

ANALISA MENINGKATKAN PERFORMANSI OPERASI BOILER TIPE FULTON 30E

Rufinus Nainggolan¹⁾, Benar Surbakti²⁾
^{1,2}, Staf Pengajar Politeknik Negeri Medan
¹rufinus550ng@yahoo.com

ABSTRACT

The boiler has been shown performance from a number of the transfer conversion on energy to product gasses. The type of Fulton 30E, with analyzing capacitively on the 4,5,6,7 and 8 of the gasses quality. The analyzing which is operating the type of Fulton 30E boiler on testing in the Energy Laboratorium Engineering, at the Polytechnic of State Medan. The high pressure will be increasing higher efficiency of boiler's gasses on 278.65 kg/m and 65,6 %. The conclusion boiler performance are must be maximum of higher pressure conditions.

To increasing efficiency had to do the analyzing loses and designing heat recovery of it.

Keyword : boiler, operating, performance, efficiency.

ABSTRAK

Performansi boiler adalah menunjukkan kapasitas jumlah transfer energi panas untuk dapat menghasilkan kapasitas produksi aliran uap. Pada pengoperasian boiler tipe Fulton 30E, maka performansi akan dianalisis pada kondisi tekanan 4, 5, 6, 7, dan 8 bar(abs) pada fraksi kualitas uapnya. Dari hasil analisis pengujian operasi Boiler Tipe Fulton 30E di laboratorium Teknik Konversi Energi, maka semakin tinggi tekanan maka efisiensi boiler semakin tinggi efisiensi Boiler, yaitu pada tekanan 8 bar dengan konsumsi bahan bakar 35,7 liter dan kapasitas uap 278,565 kg/jam efisiensinya 65,6%. Maka untuk meningkatkan performansi operasi boiler direkomendasikan pada tekanan kerja maksimum.

Untuk meningkatkan efisiensi maka rencana tahapan selanjutnya untuk melakukan analisis rugi-rugi dan rancangan *heat recovery* untuk boiler itu sendiri.

Kata kunci : boiler, operasi, performansi, efisiensi.

I. PENDAHULUAN

Secara teori dan praktanya bahwa tidak mungkin semua energi panas ditransformasikan kepada fluida kerja, dimana sebagian dalam bentuk rugi-rugi ke atmosfer atau lingkungan. Untuk meningkatkan performansi operasi boiler maka dilakukan pengujian untuk berbagai kondisi kapasitas produksi uap pada tekanan yang bervariasi dengan peubah tetapnya adalah pengukuran manometer pada pipa aliran uap dengan variasi tekanan 4, 5, 6, 7, dan 8 bar (absolut).

Pada kondisi-kondisi tersebut kemudian diukur konsumsi bahan bakarnya, dalam hal ini digunakan bahan bakar solar dengan kandungan energi 45700 kJ/kg dengan density 0,82 kg/liter [1].

Hasil penelitian operasi Boiler Tipe Fulton 30E menunjukkan bahwa efisiensi boiler meningkat pada tekanan yang semakin besar dan mendekati spesifikasi. Dari *Name Plate* yang tertera pada Boiler, maka spesifikasi boiler adalah kapasitas 400 kg/jam pada tekanan 10 bar. Oleh karena itu, hasil analisis menunjukkan bahwa efisiensi

boiler yang tertinggi pada tekanan 8 bar dengan kapasitas aliran uap 278,565 kg/Jam adalah 65,8%.

I. Performansi Boiler

Efisiensi boiler adalah perbandingan dari panas yang dihantar kepada uap dengan suplai energi panas dari sumber.

