



Journal of Applied Mechanical Engineering and Green Technology

Journal homepage: <http://ojs.pnb.ac.id/index.php/JAMETECH>
p-ISSN: 2655-9145; e-ISSN: 2684-8201

Analisa kotoran air pengisi ketel uap pipa api di hotel Conrad Bali

I Nengah Ludra Antara^{1*}, I Nyoman Sutarna¹, dan Achmad Wibolo²

¹Program Studi Teknik Mesin Politeknik Negeri Bali, Jl. Kampus, Kuta Selatan, Badung Bali, 80364 Indonesia

¹Program Studi Teknologi Rekayasa Utilitas MEP, Politeknik Negeri Bali, Jl. Kampus, Kuta Selatan, Badung, Bali 80364

*Email: nengahludraantara@yahoo.com

Abstrak

Air adalah media yang penting untuk mendapat uap pada ketel uap. Apabila air tidak bersih atau masih mengandung kotoran akan mempengaruhi produktivitas ketel. Tujuan utama yang hendak dicapai dengan pengelolaan air secara umum adalah mencegah korosi yang akan timbul karatan pada tabung dan pipa pada ketel yang diakibatkan oleh kotoran yang terbawa air pengisi ketel. Sebagai tambahan, suatu perawatan yang sukses harus memenuhi hal-hal sebagai berikut : kebanyakan dari kotoran yang terbawa dalam air ketel harus dihilangkan atau diminimalisir, umum yang dapat mengakibatkan karat pada Ketel Uap harus dijaga pada batas minimum, air ketel harus dapat mendidih dengan lembut tanpa buih, konsentrasi terhadap zat padat terlarut dalam ketel harus tidak tinggi dan apabila terdapat kelebihan yang menimbulkan endapan harus diblowdown, air pengisi harus dapat memberikan perlindungan terhadap peralatan ketel dan memberikan kualitas terhadap uap yang dihasilkan. Efek yang lebih serius adalah overheating dan penyebab kerusakan pada pipa-pipa ketel uap. Setelah melakukan pengambilan data di lapangan selama satu bulan didapat nilai rata-rata untuk klorin adalah 3,0 ppm dan pH 7,8 ppm. Jadi hotel Conrad Bali sudah melakukan perawatan pencegahan batu ketel dengan baik yaitu menjaga kandungan klorin kisaran 2,5~4,0 ppm dan pH 7,0~9,0 ppm.

Kata kunci: Kotoran air dan pengolahan air

Abstract: Water is an important medium for getting steam on a boiler. If the water is not clean or still contains dirt will affect the productivity of the boiler. The main goal to be achieved by managing water in general is to prevent corrosion that will cause rust in the tubes and pipes in the boiler caused by dirt carried by the makeup water. In addition, a successful treatment must meet the following: most of the dirt carried in the boiler water must be removed or minimized, the general that can result in rust in the Boiler must be maintained at the minimum limit, the boiler water should be able to boil gently without foam, the concentration of dissolved solids in the boiler should not be high and if there are excesses that cause deposits should be blow-downed, the makeup water should be able to provide protection to the boiler equipment and provide quality to the resulting steam. A more serious effect is overheating and the cause of damage to boiler pipes. After taking data in the field for one month obtained the average value for chlorine is 3.0 ppm and pH 7.8 ppm. So Conrad Bali hotel has done the prevention of boiler scale well that is to maintain the chlorine content range of 2.5~4.0 ppm and pH 7.0~9.0 ppm.

Keywords: Water dirt and water treatment

Penerbit @ P3M Politeknik Negeri Bali

1. Pendahuluan

Air merupakan kebutuhan penting dalam proses produksi dan kegiatan lain dalam suatu industri. Perlu adanya penyediaan air tambah (make up water) yang kualitasnya memenuhi standar boiler dan kuantitasnya serta ketersediaannya sesuai dengan kebutuhan industri. Keberadaan standar baku kualitas air pengisi boiler di industri menjadi sangat penting dan untuk itu industri yang memanfaatkan boiler seperti hotel perlu memiliki pengolahan air sendiri menurut kebutuhannya [1].

