

## Optimalisasi Perawatan Sistem *Auxiliary Boiler* Dalam Menghasilkan Uap Panas

Prasetya Sigit Santosa<sup>a\*</sup>, Ningrum Astriawati<sup>b</sup>, Salim<sup>c</sup>, Imanuel Agung Prasajo<sup>d</sup>

<sup>a,b,c,d</sup> Sekolah Tinggi Maritim Yogyakarta  
<sup>a\*</sup> Email: sigitamy65@gmail.com

### ABSTRAK

*Auxiliary boiler* yang memiliki fungsi untuk menghasilkan uap panas adalah ketel uap bantu. Fungsi dari uap ini adalah untuk memanaskan *fresh water jacket cooling* dan bahan bakar, menggerakkan pompa turbin, memanaskan zat cair dalam tangki dan ruangan. Penelitian ini bertujuan untuk mengoptimalkan perawatan sistem *auxiliary boiler* khususnya pada ketel uap bantu. Penelitian ini dilakukan di *engine room* di Kapal MT Tender Harmony. Penelitian ini merupakan penelitian deskriptif kualitatif dengan pengumpulan data yang memperoleh dari observasi, wawancara, dan dokumentasi. Hasil dari penelitian ini adalah pelaksanaan perawatan komponen *auxiliary boiler* meliputi: air ketel; *main burne; pilot burner; blower*; dan pompa-pompa. Secara keseluruhan rerata sebelum dilakukan optimalisasi perawatan efektivitas implementasi *planning maintenance system* pada *auxiliary boiler* berkisar 58.86%, dan rata-rata mengalami kenaikan sebesar 27.57% sehingga rerata setelah dilakukan optimalisasi perawatan dengan pedoman *planning maintenance system* menjadi 86.43%. Perawatan sistem *auxiliary boiler* ketel uap dapat berjalan dengan optimal sehingga dapat menghasilkan uap yang berkualitas sehingga dapat memanaskan bahan bakar dengan optimal.

**Kata Kunci:** *auxiliary boiler*, ketel uap, uap panas

### ABSTRACT

*Auxiliary boilers that have the function of producing hot steam are auxiliary steam boilers. The function of this steam is to heat the fresh water jacket cooling and fuel, drive the turbine pump, heat the liquid in the tank and room. This study aims to optimize the maintenance of auxiliary boiler systems, especially in the auxiliary steam boilers. This research was conducted in the engine room on the MT ship. This research is a qualitative descriptive study with data collection obtained from observation, interviews and documentation. The result of this study is the implementation of maintenance of auxiliary boiler components including: Boiler water; main burner; pilot burner; blower; and pumps. Overall, the average before optimizing maintenance, the effectiveness of the implementation of the planning maintenance system in auxiliary boilers was around 58.86%, and the average increased by 27.57% so that the average after optimization of maintenance with the guidelines for planning system maintenance became 86.43%. Auxiliary boiler system maintenance steam boiler In MT Tender Harmony can run optimally so that it can produce quality steam so that it can heat the fuel optimally.*

**Keywords:** *auxiliary boiler, steam boiler, hot steam*

## I. PENDAHULUAN

Berawal dari mesin diesel yang merupakan motor bakar torak, proses menyalakan bukan dengan loncatan api listrik. Pada langkah hisap hanya udara segar yang masuk ke dalam silinder. Menurut Maleev dalam Raflando et al. (2016) proses menyalakan torak hampir

mencapai TMA bahan bakar saat penyemprotan ke dalam silinder untuk pembakaran dan sudah mencapai temperatur tinggi. Persyaratan ini dapat memenuhi apabila menggunakan perbandingan kompresi yang cukup tinggi antara 12-25. Motor diesel berukuran besar dengan putaran rendah

biasanya menggunakan perbandingan kompresi yang rendah hal ini membuat banyak perancang mesin diesel berdasarkan pertimbangan kekuatan material serta berat mesinnya menggunakan perbandingan kompresi yang paling rendah, sehingga pada umumnya motor diesel bekerja dengan perbandingan kompresi antara 14 dan 17 (Wibowo & Astriawati, 2021).

Motor diesel mengeluarkan bunyi yang keras merupakan salah satu kelemahan mesin diesel, sedangkan kelebihan biasanya dari segi ekonomis, irit bahan bakar, serta polusi udara masih sedikit (Astriawati & Wibowo, 2020). Mesin diesel tidak akan mengalami kemacetan apabila sistem bahan bakar tidak mengalami gangguan, sehingga perawatan relatif lebih mudah (Pratama et al., 2022). Untuk memberi bahan bakar yang lancar maka bahan bakar perlu di *heater* karena itu dibutuhkan *boiler* sebagai alat bantu untuk memanaskan bahan bakar mesin diesel (Handoko & Yuliati, 2017).

