

ANALISIS PROGRAM BOILER WATER TREATMENT DI KAPAL

Monika Retno Gunarti, Hendra Purnama, Banu Arli, Edo Wahyu Prismadana, Wahyu Prismadana, M. Risky Aditya M, Maulana Kholis

*Program Studi Teknologi Rekayasa Permesinan Kapal, Politeknik Pelayaran Surabaya
Email korespondensi: monikaretnogunarti33@gmail.com*

ABSTRAK

Ketel uap merupakan satu peralatan yang digunakan untuk menghasilkan uap dalam berbagai keperluan. Air didalam ketel uap dipanaskan oleh panas dari hasil pembakaran bahan bakarsehingga terjadi perpindahan panas dari sumber panas tersebut ke air yang mengakibatkan air tersebut menjadi panas atau berubah menjadi uap. Perawatan adalah suatu tindakan yang dilakukan untuk menjaga suatu barang dalam atau untuk memperbaikinya sampai suatu kondisi yang bisa diterima. Perawatan juga ditujukan untuk mengembalikan suatu sistem pada kondisinya agar dapat berfungsi sebagaimana mestinya, dan memperpanjang usia kegunaan mesin. Perawatan terhadap ketel uap bertujuan mencegah terjadinya batu ketel dengan cara perlakuan terhadap air pengisi ketel uap yaitu dengan cara mempertahankan kandungan klorin dan pH dalam air. Selain mempertahankan kandungan klorin dan pH dalam air untuk pencegahan batu ketel juga dilakukan dengan blow down. Batu ketel adalah deposit mineral yang biasa terjadi. Batu ketel adalah padatan terjadi akibat reaksi dari zat pengotor dengan permukaan pipa logam. Batu ketel berperan sebagai isolator memperlambat transfer panas, yang menyebabkan efisiensi menurun dan pemakaian bahan bakar jadi meningkat. 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 pada boiler di kapal Bukit Siguntang sudah dilaksanakan 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: Ketel Uap, Perawatan, Air Pengisi, Blow down, Batu

PENDAHULUAN

Saat ini memasuki abad 21 sudah berbeda tantangannya dengan pertengahan dan akhir abad 20 terkait pelaut. Dengan perkembangan dunia maritim khusus dengan pengelolaan pengoperasian sebuah kapal. Kemampuan berbahasa Inggris bagi para pelaut sangat dituntut baik untuk kepentingan pribadi maupun untuk kepentingan manajerial, khususnya manajerial

perawatan, baik perawatan kapal maupun perawatan permesinan kapal.

Kepala kamar mesin selain sebagai profesi pelaut juga sebagai manajer perusahaan pemilik kapal yang ditempatkan di atas kapal sehingga fungsinya sangat penting yang saling mempengaruhi satu dengan yang lain. Dalam menunjang operasional kapal maka perawatan

kapal khususnya perawatan permesinan sangat berpengaruh sehingga hal ini menjadi perhatian serius manajemen perusahaan kapal. Keberhasilan perawatan permesinan sangat ditentukan oleh orang-orang yang ada di kamar mesin (kemampuan manajerial kepala kamar mesin) dan suku cadang yang tersedia. Jusak (2015) menjelaskan bahwa manajemen perawatan.

Pada ketel pipa air memerlukan kualitas air pengisi yang lebih baik jika dibandingkan dengan ketel pipa api karena penguapan pada ketel pipa air terjadi dalam waktu yang cepat, sehingga apabila kualitas air pengisi kurang baik, maka kadar kotoran-kotoran yang terkandung pada air akan mengendap dibagian bawah drum air dan dapat memperlambat waktu pembentukan uap. Tersedianya uap panas merupakan hal yang mutlak bagi kelancaran operasional permesinan yang membutuhkan, misalnya untuk pemanas bahan bakar F.O, pemanas minyak lumas, pemanas akomodasi, pemanas air tawar, dan lain-lain. Kegiatan pelayaran dapat terganggu jika produksi uap panas mengalami masalah, karena pengaruh peralatan dan kerja dari komponen ketel uap yang kurang baik atau sebab yang lain yang menyebabkan ketel uap mengalami gangguan.

