

INTEGRASI *FUEL FLOW CONTROL* DAN *COMBUSTION AIR FLOW CONTROL* PADA OTOMASI KENDALI TEKANAN *STEAM* DI *BOILER*

Ahmad Mahfud

Program Studi Teknologi Pengolahan Hasil Perkebunan Kelapa Sawit

Politeknik Kelapa Sawit Citra Widya Edukasi – Bekasi

Email : ahmad.mahfud@gmail.com

Abstrak

Boiler merupakan peralatan utama di Pabrik Kelapa Sawit. Kinerja Boiler dalam menghasilkan uap sangat mempengaruhi kinerja stasiun kerja lainnya. Variabilitas kinerja Boiler berdampak besar terhadap variabilitas pencapaian setiap stasiun kerja. Tekanan steam yang berfluktuasi, menyebabkan kualitas pengolahan yang tidak stabil. Beberapa Boiler menggunakan sistem *continues feeding*, yang akan mengumpan bahan bakar ke ruang bakar secara terus-menerus walaupun tekanannya telah mencapai set point, sehingga terjadi pemborosan bahan bakar dan air. Berdasarkan data yang diperoleh, sistem ini akan menghasilkan tekanan uap Boiler yang berfluktuasi dan kurang stabil. Integrasi *Fuel Flow Control* dan *Combustion Air Flow Control* digunakan untuk mengatur laju pengumpanan bahan bakar dan udara ke dalam ruang bakar. Efektifitas pembakaran sangat ditekankan dalam integrasi ini, sehingga salah satu parameter yang dapat dilihat secara visual adalah kondisi asap pembakaran sempurna yang berbeda dengan pembakaran yang kurang sempurna. Set Point yang merupakan referensi kapasitas uap yang ditentukan dalam penelitian ini sebesar 18,3 ton uap/jam untuk pabrik berkapasitas 30 ton/jam, dengan pengaturan *Fuel Flow Control* sebesar 69% dan *Combustion Air Flow Control* sebesar 70%. Pencapaian tekanan uap yang dihasilkan dengan pengintegrasian pengumpanan bahan bakar dan pengumpanan udara kedalam ruang bakar, menghasilkan tekanan uap yang relatif lebih stabil sebesar 20 bar di Boiler dan Turbin, serta tekanan 3,2 bar di BPV.

Kata Kunci

Fuel Flow Control, Combustion Air Flow Control, Boiler.

Abstract

Boiler is the main equipment in the mills. Boiler performance in generating steam greatly affect the performance of other work stations. Variability of performance variability Boiler major impact on the achievement of each work station. Steam pressure fluctuates, causing unstable processing quality. Some boiler using the system continues feeding, which will feed the fuel into the combustion chamber continuously even though the pressure has reached the set point, resulting in wasted fuel and water. Based on the data obtained, the system will generate steam boiler pressure fluctuating and less stable. Integration Fuel Combustion Air Flow Control and Flow Control is used to adjust the feed rate of fuel and air into the combustion chamber. Combustion effectiveness is emphasized in this integration, so that one of the parameters that can be seen visually is a perfect combustion conditions different smoke by burning less than perfect. Set Point which is a reference steam capacity is determined in this study amounted to 18.3 tons of steam / hour for a plant with a capacity of 30 tons / hour, by setting the Fuel Flow Control at 69% and Combustion Air Flow Control by 70%. Achievement vapor pressure generated by the integration of feeding fuel and air feed into the combustion chamber, resulting in vapor pressure are relatively stable at 20 bar in boilers and turbines, as well as the pressure of 3.2 bar in BPV.

Keywords

Fuel Flow Control, Combustion Air Flow Control, Boiler.

Pendahuluan



abrik Kelapa Sawit adalah pabrik yang mengekstraksi minyak sawit dari tandan buah segarnya. Proses pengekstraksian ini sangat membutuhkan pengkondisian suhu. Proses pemanasan sangat diperlukan disetiap stasiun. Sumber panas yang didistribusikan ke setiap stasiun diperoleh dari uap panas yang dihasilkan oleh *Boiler*.