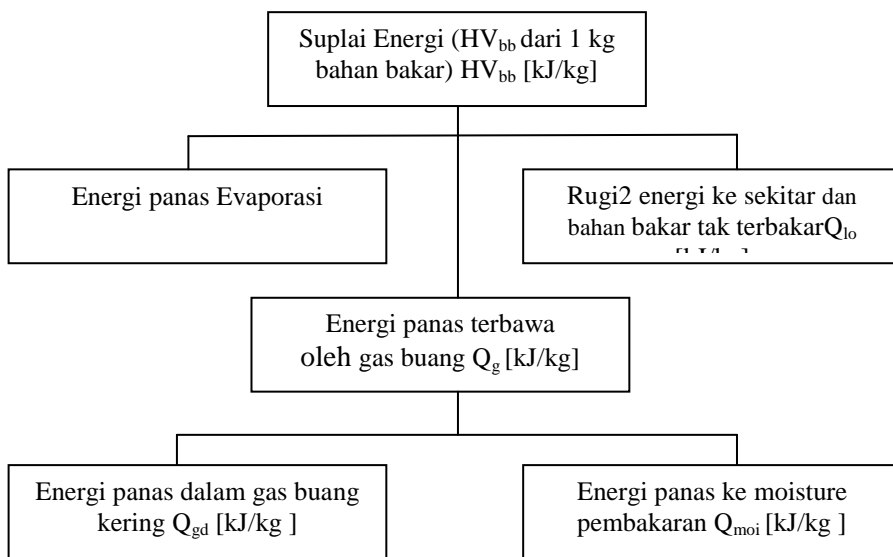
Efisiensi Boiler adalah

$$\eta_b = \frac{\dot{Q}}{\dot{Q}_s} = \frac{\dot{m}_s (h_2 - h_1)}{\dot{m}_{bb} HV_{bb}}$$

Tipikal efisiensi pengoperasian boiler modern berbahan bakar minyak atau gas bisa mencapai 80% dan harga efisiensi untuk boiler berbahan bakar padat sedikit lebih rendah lagi. [1, 2].

Balans Energi Boiler

Balans Energi Boiler untuk 1 kg bahan bakar minyak diesel pada pengujian sbb:[6]



Gambar 2.1 Balans energi panas 1 kg bahan bakar

II. METODE PENELITIAN

Uraian secara rinci metode yang digunakan meliputi:

1. Tahapan-Tahapan Penelitian

Tahapan-tahapan penelitian digambarkan dalam diagram alir sbb:

Pengujian boiler tipe Fulton 30E bertujuan untuk meng-estimasi kapasitas produksi uap yang diproduksi boiler jika beroperasi pada tekanan tertentu dan menganalisa performansi operasi.

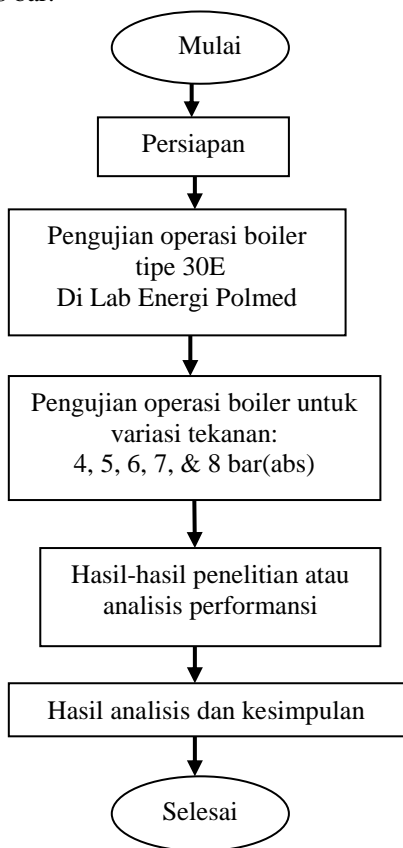
a. Lokasi Penelitian

Lokasi penelitian dilaksanakan di Laboratorium Teknik Energi Politeknik Negeri Medan,

b. Parameter Pengukuran dan Pengamatan

Peubah yang diamati/diukur, Data Bahan Bakar. Data komposisi bahan bakar diesel yang digunakan dari publikasi pertamina (www.bahanbakar.solar.pertamina.com) dan perhitungan kandungan energi bahan bakar dapat dianalisa.

Pada penelitian ini maka parameter-parameter pengukuran yang dicatat adalah yang menjadi peubah tetapnya adalah pembacaan manometer pada pipa uap keluar dari boiler, dan pada setiap harga manometer ini maka diukur dan dicatat temperatur air umpan boiler dalam derajat Celsius, laju aliran air umpan dalam m^3/jam , dan konsumsi bahan bakar, kemudian harga-harga tersebut diulangi mengukur dan mencatat untuk variasi tekanan yaitu 4, 5, 6, 7, dan 8 bar.



