

# Analisa Efisiensi Perawatan Terencana Boiler Pada Pembangkit Listrik Tenaga Uap Jeranjang

I Putu Gede Yudha Adi Prasetya, I GN Priambadi dan Wayan Nata Septiadi  
Program Studi Teknik Mesin Universitas Udayana, Kampus Bukit Jimbaran Bali

## Abstrak

*Boiler merupakan benjana tertutup yang berfungsi untuk memindahkan panas hasil pembakaran bahan bakar ke air yang akhirnya menghasilkan uap yang digunakan untuk proses di luar boiler itu sendiri, seperti pemanas untuk penggerak turbin, dan sebagainya. Melakukan perawatan yang baik pada boiler menghasilkan efisiensi yang baik pada boiler dan menghemat biaya operasional secara umum berbagai usaha dapat dilakukan untuk menghemat produksi uap diantaranya dengan menabahkan peralatan yang bertujuan untuk memperbesar efisiensi dan dengan pengantian jenis bahan bakar yang baru dengan nilai kalor yang tinggi. Pengoperasian dan perawatan yang baik mampu meningkatkan efisiensi pada boiler secara signifikan apabila dilakukan secara terencana dan sesuai dengan aturan maupun SOP yang berlaku. Menjaga kehandalan kerja boiler di perlukan perawatan yang terencana agar baik pada saat beroperasi. Melakukan perawatan terencana pada boiler dapat meminimalisir kerusakan, meningkatkan kinerja boiler, dan menghasilkan efisiensi yang tinggi.*

*Kata kunci: perawatan, boiler, dan efisiensi*

## Abstract

*The Boilers is an enclosed laver that serves to transfer the heat of the combustion fuel to the water which eventually generates the steam that is used for the process outside the boiler itself, such as heating for the turbine roaches, and so on. Doing good maintenance on the boiler will produce good efficiency in the boiler and save operational Biaya in general various efforts can be done to save the production of steam in between by upgrading equipment that aims to increase efficiency and with a new fuel type wait with high heat value. Good operation and maintenance will increase the efficiency of the boiler significantly when done in a planned and compliant rules and SOP. Maintain the reliability of the boiler work in need of treatment is planned to be good at the time of the operations. Conducting planned maintenance on the boiler will minimize damage, improve boiler performance, and produce high efficiency.*

*Keywords: Maintenance, boilers, and efficiency*

## 1. Pendahuluan

Kebutuhan energi listrik di era modern seperti sekarang merupakan kebutuhan primer bagi masyarakat. Seiring dengan perkembangan teknologi yang begitu cepat sehingga kebutuhan akan energi listrik menjadi sangat tinggi, maka dari itu dibangunlah pembangkit listrik untuk memenuhi kebutuhan listrik bagi masyarakat [1]. Menyadari pentingnya arti listrik untuk menunjang kebutuhan energi listrik setiap harinya PT (persero) Sektor Jeranjang memiliki 3 unit pembangkit dengan daya setiap unit 25 MW yang salah satunya menggunakan tenaga uap.

PLTU Jeranjang merupakan pembangkit baru sehingga kemungkinan turunya efisiensi dimasa depan akan terjadi, adapun hal yang menyebabkan efisiensi boiler turun antara lain: pembakaran yang tidak sempurna, kotornya permukaan penukaran panas, serta buruknya operasi dan perawatan yang dilakukan pada boiler memberikan dampak yang buruk bagi efisiensi boiler itu sendiri sehingga mempengaruhi kinerjanya [2].

Dalam penelitian ini diambil beberapa batasan sebagai berikut:

1. Mengetahui bagaimana proses pelaksanaan perawatan pada PLTU jeranjang yang sesuai dengan SOP.
2. Bagaimana Metode pemeliharaan boiler yang ada pada PLTU jeranjang.
3. Pengambilan data boiler untuk mengetahui efisiensi yang ada pada boiler.
4. Perawatan boiler bertujuan untuk meminimalisir kerusakan yang terjadi pada boiler dan diharapkan dapat menghasilkan efisiensi yang tinggi.