Salah satu jenis alat permesinan bantu yang berada di atas kapal adalah *auxiliary boiler*, yang memiliki bentuk seperti bejana yang di dalamnya memiliki pipa-pipa berisi air untuk memanaskan, di mana zat cair yang terdapat dalam pipa *boiler* akan perlahan-lahan menjadi panas dan berubah bentuk menjadi uap (Ikhfan, 2017). Ketel uap bantu di kapal adalah salah satu *auxiliary boiler* yang memiliki peranan penting untuk menghasilkan uap panas yang berkualitas (Eka et al., 2021). Fungsi utama dari uap ini untuk memanaskan *fresh water jacket cooling* dan bahan bakar, menggerakkan pompa turbin, memanaskan zat cair dalam tangka, dan ruangan. Membutuhkan pembakaran yang sempurna pada ketel uap bantu supaya menghasilkan uap dalam jumlah banyak dan berkualitas.

Uap yang memanaskan jika terlalu lama mempunyai tekanan yang tinggi yang berguna untuk berbagai macam kebutuhan, seperti pemanas air akomodasi pada kapal, pemanas *fuel oil*

*heater*, untuk memanaskan bahan bakar, pemanas kargo/muatan, dan lain sebagainya (Naufal Abrari & Nur Hasannah, 2020). Dalam peran dan fungsinya, *auxiliary boiler* adalah bagian yang sangat penting pada pesawat bantu dalam proses kelancaran pengoperasian dari mesin tersebut dan sangat memengaruhi kinerja mesin (Handoko & Yuliati, 2017). Untuk itu perlu perhatian khusus terhadap alat tersebut, maka tanpa *auxiliary boiler* pengoperasian mesin diesel kapal dalam pelayaran kurang maksimal atau bahkan bisa mati. Perlu adanya perawatan secara khusus terhadap *auxiliary boiler* kapal serta membutuhkan perhatian khusus supaya siap menggunakan dan bekerja dengan baik, untuk menunjang performa mesin penggerak utama kapal dalam pelayaran (Handoyo, 2014).

Hal yang mutlak bagi kelancaran operasional permesinan yang membutuhkan uap panas adalah tersedianya uap panas. Jika pemasokan uap panas ada masalah, maka pengoperasian kapal akan terkendala. Untuk itu seorang *engineer* harus memiliki *skill* serta pengetahuan dalam perawatan dan pengoperasian *auxiliary boiler* sesuai dengan *manual book* untuk menjamin ketersediaan uap di atas kapal. Mengingat hal tersebut penting untuk seorang *engineer* dapat menguasai pengoperasian serta perawatan pada *auxiliary boiler* dengan baik, penelitian tersebut bertujuan untuk mengetahui optimalisasi perawatan sistem *auxiliary boiler* di MT Tender Harmony.

## II. METODE

Penelitian tersebut terjadi di kamar mesin kapal MT Tender Harmony. Penelitian ini merupakan jenis penelitian deskriptif kualitatif. Data ditemukan dari *planning maintenance system*, *log book*, sistem perawatan *auxiliary boiler*, data-data yang relevan. Cara pengumpulan data melalui tiga cara yaitu dengan metode wawancara, metode dokumentasi, dan metode observasi. Menurut Mardalis

dalam Purjiyono et al., (2019) Metode wawancara ditemukan sebagai teknik pengumpulan data ketika ingin melakukan survei pendahuluan untuk menemukan masalah yang perlu penyelidikan, atau ketika peneliti ingin mengetahui hal-hal dari responden yang lebih rinci atau ketika jumlah responden sedikit.

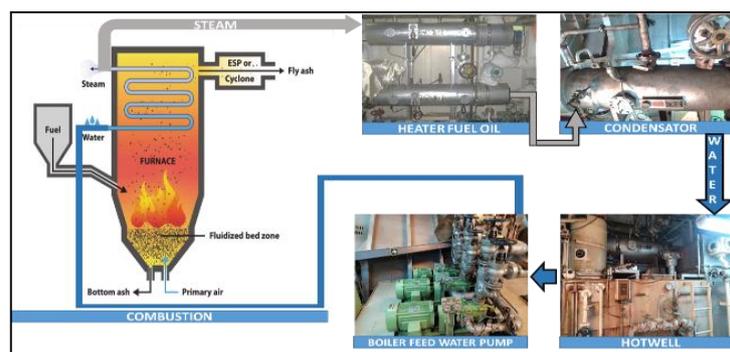
Metode observasi/pengamatan sebagai metode pengumpulan data memiliki perbandingan karakteristik dengan metode lain seperti wawancara dan angket. Observasi memiliki perbedaan yaitu observasi partisipan (observasi partisipan) dan observasi non partisipan sesuai dengan proses pengumpulan data tersebut. Penelitian tersebut menggunakan observasi partisipan, di mana peneliti terlibat dalam kegiatan sehari-hari orang yang diamati atau digunakan sebagai sumber data penelitian (Spradley, 2016).