Pada beberapa *Boiler* konvensional, sistem pengumpanan bahan bakar ke dalam ruang bakar, dilakukan secara kontinyu, dan menekankan pengawasan secara manual oleh operator. Sistem pengendalian yang sangat bergantung pada sisi operator ini kerap kali menyebabkan proses pembakaran dalam ruang bakar yang kurang sempurna. Hal ini ditunjukkan dengan asap hitam sisa pembakaran yang keluar dari cerobong. Pembakaran yang tidak optimal dan jauh dari kestabilan, akan menghasilkan produk akhir berupa tekanan *steam* yang tidak stabil. Dipastikan hal ini akan berpengaruh terhadap pengolahan selanjutnya, khususnya di stasiun rebusan.

Tidak hanya terkait dengan proses pengolahan, pembakaran yang tidak optimal, memberikan dampak pada pemakaian bahan bakar yang terkesan boros. Dan yang lebih penting lagi ada asap buangan sisa pembakaran yang tidak sempurna akan sangat berpengaruh terhadap pencemaran lingkungan. Bahkan hal ini bisa menjadi alasan utama dalam pengintegrasian *Fuel Flow Control* dan *Combustion Air Flow Control*.

Landasan Teori

Boiler

Boiler adalah bejana tertutup dimana panas pembakaran dialirkan ke air sampai terbentuk *steam*. *Steam* pada tekanan tertentu kemudian digunakan untuk mengalirkan panas ke stasiun-stasiun untuk kebutuhan pengolahan.

Air merupakan media yang berguna dan murah, jika air dididihkan sampai menjadi *steam*, volumenya akan meningkat. Di dalam pabrik minyak kelapa sawit *steam* digunakan sebagai penggerak turbin dan media pemanas dalam unit proses, antara lain di stasiun *Sterilizer*, *Digester*, *Clarification and oil tank*, dan *Kernel recovery*.

Dalam perancangannya *Boiler* dilengkapi dengan beberapa sistem kontrol agar *steam* yang dihasilkan sesuai dengan spesifikasi yang dikehendaki, dengan tetap dijaga agar *Boiler* dapat beroperasi dengan efisien dan aman. Sistem kontrol pada *Boiler* terdiri dari:

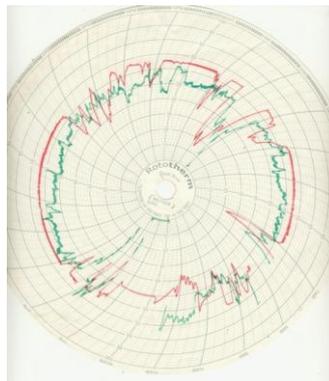
1. *Water level control*, untuk menjaga agar level air dalam drum tetap pada *Set Point*-nya walaupun terjadi perubahan beban ataupun gangguan lainnya. Level air yang terlalu rendah bisa menyebabkan terjadinya panas berlebih (*overheated*) pada pipa-pipa *Boiler* sehingga pipa bisa menjadi rusak/ bengkok/bocor. Sebaliknya level air yang

- terlalu tinggi akan menyebabkan pemisahan air dan *steam* dalam drum tidak sempurna sehingga kualitas *steam* yang dihasilkan kurang optimal (banyak mengandung air/basah).
2. *Combustion control*, untuk menjaga kapasitas dan tekanan *steam* yang dihasilkan oleh *Boiler* sesuai dengan *Set Point*-nya.
 3. *Blowdown control*, untuk mengontrol kandungan solid dalam drum *Boiler* agar tidak timbul kerak.

Recorder Chart

Adalah alat pencatat tekanan *steam* yang dihasilkan dari *Boiler* dari waktu ke waktu secara *real time*. *Recorder chart* ini akan mencatat posisi tekanan *steam* selama 24 jam untuk satu lembar *chart*-nya.

Recorder Chart akan memberikan gambaran performa tekanan *steam* yang dihasilkan, apakah cukup atau kurang. Apakah stabil atau berfluktuasi. Hal ini akan menjadi salah satu parameter terhadap performa pengolahan di dalam pabrik.



