

# **PREVENTIVE DAN BREAKDOWN MAINTENANCE BOILER DIPEMBANGKIT LISTRIK TENAGA UAP (Studi Kasus pada PT. PJB UBJOM PLTU Rembang)**

**Arochian Hudio Ilhamdzi<sup>1)</sup>**  
Fakultas Teknik, Universitas Negeri Surabaya

Naskah diterima 20 07 2022; direvisi 15 05 2022; disetujui 15 05 2022  
doi: <https://doi.org/10.24843/JEM.2022.v15.i02.p05>

## **Abstract**

This paper is a case study that occurred in the boiler at the Rembang Steam Power Plant (PLTU) after the author carried out his internship there. PLTU has a strategic role in the electricity system in Indonesia, because it is considered more economical and produces more adequate energy. One component of a steam power plant is a boiler. Boiler is a device for converting heat energy into motion energy, driving a turbine to produce electrical energy. Boilers that work continuously will experience interference. Preventive maintenance this time was chosen as a solution to overcome these disturbances. Preventive maintenance is an anticipatory activity carried out to prevent unexpected damage. The method used, researchers make direct observations during internships at the company. The goal is to minimize disturbance to the boiler before a larger disturbance occurs. The results of the implementation found that preventive maintenance was more effective and efficient to be applied to boilers in the long term.

Keywords: *Boiler, Preventive Maintenance, Problem*

## **Abstrak**

Tulisan ini merupakan studi kasus yang terjadi pada boiler di Pembangkit Listrik Tenaga Uap (PLTU) Rembang setelah penulis melaksanakan magang di sana. PLTU memiliki peran yang strategis dalam sistem kelistrikan di Indonesia, karena dinilai lebih ekonomis dan hasil energi yang lebih memadai. Salah satu komponen PLTU adalah boiler. Boiler adalah alat untuk mengubah energi panas menjadi energi gerak, menggerakkan turbin agar menghasilkan energi listrik. Boiler yang bekerja terus menerus akan mengalami gangguan. *Preventive maintenance* kali ini dipilih sebagai solusi untuk menangani gangguan tersebut. *Preventive maintenance* adalah kegiatan antisipatif yang dilakukan untuk mencegah terjadinya kerusakan yang tidak diharapkan. Metode yang digunakan, peneliti melakukan observasi secara langsung ketika magang di perusahaan tersebut. Tujuannya adalah untuk meminimalisir gangguan pada boiler sebelum terjadi gangguan yang lebih besar. Hasil implementasi mendapatkan bahwa *preventive maintenance* lebih efektif dan efisien untuk diterapkan pada boiler dalam jangka panjang.

**Kata Kunci:** *Boiler, Gangguan, Preventive Maintenance*

## I. PENDAHULUAN

Pembangkit listrik tenaga uap (PLTU) saat ini memiliki peran strategis dalam sistem kelistrikan di Indonesia. Sebagian besar pembangkit listrik di Indonesia menggunakan PLTU karena dinilai lebih ekonomis dan dapat menghasilkan energi listrik yang memadai. Ketersediaan batubara dengan harga yang terjangkau menjadi faktor utama penggunaan PLTU di Indonesia. Umumnya pembangkit dan jaringan listrik di Indonesia dikuasai oleh Negara melalui Badan Usaha Milik Negara (BUMN).

Sistem pemeliharaan atau maintenance yang diterapkan oleh perusahaan pembangkit listrik akan sangat berpengaruh terhadap keberlangsungan listrik yang dihasilkan. Sistem produksi suatu perusahaan pada umumnya memiliki kegiatan pemeliharaan yang baik untuk menunjang kegiatan operasional. Ketika suatu sistem mengalami kerusakan, maka sistem tersebut memerlukan kegiatan perbaikan. Pembangkit listrik tenaga uap memiliki beberapa bagian utama dalam sistem produksinya, salah satunya adalah boiler.