Gambar 1. Urutan/ tahapan penelitian

c. Model Penelitian

Model yang digunakan, Model penelitian operasi boiler tipe Fulton 30E dapat digambarkan dan dilihat pada gambar 2.

d. Rancangan Penelitian

Peralatan yang digunakan dalam operasi boiler tipe Fulton 30E dirancang untuk pelaksanaan penelitian adalah:

- Cussons P7600 Oil Fired Boiler with
- P7602 Additional Boiler Instrumentation
- P7672 Separating and Throttling Calorimeter

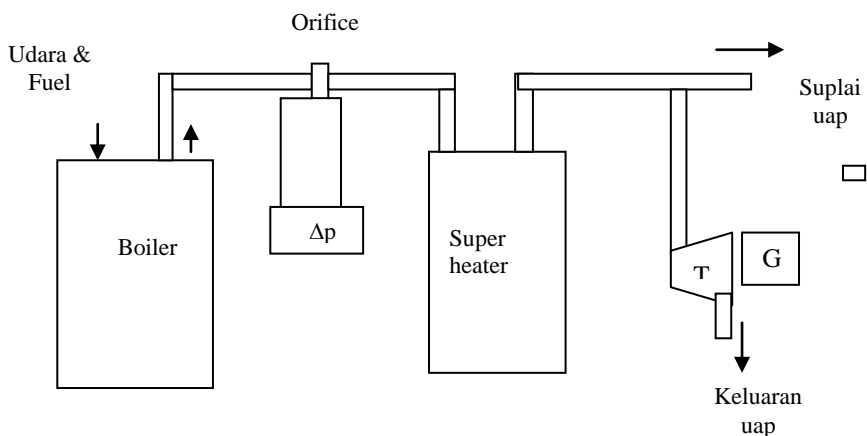
Dalam penelitian ini, maka terlebih menguji dan mengukur kualitas uap (x) dengan peralatan P7672 Separating and Throttling calorimeter, dan selanjutnya mengoperasikan peralatan P7600 Oil Fired Boiler yang diutilitas P7602 additional boiler instrumentation untuk memperoleh data-data operasi dengan berbagai variasi laju aliran menggunakan pengukuran manometer mercury yaitu 100, 150, 200, 250, dan 300 mmHg, pada tekanan berbeda juga, yaitu 4, 5, 6,7, dan 8 bar.

e. Teknik Pengumpulan dan Analisis Data

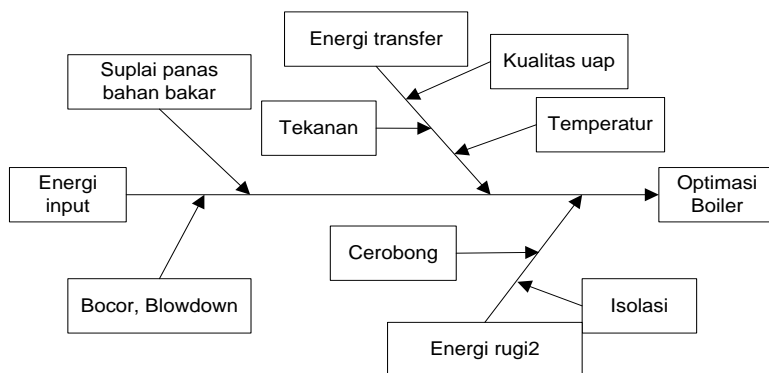
Teknik pengumpulan data dengan penafsiran dan penarikan kesimpulan penelitian.yaitu analisis dengan melakukan analisis hal-hal yang mempengaruhi operasi boiler yang dapat berkontribusi untuk optimalisasi operasi boiler tersebut, dapat dianalisis dengan metode diagram tulang ikan (*fishbone analisis*) pada gambar 3.

Metodenya membuat boiler beroperasi menaikkan tekanan uap pada kondisi-kondisi yang dibutuhkan (tekanan: 4,5, 6, 7, dan 8 bar(abs) dan biarkan beberapa waktu lamanya pada kondisi stabil. Catat waktu dan operasi boiler sesuai beban tertentu, dan ambil catatan jumlah kuantitas bahan bahan bakar dan jumlah laju air umpan yang digunakan dalam waktu selama pengujian. Selanjutnya ukur kualitas fraksi kekeringan uap menggunakan P7672 *Separating and throttling calorimeter*.

Pembacaan-pembacaan manometer, pengumpulan kondensat dan konsumsi bahan bakar solar setiap 15 menit kemudian dicatat dalam daftar lembar data hasil dan melakukan perhitungan - perhitungan efisiensi.



Gambar 2. Skematis boiler dan instalasi uap



Gambar 3. Diagram tulang ikan

III. HASIL DAN PEMBAHASAN

Pencatatan-pencatatan hasil pengujian dalam penelitian ini dilakukan masing-masing 5 kali pengujian untuk masing-masing tekanan sumber uap dari boiler, yaitu untuk setiap tekanan uap dalam tabung: 4, 5, 6, 7, dan 8 bar (abs), yang mengukur perbedaan tekanan dan laju aliran uap pada keluaran kondenser turbin uap pada ujung aliran, dan konsumsi bahan bakar pada waktu yang bersamaan. Uap yang digunakan di sini sudah lebih dulu mengukur kualitasnya dengan mengambil harga rata-rata sebesar 0,92.