KAJIAN PUSTAKA

Menurut T. van der Veen (1977:1.1) dalam bukunya Tehnik Ketel Uap pengertian ketel uap itu "Merupakan alat penukar kalor yang harus memenuhi syarat primer sebagai berikut : ia harus dapat menyediakan sebanyak mungkin uap dengan tekanan dan suhu tertentu dan penggunaan bahan bakar serendah mungkin". Menurut Handoyo (2016:15) Ketel uap adalah sebuah bejana tertutup pembentuk uap dengan tekanan lebih besar dari 1 (satu) atmosfer atau 1 (satu) bar. Apabila air dipanaskan di dalam tabung tertutup tersebut oleh gas-gas panas yang dihasilkan dari pembakaran bahan bakar di dalam dapur ketel, maka uap panas bertekanan tinggi akan dihasilkan.

Ketel Bantu (Donkey Boiler) Digunakan untuk menghasilkan uap air untuk memanaskan bahan bakar sebelum masuk kedalam motor diesel. Uap tersebut dapat dipergunakan untuk

memasak, pemanas air mandi dan pemanas untuk air condition.

Ketel Uap adalah alat pemanas air yang dapat menghasilkan uap dengan tekanan melebihi 1 atmosfer atau 1 bar. Uap yang mempunyai tekanan lebih dari 1 bar akan mempunyai "energi panas" yang cukup besar dan dapat dimanfaatkan untuk berbagai keperluan. Sebelum membahas masalah ketel uap, sebaiknya dibahas terlebih dulu pengertian tentang uap yang akan dihasilkan oleh ketel.

Uap adalah gas atau bentuk lain dari air, yang diperoleh dengan memanaskan air hingga suhu tertentu, hingga air mendidih. Dalam keadaan sesungguhnya, setiap saat, pada temperatur berapapun, air selalu menguap. Namun hal ini hanya terjadi di permukaan, dan temperatur uap ini tetap rendah, sama dengan temperatur air itu sendiri. Adapun uap yang dimaksud disini adalah uap air, hasil dari pemanasan air hingga mendidih, dimana selanjutnya seluruh air yang dipanaskan akan menjadi uap. Ini terjadi pada "titik didih" air, pada tekanan dan temperatur tetap yang tertentu, tergantung tekanannya.

Terdapat tiga jenis uap :

Uap jenuh (saturated steam), yaitu uap yang mempunyai temperatur dan tekanan "seimbang", atau mempunyai tekanan tertentu pada temperatur tertentu. Artinya, jika temperturnya berubah, maka tekanannya juga akan berubah, demikian juga sebaliknya.

Uap basah (wet steam) adalah uap yang mengandung butiran air, yang terjadi selama proses perubahan air menjadi uap atau uap menjadi air, pada titik didih dengan tekanan seimbang. Perbandingan antara uap dan air disini disebut "derajat kekeringan" (dryness factor), dalam prosen. Jika derajat kekeringan 80%, berarti massa uap terdiri dari 80% uap dan 20% air.

Uap panas lanjut (superheat steam) adalah uap jenuh yang jika dipanaskan terus temperturnya akan naik, yang terjadi baik pada tekanan tetap maupun pada tekanan berubah. Air, yang pada temperatur dibawah 00C, berbentuk padat (es), dan pada temperatur diatas 1000C, pada tekanan 1 bar, berubah menjadi uap. Pada kedua

temperatur tersebut, (0 dan 1000C), air berada dalam sistem dua fase, yaitu padat-cair dan cair-uap. Skema proses-proses ini dapat dilihat pada gambar di halaman berikut. Didalam ketel, air mempunyai dua bentuk, yaitu cair dan uap, termasuk gelembunggelembung yang terjadi. Karena itu ketel juga disebut sistem dua fase karena didalamnya ada zat yang mempunyai dua fase, yaitu air dan uap. Setiap zat, baik padat, cair maupun gas, mempunyai entalpi, demikian juga air. Entalpi adalah jumlah energi panas yang dimiliki suatu zat setiap satu kilogram, dan satuannya adalah Joule per kg (J.k-1). Disamping tergantung pada massa dan panas jenisnya, entalpi juga tergantung pada temperatur dan tekanannya. Dengan mengetahui entalpinya, kita dapat menghitung berapa panas yang dipindahkan atau berubah menjadi tenaga.