## 2. Dasar Teori

Meningkatkan Efisiensi maka diperlukan tindakan perawatan terencana untuk mengurangi jumlah kegagalan dan downtime dari suatu mesin [3]. Dengan menggunakan metode perpindahan panas mengetahui entalpi ( $hs$ ) dari boiler dan aliran uap utama yang masuk ke dalam boiler dan nilai kalor yang terdapat pada bahan bakar maka akan dapat hasil dari efisiensi boiler.

Berdasarkan rumus efisiensi boiler pada PLTU jeranjang:

$$\eta = \frac{msf \times hs}{nk \times \text{flow bahan bakar}} \quad (1)$$

Keterangan:

- Msf* = Main steam flow (Aliran uap utama)  
*Hs* = Entalpi  
*nk* = nilai kalor (kj/kg)  
*Flow bb* = aliran bahan bakar yang masuk ke boiler

### 3. Metode Penelitian

Penelitian ini dilakukan di PLTU Jeranjang dengan metode survei dan analisis dimana data perawatan diambil dari SOP yang telah ditentukan oleh perusahaan. Dan perhitungan efisiensi bertujuan untuk mengetahui kehandalan kerja dari boiler itu sendiri, dengan dilakukan perawatan yang terencana dapat meminimalisir kerusakan yang terjadi di boiler.

Penelitian ini dilakukan melalui survei dengan melihat temperatur uap panas yang di hasilkan oleh boiler dengan memantau melalui dcs operator control, dan melakukan perawatan boiler. Hasil pengamatan dibawa ke dcs log sheet boiler pada unit 3 untuk mengetahui kinerja atau efisiensi dari boiler tersebut dapat dilihat pada gambar 1 sampai gambar 3 di bawah.



Gambar 1. DCS Operator Control Boiler



Gambar 2. Perawatan Boiler

Gambar 3. Dcs Log Sheet Boiler

Prosedur penelitian yang dilakukan untuk mendapatkan efisiensi boiler antara lain:

1. Data hasil perawatan boiler
2. Temperatur (c°) yang di hasilkan boiler
3. Entalpi (j/kg) yang terdapat pada boiler
4. Nilai kalor bahan bakar (kj/kg)
5. Aliran uap utama boiler (MPa)
6. Flow bahan bakar (Ton/hs)

### 4. Hasil dan Pembahasan

Melakukan perawatan terhadap boiler diharapkan dapat membuat boiler bekerja seperti keadaan awalnya, boiler yang baik adalah boiler yang memiliki efisiensi yang tinggi. Efisiensi boiler dapat diketahui dari data terkait yang diperoleh langsung dari perusahaan meliputi temperatur, nilai kalor, aliran uap boiler dapat dilihat dari tabel di bawah:

Tabel 1. Dcs log

JAM m	TEMPERATURE °C	PRESSURE MPa
01:00	520°C	9,47
05:00	516°C	9,39
10:00	516°C	9,46
14:00	523°C	9,53
18:00	519°C	9,48
22:00	522°C	9,55

FLOW BAHAN BAKAR Ton/Hs	NK (KALOR) Kj/kg	FLOW MPa
24,37	4231	103,22
24,41	4231	103,7
23,9	4231	101,76
23,61	4231	100,15
24,11	4231	102,85
23,83	4231	103,18

#### 4.1 Perhitungan Entalpi

Entalpi 9.00 yang ada pada tabel entalpi

$$\begin{aligned} \frac{550 - 500}{50} &= \frac{3512.0 - 3387.4}{x - 3387.4} \\ \frac{20}{50(x - 3387.4)} &= \frac{124.6}{x - 3387.4} \\ 50(x - 3387.4) &= 20(124.6) \\ x &= \frac{2.492 + 169.370}{50} \\ x &= \frac{171.862}{50} \\ x &= 3,437.24 \text{ j/kg} \end{aligned}$$

Entalpi 10,00 yang ada pada tabel entalpi

$$\begin{aligned} \frac{550 - 500}{50} &= \frac{3502.0 - 3375.1}{x - 3375.1} \\ \frac{20}{50(x - 3375.1)} &= \frac{126.9}{x - 3375.1} \\ 50(x - 3375.1) &= 20(126.9) \\ 50x - 168.755 &= 2.538 \\ 50x &= 168.755 + 2.538 \\ x &= \frac{171.293}{50} \\ x &= 3,425.86 \text{ j/kg} \end{aligned}$$

