



## EVALUASI KUALITAS SATURATED STEAM PADA CROSS SECTION WATER TUBE BOILER PROSES KONTINYU DITINJAU DARI RASIO UDARA BAHAN BAKAR GAS LPG

Muhammad Arafli Desliansyah Putra<sup>1</sup>, Putri Hasanah<sup>2</sup>, Tahdid<sup>3</sup>, Rima Daniar<sup>4</sup>

<sup>1, 2, 3, 4</sup> Program Studi Teknik Energi, Jurusan Teknik Kimia, Politeknik Negeri Sriwijaya,  
Jl. Srijaya Negara, Palembang, Indonesia

Email Korespondensi: [mhdarafi02@gmail.com](mailto:mhdarafi02@gmail.com)

### A B S T R A K

Pertumbuhan ekonomi dan urbanisasi yang pesat telah mendorong perkembangan industri dan meningkatkan penggunaan energi listrik, menuntut konversi energi yang efisien. Boiler adalah perangkat penting dalam industri untuk menghasilkan uap (steam) dengan memanaskan air menggunakan energi panas dari reaksi bahan bakar dan oksigen. Tujuan utama penelitian ini adalah untuk mengevaluasi pengaruh variasi rasio udara bahan bakar terhadap Specific Fuel Consumption (SFC) dan efisiensi termal boiler. Penelitian ini menggunakan pendekatan eksperimental dengan memvariasikan rasio udara bahan bakar (AFR) 17,19,21,23 dan 25 pada boiler tipe cross section water tube. Data yang diperoleh meliputi suhu, tekanan, dan entalpi steam, serta pengaruhnya terhadap efisiensi termal dan SFC. Hasil penelitian menunjukkan bahwa efisiensi termal boiler mencapai titik tertinggi pada AFR 23, mencapai nilai 71,26%, sebelum mengalami fase konstan pada AFR 25 akibat kelebihan udara yang menyebabkan penyerapan panas yang tidak efisien. Suhu steam saturated menunjukkan peningkatan linear sejalan dengan kenaikan AFR, mencapai 176°C pada AFR 23. Kesimpulan dari penelitian ini adalah rekomendasi untuk menggunakan AFR 23 sebagai pilihan optimal untuk mencapai efisiensi termal yang tinggi dan SFC yang rendah dalam operasi boiler pada produksi steam saturated.

**Kata kunci:** Cross Section Water Tube, Rasio Udara Bahan Bakar.

### A B S T R A C T

*Economic growth and rapid urbanization have spurred industrial development and increased electricity consumption, demanding efficient energy conversion. Boilers are crucial devices in industry for producing steam by heating water with thermal energy from fuel and air oxygen reactions. focuses on assessing the impact of varying air-fuel ratios on Specific Fuel Consumption (SFC) and boiler thermal efficiency. This research employs an experimental approach, varying the air-fuel ratio (AFR) at levels of 17, 19, 21, 23, and 25 in a cross-section water tube boiler. Data collected include steam temperature, pressure, and enthalpy, as well as their effects on thermal efficiency and SFC. The results indicate that boiler thermal efficiency peaks at AFR 23, reaching 71.26%, before stabilizing at AFR 25 due to excess air leading to inefficient heat absorption. Saturated steam temperature shows a linear increase with rising AFR, reaching 176°C at AFR 23. The study concludes with a recommendation to use AFR 23 as the optimal*

### Article History

Received: Juni 2025

Reviewed: Juni 2025

Published: Juni 2025

Plagiarism Checker No  
234

Prefix DOI : Prefix DOI :  
10.8734/Kohesi.v1i2.365

Copyright : Author

Publish by : Kohesi



This work is licensed  
under a [Creative  
Commons Attribution-  
NonCommercial 4.0  
International License](https://creativecommons.org/licenses/by-nc/4.0/)