Hasil pengukuran harga-harga tersebut dianalisis sehingga diketahui kondisi operasi yang paling efisien.

Kemudian pengumpulan kondensat dari kondenser dilakukan selama 15 menit untuk setiap pembacaan manometer. Maka kemudian, dihitung efisiensi boiler untuk setiap pembacaan manometer dan tekanan yang telah ditetapkan, dengan formula:

$$\eta_b = \frac{\dot{Q}}{\dot{Q}_s} = \frac{\dot{m}_s (h_u - h_a)}{\dot{m}_{bb} HV_{bb}} (\%)$$

Sehingga data-data hasil penelitian dan hasil analisisnya ditabelkan sebagai berikut:

Tabel 1. Tekanan uap adalah 4 Bar dan kualitas uap adalah 0,92

Waktu (Menit)	Pembacaan Manometer (mmHg)	Konsumsi Bahan bakar (liter/jam)	Laju aliran uap (kg/jam)	Laju uap per 15 mnt (kg)	Efisiensi Boiler
15	100	18,0	115,952	28,988	46,8
15	150	21,5	142,012	35,503	48,2
15	200	23,6	163,982	40,995	50,6
15	250	25,4	183,337	45,834	52,5
15	300	25,1	200,836	50,209	58,3

Tabel 2. Tekanan adalah 5 Bar dan kualitas uap adalah 0,92

Waktu (Menit)	Pembacaan Manometer (mmHg)	Konsumsi Bahan bakar (liter/jam)	Laju aliran uap (kg/jam)	Laju uap per 15 mnt (kg)	Efisiensi Boiler
15	100	22,3	128,778	32,194	47,1
15	150	26,3	157,721	39,430	48,8
15	200	29,1	182,120	45,530	50,9
15	250	30,3	203,616	50,904	54,7
15	300	30,4	223,050	55,762	59,8

Tabel 3. Tekanan adalah 6 Bar dan kualitas uap adalah 0,92

Waktu (Menit)	Pembacaan Manometer (mmHg)	Konsumsi Bahan bakar (liter/jam)	Laju aliran uap (kg/jam)	Laju uap per 15 mnt (kg)	Efisiensi boiler
15	100	23,7	140,337	35,084	48,9
15	150	28,0	171,878	42,969	50,6
15	200	30,1	198,467	49,616	54,3
15	250	32,8	221,893	55,473	55,8
15	300	34,7	243,072	60,768	57,8

Tabel 4. Tekanan adalah 7 Bar dan kualitas uap adalah 0,92

Waktu (Menit)	Pembacaan Manometer (mmHg)	Konsumsi Bahan Bakar (liter/jam)	Laju aliran uap (kg/jam)	Laju uap per 15 mnt (kg)	Efisiensi Boiler
15	100	23,7	150,945	37,736	53
15	150	27,0	184,869	46,217	57
15	200	29,9	213,469	53,367	59,5
15	250	32,0	238,666	59,666	62,1
15	300	34,4	261,445	65,361	63,4

Tabel 5. Tekanan adalah 8 Bar dan kualitas uap adalah 0,92

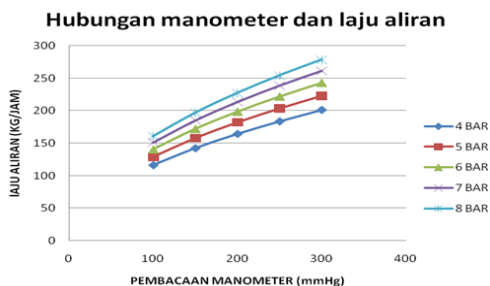
Waktu (Menit)	Pembacaan Manometer (mmHg)	Konsumsi Bahan bakar (liter/jam)	Laju aliran uap (kg/jam)	Laju uap per 15 mnt (kg)	Efisiensi boiler
15	100	24,9	160,829	40,207	54,3
15	150	29,1	196,975	49,243	56,9
15	200	32,7	227,447	56,861	58,4
15	250	33,2	254,294	63,573	64,3
15	300	35,7	278,565	69,641	65,6

Korespondensi:

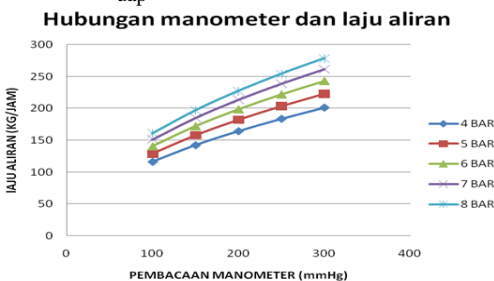
Jl. Almamater No 1 Kampus USU Medan 20154