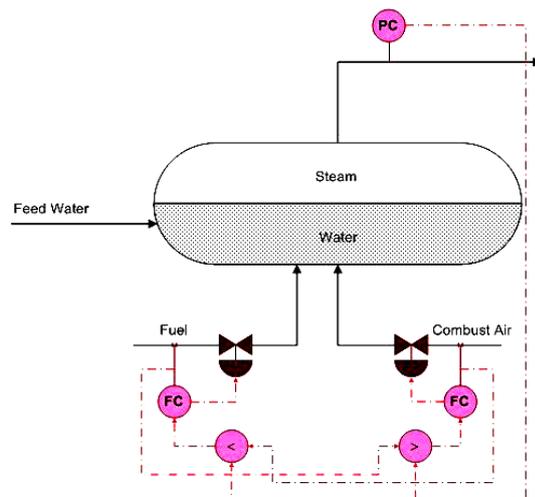
Gambar 1 Contoh *Recorder Chart* merek *Rototherm*

Combustion Control

Combustion Control adalah peralatan tambahan yang memiliki sistem kerja tertentu, ditujukan untuk menjaga kapasitas dan tekanan *steam* yang dihasilkan *Boiler* agar sesuai *Set Point*-nya.

Cara kerja dari *combustion control* ini adalah dengan mengontrol kesempurnaan pembakaran pada *Combustion chamber* (ruang pembakaran), di mana kesempurnaan pembakaran dipengaruhi oleh laju bahan bakar dan kebutuhan udara pada *Combustion chamber*.

Laju bahan bakar dapat dikontrol menggunakan *fuel flow control*, sedangkan kebutuhan udara dikontrol dengan *combustion air flow control*.

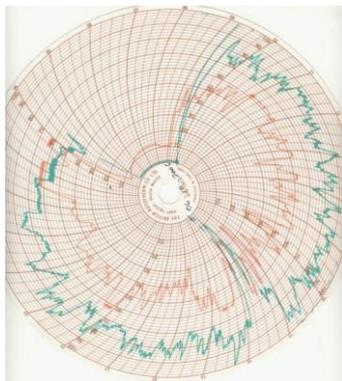


Gambar 2 Integrasi *Fuel flow control* dan *Combustion air flow control*

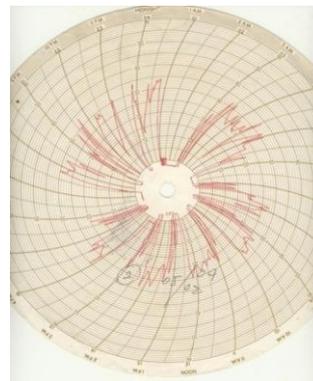
Metode Penelitian

Identifikasi Sistem

Berdasarkan *recorder chart* yang terpasang pada *Boiler*, tekanan *steam* yang dihasilkan sangat fluktuatif (Gambar 3a). Hal ini sangat mempengaruhi kinerja stasiun pengolahan yang memerlukan *steam*, terutama *Sterilizer*. Tekanan *steam* yang fluktuatif akan mengakibatkan sistem perebusan *tripple peak* tidak optimal (Gambar 3b).



a. *Boiler*



b. *Sterilizer*

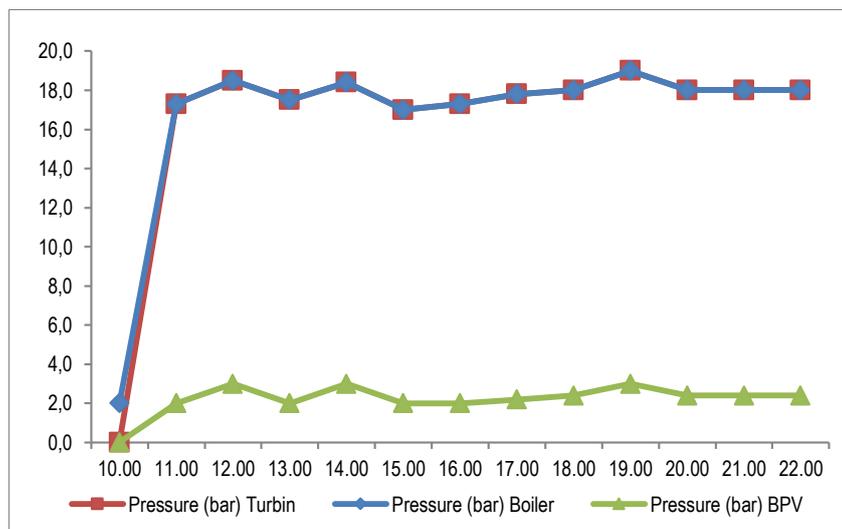
Gambar 3 *Recorder Chart*

Kondisi tersebut menunjukkan bahwa kinerja pengendalian pembakaran yang terjadi di ruang bakar pada *Boiler* belum optimal. Hal tersebut diperkuat dengan timbulnya asap hitam pada cerobong asap *Boiler* (Gambar 4) yang menandakan kurang sempurnanya proses pembakaran.