Mencari entalpi 9,47

$$\frac{10.00 - 9.00}{9.47 - 9.00} = 2.13$$

$$\frac{3.425,86 - 3.437,24}{11.38} = 11.38$$

$$\frac{2.13}{5.35} = 5.35$$

$$5.35 + 3,437.24 = 3,431.89 \text{ j/kg}$$

### 4.2 Perhitungan Efisiensi

$$\eta = \frac{msf \times hs}{nk \times \text{flow bahan bakar}} \times 100 \%$$

$$= \frac{103,22 \times 3,431.89}{4231 \times 24,37} \times 100 \%$$

$$= \frac{0,0034355689}{103,109,47} \times 100 \%$$

$$= 0,0034355689 \times 100 \%$$

$$= 34.35 \%$$

Tabel 2. Entalpi

Superheated water (Continued)											
T		v		u		h		s		v	
°C	m <sup>3</sup> /kg	kJ/kg	kJ/kg	kJ/kg	kJ/kg	kJ/kg	kJ/kg	kJ/kg	kJ/kg	m <sup>3</sup> /kg	kJ/kg
P = 0.8 MPa (29.52 in. Hg)											
300	0.04478	2621.7	2862.8	6.096	0.04456	2599.7	2798.0	6.0198	0.03945	2587.0	2794.2
350	0.04642	2628.9	2887.3	6.107	0.04559	2653.9	2854.9	6.0516	0.04139	2650.4	2850.3
400	0.04887	2726.2	2961.7	6.363	0.05138	2713.0	2944.2	6.2854	0.04535	2699.0	2925.7
450	0.05247	2827.4	3053.3	6.594	0.05827	2784.2	3034.2	6.5152	0.05129	2769.5	3016.3
500	0.05743	2920.8	3154.5	6.774	0.06477	2847.7	3125.7	6.7071	0.05784	2827.5	3106.7
550	0.06409	3012.0	3252.2	6.908	0.07076	2905.4	3218.2	6.8770	0.06320	2885.6	3202.7
600	0.07244	3103.3	3348.0	7.002	0.07632	2958.4	3310.3	7.0223	0.06858	2941.8	3294.7
650	0.08269	3195.6	3441.3	7.059	0.08154	3007.4	3401.9	7.0762	0.07385	3000.0	3386.8
700	0.11208	3462.4	3593.3	7.214	0.09800	3062.0	3503.3	7.2647	0.08882	3057.7	3500.3
800	0.12292	3602.6	4142.3	7.623	0.10946	3068.0	4102.0	7.7922	0.09815	3064.9	4127.7
900	0.13478	3844.8	4383.9	8.075	0.11972	3063.1	4382.1	8.0118	0.10789	3061.8	4380.2
1000	0.14624	4241.1	4631.2	8.598	0.13000	3063.9	4629.8	8.2444	0.11776	3057.6	4626.8
1100	0.15824	4251.4	4884.6	8.842	0.14004	3202.4	4882.0	8.6000	0.12659	3202.5	4882.1
1200	0.16992	4462.5	5142.2	8.842	0.15103	4462.6	5142.2	8.9880	0.13950	4462.6	5142.2
1300	0.18157	4480.9	5427.2	8.810	0.16100	4480.9	5426.5	8.9116	0.14927	4479.3	5426.7
P = 1.0 MPa (29.52 in. Hg)											
300	0.03545	2589.9	2784.6	5.890	0.03778	2581.0	2772.6	5.8148	0.03325	2570.5	2768.7
350	0.03619	2648.4	2865.6	6.070	0.03942	2633.4	2839.9	5.9337	0.03479	2623.2	2796.5
400	0.03742	2764.9	3043.9	6.310	0.04320	2707.4	3016.5	6.2395	0.03709	2708.8	3008.1