Dewasa ini, penggunaan alat-alat di bidang teknologi semakin meningkat untuk memperlancar kegiatan produksi suatu perusahaan. Di Bali salah satu contoh, banyak hotel-

hotel berbintang didirikannya. Guna memperlancar kegiatan dalam memberikan pelayanan terhadap wisatawan yang berkunjung ke Hotel, alat-alat teknologi sangat diperlukan untuk menunjang fasilitas Hotel seperti laundry, kitchen, keperluan air panas dalam suatu ruangan, untuk mandi dan lain-lainnya, untuk mendapat uap diperlukannya pemakaian ketel uap. Ketel Uap merupakan peralatan utama dan sangat diperlukan untuk proses perubahan energi panas dari bahan bakar menjadi energi kinetis uap yang bertekanan dan bertemperatur tertentu. Dalam pengoperasiannya, Ketel Uap didukung dengan peralatan antara lain economizer, ruang pembakaran, pipa, burner, tangka uap, superheater, reheater, air preheater dan cerobong. Komponen tersebut

menunjang kelancaran operasi kerja Ketel Uap sehingga dapat menghasilkan uap, yang terpenting disini adalah air sebagai media utama untuk dapat menghasilkan uap. Maka dari itu air harus bersih dan bebas dari segala kotoran yang terkandung di dalamnya [2,3].

Dari uraian di atas dapat disimak suatu permasalahan tentang air, yang mana air sebagai media utama dalam pemanapahatan sebagai air pengisi ketel, yang nantinya diproses didalam ketel uap untuk dapat menghasilkan uap. Dan uap tersebut dimanapahatkan untuk laundry, kitchen, keperluan air panas dalam suatu ruangan, untuk mandi dan lain, jadi permasalahan yang timbul adalah air harus bebas dari segala kotoran, sehingga penulis mencoba mengangkat permasalahan tersebut yaitu: Analisa Kotoran Air Pengisi Ketel di Hotel Conrad Bali.

Mengingat luasnya permasalahan yang nantinya dapat muncul dari Analisa Kotoran air pengisi ketel di Hotel Conrad Bali, maka penulis hanya membahas hal-hal mencakup: analisa kotoran air pengisi ketel uap di Hotel Conrad Bali dan prosedur perlakuan air pengisi ketel uap.

2. Metode dan Bahan

2.1. Kerangka Konsep

Analisa kotoran air pengisi ketel uap di Hotel Conrad Bali, dilakukan untuk mengetahui kotoran-kotoran air pengisi ketel uap yang terkandung didalamnya. Dalam penelitian ini diperlukan data-data yang dibutuhkan seperti spesifikasi ketel uap yang digunakan, nama komponen-komponen, dan jenis perawatan yang dilakukan.

2.2. Kondisi Awal

Perawatan yang dilakukan terhadap ketel uap menyebabkan operasi ketel uap berjalan lebih lancar dan hal-hal yang tidak diinginkan bisa diminimalkan seperti kotoran pada air pengisi yang akan berpengaruh terhadap produksi uap.

2.3. Alat Ukur yang Digunakan

Ada dua alat ukur utama yang digunakan mencakup: (i) Infrared Thermometer, dengan menggunakan metode pengukuran temperatur yang cepat, tepat dan presisi untuk objek yang diukur dari jauh dan sulit disentuh, dimana objek sangat panas, jauh letaknya, perlunya mencegah kontaminasi dan kondisi lingkungan berbahaya; (ii) Tes kit, merupakan alat ukur untuk mengukur konsentrasi ion hidrogen dalam air atau disebut pH dan kandungan klorin atau CL.

2.4. Lokasi Penelitian

Pengambilan data penelitian ini dilakukan sekitar satu bulan (Mei – Juni 2020) di Hotel Conrad Bali, JL. Pratama 168 Tanjung Benoa, Nusa Dua, Kuta Selatan, Badung, Bali.

2.5. Analisa Data

Penelitian ini merupakan analisa data yang didapat dari hasil pengamatan yang menggunakan metode observasi di lapangan dengan melakukan pengukuran dari alat ukur yang digunakan yaitu Infrared Thermometer dan Tes kit, sehingga dapat memberikan penjelasan yang lebih rinci terhadap usaha perawatan dan pencegahan kotoran air pengisi ketel uap apakah sudah sesuai dengan SOP (Standar Operasional Perawatan).