Gambar 4 Asap Hitam pada Cerobong asap Boiler

Secara garis besar, identifikasi sistem yang dapat diperoleh sebelum dilakukan integrasi adalah sebagaimana pada Gambar 5.



Gambar 5 Grafik kinerja Boiler, Turbin dan BPV sebelum integrasi

Nampak dalam grafik tersebut, bahwa kinerja sistem masih sangat fluktuatif. Fluktuasi tekanan dirasakan cukup signifikan hingga di BPV.

Identifikasi Ketersediaan Bahan Bakar (*Fuel*)

Bahan bakar Boiler Pabrik Kelapa Sawit adalah *fiber* dan *shell*. *Mass balance* untuk *fiber* 14% to TBS, *shell* kering ex-LTDS 5% to TBS.

Untuk Pabrik dengan kapasitas 30 Ton/jam, bahan bakar yang dihasilkan adalah:

$$\text{Fiber} = 14\% \times 30 \text{ ton/jam} = 4,2 \text{ ton/jam} = 4.200 \text{ Kg/jam}$$

$$\text{Shell} = 5\% \times 30 \text{ ton/jam} = 1,5 \text{ ton/jam} = 1.500 \text{ Kg/jam}$$

$$\text{Total bahan bakar yang dihasilkan} = 5.700 \text{ Kg/jam}$$

Nilai kalor untuk *fiber* (kadar air 38%) adalah 4.700 Kkal/Kg, dan untuk *shell* (kadar air 17%) adalah 4.950 Kkal/Kg (Ramus, 2003) sehingga total kalor yang dihasilkan:

$$\text{Fiber} = 14\% \times 30.000 \text{ Kg/jam} \times 4.700 \text{ Kkal/Kg} = 19,740 \times 10^6 \text{ Kkal/jam}$$

$$\text{Shell} = 5\% \times 30.000 \text{ Kg/jam} \times 4.950 \text{ Kkal/Kg} = 7,425 \times 10^6 \text{ Kkal/jam}$$

$$\text{Total kalor yang dihasilkan} = 27,165 \times 10^6 \text{ Kkal/jam}$$

Panas untuk menghasilkan 1 Kg uap adalah 669 Kkal (Ramus, 2003), sehingga total kalor yang dihasilkan mampu menghasilkan uap sebesar:

$$(27,165 \times 10^6 \text{ Kkal/jam}) / (669 \text{ Kkal/Kg}) = 40.605 \text{ Kg uap/jam}$$

$$= 40,605 \text{ Ton uap/jam}$$

Jika efisiensi *boiler* 65% maka $65\% \times 40,605 \text{ Ton uap/jam} = 26,393 \text{ Ton uap/jam}$. Kebutuhan uap dalam proses pengolahan di PMKS menurut Ramus (2003) adalah:

$$1. \text{ Perebusan dengan sistem } \textit{tripple peak} = 260 \text{ Kg uap/Ton TBS}$$

$$2. \text{ Digester} = 60 \text{ Kg uap/Ton TBS}$$

$$3. \text{ Kernel recovery} = 130 \text{ Kg uap/Ton TBS}$$

$$4. \text{ Clarification and Oil tank} = 100 \text{ Kg uap/ton TBS}$$

$$\text{Total} = 550 \text{ Kg uap/ton TBS}$$

Kebutuhan uap untuk proses pengolahan di Pabrik berkapasitas 30 Ton/jam diperoleh dari rumusan berikut:

$$\text{Kebutuhan uap} = 550 \text{ Kg uap/Ton} \times 30 \text{ Ton/jam}$$

$$= 16.500 \text{ Kg uap/jam} = 16,5 \text{ Ton uap/jam.}$$

Uji Operasional (*Operational Test*)

Uji operasional (*Operational Test*) ditujukan untuk mengetahui perbandingan yang optimal untuk mendapatkan proses pembakaran yang sempurna, dengan melihat parameter asap buangan yang ada di *chamber*.