450	0.04017	2881.7	3223.9	6.521	0.04818	2793.9	3188.1	6.4932	0.04134	2804.6	3184.4
500	0.04401	2995.2	3408.1	6.693	0.05407	2878.1	3363.2	6.6602	0.04548	2884.6	3364.4
550	0.04910	3115.2	3591.3	6.828	0.06087	2958.1	3541.4	6.8005	0.05170	2958.6	3541.6
600	0.05552	3243.0	3784.3	6.928	0.06866	3034.3	3725.1	6.9007	0.05812	3058.5	3725.8
650	0.06327	3377.2	3988.8	7.000	0.07745	3106.6	3915.1	7.0010	0.06483	3138.7	3915.1
700	0.07250	3518.0	4204.3	7.047	0.08724	3175.1	4104.3	7.0471	0.07250	3218.7	4104.3
800	0.08419	3662.2	4624.6	7.286	0.10000	3230.0	4500.0	7.2860	0.08419	3298.7	4500.0
900	0.09864	3818.8	4876.6	7.610	0.11570	3281.1	4917.0	7.6104	0.09864	3378.7	4917.0
1000	0.11619	4088.1	5162.6	8.078	0.13400	3329.0	5342.6	8.0780	0.11619	4058.0	5342.6
1100	0.13544	4281.1	4878.7	8.270	0.15404	4281.1	4877.8	8.1882	0.13544	4281.1	4877.8
1200	0.15689	4490.8	5184.4	8.424	0.17600	4490.8	5184.4	8.3820	0.15689	4490.8	5184.4
1300	0.18107	4477.7	5494.1	8.423	0.19978	4477.7	5493.5	8.3551	0.18107	4477.7	5493.5
P = 1.5 MPa (32.5 in. Hg)											
300	0.02408	2568.9	2743.9	5.676	0.02628	2561.1	2725.1	5.5758	0.02148	2554.4	2724.3
350	0.02484	2647.6	2827.1	5.878	0.02817	2611.4	2810.3	5.7396	0.02318	2604.9	2810.3
400	0.02584	2770.0	2957.3	6.086	0.03140	2684.1	2904.6	6.0156	0.02430	2698.9	2904.6
450	0.02760	2943.2	3138.8	6.287	0.03636	2783.1	3097.5	6.2141	0.02630	2789.9	3097.5
500	0.03044	3095.0	3280.0	6.467	0.04290	2944.1	3282.4	6.4719	0.02870	2913.7	3281.5
550	0.03470	3248.9	3387.4	6.640	0.05081	3047.0	3376.1	6.5995	0.03200	3023.2	3376.1
600	0.04058	3413.0	3512.0	6.810	0.06000	3184.0	3502.0	6.7880	0.03610	3126.1	3502.0
650	0.04810	3584.4	3661.1	6.960	0.07078	3342.0	3625.8	6.9545	0.04090	3223.8	3625.8
700	0.05848	3768.8	3831.1	7.070	0.08437	3518.0	3870.0	7.1030	0.04610	3322.0	3870.0
800	0.07410	4042.0	4112.2	7.460	0.10400	3808.0	4114.0	7.4600	0.05410	3808.0	4114.0
900	0.09562	4302.6	4363.7	7.880	0.13047	4026.0	4362.0	7.8290	0.06720	4026.0	4362.0
1000	0.12419	4551.4	4617.7	8.320	0.16400	4298.0	4618.0	8.2130	0.08410	4298.0	4618.0
1100	0.16100	4781.7	4877.7	8.570	0.20600	4781.7	4877.0	8.5080	0.16100	4781.7	4877.0
1200	0.20740	4952.2	5134.6	8.760	0.25700	4952.2	5134.6	8.7130	0.20740	4952.2	5134.6
1300	0.26070	4972.9	5393.5	8.931	0.32047	4972.9	5398.0	8.8874	0.26070	4972.9	5398.0