3. Hasil dan Pembahasan

Pengolahan Air pengisi ketel sesuai karakteristik air pengisi ketel yang memproduksi uap yang berkualitas dan tergantung pada pengolahan air yang benar untuk mengendalikan kualitas uap, endapan dan korosi serta mencegah disebabkan terjadinya carry over pada garam-garam hasil dari uap. Ketel uap atau boiler merupakan bejana tertutup dimana panas pembakaran dialirkan ke air sampai terbentuk air panas atau uap atau berupa energi kerja. Berikut gambar dan spesifikasi ketel uap yang digunakan di Hotel Conrad Bali, seperti berikut:



Gambar 1. Ketel Uap Hotel Conrad Bali

Tabel 1. Spesifikasi Ketel Uap Hotel Conrad Bali

<i>Made in</i>	Germany
<i>Date</i>	May 2003
<i>Design Pressure</i>	10 kg/cm ²
<i>Test Pressure</i>	15 kg/cm ²
<i>Capacity</i>	1250 kg/h
<i>Number</i>	YB 25/10- 03

3.1. Pengolahan Air

Air merupakan kebutuhan utama untuk dapat menghasilkan uap, maka air ada beberapa jenis yang dapat difahatkan untuk pengisi air ketel, yaitu :

- Air sumber yang digunakan untuk pengisian ketel uap pada umumnya mengandung bahan- bahan padat dan gas yang bisa larut di air.
- Air hujan dapat kotor saat jatuh di atmosfer, serta dapat mengandung gas-gas yang larut seperti oksigen dan karbon dioksida. Karbon dioksida dapat membentuk zat asam lemah serta bisa menambah kelarutan bahan-bahan lain yang ada di dalam air.
- Sedangkan air kali yang banyak membawa kotoran jenis sampah, lumpur, minyak, sabun dan zat-zat kimia lainnya, sebelum digunakan untuk air pengisi, kotoran tersebut harus dibersihkan terlebih dahulu.

Jenis kotoran-kotoran yang terkandung di dalam air secara kasar dapat diklasifikasikan [4-6] sebagai berikut:

- Gas-gas yang terlarut diantaranya, nitrogen dan hidro-karbon, dan gas-gas yang menimbulkan korosif (oksigen, karbon dioksida dan hidrogen sulfida).

- Bahan-bahan padat: garam-garam kalsium dan magnesium, minyak dan silica, sedangkan bahan padatan yang dapat larut seperti garam dapur (NaCl), natrium-sulfat, natrium-karbonat, natrium-nitrat dan natrium-silikat.
- Bahan padat yang dapat mengendap seperti tanah liat, lumpur, benda organik/anorganik: umumnya dapat dijumpai di sungai-sungai serta air mengalir; dan bahan-bahan yang tak terlarut.
- Bahan-bahan yang tidak dapat larut misalnya: gemuk dan sabun.

Perbandingan spesifikasi air ketel dan air pengisi air pengisi:

- Kandungan oksigen 0 dan tidak melebihi 0,05 cc/L untuk boiler yang memakai economizer serta pipa baja.
- pH harus sama atau lebih besar dari 7; keasaman dijaga minimum.
- Kesadahan: sebaiknya dijaga 0, kurang dari 26 ppm yang terukur sebagai kalsium karbonat.
- Klorida dijaga serendah mungkin, bila digunakan untuk condensor harus kurang atau sama dengan 6 ppm.
- Minyak harus tidak ada, bahan padat dijaga minimum, bahan-bahan padat yang dapat mengendap dihindari dan zat organik harus kurang atau maksimum sama dengan 5 ppm

Sedangkan untuk air ketel dengan spesifikasi sebagai berikut:

- Natrium phosphate. kesadahan dibuat di antara 50 dan 100 ppm dalam bentuk natrium fosfat.
- Kebasaan (alkalinitas) : terletak di antara 100 dan 250 ppm disesuaikan dengan silikat yang dikandung.
- Chlorida: tidak lebih dari 500 ppm, di harapkan serendah mungkin, dengan ph tidak kurang dari 10,5, yang diharapkan 11,0, dan minyak tidak sedangkan bahan padat tidak lebih dari 1700 ppm

3.2. Pengolahan Air Internal

Pengolahan internal merupakan penambahan zat kimia ke dalam ketel untuk mencegah terbentuknya kerak yang bersumber dari senyawa yang dapat membentuk kerak selanjutnya menjadi lumpur yang dapat mengalir bebas dan bisa dibuang melalui proses blowdown. Metode ini terbatas pada ketel dimana air pengisi mengandung garam sadah yang rendah, dengan tekanan rendah sehingga kandungan konduktivitas tinggi didalam ketel ini dapat ditoleransi jika jumlah airnya kecil.