Pada ketel uap terdapat tiga buah gelas penduga yang berhubungan yaitu:

1. Gelas penduga untuk ketel uap tekanan rendah.
2. Gelas penduga untuk ketel uap tekanan tinggi
3. Gelas penduga refleksi (klinger)

a. Katup pengisian air ketel uap

Adapun kegunaan dari katup pengisian air pada ketel uap adalah sebagai berikut :

1. Untuk mengatur jumlah air pengisian yang masuk ke dalam ketel uap.
2. Untuk mencegah agar air tidak kembali keluar saluran pengisian pada saat ada gangguan pada pompa pengisiannya, misalnya pompa mati.

b. Katup Blowdown

Kegunaan katup blowdown adalah untuk mengeluarkan air ketel uap sebagian atau seluruhnya. Tujuan mengeluarkan sebagian air ketel uap adalah untuk membuang kotoran-kotoran yang mengendap dibagian bawah ketel uap dan mengeluarkan seluruh air ketel uap atau mengosongkan ketel uap dilakukan jika dianggap perlu.

Air ketel adalah air yang telah ikut atau mengalami peredaran dalam siklus terjadinya uap, hingga dikondensasi, dan jadi uap lagi

(peredaran lingkaran). Sedangkan air pengisian adalah air yang disediakan untuk menambah air ketel yang telah hilang dalam peredaran lingkaran (Riandry, 2015).

Sumber Air Ketel menurut Handoyo (2016:118), air yang digunakan sebagai air ketel dapat berasal dari

Air tanah atau air sumur, yaitu air yang diambil langsung dari sumur-sumur pompa pada umumnya. Air tanah harus dilihat kondisi tanah dan lokasinya apakah dekat dengan pantai ataukah jauh Air Sungai

Air sungai yaitu air yang langsung dari sungai, air sungai ini kurang baik dipakai sebagai air ketel, karena sudah tercemar dengan garam (payau), terutama air yang diambil dekat dengan muara.

Air hujan memungkinkan adalah air paling murni di alam. Air ini jatuh di bumi melewati pepohonan, air hujan terlarut dalam beberapa carbon dioxide yang dihasilkan dari proses fotosintesis. Air ini bereaksi pada mineral dan bebatuan dengan demikian kandungan oxygen akan meningkat. Sehingga dapat dijadikan sebagai air pengisian auxiliary boiler.

Air leding yaitu air bersih yang diproduksi dari perusahaan air minum, air ini juga tidak menentu kondisinya yang dipengaruhi oleh kota-kota yang dekat pantai luar, masih banyak yang mengandung garam atau sifat basa

Ketika air destilasi dihasilkan dari proses penguapan air laut atau air tawar, hasilnya akan mempunyai derajat kemurnian yang tinggi, disediakan tidak ada carry over dari evaporator. Ketidakmurnian mineral dalam air laut air tawar terkonsentrasi dalam evaporator dan uap yang dihasilkan bebas dari ketidakmurnian, terkondensasi membuat kandungan tidak lebih dari 4 ppm dari padatan terlarut dan biasanya adalah 1 ppm garam terlarut.

Air kondensat yaitu air yang terbentuk dari uap bekas yang didinginkan di dalam kondensor dan menjadi air kondensat. Air kondensat ini juga hampir sama dengan air destilasi yang dianggap paling baik untuk dipakai sebagai air ketel, karena merupakan bagian proses sistem perjalanannya air.

Tabel 1. Syarat Air Pengisian dan Air Ketel

Parameter	Satuan	Pengendalian Batas
pH	Unit	10.5-11.5
Conductivity	$\mu\text{mhos/cm}$	5000, Max
TDS	Ppm	3500, Max
P-Alkalinity	Ppm	-
M-Alkalinity	Ppm	800, Max
O-Alkalinity	Ppm	2.5 x SiO ₂ , Min
Hardness	Ppm	-
Silica	Ppm	150, Max
Besi	Ppm	2, Max
Phospat Residual	Ppm	20-50
Sulfite Residual	Ppm	20-50
pH Condensat	Unit	8.0-9.0

Persyaratan air ketel untuk kadar p-alkalinity dan chloride di di Kapal disesuaikan dengan jenis test kit yang digunakan yaitu NALFLEET Test Equipment.

Boiler Water Treatment (BWT). BWT adalah suatu zat kimia tunggal atau campuran yang ditambahkan pada air ketel yang sudah berada dalam ketel uap kapal, yang berfungsi untuk :

- a. Mencegah korosi pada dinding ketel
- b. Mencegah terbentuknya kerak.