Selanjutnya, pengamatan terbagi menjadi pengamatan terstruktur dan tidak terstruktur sehubungan dengan instrumen yang digunakan. Pengamatan terstruktur adalah pengamatan yang dirancang secara sistematis tentang apa yang diamati, kapan dan di mana (Hasanah, 2017). Sedangkan menurut Maksum dalam Subekti et al., (2022) Observasi tidak terstruktur adalah observasi yang tidak dipersiapkan secara sistematis untuk observasi. Observasi dalam penelitian ini menggunakan observasi tidak terstruktur. Metode analisis data dengan menggunakan statistik deskriptif adalah statistik di mana data yang terkumpul

dideskripsikan sebagaimana adanya atau dianalisis dengan cara dideskripsikan, dan tidak dimaksudkan untuk digeneralisasi atau digeneralisasikan (Nasution, 2017).

### III. HASIL DAN PEMBAHASAN

Kapal MT Tender Harmony merupakan salah satu dari 50 armada kapal tanker yang dimiliki oleh PT Waruna Nusa Sentana dengan nomor IMO 9302669 dibeli oleh PT. Waruna Nusa Sentana Indonesia pada tahun 2019 hingga sampai saat ini. MT Tender Harmony ini dibangun di Korea pada tahun 2004. Jenis kapal ini kapal *crude oil tanker*. *Auxiliary boiler* atau ketel uap pada kapal MT Tender Harmony dapat membentuk uap dengan tekanan lebih besar dari 1 atmosfer, dengan cara menggunakan gas-gas panas yang dihasilkan dari hasil pembakaran bahan bakar di dalam ruang bakar dengan cara memanaskan air yang berada di dalam ketel tersebut. Uap dari hasil pembakaran air ketel tersebut dimanfaatkan sebagai media *heater*, baik *heater* bahan bakar, *heater* air, *heater* ruangan, *heater* muatan maupun untuk keperluan yang lain sehingga operasional kapal dapat berjalan lancar. Ketel uap yang ada di MT Tender Harmony dengan tipe ketel uap pipa air dan dirancang untuk pemanas muatan, bahan bakar, air akomodasi, dan lain-lain. Adapun skema ketel uap dari proses awal sampai akhirnya uap panas digunakan adalah seperti yang ditunjukkan pada Gambar 1.



Gambar 1. Skema Ketel Uap MT Tender Harmony  
Sumber: (Engine room Kapal MT Tender Harmony)

Proses Gambar 1 di atas adalah api yang dihasilkan dari pemantikan *elektroda pilot burner* yang selanjutnya pompa bahan bakar mengeluarkan *fuel oil* sebagai media pembakaran melalui *main burner* dan memanaskan air yang ada di dalam pipa-pipa ketel uap dan uap yang dihasilkan digunakan sebagai pemanas dan uap sisa yang telah digunakan masuk melalui *condensator* dan pendinginan oleh air laut dan masuk ke dalam *hotwell* dalam bentuk air selanjutnya untuk kembali di pompa ke dalam pipa-pipa air.

Proses skema ketel uap meliputi: 1) *boiler water tank*; 2) *boiler feed water pump*; 3) *hot well*; 4) ketel uap; dan 5) *condensator*. Instalasi boiler memiliki komponen berikut: 1) *pilot burner*; 2) *main burner*; 3) *casing boiler*; 4) *blower*; 5) pipa-pipa air; dan 6) cerobong asap setelah melalui proses tersebut uap panas bertekanan dapat berguna sebagai pemanas muatan, air akomodasi, pemanas *fuel oil*, dan lain-lain.

Komponen sistem *auxiliary boiler* diantaranya: 1) *boiler water tank*; 2) *boiler feed water pump*; 3) *hot well*; 4) *condensator*; 5) *economizer*; 6) *pilot burner*; 7) *main burner*; 8) *casing boiler*; dan 9) *blower*. *Boiler water tank* pada Kapal MT Tender Harmony berfungsi untuk penampungan air yang diperoleh dari *fresh water generator* sebagai air pengisian untuk *boiler* sebelum masuk ke dalam tangki *hot well*.