3.3. Pengolahan Air Eksternal

Pengolahan eksternal dimanfaatkan untuk membuang zat padat yang tersuspensi, padatan yang telarut (khususnya ion kalsium serta magnesium dan merupakan faktor penyebab utama terbentuknya kerak) dan gas yang dapat larut (oksigen dan karbon-dioksida). Proses eksternal merupakan pertukaran ion-deaerasi (mekanis/kimia), Osmosis mampu balik (reverse-osmosis). Dengan tujuan menghilangkan mineral atau demineralisasi sebelum digunakan. Metode ini sangat diperlukan untuk membuang zat padat serta warna dari air penambah boiler. Zat padat dapat mengotori proses pengolahan air selanjutnya.

Hal utama pengolahan adalah menurunkan serendah mungkin atau menghilangkan kesadahan dan ion-ion.

Proses ini disebut pelunakan (softening), sedangkan proses untuk menghilangkan kesadahan total disebut demineralisasi. Pada Hotel Conrad Bali, pengelolaan air seperti gambar 2 dimana air yang didapat dari sumur bor dan PDAM yang dipompakan dengan submersible langsung dialirkan melalui pipa yang kemudian dipercikkan pada unit aerasi pada bak penampungan air dan dipompakan ke Water Treatment untuk mendapatkan pembersihan atau permurnian sehingga standar atau ph air dapat tercapai.

3.4. Pengendalian Endapan

Endapan dalam ketel dapat diakibatkan dari kesadahan air pengisi dan hasil korosi dari sistem kondensat dan air pengisi. Kesadahan air pengisi dapat terjadi karena kurangnya sistem pelunakan. Endapan dan korosi menyebabkan kehilangan efisiensi yang dapat menyebabkan kegagalan dalam pipa ketel dan ketidakmampuan memproduksi uap. Endapan bertindak sebagai isolator dan memperlambat perpindahan panas. Sejumlah besar endapan diseluruh ketel dapat mengurangi perpindahan panas yang secara signifikan dapat menurunkan efisiensi ketel [7].

Bahan kimia yang paling penting dalam air yang mempengaruhi pembentukan endapan dalam ketel adalah garam kalsium dan magnesium yang dikenal dengan garam sadah. Hal ini disebut dengan kesadahan sementara (kesadahan yang dapat dibuang dengan pendidihan). Kalsium dan magnesium sulfat, klorida dan nitrat bila dilarutkan air secara kimiawi akan menjadi netral dan dikenal dengan kesadahan non-alkali. Bahan kimia sadah non-alkali yang terlepas dari larutannya karena ada penurunan daya larut dengan meningkatnya suhu sehingga pemekatan karena penguapan yang berlangsung dalam ketel atau dengan perubahan bahan kimia menjadi senyawa yang kurang larut [8-10].

Keberadaan silika dalam air ketel dapat meningkatkan pembentukan kerak silika yang keras. Silika dapat juga berinteraksi dengan garam kalsium dan magnesium, membentuk silikat kalsium dan magnesium dengan daya konduktivitas panas yang rendah. Silika dapat meningkatkan endapan pada dinding ketel, setelah terbawa dalam bentuk tetesan air dalam uap, atau dalam bentuk yang mudah menguap uap padatekanantinggi.

Langkah-langkah yang dilakukan dalam proses pengecekan air pengisi ketel uap di hotel Conrad Bali sebagai berikut:

- Siapkan alat ukur yang akan digunakan (infrared thermometer dan tes kit)
- Siapkan alat keamanan seperti masker dan sarung tangan
- Pertama mengambil sampel air dari header domestic water tank dengan menggunakan tes kit
- Kemudian catat hasil dari pengukuran
- Setelah itu ukur temperatur air menggunakan infrared thermometer
- Kemudian catat hasil dari pengukuran
- Setelah selesai, kemudia lanjutkan mengambil sampel air di header calorifier
- Langkah pengambilan data di header calorifier sama seperti pengambilan data di header domestic water tank.