*choice for achieving high thermal efficiency and low SFC in boiler operations for saturated steam production.*  
**Keywords:** *Cross Section Water Tube, Air-Fuel Ratio.*

## 1. PENDAHULUAN

Perkembangan industri di Indonesia selama beberapa dekade terakhir mencerminkan evolusi ekonomi negara ini. Menurut Kementerian Energi dan Sumber Daya Mineral (2022), total konsumsi energi di Indonesia mencapai 1,18 miliar barel setara minyak (BOE) pada 2022. Jumlah tersebut mengalami peningkatan 28,31% dibandingkan tahun sebelumnya yang sebesar 924,2 juta BOE. Meningkatnya total konsumsi energi tiap tahun menekankan perlunya tanggung jawab masyarakat dalam penggunaan sumber daya energi secara bijaksana. Oleh karena itu, dibutuhkan suatu alat yang mampu mengkonversi energi bentuk lain menjadi energilistrik secara efisien untuk menjawab tantangan ini.

Salah satu solusi yang diusulkan adalah dengan menciptakan pembangkit listrik yang menggunakan Boiler untuk menghasilkan steam sebagai pembangkit generator. Dalam sistem ini, Boiler digunakan untuk memanaskan air hingga menghasilkan uap bertekanan tinggi, yang kemudian digunakan untuk memutar turbin generator. Beberapa strategi dapat diterapkan untuk peningkatan efisiensi termal, seperti optimalisasi rasio udara dan bahan bakar. Selain itu, implementasi sistem pembangkit listrik yang menggunakan boiler untuk menghasilkan steam sebagai pemutar generator diharapkan dapat menjadi solusi yang efektif untuk mengatasi kebutuhan energi yang semakin meningkat, sekaligus meningkatkan efisiensi penggunaan energi di berbagai sektor industri.

Dalam cross section water tube boiler, air mengalir melalui tube yang dipanaskan pembakaran panas dari ruang bakar. Tube biasanya disusun secara vertikal atau miring untuk meningkatkan perpindahan panas. Uap yang dihasilkan dalam tube dikumpulkan dalam steam drum, sementara air yang belum berubah menjadi uap dikembalikan ke feed water drum untuk dipanaskan kembali. Menurut Henan Kaifeng Sweet Boiler Co. Ltd (2016), water tube boiler yang mereka produksi memiliki efisiensi termal sebesar 61%.

Penelitian yang telah dilakukan sebelumnya memberikan landasan penting bagi pengembangan efisiensi termal dan kualitas steam dalam sistem boiler. Namun, terdapat beberapa kelemahan yang perlu diperhatikan untuk peningkatan lebih lanjut. Pada penelitian (Apriani et al., 2021), fokus utama adalah pada pengaruh rasio udara bahan bakar LPG terhadap suhu nyala api dan efisiensi termal dari cross section water tube boiler pada produksi saturated



steam dalam proses non-steady.

(Rusnadi et al., 2020) juga mengkaji pengaruh rasio udara bahan bakar solar dan gas terhadap kualitas saturated steam pada sistem two drum tube boiler. Hasil penelitian menunjukkan bahwa kualitas steam (X) adalah 0,8 pada rasio udara/bahan bakar sebesar 29,99 dengan tekanan steam 5 bar dan suhu 151 °C. Namun, penelitian ini kurang menyoro ti aspek efisiensi termal secara mendetail dan tidak mempertimbangkan variasi rasio udara bahan bakar yang lebih luas serta dampaknya terhadap performa boiler dalam jangka panjang. Selain itu juga pada sistem longitudinal water tube boiler yang diteliti oleh Rizki pebriani (2017) menghasilkan efisiensi termal sebesar 37,13%. Efisiensi termal yang dihasilkan terbilang cukup kecil dikarenakan panas yang didistribusikan dari air pada water tube ke steam drum tidak merata karena konfigurasi water tube terhadap steam drum hanya tersambung pada salah satu sisi steam drum, maka dari itu penelitian yang akan dilakukan merujuk pada penelitian Masa Aprini et al. (2020) dengan menggunakan sistem Cross Section Double Drum Water Tube Boiler Penelitian ini berfokus pada “Evaluas Kualitas Saturated Steam Pada Cross Section Water Tube Boiler Proses Kontinyu Ditinjau Dari Rasio Udara Bahan Bakar Gas LPG”