*Boiler feed water pump* pada kapal MT Tender Harmony berfungsi untuk memompa air dari *hot well* menuju ke pipa-pipa air yang ada di dalam ketel uap yang selanjutnya akan dibakar. *Hot well* pada Kapal MT Tender Harmony memiliki suhu sekitar 70°C yang menampung air kondensat atau air pengisian yang dialirkan dari boiler *water tank* yang setelahnya bisa untuk dipompakan ke dalam ketel uap. *Condensator* pada kapal MT Tender Harmony berfungsi untuk mengubah uap menjadi air. Cara kerja tersebut dengan cara mengalirkan uap ke dalam suatu ruangan yang berisi pipa-pipa (*tubes*).

Didinginkan oleh air laut karena air tawar yang disediakan di atas kapal minimum maka alat ini sangat bermanfaat bagi proses sirkulasi boiler ataupun untuk penghematan air tawar di atas kapal.

*Economizer* pada kapal MT Tender Harmony berfungsi untuk melakukan perpindahan panas berbentuk tabung yang berguna untuk memanaskan air umpan boiler sebelum memasuki drum uap. Biro Efisiensi Energi dalam Ramlan & Mursadin (2019) menyatakan panas gas buang tersebut dapat digunakan dalam *economizer* untuk memanaskan air umpan boiler. Boiler menghemat 1% bahan bakar untuk setiap penurunan suhu gas buang sebesar 220 °C oleh *economizer* atau preheater. Untuk setiap kenaikan suhu air umpan sebesar 60°C dengan *economizer* atau peningkatan suhu udara pembakaran 200°C dengan air *preheater*, 1% bahan bakar disimpan di dalam boiler.

*Pilot burner* pada kapal MT Tender Harmony berfungsi sebagai pemantik api yang diperoleh dari elektroda dengan tegangan tinggi. *Main burner* pada kapal MT Tender Harmony berfungsi sebagai alat yang mengalirkan bahan bara api untuk proses pembakaran pada ketel uap. *Casing boiler* pada kapal MT Tender Harmony merupakan bagian luar dari ketel uap/*auxiliary boiler*. *Blower* pada kapal MT Tender Harmony berfungsi menghembuskan, mengisap dan menyuplai udara bahan bakar. Karena di dalam proses pembakaran harus memiliki tiga unsur yaitu udara, bahan bakar, dan sumber api.

Dengan misi perusahaan untuk menyediakan layanan pengiriman yang inovatif, kompetitif, dan andal di Indonesia, dan perlu memberikan layanan profesional kepada pelanggan untuk mencapai manfaat maksimal. Hal itu membutuhkan perawatan yang teratur supaya ketel uap dapat beroperasi dengan baik sehingga tidak mengganggu operasional kapal maka perawatan tersebut terlaksana dengan sistem

perawatan harian, perawatan periodik, dan perawatan insidental. Perawatan harian diantaranya: mengecek volume air yang ada di dalam *hot well* pada gelas duga yang tertera, mengecek secara visual ketel uap apakah ada kebocoran atau hal yang tidak biasa pada ketel uap tersebut. Perawatan periodik diantaranya: Perawatan main *burner* melakukan pengecekan pada main *burner* apakah ada kotoran atau bahan bakar yang mengendap karena sisa pembakaran atau tidak, dengan cara sebagai berikut: 1) mematikan *auxiliary boiler* dengan tekanan steam maksimal; 2) sirkulasi blower pada *auxiliary boiler* selama  $\pm 5 - 10$  menit; 3) setelah sirkulasi selesai dilanjutkan dengan mematikan blower dan membuka pengunci pada *cover main burner*; 4) melakukan pembersihan dengan menggunakan HSD atau DO pada lubang-lubang *main burner*; 5) setelah selesai melakukan pembersihan; 6) menyemprotkan angin bertekanan ke arah main burner; 7) menutup *cover main burner*; dan 8) melakukan pengetesan pada *auxiliary boiler* dan lihat hasil dari proses pembakaran tersebut apakah api yang dihasilkan baik atau tidak.