Dengan penambahan BWT dalam air ketel diharapkan ketel akan tahan lama karena korosi terhadap dinding ketel dihambat dan pemakaian bahan bakar tidak boros karena tidak terjadi kerak pada dinding ketel. Sebagaimana diketahui kerak pada dinding ketel merupakan penghantar panas yang jelek sehingga air dalam ketel lama akan mendidih dan akan terjadi over heating pada tabung abung pemanas.

Air ketel yang digunakan pada kapal dapat berasal dari:

Air laut yang diuapkan (didestilasi di kapal), Air tawar yang diambil di kapal. Pada kapal yang menggunakan air ketel hasil destilasi dari air laut, komposisi zat padat yang terlarut kurang lebih sebagai berikut:

Kalsium bikarbonat Ca ((HCO₃)₂): 180 PPM; Kalsium sulfat CaSO₄ : 1.220 PPM; Magnesium sulfat MgSO₄ : 1.960 PPM; Magnesium Clorida MgCl₂ : 3.300 PPM; Natrium clorida NaCl : 25.620 PPM.

Sebagaimana diketahui, logam utama

pembentuk kerak adalah logam kalsium dan magnesium. Dari hasil analisis diatas jelas bahwa apabila air laut masuk ke dalam ketel, maka segera akan terjadi pembentukan kerak dan korosi terutama kalau ada gas oksigen yang terlarut. Pada penggunaan air ketel hasil destilasi tidak mungkin didapat air murni dalam arti bebas mineral, oleh sebab itu maka perlu adanya zat tambahan untuk mencegah korosi, dalam hal ini zat tambahan yang digunakan untuk mencegah korosi pada ketel uap kapal adalah Boiler Water Treatment (BWT). Dampak umum yang ditemukan dalam airkarbonat KALSIMUM (CaCO₃)

Kalsium karbonat mengendap dari kalsium bikarbonat, bentuk yang jauh lebih mudah larut, pada titik didih air. Tetapi sebagai kalsium karbonat ia memiliki kelarutan yang terukur dalam air sekitar 19 PPM. Kelarutan ini cukup untuk menyebabkannya membentuk skala; endapan yang tidak larut berada dalam kesetimbangan dengan apa yang ada dalam larutan, beberapa karena itu larut, sementara beberapa keluar dari larutan. Dalam kristalisasi demikian, ia mengencangkan partikel bebas materi lain yang tidak membentuk timbangan, termasuk kalsium karbonat yang diendapkan.

CALCIUM SULFATE (CaSO₄)

Endapan kalsium sulfat membentuk skala keras jika kelarutan pada suhu tertentu terlampaui. Sebagai contoh, pada 104°F kelarutannya adalah 1551 ppm; pada 212°F kelarutannya

adalah 1246 ppm; dan 40 ppm pada 428°F. Kalsium sulfat memiliki kelarutan terbalik (menjadi kurang larut ketika suhu meningkat) yang menyebabkan masalah pengendapan. Karakteristik kelarutan negatif ini membuatnya lebih rentan untuk mengkristal di tempat yang paling panas; terutama di kotak api di mana konsentrasi panas tertinggi terjadi. Asam normal tidak memiliki efek dalam melarutkan skala ini.

MAGNESIUM SULFATE (MgSO₄)

Magnesium Sulfat adalah salah satu garam yang paling larut, memiliki kelarutan 20% dalam air dingin dan 42% dalam air mendidih. Itu hanya ada di air pH rendah.

TEMBAGA

Tembaga dimasukkan ke dalam sistem oleh korosi pipa tembaga dan paduan tembaga. Dalam sistem pendingin ini mungkin disebabkan oleh penggunaan air yang berlebihan, yang menyebabkan kondisi sangat basa. Dalam boiler, sumber korosi ini adalah penggunaan hidrazin yang berlebihan, atau bocornya elemen de-super-pemanas internal dalam drum ketel, yang memungkinkan air boiler alkali memasuki sistem uap de-super-pemanas dan menimbulkan korosi pada tembaga dan paduan tembaga, membawa tembaga ke boiler. Tembaga dalam boiler menggantikan baja tabung atau "pelat keluar". Kondisi ini sering terjadi dalam timbangan atau endapan lumpur dan sering digambarkan sebagai "korosi endapan". Deposito tembaga adalah masalah serius pada boiler bertekanan tinggi baru.