Uji operasional dilakukan dengan melakukan pembakaran pada ruang bakar, selanjutnya dilakukan pembukaan sedikit demi sedikit *air flow*

control, sambil ditambahkan bahan bakar secara bertahap. Langkah ini dilakukan dari posisi 0% hingga 100% pembukaan *air flow*.

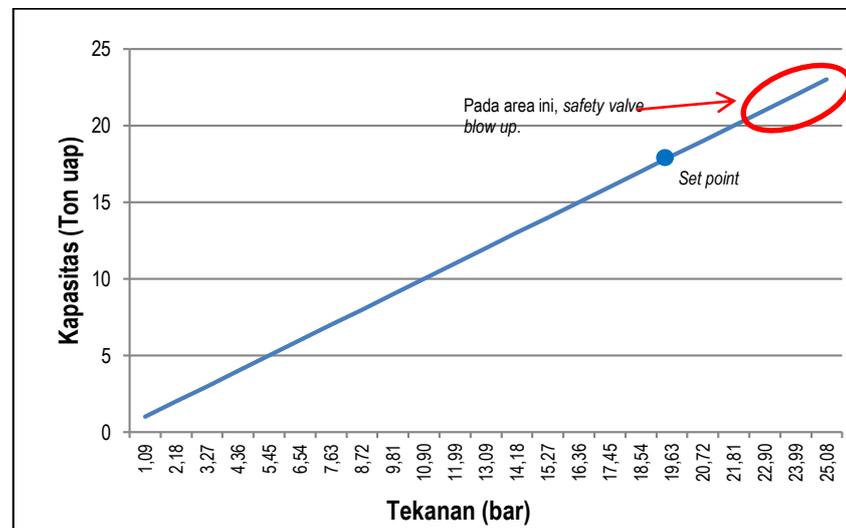
Tabel 1 Data Hasil *Operational Test*

| Combustion Air Flow (%) | Fuel Flow (%) |
|--------------------------------|----------------------|
| 0,00 | 0,00 |
| 5,00 | 0,00 |
| 23,00 | 20,20 |
| 29,40 | 26,90 |
| 42,10 | 40,40 |
| 61,00 | 60,60 |
| 70,00 | 69,00 |
| 81,30 | 80,00 |
| 100,00 | 99,00 |

Sumber: *Operational test* di lapangan

Penentuan *Set Point*

Set Point ditentukan berdasarkan tingkat kebutuhan akan *steam* di pengolahan yaitu sebesar 16,5 Ton uap/jam. Untuk mengantisipasi fluktuasi yang diperkirakan masih terjadi, *Set Point* dinaikkan lebih kurang 10%, menjadi 18,3 Ton/jam.

Gambar 6 Penentuan *Set Point*

Penentuan Komposisi *Fuel* dan *Combustion Air*

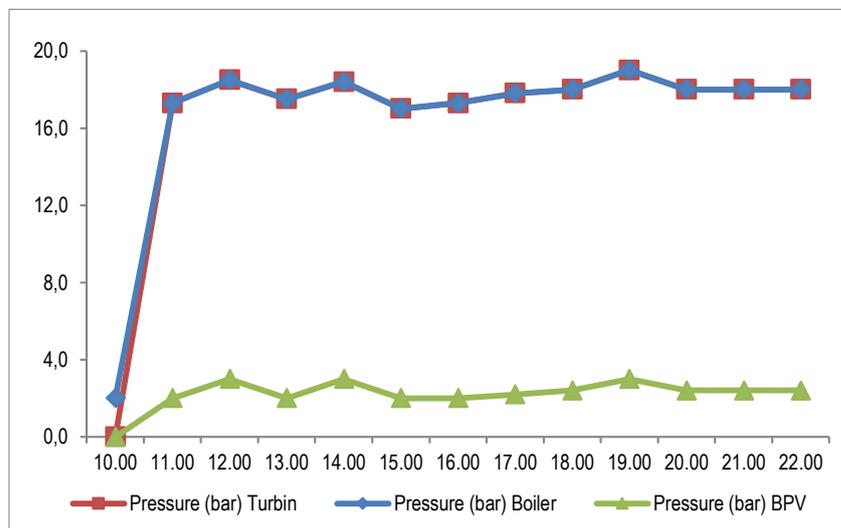
Penentuan ini dilakukan dengan menindaklanjuti hasil operasional *test* yang diolah dalam perhitungan komposisi bahan bakar terhadap potensi kalori yang dihasilkan serta uap yang dapat dibangkitkan.