Air ketel merupakan hal penting sebab dapat memengaruhi kondisi pipa-pipa yang ada di dalam *auxiliary boiler* jika pengecekan atau perawatan air ketel yang tidak teratur maka pengaruh terbesar adalah korosi pada pipa-pipa tersebut maka untuk mengurangi hal tersebut lakukan pengetesan air ketel terhadap kadar alkalinity, chloride, dan pH. Test Alkalinity, mengambil sampel air sebanyak 200 ml melalui saluran pipa-pipa air dan masuk ke dalam botol bersumbat yang tersedia, menambahkan 1 tablet P. Alkalinitas dan mengocok hingga hancur. Jika P.- Alkalinitas masuk sampel akan berubah menjadi warna biru, mengulangi penambahan tablet satu persatu (memberikan waktu supaya tablet larut), sampai warna biru berubah menjadi kuning permanen. Test chloride, untuk boiler di bawah 30 bar, mengambil sampel air sebanyak 50 ml

yang terdapat dari saluran pipa-pipa air, menambahkan 1 tablet klorida dan mengocok hingga hancur, sampel akan berubah menjadi warna kuning jika terdapat klorida, mengulangi penambahan tablet 1 kali (memberi waktu tablet larut) sampai warna kuning berubah menjadi jingga/merah/coklat secara permanen.

Test pH yaitu dengan mengambil sampel air sebanyak 50 ml melalui saluran pipa-pipa air untuk diuji dalam wadah sampel plastik yang telah tersedia, dengan menggunakan sendok 0,6 gram yang tersedia, tambahkan satu takar *reagen pH* ke dalam sampel air, biarkan larut-mengaduk jika perlu, memilih rentang yang benar dari strip uji pH dan mencelupkan ke dalam sampel air selama 1 menit, mengeluarkan strip dari sampel dan membandingkan warna yang diperoleh dengan skala warna pada wadah strip indikator pH. Jika pH di bawah standar yang terjadi adalah *carry over* di mana padatan terlarut. (*Silika, Hardnes*) di dalam air boiler terbawa ke dalam steam dan dapat menjadi kerak sepanjang pipa jalur *steam*. Jika pH di atas standar, pada boiler, pH maksimal adalah 11,5. Lebih dari itu dapat menimbulkan busa. Busa karena tegangan permukaan air sehingga *steam* sulit terlepas secara *porositas* dari dalam air. Hal ini menimbulkan terbentuknya gelembung pada air boiler. Blower, pada bagian ini yang perlu dilakukan perawatan adalah sebagai berikut: melakukan *megger test* pada *electric motor*, membersihkan *impeller* yang ada di dalam *cover blower*, melakukan pengecekan secara *visual*.

*Pilot Burner*, perawatan pada bagian ini adalah untuk memperlancar saluran *fuel oil* atau pada *elektroda* agar lancar dalam proses pemanitan berikut adalah proses perawatan sebagai berikut: 1) mematikan *Auxiliary boiler* dengan tekanan steam maksimal; 2) membuka pengunci *pilot burner* dengan kunci 10mm; 3) melepas kabel elektrodanya; 4) mencabut *pilot burner*; dan 5) melakukan pembersihan pada ujung

elektroda dan saluran *fuel oil*. Apabila telah selesai melakukan pemasangan dan telah semua terpasang dengan benar, dapat melakukan pengetesan pada *auxiliary boiler* apakah bekerja dengan normal. *Boiler water circulation pump and boiler feed water pump*, perawatan pada *boiler water circulation pump and boiler feed water pump* terlaksana secara *periodik* dengan perawatannya sebagai berikut: melakukan pengecekan secara visual pada pompa apakah ada kebocoran atau pelumasan pada pompa yang berkurang; melakukan *megger test* pada *electric motor*; memastikan bahwa *Boiler water circulation pump and boiler feed water pump* berjalan dengan normal tanpa ada masalah.

*Condensator*, perawatan *condensator* ini biasanya terlaksana setiap 18 bulan sebab *condensator* bersifat mengubah uap menjadi air dengan proses pendinginan maka jika air yang dihasilkan terdapat masalah di dalam *condensator*. Berikut adalah cara perawatan: menutup *valve* saluran *in/out* air laut, membuka *cover* pipa-pipa kecil yang ada di dalamnya, membersihkannya dengan menggunakan gosokan pipa supaya saluran tersebut tidak tersumbat, menutup kembali *covernya* jika sudah terlaksana pembersihan, memasang semua baut murnya dan semua terpasang dengan kencang, melakukan pengetesan kebocoran dengan membuka *valve in/out sea water*.