Boiler adalah bejana logam tertutup sebagian berisi air yang dirancang untuk menggunakan energi kimia dalam bahan bakar untuk meningkatkan kandungan

energi air sehingga dapat digunakan untuk aplikasi pemanas dan daya. Banyak bahan bakar fosil dan non-fosil dibakar dalam boiler, tetapi jenis bahan bakar yang paling umum termasuk batu bara, minyak, dan gas alam. Dengan memanaskan air di atas tekanan atmosfer, uap dapat dihasilkan pada tekanan dan suhu yang diinginkan. Sumber panas tersebut kemudian digunakan untuk memanaskan air, dan uap panas tersebut kemudian akan digunakan untuk menggerakkan turbin untuk menghasilkan listrik

Boiler biasanya dibagi lagi menjadi boiler pipa air dan boiler pipa api, dimana di dalamnya ditunjukkan cara air dan gas pembakaran melewati unit. Boiler juga terkadang diklasifikasikan menurut sumber panasnya seperti boiler berbahan bakar minyak, berbahan bakar gas, berbahan bakar batu bara, atau berbahan bakar padat.

Boiler merupakan salah satu bagian yang sering mengalami gangguan, dimana perawatan korektif merupakan salah satu penyebab gangguan atau kegagalan tersebut. Boiler memiliki banyak komponen atau peralatan yang apabila salah satu komponen atau peralatan tersebut mengalami gangguan atau kegagalan kinerja maka akan mempengaruhi kinerja atau sistem secara keseluruhan. Selain itu, kegagalan juga

disebabkan oleh keausan mekanis, usia, daya tahan, elemen material, dan faktor lingkungan. Evaluasi kinerja dalam hal keandalan diperlukan untuk meminimalkan gangguan atau kegagalan tersebut.

Untuk mengatasi gangguan dan menjaga agar gangguan tersebut tidak terjadi lagi dapat dilakukan berbagai upaya salah satunya adalah *preventive maintenance* (Ebeling, 2004). Preventive maintenance merupakan kegiatan antisipatif yang dilakukan untuk mencegah terjadinya kerusakan yang tidak diharapkan.

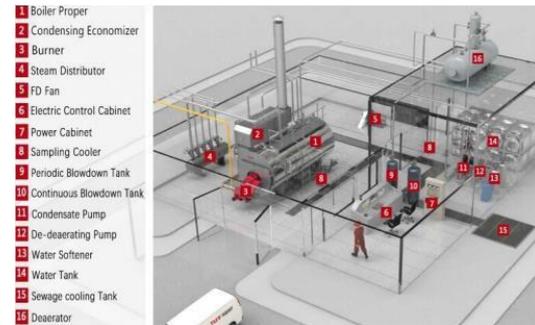
Sehingga pada penelitian kali ini memiliki tujuan untuk mengetahui bagaimana cara preventive maintenance untuk mengatasi gangguan yang terjadi pada boiler di pembangkit listrik tenaga uap.

## II. TINJAUAN PUSTAKA

Pada bagian ini akan disajikan dasar-dasar dari boiler, cara kerja, pemeliharaan, dan sebagainya. Namun, perawatan boiler akan ditinjau secara rinci, dan lainnya secara singkat. Hal ini dilakukan sesuai dengan fokus utama dari penelitian yang dilakukan yaitu *preventive maintenance* boiler uap.

### A. Sistem Boiler

Boiler memiliki banyak sekali komponen yang harus ada karena saling berhubungan. Selain itu juga dibutuhkan untuk meningkatkan operasi, efisiensi, dan keselamatan. Secara luas, komponen tersebut diklasifikasikan menjadi dua, yaitu pemasangan boiler dan aksesoris boiler. Skema boiler pembangkit uap ditunjukkan pada gambar seperti berikut ini.



Gambar 1 Gambaran umum boiler uap. (Watt, 2017)

Pemasangan sangat penting, yang tanpanya pengoperasian boiler tidak aman. Instalasi boiler adalah bagian dari boiler dan diperlukan untuk berfungsi dengan baik. Pemeliharaan dan perawatan instalasi yang tepat penting untuk keselamatan boiler dan personel dan untuk menjaga kondisi operasi boiler yang optimal (Sadath, 2018).