Penelitian ini bertujuan meningkatkan efisiensi termal boiler berbahan bakar gas LPG dengan mengkaji pengaruh rasio udara-bahan bakar terhadap produksi saturated steam pada kondisi steady state. Fokus utamanya adalah menentukan rasio udara-bahan bakar optimal untuk memaksimalkan efisiensi dan kualitas steam. Tujuan penelitian mencakup Evaluasi pengaruh rasio udara terhadap temperatur, entalpi, efisiensi termal, dan Specific Fuel Consumption.

## **2. METODE**

### **2.1 Waktu dan Tempat**

Proses penelitian rancang bangun dilakukan di Laboratorium Program Studi Teknik Energi Jurusan Teknik Kimia Politeknik Negeri Sriwijaya Palembang.

### **2.2 Bahan dan Alat**

Bahan yang digunakan Adapun bahan baku yang digunakan untuk melakukan penelitian, yaitu:

- a. Air yang digunakan sebagai air umpan Boiler yang akan diubah menjadi steam, baik saturated maupun superheated.
- b. LPG yang digunakan sebagai bahan bakar
- c. Udara yang digunakan dalam reaksi pembakaran bahan bakar di furnace.

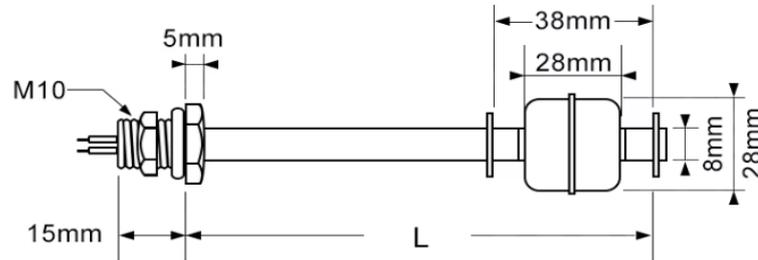
Alat yang digunakan Adapun peralatan yang digunakan untuk melakukan penelitian, yaitu:





