

## **ANALISA EFEKTIFAS *BLOWDOWN RATE* DAN *BLOWDOWN TIME* PADA BOILER KAPASITAS 20 TON/JAM**

*Effectivity Analysis of Blowdown Rate and Blowdown Time  
in Boilers Capacity 20 ton/hour*

**Zulham Effendi, Siti Aisyah\*, Muhammad Fauzan Ansyagory Lubis**

Program Studi Teknologi Pengolahan Hasil Perkebunan  
Institut Teknologi Sawit Indonesia (ITSI), Medan

\* [sitiaisyahchan76@gmail.com](mailto:sitiaisyahchan76@gmail.com)

### **ABSTRACT**

*Boiler blowdown is the removal of a portion of the water in a steam boiler which has a high TDS concentration and replacing it with new boiler feed water so that it will reduce the concentration of suspended or dissolved solid water from the boiler. The working system in the boiler is that heat is channeled to boiler water which will then form steam. Water has an important role in the boiler, if the water used is not according to standards it will cause problems such as scale, corrosion, deposits, carry over and other specific problems. In general, the water fed to the boiler contains a high content of TDS and other dissolved and insoluble solids in it. In this research, it was discovered that for 3 consecutive months the highest blowdown rate occurred on the 8th day of the first month, namely 2183.76 kg/hour and the lowest blowdown rate occurred on the 5th day of the 3rd month, namely 684.91 kg. /jam. The highest blowdown time occurred on the 8th day of the first month, namely 0.74 minutes/hour or the equivalent of 44.4 seconds, and the lowest blowdown time occurred on the 5th day of the 3rd month, namely 0.23 minutes/hour or the equivalent of 13.8 seconds. The high TDS value can affect the blowdown rate, blowdown time and blowdown percentage which will have an impact on the effectiveness of the blowdown rate, blowdown time and blowdown percentage in the boiler itself.*

*Keywords: boiler, blowdown rate, blowdown time*

### **ABSTRAK**

*Boiler blowdown adalah pembuangan sebagian dari air dalam ketel uap yang telah tinggi konsentrasi TDS nya dan menggantikannya dengan air umpan ketel yang baru sehingga akan menurunkan konsentrasi *suspended* atau *dissolved solid* air dari ketel uap. Sistem kerja pada boiler yaitu panas disalurkan ke air boiler yang kemudian akan membentuk uap. Air memiliki peranan penting pada boiler, jika air yang digunakan tidak sesuai standar maka akan menimbulkan masalah-masalah seperti*

kerak, korosi, deposit, *carry over* dan masalah spesifik lainnya. Pada umumnya air yang diumpankan ke boiler mengandung kandungan TDS yang tinggi serta padatan terlarut dan tak terlarut lain di dalamnya. Pada penelitian ini diketahui bahwa selama 3 bulan berturut-turut angka *blowdown rate* tertinggi terjadi pada hari ke 8 dibulan pertama yaitu sebesar 2183,76 kg/jam dan untuk angka *blowdown rate* terendah terjadi pada hari ke 5 dibulan ke 3 yaitu sebesar 684,91 kg/jam. Untuk *blowdown time* tertinggi terjadi pada hari ke 8 dibulan pertama yaitu 0,74 menit/jam atau setara dengan 44,4 detik, dan untuk angka *blowdown time* terendah terjadi pada hari ke 5 dibulan ke 3 yaitu 0,23 menit/jam atau setara dengan 13,8 detik. Tingginya nilai TDS dapat mempengaruhi *blowdown rate*, *blowdown time* dan persentase *blowdown* yang mana akan berdampak terhadap efektivitas *blowdown rate*, *blowdown time* dan persentase *blowdown* pada boiler itu sendiri.

Kata Kunci: boiler, *blowdown rate*, *blowdown time*

Submit: 16 Oktober 2023 \* Revisi: 5 November 2023 \* Accepted: 13 November 2023 \* Publish: 23 November 2023

## PENDAHULUAN

Pabrik kelapa sawit (PKS) adalah pabrik yang mengolah TBS (Tandan Buah Segar) sebagai bahan baku menjadi minyak sawit (CPO/*Crude Palm Oil*) dan inti sawit dengan berbagai tahapan pengolahan mulai dari stasiun penerima untuk bahan baku, perebusan, pengupasan, pengepresan, pemisahan minyak dan lumpur, penyulingan minyak, pengeringan inti dan stasiun penimbunan. Terdapat juga stasiun pengolahan air dan pembangkit listrik sebagai stasiun pendukung, dimana salah satu alat di pembangkit listrik tersebut adalah boiler [1]. Ketel uap (*steam boiler*) adalah pembangkit listrik tenaga uap yang berbentuk bejana tertutup dimana panas pembakaran dipindahkan ke air hingga terbentuk air panas atau uap berupa energi kerja [2]. Pada umumnya boiler yang digunakan pada pabrik kelapa sawit adalah boiler yang menghasilkan *superheated steam*, dimana *steam* ini pertama kali digunakan untuk memutar

turbin sebagai pembangkit listrik kemudian sisa *steam* digunakan untuk proses pengolahan yaitu, *sterilizer* (alat untuk merebus tandan buah segar) dan proses pemurnian atau penjernihan minyak [3].