*1Teknik Konversi Energi Polmed

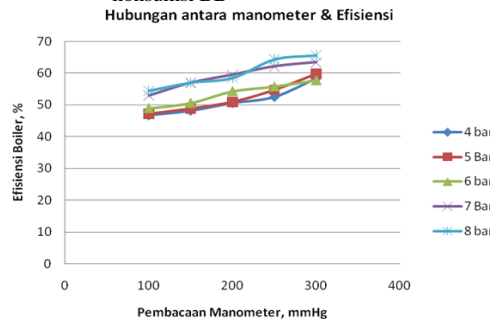
*2Teknik Mesin Polmed



Gambar 4. Grafik hubungan manometer dgn laju aliran uap



Gambar 2. Grafik hubungan antara Manometer dengan konsumsi BB



Gambar 3. Grafik hubungan antara manometer dengan Efisiensi

Berdasarkan Tabel dan Gambar grafik di atas, Pada pengukuran tekanan uap 4, 5, 6, 7, dan 8 bar dengan kualitas uap hasil pengukuran adalah 0,92, maka:

Untuk pembacaan manometer 100 mmHg dan 300 mmHg, laju aliran uap dan efisiensi:

- 4 bar, laju 115,952 dan 200,836 kg/jam, efisiensi 46,8 dan 58,3%
- 5 bar, laju 128,778 dan 223,050 kg/jam, efisiensi 47,1 dan 59,8%
- 6 bar, laju 140,337 dan 243,072 kg/jam, efisiensi 48,9 dan 57,8%
- 7 bar, laju 150,945 dan 261,445 kg/jam, efisiensi 53,0 dan 63,4%
- 8 bar, laju 160,829 dan 278,565 kg/jam, efisiensi 54,3 dan 65,6%.

IV. KESIMPULAN DAN SARAN

1. Kesimpulan

1. Dengan batasan-batasan kondisi operasi boiler tipe Fulton 30E maka semakin tinggi tekanan uap maka efisiensinya semakin tinggi juga, sebaliknya bahwa semakin rendah tekanan uap maka efisiensinya semakin rendah juga.
2. Dalam pengujian boiler ini, maka efisiensi boiler paling tinggi adalah 65,6% pada tekanan 8 bar dan paling rendah adalah 46,8% pada tekanan 4 bar. Maka besar rugi-rugi adalah 34,4% dan berdasarkan referensi maka efisiensi suatu boiler bisa mencapai

80% sehingga pada penelitian ini harga efisiensi yang diperoleh adalah relatif rendah.

3. Dalam meningkatkan performansi operasi boiler tipe Fulton 30E, maka direkomendasikan agar pengoperasian pada tekanan tertinggi yaitu 8 bar atau pada tekanan kerja maksimum.

2. Saran

Untuk meningkatkan performansi atau efisiensi operasi boiler, maka dapat disarankan sbb.:

1. Melihat temperatur gas buang boiler pada cerobong besarnya mencapai 300 °C, maka masih memungkinkan menaikkan efisiensi dengan mengurangi rugi-rugi panas ke atmosfer, misalnya memperbaiki kebocoran dan melakukan *heat recovery* memanaskan air umpan.
2. Untuk pengoperasian yang efisien atau performansi yang tinggi, maka boiler semestinya dijaga beroperasi pada tekanan kerja 10 bar, atau minimal 8 bar.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Roger Kinsky M.Eng.Sc., B.E., B.Sc., Dipl.Ed, 2008, Heat Engineering, McGRAW-HILL BOOK COMPANY Sydney
- [2] Joel Weisman & LE. Eckart, 2007, Modern Power Plant Engineering, Prentice-Hall, Inc/Englewood Cliffs, NJ 07632
- [3] Sivasankar, 2008, *Engineering Chemistry*, Tata McGraw-Hill Education, ISBN 0070669325, 9780070669321.
- [4] William L. Masteston & Cecile N. Nurten, 2015, *Chemistry: Princip and Reactions*, 8th, USA.
- [5] Operating instructions: Oil Fired Boiler, Cussons – England
- [6] Operating Instructions: Separating & Throttling Calorimeter, Cussons – England.
- [7] Nainggolan PAM, Nainggolan R, Naibaho PRP, 2015, Termodinamika dan Transpor Sifat-sifat Fluida, Fakultas Teknik Mesin USU dan Politeknik Negeri Medan.