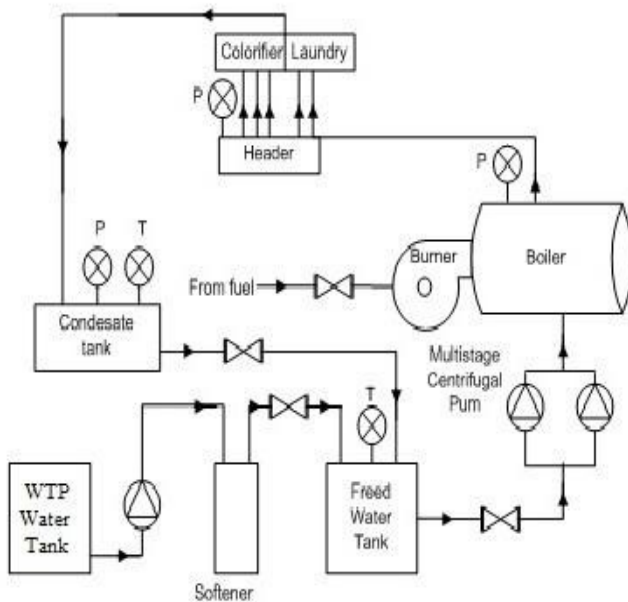
Persyaratan air pengisi ketel bebas dari kotoran, chloride serendah mungkin tidak lebih dari 6 ppm, kesadahan air

tidak lebih dari 26 ppm, bebas dari minyak, bebas bahan padat, pH tidak kurang dari 7 dan bahan organik tidak lebih dari 5 ppm. Dimana persyaratan Air Pengisi Ketel Uap Di Hotel Conrad Bali (Tabel 2), yang telah dilakukan perlakuan penambahan klorin terhadap air pengisi Penambahan klorin akan dilakukan jika klorin di bawah 2,5 ppm dan pH di bawah 7,0 ppm dan klorin yang ditambah kisaran 25 liter sampai 30 liter [11,12].

Tabel 2. Standar air pengisi ketel uap di Hotel Conrad Bali

Item	Nilai Standar
Chlorine (ppm)	2,5 ~ 4,0
pH (ppm)	7,0 ~ 9,0

Adapun skematik aliran ketel uap di Hotel Conrad Bali disajikan pada Gambar 2.

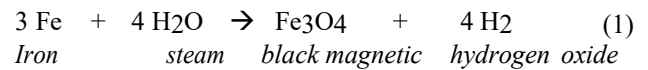


Gambar 2. Ketel Uap Hotel Conrad Bali

3.5. Pengendalian Endapan

Dalam pengamatan di lapangan dan referensi yang penulis gunakan dimana kotoran-kotoran yang terkandung di dalam air dan apabila air tidak diproses terlebih dahulu akan mengakibatkan kerusakan yang ditimbulkan oleh air terhadap komponen-komponen Ketel Uap. Kotoran dari air tersebut akan mengakibatkan terjadinya korosi di dalam ketel uap atau peralatan air pengisi, kotoran-kotoran yang mempercepat terjadinya korosi di dalam ketel uap adalah korosi yang ditimbulkan adanya oxygen yang terlarut dalam air, asam-asam, endapan yang dipermukaan terutama yang mempunyai sifat electronegative terhadap baja, gabungan logam yang tak disukai seperti tembaga dan baja, dan adanya electrolytes seperti larutan garam.

Pada suhu yang lebih tinggi, terutama diatas 950° F, uap dapat bereaksi dengan besi (iron):



Pada suhu sampai 950° F reaksi korosi ini lambat. diatas suhu ini kecepatan dipercepat, dan campuran Cr – Ni campuran KA2 dapat digunakan. Bahan-bahan ini membentuk suatu lapisan *oxida* pelindung pada permukaan logam, dimana hal seperti ini tak terjadi pada baja.

Di bawah keadaan yang baik untuk terjadinya korosi dan adanya tekanan, logam dapat berkarat dalam bentuk lobang yang dalam dan runcing, yang akhirnya berkembang memanjang seperti celah atau menjadi retak. Bila kejadian ini tidak dihentikan, maka bagian yang diserang ini akhirnya menjadi lemah. Penelitian mikroskopik menunjukkan bahwa hal tersebut dapat terjadi dengan karakteristik retak transkristalin, dan dalam bentuk seperti garis lurus atau sering disebut Caustic Embrittlement.