Secara umum, efisiensi boiler dapat dipengaruhi oleh beberapa parameter seperti tipe boiler, suplai oksigen, laju *blowdown*, kondisi *boiler feed water* (BFW) dan lain-lain [4, 5]. Uap atau *steam* merupakan gas yang dihasilkan dari proses penguapan, dengan bahan baku air bersih, yang telah melalui proses *water treatment*, yang dialirkan menggunakan pompa ke tangki umpan dan ke boiler [6]. Ketika uap meninggalkan air yang mendidih, padatan terlarut yang berasal dari air umpan boiler tertinggal di air boiler. Peningkatan konsentrasi padatan terlarut dapat menyebabkan suatu hambatan air boiler menjadi *steam* sehingga menyebabkan kerusakan pada perpipaan, *steam trap* bahkan peralatan proses [6]. Padatan-padatan yang tertinggal menjadi bertambah kepekatannya, dan bahkan

dapat mencapai ke suatu tingkat dimana pemekatan lebih lanjut bisa menyebabkan terbentuknya kerak atau deposit di dalam boiler. Endapan juga mengakibatkan terbentuknya kerak di bagian dalam boiler, yang mengakibatkan pemanasan menjadi berlebih dan akhirnya menyebabkan kegagalan pada pipa boiler. Oleh karena itu penting untuk mengendalikan tingkat konsentrasi padatan dalam suspensi dan yang terlarut dalam air yang dididihkan. Hal ini dicapai oleh proses yang disebut *blowdown*, dimana sejumlah volume air tertentu dikeluarkan dan secara otomatis diganti dengan air umpan. *Blowdown* penting untuk melindungi permukaan penukar panas pada boiler. Walau demikian, *blowdown* dapat menjadi sumber kehilangan panas yang cukup berarti, jika dilakukan secara tidak benar. Air yang digunakan pada boiler apabila kurang memenuhi standar yang ditentukan akan menimbulkan beberapa masalah-masalah diantaranya : 1). Munculnya kerak yang terbentuk akibat pengendapan dari *hardness* (Ca ; Mg) pada air umpan dan juga peristiwa lewat jenuh (*supersaturation*) atau kristalisasi dari zat-zat terlarut dalam air umpan pada permukaan dimana perpindahan panas terjadi ( $\text{CaSO}_4$  ;  $\text{SiO}_2$ ). Kerak dapat menyebabkan terhambatnya proses perpindahan panas dari dinding ke air pada boiler, menurunkan efisiensi boiler, terjadinya *overheating* (pemanasan yang berlebih) pada metal boiler dan juga dapat menyebabkan pecahnya pipa boiler. 2). Korosi, merupakan suatu proses elektrokimia dimana logam/*metal* berubah sifat kembali ke bentuk alamnya yang mula-mula sebagai suatu oksida (campuran dengan oksigen). Penyebab utama terjadinya korosi yaitu disebabkan oleh oksigen ( $\text{O}_2$ ), karbon dioksida ( $\text{CO}_2$ )/asam karbonat ( $\text{H}_2\text{CO}_3$ ), dan *alkalinity* ( $\text{OH}^-$ ) yang berlebihan pada

suatu tempat. Akibat terjadinya peristiwa korosi ini dapat berupa penipisan dingsing logam pada pipa dan drum boiler serta pecah/bocornya pipa boiler. 3). Deposit merupakan endapan yang menempel pada dinding pipa dan drum boiler yang terbentuk dari oksida metal yang terjadi karena korosi pada sistim aliran air umpan serta kondensat dan zat organik yang terikut masuk dengan aliran air umpan. Deposit dapat menyebabkan beberapa masalah pada boiler seperti, terhambatnya proses perpindahan panas dari dinding ke air pada boiler, menurunnya efisiensi boiler, terjadinya *overheating* (pemanasan yang berlebihan) pada *metal* boiler dan pecahnya pipa boiler. 4). *Carry over* ialah peristiwa terikutnya air boiler pada *steam*. Peristiwa menguap dan terlarut nya silika pada *steam* dikenal sebagai *Selective silica carry over* dimana hal ini sangat berbahaya pada sistem yang memakai turbin untuk pembangkit listrik karena deposit silika akan menempel pada sirip turbin dan menyebabkan rusaknya turbin. *Carry over* dapat mengakibatkan terbentuknya deposit pada pipa *superheater*, menyebabkan peristiwa *overheating* dan pecahnya pipa, terbentuknya deposit pada sirip turbin, menyebabkan turunnya efisiensi mesin dan rusaknya komponen rotor pemutar turbin, terjadinya korosi dan erosi serta kerusakan mekanis pada pipa *superheater*, *steam valve*, komponen turbin dan jaringan alat alat yang menggunakan aliran *steam*. 5). *Boiler blowdown* adalah pembuangan sebagian dari air dalam ketel uap yang telah tinggi konsentrasi TDS (*Total Dissolved Solid*)nya dan menggantikannya dengan air umpan ketel yang baru sehingga akan menurunkan konsentrasi *suspended* atau *dissolved solid* air dari ketel uap. Tujuannya adalah untuk mengendalikan air boiler terhadap parameter yang

ditentukan antara lain untuk meminimalkan *scale*, *corrosion*, *carry over*, dan masalah khusus lainnya [6]. *Blowdown* adalah pembuangan sebagian dari air dalam ketel uap yang telah tinggi konsentrasinya dan menggantikannya dengan air umpan ketel yang baru sehingga akan menurunkan konsentrasi *suspended* atau *dissolved solid* air dari ketel uap. Jika akumulasi TDS dibiarkan, maka kemungkinan besar terjadinya masalah pada boiler seperti penyumbatan dan *overheating*. Oleh karena itu perlu dilakukannya perhitungan *blowdown rate* dan *blowdown time* yang tujuannya adalah untuk mengendalikan air boiler terhadap parameter yang ditentukan antara lain untuk meminimalkan *scale*, *corrosion*, *carry over*, dan masalah khusus lainnya. Untuk menghitung *blowdown rate* dan *blowdown time* dapat dilakukan dengan menggunakan rumus berikut, yaitu:

$$\text{Blowdown Rate} = qBD = \frac{qS \times fc}{bc - fc}$$

Dimana :

qBD : *Blowdown Rate* (kg/jam)

qS : *Steam Flow* (kg/jam)

fc : *Total Dissolved Solid* (TDS) dalam Air Umpan (ppm)

bc : *Total Dissolved Solid* (TDS) dalam Air Boiler (ppm)