Aksesoris boiler juga meliputi kompone, yang dipasang untuk meningkatkan efisiensi pembangkit listrik tenaga uap dan membantu daya kinerja boiler.

Efisiensi boiler juga merupakan bagian penting yang harus diperhatikan. Subjek dari efisiensi boiler sedikit agak rumit karena banyak sekali elemen serta analisis lengkap yang mempengaruhi efisiensinya. Efisiensi yang berhubungan dengan boiler antara lain efisiensi boiler, efisiensi termal, efisiensi pembakaran, efisiensi bahan bakar, dan efisiensi biaya.

Efisiensi boiler memiliki pengaruh besar pada penghematan energi terkait pemanasan. Hal ini membutuhkan pemaksimalan perpindahan panas ke air dan meminimalkan kehilangan panas di boiler (Nakkeeran, 2014). Efisiensi termal mengacu pada efisiensi proses termal dan efisiensi mekanis berarti efisiensi proses mekanis. Ketika digunakan bersama dengan boiler, efisiensi termal terkadang mengacu pada efisiensi penukar panas yaitu efisiensi bahan bakar menjadi uap. Namun, efisiensi bahan bakar-ke-uap adalah yang paling signifikan tetapi sulit untuk diukur dalam situasi dunia nyata. Oleh karena itu, Efisiensi Pembakaran yang dapat dengan mudah dihitung menggunakan penganalisis gas pembakaran sering digunakan untuk tujuan perbandingan kinerja (Sunit Shah, 2011). Efisiensi pembakaran sama dengan total panas yang dilepaskan dalam pembakaran, dikurangi panas yang hilang di tumpukan gas, dibagi dengan total panas yang

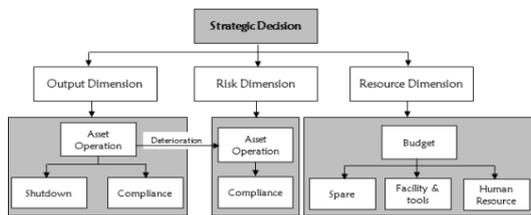
dilepaskan. Efisiensi biaya terjadi karena biaya bahan bakar tahunan yang dapat dengan mudah naik dua hingga tiga kali lipat biaya pemasangan. Sehingga harus dilakukan prediksi mengenai harga kedepannya.

Efisiensi boiler dapat ditingkatkan dengan memanfaatkan economizer, yang dapat memberikan keuntungan biaya yang maksimal. Ada dua metode untuk menguji efisiensi boiler (i) metode langsung dan (ii) metode tidak langsung. Dalam metode langsung, perolehan energi fluida kerja (air dan uap) dibandingkan dengan kandungan energi bahan bakar boiler. Sedangkan pada metode tidak langsung, efisiensi adalah selisih antara rugi-rugi dan masukan energi.

B. *Maintenance* atau Perawatan  
Pemeliharaan telah didefinisikan sebagai kombinasi tindakan administratif teknis dan terkait yang dimaksudkan untuk memelihara item atau sistem, atau mengembalikannya ke keadaan di mana ia dapat melakukan fungsi yang diperlukan (Dhillon, 2002). Pemeliharaan yang tepat membutuhkan keterampilan teknis, teknik, data historis, metode untuk memanfaatkan aset seperti pembangkit, pembangkit listrik, kendaraan, peralatan dan mesin dengan benar. Tujuan utama pemeliharaan adalah untuk memastikan fungsi sistem,

kehidupan dan keselamatan dengan biaya dan pengeluaran minimum.

Tiga dimensi keputusan yang terkait erat tetapi berbeda dianggap dipertimbangkan secara bersamaan. Dimensi tersebut adalah (i) dimensi keluaran, (ii) dimensi risiko dan (iii) dimensi sumber daya. Hal ini akan mengoptimalkan pemeliharaan secara terintegrasi. Kerangka keseluruhan yang diusulkan ditunjukkan pada Gambar 2 (Price, 2007).