SILIKA (SiO₂)

Silika umumnya tidak ditemukan di Boiler Laut kecuali dalam jumlah kecil. Silika akan menghasilkan skala yang sangat keras dan dapat dimasukkan ke sistem hanya jika terjadi pemindahan yang parah dari evaporator yang menyuling air dari RIVERS di mana kandungan silika tinggi, atau jika air umpan diambil dari tangki pencuci semen. Dalam kasus-kasus tertentu, ketika air baris diuapkan dan tinggi silika, carry-over dapat menerima silika ke dalam sistem air suling. Pada beberapa kapal baru di mana lapisan silikat yang digunakan di tangki

penyimpanan air suling, pembacaan silika awal mungkin tinggi dan harus sering diuji dan dikendalikan dengan blowdown. Silika dapat menyebabkan kesulitan dalam sistem air pendingin dengan membentuk skala kalsium dan magnesium silikat.

BESI OKSIDA (FeO-Fe₂O₃-Fe₃O₄)

Besi dapat masuk ke boiler sebagai akibat dari korosi di bagian pra-boiler atau port dari sistem umpan, atau dapat mengendapkan kembali sebagai hasil dari korosi pada boiler itu sendiri. Seringkali, oksida besi akan menyimpan dan menghambat perpindahan panas dalam tabung ketel, kadang-kadang menyebabkan kegagalan tabung. Ketika besi tidak ada dalam umpan air baris, keberadaannya dalam boiler atau sistem pendingin menunjukkan korosi aktif, masalah yang lebih serius daripada keberadaannya dalam skala di mana ia muncul karena penyumbatan. Karat, bentuk kemerahan, teroksidasi penuh. Lebih sering, dalam boiler dengan oksigen terbatas, itu dalam bentuk tereduksi atau hitam (Fe₃O₄). Fe₃O₄ bersifat magnetis dan mudah dideteksi dengan magnet.