([www.EngineeringToolBox.com](http://www.EngineeringToolBox.com))

$$\text{Blowdown Time} = \frac{qBD}{x}$$

Dimana :

qBD : *Blowdown Rate* (kg/jam)

x : *Outlet Water Pipe 2"*

Pengeluaran air pada pipa 2"  
(liter/menit)

(*Eonchemicals, 2021*)

*Blowdown* juga digunakan untuk menghapus endapan yang tidak diperlukan di dalam sistem dan juga sebagai pengontrol tekanan berlebih pada boiler. Endapan ini biasanya disebabkan

oleh kontaminasi *feedwater*, *internal precipitates* secara kimiawi, atau melampaui batas kelarutan garam. Akibatnya beberapa air boiler akan dibuang (*blowdown*) dan digantikan dengan *feedwater* yang baru. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui efektivitas dan dampak yang terjadi jika *blowdown rate* dan *blowdown time* dilakukan tidak sesuai dan kurang maksimal.

## METODOLOGI PENELITIAN

Penelitian ini dilaksanakan pada tanggal 28 Maret – 14 Juli 2022 di Pabrik Kelapa Sawit (PKS) Unit Usaha Solok Selatan PT. Perkebunan Nusantara VI.

Alat yang digunakan adalah : Boiler Pabrik Kelapa Sawit Solok Selatan.

Spesifikasi :

*Merk* : Takuma

*Type* : N - 600

*Kapasitas* : 20 Ton Uap/Jam

*Steam Flow* : 18 Ton Uap/Jam

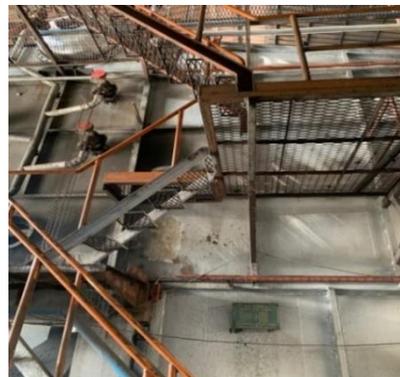
*Steam Temperature* : *Superheated*

*Hydro Test Pressure*: 32 Kgs/cm<sup>2</sup> G

*Working Pressure* : 16,60 Kg/cm<sup>2</sup>

*Diameter Pipa Blowdown*: 2 inch

*Tahun Pembuatan* : 2012.



Gambar 1. Boiler (PTPN VI PKS Solok Selatan, 2022)

Bahan yang digunakan adalah :  
Data sekunder yang berasal dari :

- a. Data TDS *Feed Water Tank* (April, Mei, Juni)
- b. Data TDS Boiler (April, Mei, Juni)

### Pengumpulan Data

Data – data yang dikumpulkan yaitu data primer dan data sekunder yang diperoleh dari lokasi dilaksanakannya penelitian. Data yang dikumpulkan yaitu data spesifikasi boiler dan data harian TDS *Feed Water Tank* dan TDS Boiler selama 3 bulan (April, Mei, Juni).

### Prosedur dan Pengolahan Data Penelitian

Penelitian ini dilakukan dengan cara sebagai berikut :

1. Mengamati proses terjadinya *blowdown* pada boiler.
2. Melakukan pengecekan dan pengamatan terhadap pipa *blowdown* boiler untuk mengetahui diameter pipanya.
3. Melakukan pengambilan data boiler dan data harian bulan April, Mei dan Juni TDS *Feed Water Tank* dan TDS Boiler.
4. Melakukan analisa terhadap data – data yang telah diperoleh.
5. Melakukan pengolahan terhadap data – data yang telah diperoleh.

Tabel 1. *Blowdown Rate* Bulan April

No	Tanggal	qS (kg/jam)	fc (ppm)	bc (ppm)	bc-fc (ppm)	<i>Blowdown Rate</i> (kg/jam)
1	01/04/2022	18000	140	3177	3037	829,77
2	04/04/2022	18000	143	2310	2167	1187,82
3	06/04/2022	18000	180	3031	2851	1136,44
4	07/04/2022	18000	171	3770	3599	855,24
5	08/04/2022	18000	140	3158	3018	834,99
6	09/04/2022	18000	160	2701	2541	1133,41
7	11/04/2022	18000	148	2750	2602	1023,83
8	12/04/2022	18000	136	1257	1121	2183,76
9	13/04/2022	18000	159	2047	1888	1515,89
10	14/04/2022	18000	178	2917	2739	1169,77
11	15/04/2022	18000	145	2725	2580	1011,63
12	16/04/2022	18000	150	2837	2687	1004,84
13	18/04/2022	18000	76	1024	948	1443,04
14	19/04/2022	18000	176	2340	2164	1463,96
15	20/04/2022	18000	176	2271	2095	1512,17
16	21/04/2022	18000	162	2842	2680	1088,06
17	22/04/2022	18000	174	3368	3194	980,59
18	23/04/2022	18000	205	3165	2960	1246,62
19	24/04/2022	18000	164	3573	3409	865,94
20	25/04/2022	18000	167	2821	2654	1132,63
21	26/04/2022	18000	161	2761	2600	1114,62
22	27/04/2022	18000	198	3296	3098	1150,42
23	28/04/2022	18000	198	2051	1853	1923,37
24	29/04/2022	18000	168	2391	2223	1360,32
25	30/04/2022	18000	168	3452	3284	920,83
<b>Rata - Rata</b>			<b>161,72</b>	<b>2721,40</b>	<b>2559,68</b>	<b>1203,60</b>