*Economizer*, ada dua perawatan yang dilakukan dalam menjaga agar *economizer* tetap terawat yaitu membersihkan jelaga pada saluran gas buang *economizer* supaya saluran gas buang *economizer* menjadi lebih lancar, berikut adalah cara perawatannya: mematikan *auxiliary boiler*; membuka *valve drain* gas buang; membuka penutup saluran gas buang; membersihkan saluran gas buang dengan menggunakan air bertekanan; memasang *gasket* baru pada penutup saluran gas buang; memasang kembali baut-baut pengunci penutup saluran gas buang

dengan baik dan kencang; memastikan tidak terdapat kebocoran pada penutupnya. *Soot Blower Economizer* untuk memperlancar saluran pipa-pipa gas buang yang ada di dalam *economizer*, berikut adalah cara perawatan: 1) menginfokan pada mualim jaga bahwa akan melakukan *soot blower economizer* dan menyakan arah angin, membuka *valve by pass* dan *regulating valve economizer*; 2) memaksimalkan tekanan *steam* pada *auxiliary boiler*; dan 3) menekan tombol *start soot blow* pada panel yang ada di *control room*.

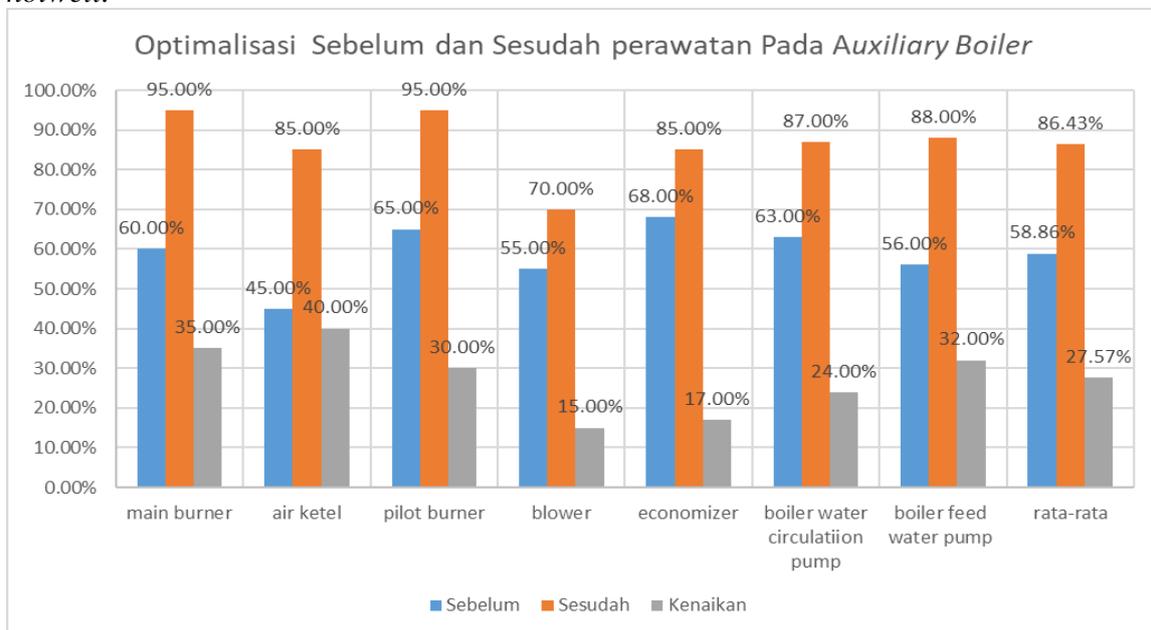
*Blowdown* air ketel adalah mengganti air ketel yang sudah tidak memenuhi syarat air ketel supaya pipa yang terdapat dalam *auxiliary boiler* tidak mudah korosi, berikut cara merawat: mematikan *auxiliary boiler* dengan tekanan maksimal; memaksimalkan *level* air pada *hotwell* dan *level* air pada *auxiliary boiler*; membuka *valve* saluran air ke *overboard*; membuka *valve blowdown* pada *auxiliary boiler* sampai air berkurang hingga 30 sampai 50 % *level* air atau sesuaikan dengan hasil uji air ketel tersebut. Penambahan *Chemical dosing* untuk mengurangi tingkat korosi pada pipa-pipa air yang ada di dalam *boiler* caranya adalah sebagai berikut: menyiapkan *chemical* yang tersedia di kantor, menambahkan *chemical* pada *hotwell* supaya dapat tercampur di dalam *hotwell* penambahan *chemical dosing* dengan menyesuaikan hasil uji air ketel supaya air ketel tidak menimbulkan korosi pada pipa-pipa air di dalam *boiler*.

