas [5].

UCAPAN TERIMA KASIH

Saya mengucapkan terimakasih kepada Bapak Drs. Mufid M.T. selaku dosen pembimbing Praktik Kerja Lapangan (PKL) dari jurusan Teknik Kimia Politeknik Negeri Malang yang telah membimbing dan mengarahkan saya dalam melaksanakan penelitian ini.

REFERENSI

- [1] Choudhury, S., 2012, *Condenser in Thermal Power Plants*.
- [2] Cairns, A., 2017, *Five Things to Know About Cation Conductivity in Power Plants*.
- [3] Sathyanathan, V., 2019, *Boiler Waterwall Tubes and Condenser Tube Leakage in Power Plants*. Brighthubengineering
- [4] Sari, B.N., Yuvita, E., Zulfalina, Z., 2019. *Potensi Kulit Buah Naga Merah (Hylocereanea Polyrhizus) sebagai Inhibitor Korosi*, Journal of Aceh Physics Society, Vol. 8, No. 1, 25-29.
- [5] Pratiwi, F.U.D, Kartika, A., dan Chumaidi, A., 2019., *Analisa Efisiensi Kinerja Trippe Effect Evaporator Pada Produksi Pupuk Ammonium Sulfat II (ZA II) di Industri Pupuk*. Jurnal Teknologi Separasi, Vol. 5, No. 1, 19-23.