## HASIL DAN PEMBAHASAN

Untuk menganalisa *blowdown rate* pada boiler, data yang diambil yaitu merupakan data sekunder pada bulan April, Mei dan Juni 2022. Adapun data yang diambil yaitu data terhadap TDS *feed water*, air boiler dan tekanan boiler. Data yang diambil kemudian dihitung dengan menggunakan persamaan a dan b diatas. Hasil perhitungan *blowdown rate* dan *blowdown time* di bulan April, Mei dan Juni 2022 dapat dilihat pada Tabel 1.

Pada Tabel 1 terlihat bahwa *blowdown rate* pada bulan April, dimana pada tabel 1 terlihat bahwa angka *blowdown rate* tertinggi yaitu 2183,76 kg/jam pada tanggal 12 April 2022 dan untuk angka *blowdown rate* terendah yaitu 829,77 kg/jam pada tanggal 01 April 2022. Hal ini terjadi karena kondisi dari proses regenerasi anion dan kation yang masih kurang maksimal untuk proses regenerasi sudah jenuh sehingga menyebabkan tingginya TDS pada air boiler dan *feed water* [7].

Tabel 2. *Blowdown Rate* Bulan Mei

No	Tanggal	qS (kg/jam)	fc (ppm)	bc (ppm)	bc-fc (ppm)	<i>Blowdown Rate</i> (kg/jam)
1	07/05/2022	18000	185	3378	3193	1042,91
2	09/05/2022	18000	179	2360	2181	1477,30
3	10/05/2022	18000	203	2683	2480	1473,39
4	11/05/2022	18000	191	2643	2452	1402,12
5	12/05/2022	18000	179	2312	2133	1510,55
6	13/05/2022	18000	169	2394	2225	1367,19
7	14/05/2022	18000	179	2522	2343	1375,16
8	15/05/2022	18000	189	2860	2671	1273,68
9	16/05/2022	18000	180	2936	2756	1175,62
10	17/05/2022	18000	166	2910	2744	1088,92
11	18/05/2022	18000	165	2461	2296	1293,55
12	19/05/2022	18000	162	2624	2462	1184,40
13	20/05/2022	18000	180	3201	3021	1072,49
14	21/05/2022	18000	153	2519	2366	1163,99
15	22/05/2022	18000	85	1614	1529	1000,65
16	24/05/2022	18000	158	2996	2838	1002,11
17	25/05/2022	18000	186	3073	2887	1159,68
18	26/05/2022	18000	185	3123	2938	1133,42
19	27/05/2022	18000	189	3229	3040	1119,08
20	28/05/2022	18000	168	2851	2683	1127,10
21	29/05/2022	18000	135	2687	2552	952,19
22	30/05/2022	18000	150	2663	2513	1074,41
23	31/05/2022	18000	158	2452	2294	1239,76
<b>Rata - Rata</b>			<b>169,30</b>	<b>2717,00</b>	<b>2547,70</b>	<b>1204,77</b>

Pada Tabel 2 dapat ditunjukkan angka *Blowdown Rate* pada bulan Mei dimana terlihat bahwa angka *blowdown rate* tertinggi yaitu 1510,55 kg/jam pada tanggal 12 Mei 2022 dan untuk angka *blowdown rate* terendah yaitu 952,19 kg/jam pada tanggal 29 Mei 2022. Hal ini terjadi dikarenakan kondisi kejernihan air di *water basin* yang tidak sesuai dengan norma sehingga kinerja pada proses regenerasi anion dan kation menjadi semakin berat ditambah dengan kondisi dari resin yang sudah jenuh sehingga mengakibatkan tingginya TDS pada air boiler dan *feed water*.

Pada Tabel 3 merupakan angka *blowdown rate* pada bulan Juni, dimana terlihat bahwa angka *blowdown rate* tertinggi yaitu 1685,26 kg/jam pada tanggal 27 Juni 2022 dan untuk angka *blowdown rate* terendah yaitu 684,91 kg/jam pada tanggal 07 Juni 2022. Hal ini terjadi dikarenakan kondisi saringan pada anion dan kation yang sudah rusak sehingga pada saat dilakukan *backwash* resin terikut air keluar yang mengakibatkan proses regenerasi air pada anion dan kation tidak berjalan dengan maksimal dan menyebabkan tingginya TDS pada air boiler dan *feed water* [7].