Diperoleh perhitungan bahwa untuk mendapatkan kapasitas pembangkitan uap sebesar 18,3 Ton uap/jam dibutuhkan bahan bakar sebanyak 3.952 Ton/jam yang merupakan campuran antara *fiber* dan *shell*.

Bahan bakar tersebut akan tersuplay pada aliran bahan bakar (*fuel flow*) sebesar 69%. Untuk *fuel flow* pada angka tersebut, sesuai data hasil operasional *test*, *Combustion Air Flow* yang diperlukan adalah sebesar 70%.

Hasil dan Pembahasan

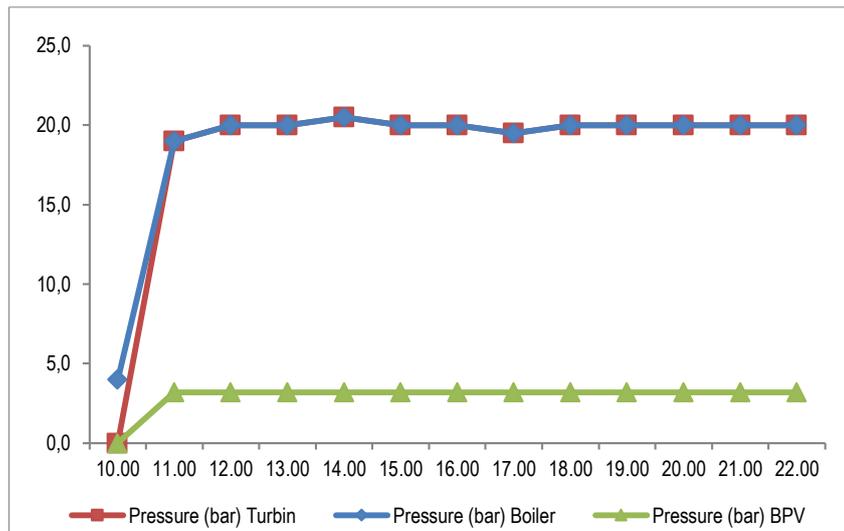
Performa tekanan uap yang dihasilkan dari *Boiler* sebelum diterapkannya sistem integrasi adalah sebagaimana dalam Gambar 7.



Gambar 7 Grafik Tekanan *steam* di *Boiler*, Turbin dan *BPV* Sebelum Penerapan Integrasi

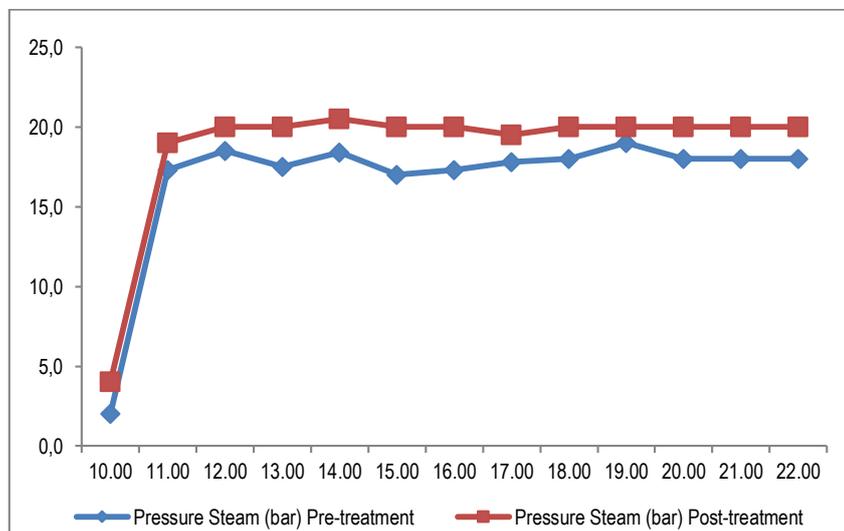
Pada Gambar 7 terlihat bahwa tekanan yang diperoleh saat belum dilakukannya integrasi, cukup berfluktuasi. Bahkan fluktuasi tekanan tersebut dirasakan hingga ke *BPV* yang seharusnya bertugas untuk menstabilkan tekanan *steam* yang akan diumpankan ke *sterilizer*.