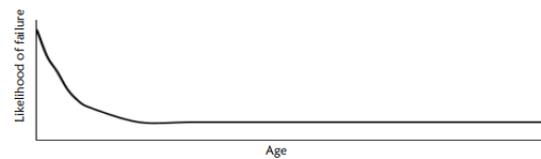
Gambar 2 Kerangka kerja strategi pemeliharaan (Price, 2007)

Sistem perawatan dapat dibedakan menjadi dua jenis, antara lain:

### 1. Preventive Maintenance

Program pemeliharaan preventif terdiri dari tindakan yang meningkatkan kondisi elemen sistem untuk optimalisasi kinerja dan menghindari kegagalan atau keruntuhan sistem yang tidak diinginkan. Ini melibatkan inspeksi, servis, perbaikan atau penggantian komponen fisik mesin, pabrik dan peralatan mengikuti jadwal yang ditentukan. Ini melibatkan inspeksi, servis, perbaikan atau penggantian komponen fisik mesin, pabrik dan

peralatan mengikuti jadwal yang ditentukan. Ini juga melibatkan pemantauan yang cermat terhadap peralatan boiler untuk mengantisipasi dan memperbaiki masalah sebelum memiliki kesempatan untuk menyebabkan shutdown atau secara serius mempengaruhi kinerja atau masa pakai peralatan. Kemungkinan kegagalan perawatan ini ada pada gambar di bawah ini (Daley, 2008).



Gambar 3 Kemungkinan kegagalan seumur hidup dalam pemeliharaan preventif (Daley, 2008)

### 2. Reactive Maintenance

Pemeliharaan reaktif adalah praktik menunggu sesuatu yang tidak beres dengan boiler, dan kemudian memperbaikinya. Meskipun dalam beberapa hal ini adalah strategi paling sederhana yang tidak memerlukan perencanaan atau pemantauan. Ini sama sekali bukan pengobatan yang paling efektif. Mengambil pendekatan reaktif untuk perawatan boiler dapat menghabiskan banyak biaya bisnis dalam hal waktu henti boiler, biaya suku cadang dan tenaga kerja untuk perbaikan, dan mengurangi masa pakai boiler. Akhirnya, jika perawatan boiler bergantung pada pendekatan reaktif, ini hampir seperti mengundang masalah dan konsekuensi

dari masalah boiler bisa parah. Kemungkinan kegagalan perawatan ini ada pada gambar di bawah ini (Daley, 2008).



Gambar 4 Kemungkinan kegagalan seumur hidup dibawah perawatan reaktif (Daley, 2008)

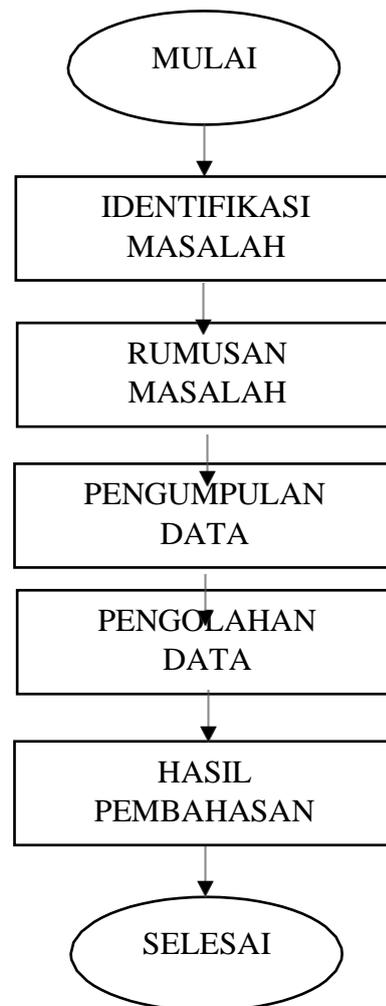
Saat ini telah disepakati bersama bahwa program pemeliharaan preventif dapat sangat berhasil dalam meningkatkan keandalan peralatan sekaligus meminimalkan biaya pemeliharaan. Sehingga operasi boiler yang efisien dapat dicapai jika strategi pemeliharaan preventif diterapkan. Hal ini akan sangat menguntungkan bagi pabrik yang mengandalkan pemeliharaan kerusakan atau kegagalan. Ada banyak keuntungan memiliki strategi pemeliharaan preventif, yang berlaku untuk setiap jenis dan ukuran pabrik. Hukum strategi pemeliharaan preventif adalah bahwa semakin tinggi nilai aset pabrik dan peralatan, semakin besar pengembalian jika strategi pemeliharaan preventif diterapkan.