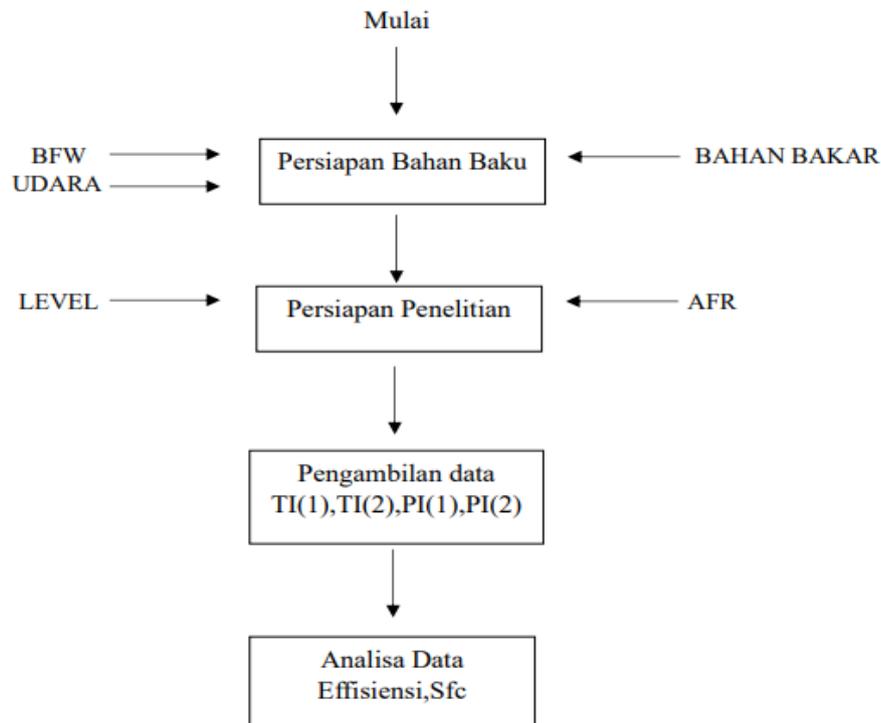
### 11. Saturated Tube

WLC adalah *system control* pada boiler dengan tujuan untuk menjaga level ketinggian air pada kondisi yang telah ditetapkan. Pengkondisian ini dilakukan untuk menjada proses pada saat kontinyu atau *steady state*, dikarenakan pada penelitian sebelumnya level air dilakukan secara manual hal ini menyebabkan terjadinya gap atau kesenjangan waktu yang tidak sesuai untuk mempertahankan level. dapat dilihat pada gambar 3.2 WLC mekanisme



Gambar 2. 2 WLC Mekanisme

### 2.4 Diagram Alir Penelitian



Gambar 2. 3 Diagram Alir Penelitian



Penelitian ini dimulai dengan persiapan bahan baku, di mana air umpan boiler dialirkan ke dalam boiler (boiler feed water) sebanyak 1 kg/menit, Udara yang akan digunakan dikondisikan kecepatannya untuk menyesuaikan rasio yang akan diteliti yaitu rasio 17,19,21,23 dan 25, serta jumlah bahan bakar yang digunakan juga disiapkan. Selanjutnya, persiapan penelitian dilakukan dengan menganalisis dua variabel, yaitu level dan Air-Fuel Ratio (AFR), dengan fokus utama pada analisis pengaruh AFR. Data diambil dengan mencatat suhu ( $T_1$  dan  $T_2$ ) serta tekanan ( $P_1$  dan  $P_2$ ) yang kemudian disesuaikan dengan tabel uap (steam table) untuk analisis lebih lanjut. Setelah pengambilan data, nilai enthalpy dihitung berdasarkan suhu dan tekanan yang diperoleh dari tabel uap.

Akhirnya, data efisiensi dan Specific Fuel Consumption (SFC) dianalisis untuk mengevaluasi kinerja boiler. Rumusan sederhana dari perhitungan metode langsung adalah sebagai berikut:

$$\eta_{\text{fuel}} = \frac{Q_{\text{steam}}}{Q_{\text{fuel}}} \times 100\% \quad (1)$$

$$\eta_{\text{fuel}} = \frac{Q \times (h_g - h_f)}{Q \times GCV} \times 100\% \quad (2)$$

### 3. HASIL

Penelitian ini dilakukan untuk mengetahui pengaruh rasio udara bahan bakar terhadap *Specific fuel Consumption* dan efisiensi termal yang dihasilkan pada produksi *saturated steam* proses kontinyu. Setelah dilakukan penelitian sesuai dengan prosedur, didapatkan data hasil pengamatan yang dapat dilihat pada tabel-tabel di bawah ini.

Tabel 3.1 Data Pengamatan

No	Rasio Udara /BB	Kec. Udara	Udara	<i>Boiler Feed Water</i>	Bahan Bakar	Data Pengamatan			
		(m/s)	(kg/m)			(kg/m)	(kg/m)	$T_2$	$P_2$
						(°C)	(bar)	(°C)	(%)
1	17	18,80	0,17	1,1	0,1	167,40	7,50	742,63	0,03
2	19	21,01	0,19			173,50	8,50	757,94	0,02
3	21	23,22	0,21			175,20	9,00	773,95	0,01
4	23	25,43	0,23			176,00	9,30	795,64	0,01
5	25	27,65	0,25			177,40	9,50	798,66	0,01



Pada Tabel 3.1 penelitian dilakukan berdasarkan pengaruh rasio udara bahan bakam mulai dari rasio 17, 19, 21, 23, 25 terlebih dahulu menentukan rasio tersebut dengan acuan melebihi AFR teoritis agar pembakaran yang terjadi yaitu pembakaran sempurna.