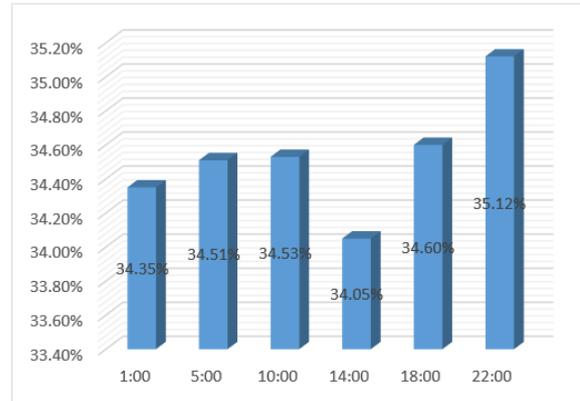
### 4.3 Hasil Efisienai

Tabel 3. Hasil Efisienai

Jam s	Temperature °C	Msf MPa	Flow BB Ton/jam	Entalpi j/kg	Efisiensi
01:00	520°C	103,22	24,37	3,431.80	34,35%
05:00	516°C	103,7	24,41	3,422.76	34,51%
10:00	516°C	101,76	23,9	3,421.95	34,53%
14:00	523°C	100,15	23,61	3,438.76	34,05%
18:00	519°C	102,85	24,11	3,429.26	34,60%
10:00	522°C	103,18	23,83	3,436.01	35,12%

Hasil efisiensi dimana efisiensi tertinggi diperoleh pada jam 22:00 (sepuluh malam) dengan efiesiasi 35,125 faktor yang menyebabkan ini bisa dilihat

dari tabel di atas aliran bahan bakar yang masuk ke dalam ruang bakar pada jam 22:00 sangatlah besar, pembakaran di malam hari sangat bagus karena bahan bakar tidak cepat memuai pada malam harinya. Efisiensi terendah diperoleh pada jam 14:00, hal ini terjadi karena bahan bakar pada siang hari sangat cepat memuai karena suhu luar ruangan yang mempengaruhi pembakaran sehingga pembakaran menjadi tidak bagus.



Gambar 4 Grafik perbandingan efisiensi

Gambar 4 merupakan perbandingan efisiensi pada setiap jamnya, efisiensi terendah diperoleh pada jam 14.00 dengan nilai 34,05% sedangkan efisiensi tertinggi didapatkan pada pukul 22.00 dengan nilai efisiensi sebesar 35,12%.

Hal yang mempengaruhi efisiensi bisa naik turun ada 2 faktor yaitu:

1. Pemakaian listrik.
2. Suhu di luar boiler.

Hal ini lah yang menyebabkan efisiensi pada jam 2 siang bisa sangat rendah di kareakan suhu di luar boiler yang panas sehingga bahan bakar cepat memuai dan yang kedua disebabkan banyak kegiatan yang menggunakan listrik pada jam 2 siang sehingga efisiensinya menurun. Dan efisiensi yang tertinggi di peroleh pada jam 10 malam, ketika malam hari suhu tidak terlalu panas sehingga bahan bakar tidak cepat memuai dan pemakai listrik pada malam hari tidak terlalu banyak hal inilah yang menyebabkan efisiensi pada jam 10 malam menjadi lebih tinggi.

### 5. Kesimpulan

Pengoprasian serta perawatan yang baik dan terencana dengan strandar yang sudah ditentukan oleh perusahaan membuat boiler itu bekerja dengan efektif, efisien dan aman bagi boiler itu sendiri dan operator. Jika tidak dilakukannya perawatan sesuai dengan buku manual ataupun standar perusahaan dapat menyebabkan penurunan efiesiasi ataupun kerusakan pada boiler itu sendiri. Keaman bekerja menjadi terganggu jika sampai boiler mengalami kerusakan mendadak, hal inilah yang menyebabkan harus adanya perawatan yang berkala pada boiler.

## Daftar Pustaka

- [1] Rachman, H., 2017, *Usulan Perawatan Sistem Boiler dengan Metode Reliability Centered Maintenance (RCM)*, Jurnal Teknik Industri, Vol.18, No. 1, pp. 86-93.
- [2] Ridwan, A, A. L., 2014, *Simulasi Perhitungan Unjuk Kerja / Performansi Boiler Pembangkit Listrik Tenaga Uap Berbahan Bakar Batu Bara*. Jurnal Surya Teknika , Vol.2, No.2, pp. 69–77.
- [3] Sugiharto, & Agus, 2016, *Tinjauan Teknis Pengoperasian dan Pemeliharaan Boiler*, Forum Teknologi, Vol. 6, No. 2, pp. 56–68.

	<p><b>I Putu Gede Yudha Adi Prasetya</b> menyelesaikan studi S1 di Universitas Udayana pada Program Studi Teknik Mesin, pada tahun 2020.</p>
<p>Bidang penelitian yang diminati adalah topik-topik yang berkaitan dengan Perpindahan Panas Dan Termodinamika</p>	