Tabel 3. *Blowdown Rate* Bulan Juni

No	Tanggal	qS (kg/jam)	fc (ppm)	bc (ppm)	bc-fc (ppm)	<i>Blowdown Rate</i> (kg/jam)
1	02/06/2022	18000	149	2546	2397	1118,90
2	03/06/2022	18000	160	2782	2622	1098,40
3	04/06/2022	18000	162	2168	2006	1453,64
4	05/06/2022	18000	164	2557	2393	1233,60
5	07/06/2022	18000	146	3983	3837	684,91
6	08/06/2022	18000	147	2619	2472	1070,39
7	10/06/2022	18000	150	2504	2354	1146,98
8	11/06/2022	18000	146	2211	2065	1272,64
9	12/06/2022	18000	138	2579	2441	1017,62
10	13/06/2022	18000	148	3103	2955	901,52
11	14/06/2022	18000	158	2702	2544	1117,92
12	16/06/2022	18000	165	2796	2631	1128,85
13	17/06/2022	18000	217	3026	2809	1390,53
14	18/06/2022	18000	199	2918	2719	1317,40
15	19/06/2022	18000	200	3128	2928	1229,51
16	20/06/2022	18000	202	3096	2894	1256,39
17	21/06/2022	18000	203	2927	2724	1341,41
18	22/06/2022	18000	190	3931	3741	914,19
19	23/06/2022	18000	194	2734	2540	1374,80
20	24/06/2022	18000	171	2955	2784	1105,60
21	25/06/2022	18000	156	2908	2752	1020,35
22	27/06/2022	18000	94	1098	1004	1685,26
23	29/06/2022	18000	173	3169	2996	1039,39
24	30/06/2022	18000	83	1404	1321	1130,96
<b>Rata - Rata</b>			<b>163,13</b>	<b>2743,50</b>	<b>2580,38</b>	<b>1168,80</b>

Pada Tabel 1, 2 dan 3 dapat dilihat bahwa adanya kondisi *blowdown rate* yang tinggi, hal ini terjadi dikarenakan kondisi yang membutuhkan waktu yang lebih lama untuk membuang air pada boiler sedangkan pada angka *blowdown time* terendah terjadi karena waktu yang lebih singkat untuk membuang air nya.

Hal ini terjadi dikarenakan proses regenerasi anion dan kation yang masih kurang maksimal akibat resin yang digunakan untuk proses regenerasi sudah jenuh sehingga berpengaruh terhadap kondisi TDS dari air boiler dan *feed water* [7]. Berikut merupakan *blowdown time* pada bulan April, Mei dan Juni.

Tabel 4. *Blowdown Time* bulan April

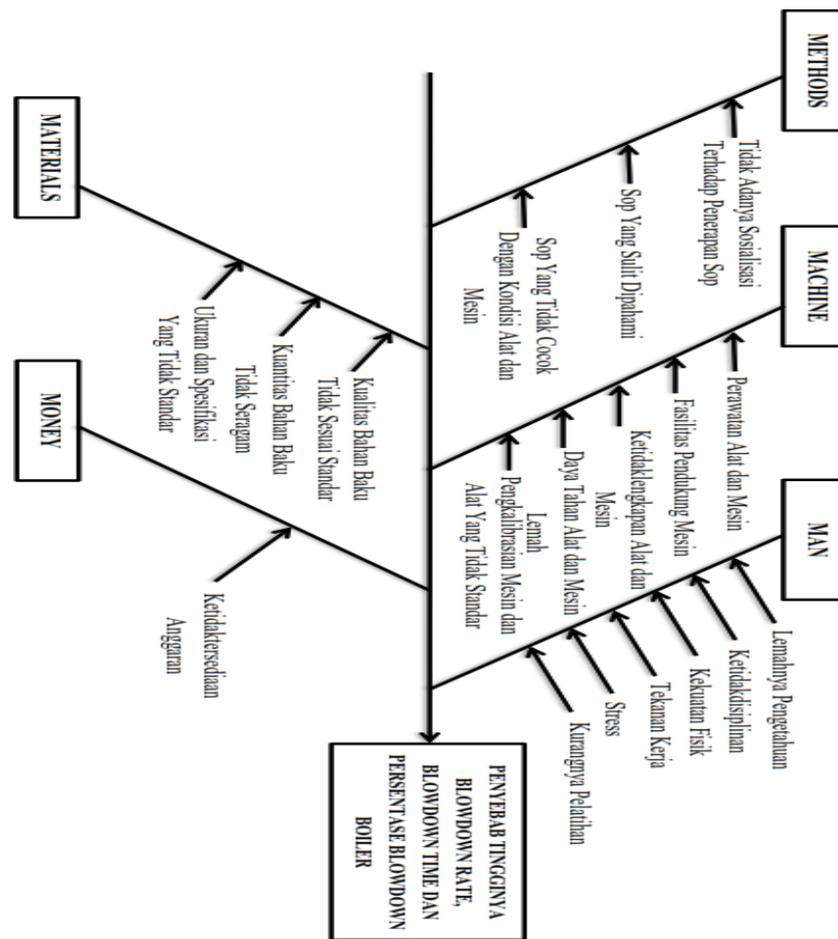
No	Tanggal	Working Pressure (kg/cm <sup>2</sup> )	X (liter/menit)	Blowdown Rate (liter/jam)	Blowdown Time (menit/jam)
1	01/04/2022	16,60	2964,67	716,21	0,24
2	04/04/2022	16,60	2964,67	1101,34	0,37
3	06/04/2022	16,60	2964,67	1295,56	0,44
4	07/04/2022	16,60	2964,67	1203,41	0,41
5	08/04/2022	16,60	2964,67	830,77	0,28
6	09/04/2022	16,60	2964,67	1459,46	0,49
7	11/04/2022	16,60	2964,67	727,05	0,25
8	12/04/2022	16,60	2964,67	1297,51	0,44
9	13/04/2022	16,60	2964,67	1495,21	0,50
10	14/04/2022	16,60	2964,67	1020,73	0,34
11	15/04/2022	16,60	2964,67	874,35	0,29
12	16/04/2022	16,60	2964,67	793,33	0,27
13	18/04/2022	16,60	2964,67	1176,04	0,40
14	19/04/2022	16,60	2964,67	1751,25	0,59
15	20/04/2022	16,60	2964,67	1506,28	0,51
16	21/04/2022	16,60	2964,67	1270,96	0,43
17	22/04/2022	16,60	2964,67	1153,67	0,39
18	23/04/2022	16,60	2964,67	1472,87	0,50
19	24/04/2022	16,60	2964,67	987,48	0,33
20	25/04/2022	16,60	2964,67	1042,16	0,35
21	26/04/2022	16,60	2964,67	1102,32	0,37
22	27/04/2022	16,60	2964,67	991,19	0,33
23	28/04/2022	16,60	2964,67	2571,43	0,87
24	29/04/2022	16,60	2964,67	1372,20	0,46
25	30/04/2022	16,60	2964,67	759,31	0,26
<b>Rata-Rata</b>		<b>16,60</b>	<b>2964,67</b>	<b>1198,88</b>	<b>0,40</b>