Untuk perawatan *insidental* yaitu perawatan yang terlaksana di luar jadwal yang telah tersusun, disebabkan adanya kerusakan atau tidak optimalnya bagian-bagian dari *auxiliary boiler* tersebut. Perawatan *insidental* meliputi mengganti *belting* pada *electric motor* yang memutar *main burner*, *Auxiliary boiler* tiba-tiba mati atau tidak mau membakar, memeriksa kebocoran pada saluran pipa air, *steam*; atau bahan bakar.

Dalam permesinan *auxiliary boiler* membutuhkan bahan bakar yang

memiliki temperatur di atas 70°C. Dan bahan bakar kapal menggunakan bahan cair atau *Low Sulfur Fuel Oil*. Oleh sebab itu tidak membuat pipa tersumbat yang dapat mengakibatkan gangguan pada boiler. Gangguan yang terjadi adalah sebagai berikut: 1) pembakaran yang tidak sempurna; 2) sistem *electric* pada boiler tidak bekerja; dan 3) korosi pada pipa-pipa air akibat air ketel yang kurang baik. Cara mengatasi hal tersebut dapat memberikan suhu bahan bakar yang sesuai dengan hasil *laboratorium* supaya pembakaran sempurna dan tidak meninggalkan kerak dan melakukan *maintenance* pada *main burner* apabila pembakaran masih tidak sempurna, dapat membersihkan bagian-bagian *electric* secara teratur supaya tidak terjadi konsleting, melakukan *blowdown* atau memberikan *chemical doshing* sesuai hasil uji *water boiler* pada *hotwell*.

Dari berbagai jenis perawatan yang terdapat di sistem *auxiliary boiler* terdapat kenaikan sebelum dan setelah terlaksana perawatan secara intensif. Ada 7 komponen dari sistem perawatan *auxiliary boiler* yang menjadi perhatian pokok pada penelitian tersebut di antaranya: 1) *main burner*; 2) *air ketel*; 3) *pilot burner*; 4) *blower*; 5) *economizer*; 6) *boiler water circulation pump*; dan 7) *boiler feed water pump*. Perbandingan hasil observasi antara sebelum dan setelah terlaksana optimalisasi perawatan dengan pedoman *manual book* seperti yang terdapat pada Gambar 2. Dari grafik di atas bahwa terjadi peningkatan efektivitas implementasi *manual book* dalam perawatan semua komponen sistem *auxiliary boiler*.



Gambar 2. Grafik Efektivitas Optimalisasi Perawatan Sistem *Auxiliary Boiler*

Pada komponen *main burner*, efektivitas implementasi *planning maintenance system* sebelum optimalisasi berkisar 60% dan setelah terlaksana optimalisasi perawatan naik sebesar 35%, sehingga efektivitas menjadi 95%. Pada komponen air ketel, efektivitas implementasi *planning maintenance system* sebelum optimalisasi hanya berkisar 45% dan

setelah terlaksana optimalisasi naik sebesar 40% sehingga efektivitas menjadi 85%. Pada komponen *pilot burner*, mengalami kenaikan sebesar 30% dari yang sebelumnya 65% dan setelah terlaksana optimalisasi menjadi 95%. Pada komponen *blower*, efektivitas implementasi *planning maintenance system* sebelum optimalisasi hanya berkisar 55% dan setelah terlaksana

optimalisasi perawatan naik sebesar 15% sehingga efektivitas menjadi 70%.

Pada komponen *economizer*, mengalami kenaikan efektivitas implementasi *planning maintenance system* sebesar 17% dari yang sebelumnya kisaran 68% dan setelah terlaksana optimalisasi menjadi 85%. Pada komponen *boiler water circulation pump*, efektivitas implementasi *planning maintenance system* sebelum optimalisasi berkisar 63% dan setelah terlaksana optimalisasi perawatan naik sebesar 24%, sehingga efektivitas menjadi 87%. Pada komponen *boiler feed water pump*, mengalami kenaikan sebesar 32% dari yang sebelumnya 56% dan setelah pelaksanaan optimalisasi menjadi 88%. Secara keseluruhan rerata sebelum melakukan optimalisasi perawatan efektivitas implementasi *planning maintenance system* pada *auxiliary boiler* berkisar 58.86%, dan rata-rata mengalami kenaikan sebesar 27.57% sehingga rerata setelah terlaksana optimalisasi perawatan dengan pedoman *planning maintenance system* menjadi 86.43%. Berdasarkan rerata yang kami dapat, perawatan sistem *auxiliary boiler* ketel uap Di MT Tender Harmony dapat berjalan dengan optimal sehingga dapat menghasilkan uap yang berkualitas sehingga dapat memanaskan bahan bakar dengan optimal.