Setelah dilakukannya integrasi dengan penggunaan *Set Point* yang telah ditentukan didapatkan hasil tekanan *steam* sebagaimana pada Gambar 8.



Gambar 8 Grafik Tekanan Steam di Boiler, Turbin dan BPV Setelah Penerapan Integrasi

Dari Gambar 8 terlihat bahwa tekanan steam relatif lebih stabil dibandingkan dengan sebelum dilakukannya integrasi. Untuk memperjelas perbedaannya, berikut gambar perbandingan langsung kedua grafik tersebut.



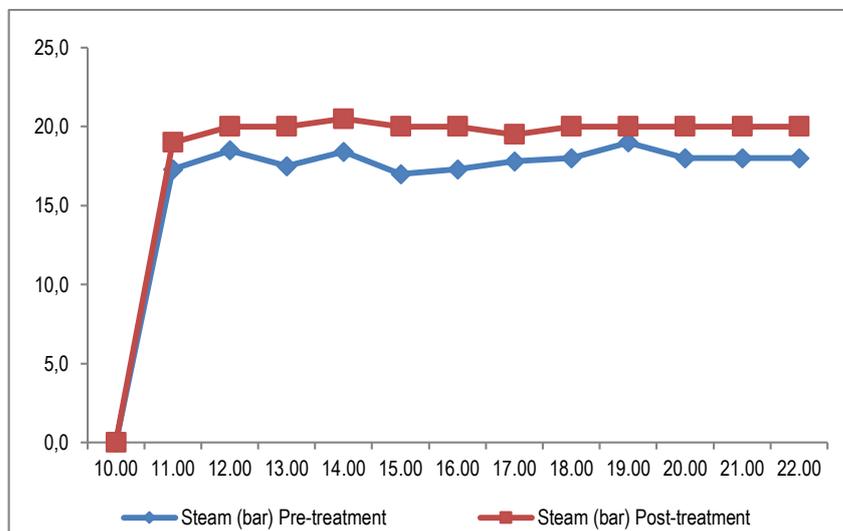
Gambar 9 Grafik Perbandingan Performa Tekanan Steam di Boiler

Tekanan steam di Boiler sebelum penerapan integrasi senantiasa berada dibawah 20 barg. Setelah penerapan integrasi, dapat bertahan relatif stabil pada tekanan 20 bar.

Kondisi ini sangat mendukung terhadap ketercapaian tekanan *steam* pada proses selanjutnya.

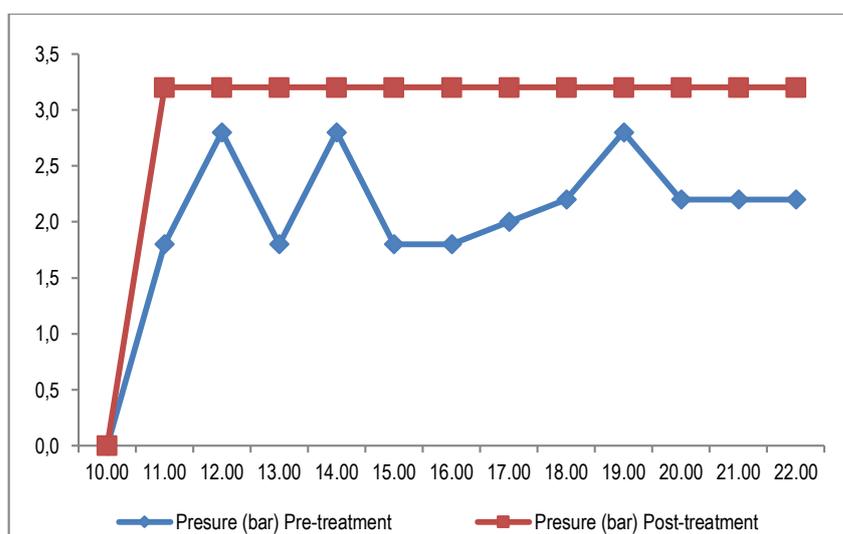
Ahmad Mahfud

Integrasi *Fuel Flow Control*
dan *Combustion Air Flow*
Control pada Otomasi
Kendali Tekanan *Steam* di
Boiler