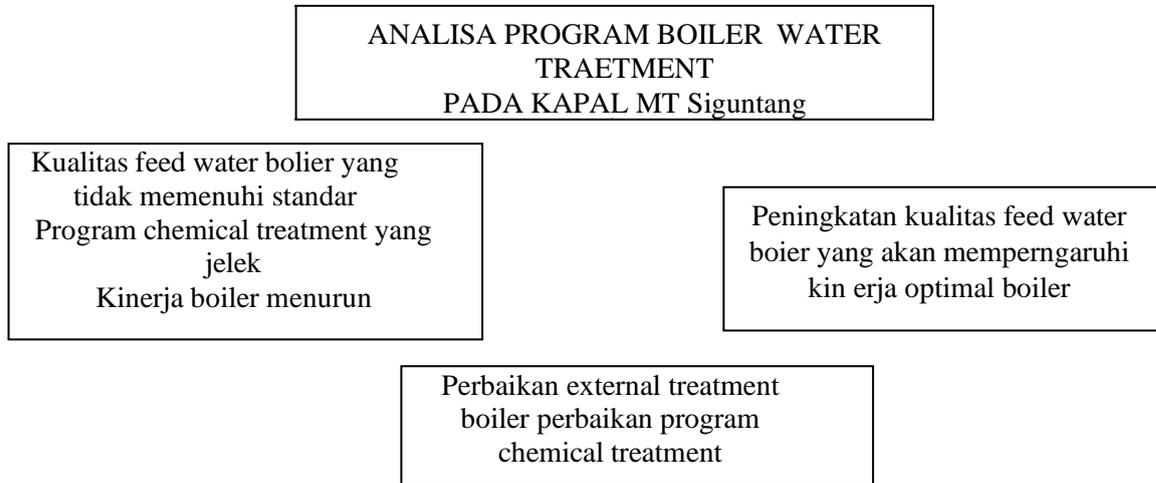
MINYAK

Untuk mencegah minyak masuk ke sistem kondensat dan air umpan, peralatan keselamatan tertentu biasanya dipasang untuk menghilangkan atau menahan kontaminasi tersebut jika hal ini muncul. Ada beberapa kejadian tertentu karena kegagalan mekanis (misalnya, deflektor oli yang rusak pada kelenjar turbin yang mengalirkan minyak pelumas ke kondensor segel kelenjar dan kondensor utama, dll., Atau kebocoran pada koil pemanas tangki) yang menyebabkan minyak masuk ke boiler. Setiap film oli pada permukaan pemanas internal berbahaya, mengganggu perpindahan panas secara drastis sejauh efek perlambatan panas yang sebanding dapat disamakan dengan penumpukan skala padat yang cukup besar. Film oli karena itu menyebabkan overheating dari logam tabung, mengakibatkan lepuh dan kegagalan tabung, atau retak bagian-bagian mesin. Jika dicurigai kontaminasi minyak, tindakan segera harus dilakukan untuk menghilangkannya. Sebuah tes sederhana yang

dijelaskan dalam buku ini menunjukkan bagaimana minyak emulsi dalam air dapat

dideteksi.

KERANGKA PIKIR PENELITIAN



Gambar 1. Kerangka Pemikiran

METODE PENELITIAN

Penelitian ini menggunakan tipe penelitian deskriptif dengan pendekatan kuantitatif. filsafat positivisme, digunakan untuk meneliti pada populasi atau sampel tertentu, pengumpulan data menggunakan instrumen penelitian, analisis data bersifat kuantitatif/statistik, dengan tujuan untuk menguji hipotesis yang telah ditetapkan”. Metode Penelitian Kuantitatif, sebagaimana dikemukakan oleh Sugiyono (2012: 8) yaitu : “Metode penelitian yang berlandaskan pada

HASIL DAN PEMBAHASAN

Macam-macam air yang dapat digunakan sebagai air pengisi ketel adalah air sumur dan air kondensat. Air kondensat sudah murni sehingga tidak perlu mengalami pengolahan yang khusus, sedangkan untuk air yang berasal dari sumur perlu mendapat pengolahan-pengolahan lebih dahulu.

Pada dasarnya air yang akan digunakan, terutama yang digunakan sebagai air pengisi ketel, harus memenuhi syarat. Air yang berasal dari alam (sungai dan tanah) tidak ada yang dalam keadaan murni, biasanya terdapat pengotor-pengotor, antara lain:

Zat tersuspensi, seperti lumpur dan tanah liat. Biasanya dihilangkan dengan penyaringan.

Zat terlarut, seperti garam-garam mineral (garam magnesium, kalsium dan lain-lain).

Perawatan Pencegahan (Preventive Maintenance)

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 Kapal MT Bukit Siguntang

Data Hasil Pengukuran

Adapun data-data yang didapat dari alat ukur setelah melakukan pengamatan dilapangan selama satu bulan seperti pada table.

Tabel 2. Data hasil pengamatan Nilai Rata-Rata Pengukuran Alat Ukur Selama Satu Bulan

Domestic	Water	Tank	Header	Calorifier
----------	-------	------	--------	------------

NO	Date	Temp (C)	Chlorine (ppm)	pH (ppm)	Temp (C)	Chlorin (ppm)	pH (ppm)
1	16-8-2020	29,5	3,0	7,8	55,6	1,0	7,6
2	17-8-2020	29,3	3,0	7,8	65,4	1,0	7,6
3	18-8-2020	29,3	3,0	7,8	56,2	1,0	7,6
4	19-8-2020	29,6	3,0	7,8	56,6	1,0	7,6
5	20-8-2020	29,2	3,0	7,8	55,3	1,0	7,6
6	21-8-2020	29,8	3,0	7,8	55,6	1,0	7,6
7	22-8-2020	29,1	3,0	7,8	55,3	1,0	7,6
8	23-8-2020	29,5	3,0	7,8	55,8	1,0	7,6
9	24-8-2020	29,2	3,0	7,8	56,2	1,0	7,6
10	25-8-2020	29,4	3,0	7,8	65,9	1,0	7,6
11	26-8-2020	29,2	3,0	7,8	56,1	1,0	7,6
12	27-8-2020	29,1	3,0	7,8	56,4	1,0	7,6
13	28-8-2020	29,2	3,0	7,8	55,7	1,0	7,6
14	29-8-2020	29,7	3,0	7,8	65,1	1,0	7,6
15	30-8-2020	29,2	3,0	7,8	56,3	1,0	7,6