Pada kondisi air pengisi tertentu, kekhasan bentuk retak dapat dilihat pada plat boiler, khususnya pada bagian paku keling yang berada lebih rendah dari muka air. Retak-retak ini merupakan inter-crystalline serta tidak mengikuti pola garis tekanan tertinggi. Keretakan seperti tersebut sering dikenal dengan caustic embrittlement. Keadaan tersebut dapat berlangsung apabila konsentrasi sodium hidroksida (NaOH) berada pada air boiler, sedangkan unsur lainnya tidak ada, dan Embrittlement bisa dihindari apabila perbandingan sodium sulfat dan sodium karbonat dipertahankan dengan tepat pada air pengisi.

Untuk mendapatkan kerja optimal dari Ketel Uap, maka air pengisi harus memenuhi standar dimana pH air tidak kurang dari 7, pH rendah akan terjadi korosi dan pada pH tinggi akan terjadi buih untuk mengatasi hal tersebut dapat dilakukan dengan cara:

- Menghilangkan gas terlarut pada air pengisi, terutama oksigen dan karbon dioksida.
- Penetralkan asam serta mempertahankan alkalinitas yang diperlukan dan pH pada air pengisi boiler.
- Pembersihan mesin secara berkala
- Meniadakan konsentrasi garam yang berlebihan.

3.6. Data Hasil Pengukuran

Adapun data-data yang didapat dari alat ukur setelah melakukan pengamatan di lapangan selama satu bulan disajikan pada Tabel 3.

Setelah mendapatkan data di lapangan dan hasil pengukuran alat ukur kemudian hasil data dirata-ratakan dengan nilai rata-rata pengukuran alat ukur selama satu bulan dapat dilihat pada Tabel 4. Jadi hasil pengolahan data seperti Tabel 4, yang mana temperaturnya (29,3), chlorine (3.0). pH (7.8) pada Domestic Water Tank, pada Header Calorifier temperaturnya (58,84), Chlorine (1,15), dan pH (7,6).

Tabel 3. Data hasil dari pengukuran

No	Date	Domestic Water Tank			Header Calorifier		
		Temperatur (°C)	Chlorine (ppm)	pH (ppm)	Temperatur (°C)	Chlorine (ppm)	pH (ppm)
1	15-05-2015	29,0	3,0	7,8	55,8	1,0	7,6
2	16-05-2015	29,0	3,0	7,8	65,1	1,0	7,6
3	17-05-2015	29,5	3,0	7,8	56,1	1,0	7,6
4	18-05-2015	29,2	3,0	7,8	56,2	1,0	7,6
5	19-05-2015	29,1	3,0	7,8	55,9	1,0	7,6
6	20-05-2015	29,5	3,0	7,8	65,0	1,0	7,6
7	21-05-2015	29,1	3,0	7,8	55,7	1,0	7,6
8	22-05-2015	29,7	3,0	7,8	56,5	1,5	7,6
9	23-05-2015	29,5	3,0	7,8	65,0	1,0	7,6
10	24-05-2015	29,6	3,0	7,8	56,5	1,5	7,6
11	25-05-2015	29,7	3,0	7,8	56,5	1,5	7,6
12	26-05-2015	29,6	3,0	7,8	56,5	1,5	7,6
13	27-05-2015	29,5	3,0	7,8	65,2	1,0	7,6
14	28-05-2015	29,5	3,0	7,8	56,5	1,5	7,6
15	29-05-2015	29,5	3,0	7,8	65,0	1,0	7,6
16	30-05-2015	29,5	3,0	7,8	56,3	1,5	7,6
17	31-05-2015	29,5	3,0	7,8	56,5	1,5	7,6
18	01-06-2015	29,5	3,0	7,8	56,5	1,5	7,6
19	02-06-2015	28,7	3,0	7,8	56,3	1,5	7,6
20	03-06-2015	29,5	3,0	7,8	65,0	1,0	7,6
21	04-06-2015	29,1	3,0	7,8	55,7	1,0	7,6
22	05-06-2015	28,9	3,0	7,8	56,4	1,0	7,6
23	06-06-2015	29,1	3,0	7,8	65,2	1,0	7,6
24	07-06-2015	29,0	3,0	7,8	55,8	1,0	7,6
25	08-06-2015	29,0	3,0	7,8	65,1	1,0	7,6
26	09-06-2015	29,5	3,0	7,8	56,1	1,0	7,6
27	10-06-2015	29,2	3,0	7,8	56,2	1,0	7,6
28	11-06-2015	29,1	3,0	7,8	55,9	1,0	7,6
29	12-06-2015	29,5	3,0	7,8	65,0	1,0	7,6
30	13-06-2015	29,1	3,0	7,8	55,7	1,0	7,6