Gambar 10 Grafik Perbandingan Tekanan *Steam* di *Inlet Pipe Turbin*

Gambar 10 di atas memaparkan adanya perubahan performa, setelah adanya perlakuan integrasi. Dimana, setelah diintegrasikan tekanan *steam* yang masuk ke Turbin juga lebih stabil dan lebih optimal pada tekanan sebesar 20 bar.



Gambar 11 Grafik Perbandingan Tekanan *Steam* di *BPV*

Sebagai akibat ketidakstabilan di *Boiler*, sangat berpengaruh kepada ketidakstabilan di *BPV*. Sebaliknya, kestabilan tekanan *steam* di *Boiler* sangat berpotensi menghasilkan kestabilan tekanan *steam* di *BPV*. Hal ini ditunjukkan pada Gambar 11, di mana tekanan setelah diintegrasikan, relatif stabil pada tekanan 3,2 bar.

Penutup

Kesimpulan

1. Penerapan sistem integrasi *Fuel Flow Control* dan *Combustion Air Flow Control* dilakukan dengan perhitungan pada sebuah pabrik kelapa sawit dengan kapasitas 30 Ton/jam.
2. *Set Point* yang menjadi referensi adalah hasil perhitungan dari standar kebutuhan uap sebesar 18,3 Ton uap/jam.
3. Komposisi bahan bakar dan aliran udara pembakaran pada *Set Point* dimaksud adalah sebesar 69% dan 70%.
4. Kestabilan tekanan *steam* di *Boiler*, Turbin dan *BPV*, masing-masing adalah 20 bar, 20 bar dan 3,2 bar.

Saran

1. Sistem integrasi *Fuel Flow Control* dan *Combustion Air Flow Control* ini dalam proses optimasinya masih menggunakan metode yang sangat sederhana, hanya menyesuaikan pembukaan antara *fuel flow control* dengan *combustion air flow control* sesuai operasional *test* yang telah dilakukan.
2. Perlu dilakukan pengkajian lebih mendalam terkait sistem optimasi yang menggunakan teknologi terkini (PID atau NN).
3. Dapat dilakukan pengujian yang serupa untuk *boiler-boiler* yang berbeda, sehingga diperoleh *Set Point* yang lebih sesuai untuk masing-masing pabrik.

Daftar Pustaka

- Al-Qudsi, M.Z. (2009). *Diktat Kuliah Teknik Pengolahan II*. Bekasi: Politeknik Kelapa Sawit Citra Widya Edukasi.
- Anonim. (1999). *Pengoperasian Ketel Uap*. Direktorat Pengawasan Norma Keselamatan dan Kesehatan Kerja. Jakarta: Direktorat Pengawasan Norma Keselamatan dan Kesehatan Kerja.
- Naibaho, P.M. (1998). *Teknologi Pengolahan Kelapa Sawit*. Medan: Pusat Penelitian Kelapa Sawit.
- Pahan, I. (2006). *Panduan Lengkap Kelapa Sawit Manajemen Agribisnis dari Hulu Hingga Hilir*. Bogor: Penebar Swadaya.

Ramus, T. (2003). *Boiler*. Tidak dipublikasikan.

Saraswati, A. (2008). *Diktat Kuliah Teknik Laboratorium*. Bekasi: Politeknik Kelapa Sawit Citra Widya Edukasi.

Anonim. (2006). *Boiler & Pemanas Fluida Termis*.
<http://www.energyefficiencyasia.org>. UNEP

Ahmad Mahfud

Integrasi *Fuel Flow Control*
dan *Combustion Air Flow*
Control pada Otomasi
Kendali Tekanan *Steam* di
Boiler