### III. METODE PENELITIAN

Objek yang dipakai dalam penelitian kali ini adalah boiler yang terdapat pada PT. PJB UBJOM Rembang. PLTU Rembang ini beralamat di Jl. Nasional 1, Area Sawah/Kebun, Sluke, Kec. Sluke, Kabupaten Rembang, Jawa Tengah 59272.

Setelah melakukan maang di tempat tersebut, peneliti mendapatkan ide untuk meneliti cara maintenance boiler. Sehingga pengumpulan data yang dilakukan melalui observasi langsung dan wawancara dengan pihak yang bersangkutan seperti bagian perawatan dan pemeliharaan boiler.

Pada perusahaan tersebut, sering dijumpai adanya gangguan yang terjadi pada boiler. Oleh karena itu peneliti menggunakan topic ini dengan harapan dapat membantu menangani gangguan boiler, baik di PLTU Rembang maupun PLTU atau tempat industri lain yang juga menggunakan boiler dengan kasus yang sama.



Gambar 5 Blok Diagram Penelitian

Seperti yang telah dijelaskan sebelumnya, didapatkan identifikasi masalah pada penelitian ini adalah gangguan yang terjadi pada PLTU Rembang dan belum adanya solusi yang mutakhir untuk mengatasinya. Maka dapat dirumuskan bahwa teknik dan cara perawatan atau pemeliharaan boiler saat ini masih kurang efektif. Evaluasi tersebut diharapkan dapat menghasilkan teknik atau cara pemeliharaan boiler baru yang lebih efektif dan efisien dalam menangani gangguan di masa mendatang.

Tahap pengumpulan data dilakukan ketika peneliti sedang magang di PLTU Rembang, baik berupa data tertulis maupun data lisan. Data yang tertulis seperti data gangguan, data hasil evaluasi, data perencanaan, dan sebagainya. Sedangkan data yang tidak tertulis seperti hasil wawancara, hasil observasi, hasil analisis, dan sebagainya. Kemudian data tersebut akan diolah untuk digabungkan dengan teknik pemeliharaan yang baru yaitu teknik *preventive*. Setelah menerapkan teknik tersebut pada boiler, akan didapatkan hasil yang diharapkan dapat menjadi teknik pemeliharaan yang lebih baik dari sebelumnya.

#### **IV. HASIL DAN PEMBAHASAN**

##### **A. Spesifikasi Boiler**

Sebagai contoh boiler di unit #20 PLTU Rembang adalah boiler dengan parameter sub kritis, memiliki 20 burner batubara, 12 burner minyak, tekanan seimbang di tungku, satu tungku (ruang bakar), satu sistem reheat, penghilangan kerak padat, menggunakan baja bingkai, dengan pelindung hujan di atas boiler. Dinding ruang bakar boiler terbuat dari pipa air dan pipa evaporasi sedangkan bagian luarnya dilapisi dengan insulasi tahan panas.