#### IV. SIMPULAN

Pelaksanaan perawatan komponen *auxiliary boiler* meliputi: air ketel; *main burner*; *pilot burner*; *blower*; dan pompa-pompa. Pelaksanaan perawatan sudah terlaksana secara berkala sesuai dengan *planning maintenance system* yang dibuat. Secara keseluruhan rerata sebelum melakukan optimalisasi perawatan efektivitas implementasi *planning maintenance system* pada *auxiliary boiler* berkisar 58.86%, dan rata-rata mengalami kenaikan sebesar 27.57% sehingga rerata setelah terlaksana optimalisasi perawatan dengan pedoman *planning maintenance system* menjadi 86.43%.

<https://doi.org/10.46484/db.v3i2.312>

Berdasarkan rerata yang diperoleh, perawatan sistem *auxiliary boiler* ketel uap Di MT Tender Harmony dapat berjalan dengan optimal sehingga dapat menghasilkan uap yang berkualitas sehingga dapat memanaskan bahan bakar dengan optimal.

#### V. DAFTAR PUSTAKA

- Astriawati, N., & Wibowo, W. (2020). Perawatan sistem pendingin mesin diesel pada whell loader komatsu wa120-3cs. *Jurnal Teknovasi: Jurnal Teknik Dan Inovasi*, 7(2), 76–85.
- Eka, D., Rusdiantoro, M., & Saleh, A. (2021). Studi Penurunan Pressure Steam Pada Auxiliary Boiler Di Mv. Situ Mas Yang Mempengaruhi Kinerja Main Engine. *Majalah Ilmiah Gema Maritim*, 23(1), 81–85.
- Handoko, W., & Yuliati, W. (2017). Kurang optimalnya pembakaran pada auxiliary boiler yang menghambat proses bongkar muatan di mt enduro. *Dinamika Bahari*, 8(1), 1930–1944.
- Handoyo, J. J. (2014). *Mesin Penggerak Utama Turbin Uap*. Deepublish.
- Hasanah, H. (2017). Teknik-teknik observasi (sebuah alternatif metode pengumpulan data kualitatif ilmu-ilmu sosial). *At-Taqaddum*.  
<https://doi.org/10.21580/At.V8i1.1163>
- Ikhfan, N. U. R. R. (2017). Analisis Tidak Optimalnya Kerja Kondensor Pada Auxiliary Boiler Di MV. Oriental Galaxy. Politeknik Ilmu Pelayaran Semarang.
- Nasution, L. M. (2017). Statistik deskriptif. *Hikmah*, 14(1), 49–55.
- Naufal Abrari, A., & Nur Hasannah, R. (2020). Analisis Efisiensi Boiler Sebelum Dan Sesudah Overhaul Di Pltu Suralaya Unit 8. Institut Teknologi Pln.
- Pratama, A. A., Astriawati, N., Waluyo, P. S., & Wahyudiyana, R. (2022).

- Optimalisasi perawatan sistem pendingin mesin utama di kapal mv. nusantara pelangi 101. *Majalah Ilmiah Bahari Jogja*, 20(1), 1–11.
- Purjiyono, Astriawati, N., & Santosa, P. S. (2019). Perawatan sistem pelumasan mesin utama pada kapal km. mutiara sentosa ii. *Jurnal Teknovasi: Jurnal Teknik Dan Inovasi*, 6(1), 74–80.
- Raflando, K., Subiyakto, G., & Farid, A. (2016). Analisis Volume Air Radiator Terhadap Perubahan Temperatur Pada Motor Diesel Chevrolet. *Proton*, 4(2).
- Ramlan, M., & Mursadin, A. (2019). Analisis heat transfer coefficient sebelum dan sesudah overhaul pada economizer boiler di pt japfa comfeed banjarmasin. *Jtam Rotary*, 1(1), 11–16.
- Spradley, J. P. (2016). *Participant Observation*. Waveland Press.
- Subekti, J., Wibowo, W., Astriawati, N., & Fadholy, M. H. (2022). Optimalisasi perawatan sistem pendingin mesin utama tipe hansin glu28ag pada kapal. *Dinamika Bahari*, 3(1), 60–68.
- Wibowo, W., & Astriawati, N. (2021). Sistem pendingin tertutup pada mesin diesel tipe diesel mak 8m32 sebagai penggerak utama kapal motor lit enterprise. *Jurnal Polimesin*, 19(1), 28–34.