Tabel 5 *Blowdown Time* bulan Mei

No	Tanggal	Working Pressure (kg/cm <sup>2</sup> )	X (liter/menit)	Blowdown Rate (liter/jam)	Blowdown Time (menit/jam)
1	07/05/2022	16,60	2964,67	1211,40	0,41
2	09/05/2022	16,60	2964,67	1441,94	0,49
3	10/05/2022	16,60	2964,67	1097,32	0,37
4	11/05/2022	16,60	2964,67	1326,59	0,45
5	12/05/2022	16,60	2964,67	1471,23	0,50
6	13/05/2022	16,60	2964,67	1126,66	0,38
7	14/05/2022	16,60	2964,67	1363,19	0,46
8	15/05/2022	16,60	2964,67	1243,06	0,42
9	16/05/2022	16,60	2964,67	947,37	0,32
10	17/05/2022	16,60	2964,67	900,56	0,30
11	18/05/2022	16,60	2964,67	1332,10	0,45
12	19/05/2022	16,60	2964,67	1242,97	0,42
13	20/05/2022	16,60	2964,67	1110,13	0,37
14	21/05/2022	16,60	2964,67	1361,21	0,46
15	22/05/2022	16,60	2964,67	539,26	0,18
16	24/05/2022	16,60	2964,67	873,79	0,29
17	25/05/2022	16,60	2964,67	1073,60	0,36
18	26/05/2022	16,60	2964,67	1068,44	0,36
19	27/05/2022	16,60	2964,67	1020,24	0,34
20	28/05/2022	16,60	2964,67	874,20	0,29
21	29/05/2022	16,60	2964,67	761,84	0,26
22	30/05/2022	16,60	2964,67	885,25	0,30
23	31/05/2022	16,60	2964,67	1227,27	0,41
<b>Rata-Rata</b>		<b>16,60</b>	<b>2964,67</b>	<b>1108,68</b>	<b>0,37</b>

Tabel 6. *Blowdown Time* bulan Juni

No	Tanggal	Working Pressure (kg/cm <sup>2</sup> )	X (liter/menit)	Blowdown Rate (liter/jam)	Blowdown Time (menit/jam)
1	02/06/2022	16,60	2964,67	961,30	0,32
2	03/06/2022	16,60	2964,67	1157,34	0,39
3	04/06/2022	16,60	2964,67	1709,71	0,58
4	05/06/2022	16,60	2964,67	1233,33	0,42
5	07/06/2022	16,60	2964,67	496,93	0,17
6	08/06/2022	16,60	2964,67	1102,91	0,37
7	10/06/2022	16,60	2964,67	1140,41	0,38
8	11/06/2022	16,60	2964,67	1314,91	0,44
9	12/06/2022	16,60	2964,67	1049,74	0,35
10	13/06/2022	16,60	2964,67	774,66	0,26
11	14/06/2022	16,60	2964,67	1210,62	0,41
12	16/06/2022	16,60	2964,67	1248,92	0,42
13	17/06/2022	16,60	2964,67	1392,51	0,47
14	18/06/2022	16,60	2964,67	1364,47	0,46
15	19/06/2022	16,60	2964,67	1320,19	0,45
16	20/06/2022	16,60	2964,67	1361,45	0,46
17	21/06/2022	16,60	2964,67	1258,00	0,42
18	22/06/2022	16,60	2964,67	723,04	0,24
19	23/06/2022	16,60	2964,67	1345,54	0,45
20	24/06/2022	16,60	2964,67	1175,26	0,40
21	25/06/2022	16,60	2964,67	747,17	0,25
22	27/06/2022	16,60	2964,67	1685,26	0,57
23	29/06/2022	16,60	2964,67	1164,79	0,39
24	30/06/2022	16,60	2964,67	1130,96	0,38
<b>Rata-Rata</b>		<b>16,60</b>	<b>2964,67</b>	<b>1169,56</b>	<b>0,39</b>



Gambar 2. Fishbone Diagram

**Analisa Penyebab Menggunakan Fishbone Diagram**

Untuk menganalisa penyebab tingginya *blowdown rate* dan *blowdown time* maka perlu dilakukan analisa dengan menggunakan *fishbone diagram* yang dapat dilihat pada Gambar 2.

**a. Man (Manusia)**

*Man* yang dimaksud disini yaitu merujuk pada sumber daya manusia yang terlibat atau berperan secara langsung dalam kegiatan operasional pabrik, dimana sumber daya manusia sangat mempengaruhi kemungkinan terjadi *blowdown rate* dan *blowdown time*.

Adapun beberapa faktor yang dapat menjadi penyebab yaitu berupa lemahnya pengetahuan, ketidakdisiplinan, kekuatan fisik, tekanan kerja, stress dan juga kurangnya pelatihan terhadap bidang tugas yang diberikan. Faktor-faktor tersebut dapat sangat mempengaruhi kinerja dari operator sehingga dapat menyebabkan tingginya *blowdown rate* dan *blowdown time* yang terjadi pada boiler terutama di PKS.