Model:

DG1025/18.2-II13 Dongfang Boiler Co.Lt

Kapasitas:

1025 ton/jam

Tek. Uap superheater:

17,4 Mpa

Temp. Uap superheater:

541oC

Bahan bakar penyalaan:

HSD

Bahan bakar utama:

Mix Batu bara Low Rank dan Mid Rank

Jumlah Burner batu bara:

20 buah

Jumlah Burner minyak:

12 buah

Dimensi Ruang Bakar: 14706.6x13743.4mm

ketinggian 62.8 m

##### **B. Gangguan yang Terjadi pada Boiler**

Secara umum, gangguan yang terjadi pada boiler terbagi menjadi dua bagian yaitu bagian air dan bagian api. Gangguan pada bagian air seperti kerak dan korosi, dan pada bagian api seperti efisiensi pembakaran yang menurun.

###### **1. Gangguan Kerak**

Gangguan kerak boiler adalah yang paling umum. Kerak yang menempel pada dinding pipa boiler membuat diameter pipa menyempit ke kerak sehingga menimbulkan efek negatif: (1) diameter menyempit sehingga kapasitas berkurang, dan (2) panas berlebih karena lapisan penyekat kerak (bukan penghantar panas yang baik), diperlukan panas berlebih. Masalah kerak adalah bahwa kualitas air yang buruk (air umpan) masih sangat hidup, sehingga dengan panas di boiler membentuk kerak.

## 2. Gangguan Korosi

Gangguan korosi atau karat juga merupakan masalah yang sering terjadi pada boiler. Adanya masalah korosi pada pipa mengakibatkan efek negatif dari: (1) ketebalan pipa berkurang, sehingga pipasemakin rapuh, (2) penumpukan sedimen hasil korosi, (3) pipa pecah. Gangguan korosi pada boiler selain terjadi di bagian air juga bisa terjadi di bagian api. Sebagian besar gangguan korosi boiler disebabkan oleh feed water atau umpan air yang masih mengandung oksigen tingkat tinggi, kebocoran sistem, dan deposit korosi.

## 3. Gangguan Efisiensi Pembakaran

Pada bagian api, sering terjadi gangguan efisiensi pembakaran seperti kurang panasnya api, pemakaian bahan bakar yang boros, pembakaran tidak sempurna, sisa residu yang banyak, asap menghitam, dan sebagainya. Perbedaan dengan dua gangguan sebelumnya pada bagian air yang akibatnya hanya berdampak jangka panjang, gangguan padabagian api ini akibatnya dapat dirasakan secara langsung seperti menurunkan produksi uap dan meningkatnya biaya operasional. Gangguan efisiensi pembakaran ini biasanya disebabkan oleh rendahnya kualitas bahan bakar yang digunakan.

### C. Implementasi *Preventive Maintenance*

Seperti peribahasa yang ada di luar sana, mencegah lebih baik daripada mengobati. Peribahasa tersebut juga dapat digunakan untuk pemeliharaan boiler dan alat-alat lainnya. Daripada menunggu gangguan atau kerusakan terjadi pada boiler, alangkah baiknya boiler tersebut dirawat secara berkala agar terjadinya gangguan dan kerusakan tersebut dapat dicegah. Dengan

merawat boiler, masa hidup dari boiler juga akan semakin lama.

Gangguan kerak dapat dicegah dengan memberlakukan water treatment plant yang baik yang bertujuan untuk menghasilkan feed water yang lebih baik. Untuk menyempurnakan plant, injeksi kimia penghambat skala yang merupakan bahan kimia mendidih untuk pencegahan timbulnya kerak. Jika sudah terlanjur ada kerak, dapat menggunakan scale remover yang berfungsi untuk menghilangkan scale yang telah terbentuk

Gangguan korosi dapat dicegah dengan menyediakan plant untuk mengurangi kadar oksigen yang disertai dengan injeksi oksigen scavenger. Selain menggunakan boiler chemical yang berfungsi untuk mengurangi kadar oksigen, juga diperlukan injeksi korosi inhibitor untuk menghambat timbulnya korosi. Jika sudah terlanjur terbentuk korosi, dapat menggunakan rust remover untuk menghilangkan karat yang telah terbentuk.