Tabel 4. Nilai rata-rata pengukuran selama satu bulan

Domestic Water Tank			Header Calorifier		
Temperatur (°C)	Klorin (ppm)	pH (ppm)	Temperatur (°C)	Chlorine (ppm)	pH (ppm)
29,3	3,0	7,8	58,84	1,15	7,6

4. Kesimpulan

Dari uraian dan pembahasan mengenai analisa kotoran air pengisi ketel uap di Hotel Conrad Bali, maka dapat disimpulkan: (i) Usaha pencegahan kotoran air dapat dilakukan dengan cara menjaga kandungan klorin dan pH agar air yang nantinya masuk ke ketel uap sudah memenuhi persyaratan yaitu mengandung klorin kisaran antara 2,5~4,0 ppm dan pH kisaran antara 7,0~9,0 ppm sebelum air itu masuk ke ketel uap. Maka dari itu, setiap harinya akan dilakukan pengecekan terhadap air yang nantinya akan masuk ke ketel uap. Selain menjaga kandungan klorin dan pH, pencegahan kotoran air juga dilakukan dengan cara melakukan blow down setiap 2 jam sekali kurang lebih 7 sampai 10 detik; (ii) Prosedur perlakuan air pengisi ketel uap yaitu pertama-tama kita harus melakukan pengecekan terhadap air itu jika kadar klorin < 2,5 ppm dan pH < 7,0 ppm, maka perlu dilakukan perlakuan terhadap air itu dengan cara penambahan klorin. Penambahan klorin akan dilakukan jika kadar klorin di bawah 2,5 ppm dan pH di bawah 7,0 ppm dan klorin yang ditambah kisaran 25 liter sampai 30 liter.

Dari studi kasus yang telah dilakukan di Hotel Conrad Bali, dan hasil data yang didapat, disarankan untuk melakukan pemeriksaan secara teratur dan kontinyu terutama pada air pengisi agar ketel uap terhindar dari

kotoran yang terkandung dalam air dan ketel uap bisa beroperasi secara maksimal dan melakukan blow down secara teratur dan sesuai prosedurnya karena blow down sangat penting dilakukan untuk pencegahan endapan yang terkandung pada air pengisi. Kepatuhan kepada semua prosedur dalam penggunaan dan perawatan terhadap ketel uap juga sangat diperlukan agar usia ketel uap lebih panjang dan penggunaannya tetap aman.

Ucapan Terima Kasih

Penulis menyampaikan ucapan terima kasih atas bantuan atau dukungan dari teman sejawat di Politeknik Negeri Bali yang telah membantu penyelesaian penelitian yang dipublikasikan dalam artikel ini.

Daftar Pustaka

- [1] A. Corder, "Teknik Manajemen Pemeliharaan", Jakarta: PT. Gelora Aksara Pratama, 1996.
- [2] J. Satriawan, "Pengolahan Air. <http://chemicalengineeringatip.com/2013/05/utilitas-pengolahan-air>, 2015
- [3] L.A. Bruijn dan L. Muilwijk, "Ketel Uap", Pradnya Pramitra, Jakarta 1980.
- [4] M.I. Lestari, "Himpunan Peraturan Perundangan Keselamatan dan Kesehatan Kerja (K3) RI, Portalk3.com, 2005.
- [5] Muliati, "Pengendalian Korosi pada Ketel Uap", <http://portalgaruda.org/article.phparticle>, 2008.
- [6] Manual Book, "Steam Boiler Maintenance" Conrad Hotel Bali, 2012.
- [7] Sunardi., "Boiler Chemical Treatment. <https://suntzu2107.wordpress.com/2011>, 2011.
- [8] A. Silalahi, "Ketel Uap I", ATN Malang, 1981.

- [9] S.A. Muin, "Pesawat – Pesawat Konversi Energi I", CV. Rajawali, Jakarta, 1988
- [10] V.L. Snoeyink, and D. Jenkins, "Water Chemistry", New York: John Wiley & Sons, 1980.
- [11] O. Solorza and L. Olivares, "Experimental Demonstration of Corrosion Phenomena", 1991.
- [12] R. Walker, "The Corrosion and Preservation of Iron Antiques" Journal of Chemical, 1982.