**b. Machine (Mesin dan Peralatan)**

Mesin yang dimaksud disini yaitu segala peralatan yang digunakan dalam seluruh rangkaian kegiatan operasional pabrik kelapa sawit (PKS) dimana mesin

merupakan salah satu sumber penyebab tingginya *blowdown rate* dan *blowdown time* yang terjadi di PKS. Terdapat beberapa faktor yang dapat menjadi penyebab di antara lain seperti perawatan alat dan mesin, fasilitas pendukung mesin, ketidaklengkapan mesin dan alat, pengkalibrasian mesin dan alat yang tidak standar, dan juga daya tahan mesin dan alat yang lemah. Beberapa faktor di atas dapat sangat mempengaruhi kegiatan operasional PKS yang berdampak pada tingginya *blowdown rate* dan *blowdown time*.

#### c. *Methods* (Metode)

Metode atau tata cara kerja yang baik dapat mempengaruhi lancar dan berjalannya sebuah pekerjaan. Pada PKS pabrik kelapa sawit sebuah metode diciptakan dalam bentuk standar operasional prosedur (SOP) yang mana standar ini dijadikan acuan dalam mengoperasikan mesin dan alat serta sebagai standar dalam mengerjakan sesuatu untuk mencapai suatu hasil yang juga telah ditetapkan sebagai sebuah standar. Pada aspek metode terdapat beberapa faktor yang menjadi penyebab tingginya *blowdown rate* dan *blowdown time* yaitu tidak adanya sosialisasi terhadap penerapan SOP, SOP yang sulit dipahami, dan SOP tersebut menjadi pengaruh yang berdampak cukup besar terhadap kegiatan operasional di PKS terutama terhadap tingginya *blowdown rate* dan *blowdown time*.

#### d. *Money* (Uang dan Finansial)

Uang merupakan alat tukar dan alat pengukur nilai yang menjadi salah satu unsur yang tidak dapat diabaikan dalam suatu kegiatan operasional terutama di PKS. Pada aspek keuangan, ketidaktersediaan anggaran menjadi

aspek yang sudah cukup sering terjadi dalam rangkaian kegiatan operasional terutama pada PKS, sehingga dengan ketidaktersediaan anggaran ini dapat menimbulkan masalah-masalah yang kemudian berdampak pada tingginya *blowdown rate* dan *blowdown time* pada boiler yang juga dapat mengganggu rangkaian aktivitas operasional di PKS.

#### e. *Materials* (Bahan Baku)

Selain memiliki tenaga kerja yang ahli dalam bidangnya, untuk dapat mencapai hasil yang lebih baik juga harus dapat menggunakan bahan dan materi yang disediakan sebagai salah satu sarannya. Pada aspek bahan baku terdapat beberapa faktor yang menjadi penyebab *blowdown rate* dan *blowdown time* yang tinggi yaitu seperti kualitas bahan baku tidak sesuai standar, kuantitas bahan baku tidak seragam, serta ukuran dan spesifikasi yang tidak standar. Faktor-faktor di atas dapat sangat berpengaruh terhadap aktivitas operasional di PKS yang mana nantinya akan berdampak langsung terhadap tingginya *blowdown rate* dan *blowdown time* pada boiler [8].

#### Alternatif Solusi Untuk Efektivitas *Blowdown Rate* dan *Blowdown Time*

Tekanan dan kualitas air pada boiler dapat mempengaruhi *blowdown rate* pada boiler. Jika jumlah padatan yang terdapat pada boiler tidak dibuang secara tuntas, hal itu dapat menyebabkan masalah-masalah yang dapat menghambat kinerja dari boiler itu sendiri. Untuk membuang padatan tersebut durasi/waktu perlu diketahui agar proses *blowdown* dapat dilakukan secara tepat (tidak kurang ataupun berlebih). Tingginya *blowdown rate* dan *blowdown time* pada boiler dapat terjadi

dikarenakan beberapa faktor penyebab yang mempengaruhinya. Dari faktor penyebab tersebut juga diperlukan alternatif solusi yang mana solusi tersebut dapat digunakan sebagai cara untuk mengatasi penyebab yang menimbulkan permasalahan yang bisa mempengaruhi efektivitas *blowdown rate* dan *blowdown time* pada boiler. Dalam operasional PKS tentunya tidak akan pernah terlepas dari peran manusia didalamnya, manusia dapat menjadi salah satu dari beberapa penyebab tingginya *blowdown rate* dan *blowdown time* pada boiler seperti lemahnya pengetahuan, ketidakdisiplinan, kekuatan fisik, tekanan kerja, stress dan juga kurangnya pelatihan terhadap bidang tugas yang diberikan [8]. Oleh karena itu untuk mengatasi permasalahan tersebut perlu dilakukan pelatihan (*training*) yang didalamnya terdapat komponen membangun karakter serta bersifat *fun training* dan pemahaman terkait bidang tugas yang dilaksanakan [9].