Gangguan efisiensi pembakaran dapat dicegah dengan menggunakan bahan bakar yang berkualitas. Atau dengan memberikan tambahan bahan kimia seperti *solid fuel additive* untuk bahan bakar cangkang dan serabut kepala yang dapat membantu bahan bakar untuk mencapai nilai pembakaran maksimum. Sedangkan pada bahan bakar batubara dapat menggunakan coal fuel additive.

Selain mencegah kerusakan, perawatan dan pemeliharaan berkala dapat meningkatkan keandalan boiler. Semakin tinggi keandalan boiler, kinerjanya akan semakin stabil bahkan bertahun-tahun pemakaian.

Untuk masalah biaya perawatan, tentu pemeliharaan preventif membutuhkan biaya awal yang banyak. Namun biaya tersebut dapat dimasukkan anggaran perawatan

bulanan yang stabil. Biaya tersebut lebih baik daripada munculnya kerusakan atau gangguan mendadak yang menyebabkan biaya dadakan yang tentu lebih besar.

## V. KESIMPULAN

Simpulan yang didapatkan setelah melakukan penelitian mengenai pelaksanaan *preventive maintenance* boiler pada PLTU ini, mendapatkan hasil bahwa *preventive maintenance* terbukti lebih efektif dan efisien untuk meminimalisir gangguan yang terjadi pada boiler di PLTU. Berbagai gangguan yang ada pada boiler dapat dicegah lebih awal agar tidak terjadi gangguan yang lebih parah. Dengan mencegah gangguan tersebut, keandalan boiler akan lebih baik dan mencegah pengeluaran yang mendadak. Keandalan tersebut akan menstabilkan kinerja dari boiler dan dapat memiliki umur kerja yang lebih lama lagi.

## REFERENSI

- Daley, D. T. (2008). *The Little Black Book of Maintenance Excellence*. Industrial Press Inc.
- Dhillon, B. S. (2002). *Engineering maintenance: a modern approach*. CRC Press.
- Ebeling, C. E. (2004). *An Introduction to Reliability and Maintainability Engineering*. Tata McGraw-Hill Education.
- Febianti, E., & Ferdinant, P. F. (2017). Peningkatkan Keandalan Mesin Main Pump Hydraulic Unit pada Lini Continuous Casting (Studi Kasus: PT.XYZ). *Jurnal Teknik Industri Untirta*.
- Kurniawan, F. (2013). Teknik dan Aplikasi Manajemen Perawatan Industri. *Graha Ilmu: Yogyakarta*.
- Nakkeeran, M. K. (2014). Performance Analysis From The Efficiency Estimation of Coal Fired Boile. *International Journal of Advanced Research*, 561-574.

Pamungkas, ling. (2019). Penentuan Tingkat Risiko dan Keandalan pada Boiler di Industri Pembangkit Listrik Nagan Raya. *ETD Unsyiah*.

Price, A. S. (2007). A maintenance optimisation framework in application to optimise power station boiler pressure parts maintenance. *Journal of Quality in Maintenance Engineering*, 364-384.

Rosa, Y. (2012). Perencanaan dan Penerapan Preventive Maintenance Peralatan Laboratorium. *Jurnal Teknik Mesin*, 2(2), 106–119.

Sadath, O. (2018). *Boiler Mountings*. Dhaka: <https://marinestudy.net/wp-content/uploads/2015/04/Boiler-Mountings.pdf>.

Sunit Shah, D. M. (2011). Boiler Efficiency Analysis Using Direct Method. *International conference on Current Trends in Thechnology*. IEEE.

Soesetyo, I., & Bendatu, L. Y. (2014). Penjadwalan Predictive Maintenance dan Biaya Perawatan Mesin Pellet di PT Charoen Pokphand Indonesia-Sepanjang. *Jurnal Titra*, 2(2), 147–154

Watt, M. (2017). General Overview and components of a boiler. *Microwatt Energy*, <http://en.microwatt.cn/index.php?c=content&a=show&id=415>.