Pengolahan Data

Setelah mendapatkan data di lapangan dan hasil pengukuran alat ukur kemudian hasil data dirata-ratakan. Nilai rata-rata pengukuran alat ukur selama satu bulan dapat dilihat pada tabel

Tabel 3. Nilai Rata-Rata Pengukuran Alat Ukur Selama Satu Bulan

Domestic	Water	Tank		Header	Calorifier
Temp (C)	Chlorin (ppm)	pH (ppm)	Temp (C)	Chlorin (ppm)	pH (ppm)
29,3	3,0	7,8	58,84	1,15	7,6

Jadi hasil pengolahan data seperti tabel 4.5, yang mana temperaturnya(29,3), Chlorine (3.0), pH (7.8) pada Domistic Water Tank, pada

Header Calorifier temperaturnya (58,84), Chlorine (1,15), dan pH (7,6).

Tabel 4 persyaratan air umpan bolier

Parameter	Satuan	Ukuran
PH	unit	10,5-11,5
Conductivity	Ymhos/cm	5000, max
TDS	Ppm	3500, max
P-Alkalinity	ppm	-
M- Alkalinity	Ppm	800 , max
O – Alkalinity	Ppm	2,5 x SiO ₂ , min
T - Hardness	Ppm	-
Silica	Ppm	150, max
Besi	Ppm	2, max
PHospat residual	Ppm	-
SulpHite residual	Ppm	20,50
PH Condensate	Unit	8,0 – 9,0



Gambar2. Ketel Uap Kapal MT Bukit Siguntang Sumber: Kapal MT Bukit Siguntang

KESIMPULAN

Usaha pencegahan batu ketel 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 2,5~4,0ppm 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 batu ketel juga dilakukan dengan cara melakukan blowdown setiap 2 jam sekali

UCAPAN TERIMA KASIH

Ucapan terima kasih bersifat optional, dapat disampaikan/ditulisakan kepada orang atau institusi yang membantu/mendukung pelaksanaan penelitian. Terima kasih kami sampaikan kepada:

Puji syukur kehadirat Allah Subhanahu wa ta'ala yang telah memberikan rahmat dan kesehatan yang melimpah sehingga kami bisa menyelesaikan penelitian ini.

Bapak Ari Yudha Lusiandri, M.Pd. Selaku Kepala Pusat Penelitian dan Pengabdian Masyarakat Politeknik Pelayaran Surabaya, yang telah mempercayakan kepada kami untuk melakukan penelitian ini.

Direktur PT. PELNI yang telah

kurang lebih 7 sampai 10 detik.

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.

memberikan kesempatan kepada kami untuk melakukan penelitian dikapal armadanya. Kapten dan kru kapal MV. Tanto Berkat yang sudah membantu dan mendukung kami.

DAFTAR PUSTAKA

Anonymous..., 1970, "Boiler Corrosion and Water Treatment", Ministry of

A. Gaffert., 1962, "Steam Power Station", Kogakusha Company, LTD. Tokyo. 5 Defence, Royal Navy. 2. Anonymous..., 1986, "Main Boiler", The Royal Gustaf, Handoyo, Jusak Johan, 2016, Ketel Uap, Turbin Uap, dan Turbin Gas Penggerak Utama Kapal (Edisi 3), Djankar: Jakarta.

Ibrahim, Adzikra, 2013, Pengertian Analisa Menurut Ahli, Diambil dari: <https://pengertiandefinisi.com/pengertian-analisa-menurut-ahli/>, Diakses pada 02 September 2017.

Osaka Boiler Mfg. Co., Ltd., 2006,

Instruction Manual Book, Jepang. Van Der Veen, T., 1977, Teknik Ketel Uap, Educative Groepm: Jakarta.

Skelly, J. D., 1976, Marine Engineering Practice, Volume 2, The Institute of Marine Engineer, Inggris

Netherlands Navy. 3. Depkes R. I., "Cara Produksi Obat yang Baik (CPOB)" 4. Riandry, Muhammad Aldy, 2014, Air Boiler dan Air Pengisian Boiler, Diambil dari :<http://termodinamika-blog.blogspot.co.id/2015/04/air-boiler-dan-airpengisi-boiler.html>, Diakses pada 02 September 2017.

Uhlig H, Herbert and R. Winston Revie, 1991, "Corrosion and Corrosion Control, 3Rd. ed", John Wiley & Sons, Newyork.