Mesin dan peralatan merupakan komponen utama dalam operasional di PKS, mesin dan peralatan juga dapat menjadi faktor penyebab seperti kurangnya perawatan alat dan mesin serta fasilitas pendukung mesin, ketidaklengkapan mesin dan alat, pengkalibrasian mesin dan alat yang tidak standar, dan juga daya tahan mesin dan alat yang lemah. Untuk mengatasi permasalahan tersebut diperlukan kesadaran diri untuk menjaga serta merawat alat dan mesin, melengkapi serta melakukan kalibrasi sesuai dengan standar, dan melakukan pengecekan secara rutin terhadap alat dan mesin yang digunakan. Mesin dan peralatan juga harus memiliki metode yang dapat berupa standar operasional prosedur (SOP) dalam pengoperasiannya. Ada beberapa hal yang dapat menjadi faktor penyebab seperti tidak adanya sosialisasi terhadap penerapan SOP, SOP yang sulit

dipahami, dan SOP yang tidak cocok dengan kondisi alat dan mesin. Maka dari itu perlu dilakukan sosialisasi terhadap penerapan sop dengan cara melakukan pemasangan sop pada setiap stasiun dan melakukan evaluasi terhadap sop untuk penyesuaian terhadap kondisi alat dan mesin yang digunakan.

Faktor penyebab selanjutnya berasal dari kondisi keuangan dan finansial yang mana ini menjadi salah satu faktor yang penting dalam sebuah perusahaan. Ketidakterersediaan anggaran menjadi penyebab yang dapat berpengaruh pada seluruh rangkaian kegiatan operasional terutama di PKS. Dengan ketidakterersediaan anggaran maka proses operasional tidak akan berjalan sebagaimana mestinya. Oleh sebab itu, untuk mengatasinya perlu dilakukan perencanaan dan pengajuan anggaran yang digunakan untuk rangkaian kegiatan operasional. Hal itu dilakukan agar segala kebutuhan yang diperlukan untuk menunjang kegiatan operasional dapat tersedia dan berjalan sebagaimana mestinya [8]. Dan untuk faktor penyebab yang terakhir berasal dari aspek bahan baku. Adapun faktor penyebabnya yaitu seperti kualitas bahan baku tidak sesuai standar, kuantitas bahan baku tidak seragam, serta ukuran dan spesifikasi yang tidak standar. Cara yang perlu dilakukan untuk mengatasi masalah tersebut yaitu dengan melakukan pengawasan terhadap kualitas dan kuantitas bahan baku sesuai dengan kebutuhan [7]. Dengan cara-cara tersebut diharapkan penyebab-penyebab yang dapat mempengaruhi efektivitas *blowdown rate* dan *blowdown time* pada boiler dapat diatasi dengan baik.

## KESIMPULAN

*Blowdown* pada boiler dilakukan dengan tujuan untuk mengendalikan air boiler terhadap parameter yang ditentukan untuk menghindari dampak buruk yang akan terjadi pada boiler seperti kerak, korosi, deposit, *carry over* dan masalah spesifik lainnya. Tingginya *blowdown rate* dan *blowdown time* dapat mempengaruhi efektivitas *blowdown rate* dan *blowdown time* pada boiler itu sendiri. Hal ini terjadi dikarenakan tingginya nilai TDS yang terdapat pada boiler yang mana ini disebabkan oleh beberapa faktor seperti manusia, mesin dan peralatan, metode, uang dan finansial serta bahan baku. Semakin tinggi nilai TDS yang terdapat pada boiler maka semakin lama waktu/durasi yang diperlukan untuk proses *blowdown* sehingga semakin lama waktu/durasi *blowdown* yang digunakan maka semakin banyak air yang terbuang pada saat dilakukannya *blowdown*

## DAFTAR PUSTAKA

- [1]. Effendi, Z., S. Aisyah, and R. Hastyanda, *Fuel Used Analysis on Boiler Efficiency Variations and Water Intake Temperature Affected by Palm Oil Varieties*. Agro Bali: Agricultural Journal, 2021. **4**: p. 94-105.
- [2]. Pravitasaria, Y., M. Bara'allo, and M.N. Maraa, *Analisis Efisiensi Boiler Menggunakan Metode Langsung*. Prisma Fisika, 2017. **5**(1): p. 9-12.
- [3]. Pratiwi, P. and Z. Hadi, *Proses Produksi pada Pembangkit Listrik Tenaga Uap dan Perhitungan Efisiensi Termal: Studi Kasus PLTU Teluk Sirih*. Jurnal Teknik Mesin Institut Teknologi Padang, 2022. **12**(1): p. 26-31.
- [4]. Gupta, R. and S. Ghai, *Energy Efficiency Improvement Strategies for Industrial Boilers: A Case Study*. Journal of Engg & Technology, 2011. **1**.
- [5]. Hasan, A., *EFISIENSI ENERGI TERMAL SISTEM BOILER DI INDUSTRI*. Jurnal Energi dan Lingkungan (Enerlink), 2008. **4**(2).
- [6]. Aisyah, S. and Z.E.D.V. Maha, *Aplikasi Interpolasi Lagrange terhadap Efisiensi Turbin pada Pabrik Kelapa Sawit Mayang Kapasitas 40 Ton/Jam*. Agrotek - Jurnal Teknologi Industri Pertanian, 2021. **15**(1): p. 171-176.
- [7]. Pelayar, M. and D. Despa, *Perhitungan Penghematan Energi terhadap Rencana Pemasangan Automatic Blowdown Control System pada HOKEN Boiler*. Jurnal Profesi Insinyur, 2020. **1**(2): p. 22-27.
- [8]. Laila, L., Hanifadonna, and Rudiyanto, *Perancangan Alat Total Dissolved Solid (TDS) Monitoring pada Air Boiler Berbasis Mikrokontroler di Pabrik Kelapa Sawit Naga Sakti*. JAPPS - Journal of Applied Science, 2021. **3**(2): p. 48-56.
- [9]. Mohamad, A. and R. Subagyo, *ANALISIS KINERJA BOILER PEMBANGKIT LISTRIK TENAGA UAP ASAM ASAM UNIT II – KALIMANTAN SELATAN*. JTAM ROTARY, 2020. **2**: p. 109.