**Menentukan Kecepatan Udara**

Pada alat boiler untuk menentukan flow udara dibutuhkan nilai kecepatan udara (v).

Menghitung kecepatan udara setiap AFR (rasio udara / bahan bakar)

Diketahui :

- Diameter Burner = 4 cm = 0,040 m
- Jari - jari Burner = 0,020 m
- Flow Udara = 1,42 m<sup>3</sup>/menit
- Densitas Udara = 0,0012 kg/L

(data Hand Book Ferry Chemical Engineering)

- Menentukan luas area permukaan Burner (A)

$$A = \pi r^2$$

$$= 3,14 \times (0,020 \text{ m})^2$$

$$= 0,0013 \text{ m}^2$$

- Menentukan kecepatan udara (V<sub>A</sub>)

$$V = \frac{FAA}{A}$$

$$= \frac{1,42 \text{ m}^3/\text{menit}}{0,0013 \text{ m}^2}$$

$$= 1127,92 \text{ m/menit}$$

$$= 18,8 \text{ m/s}$$

Untuk penentuan kecepatan udara dilakukan di setiap Variabel berubah hingga didapatkan kecepatan udara untuk setiap rasio yang akan diteliti yaitu (18,80; 21,01; 23,22; 25,43; 27,65) m/s dan bahan bakar merupakan Variabel tetap yaitu 0,1 kg/menit.

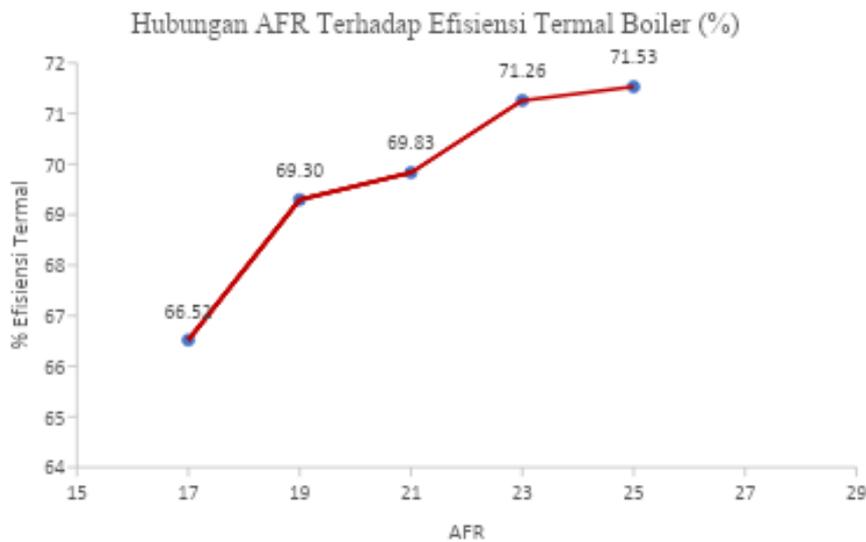
Tabel 3. 2 Data Hasil Penelitian

NO	Rasio Udara/BB	CO	T <sub>2</sub>	P <sub>2</sub>	Enthalpy	Efisiensi	Q loss	SFC
		(%)	(°C)	(bar)	(kj/kg)	(%)	(%)	(kg/kj)
1	17	0,03	167,40	7,50	2807,88	66,52	33,48	0,0000324
2	19	0,02	173,50	8,50	2925,84	69,30	30,70	0,0000311
3	21	0,01	175,20	9,00	2949,03	69,83	30,17	0,0000308
4	23	0,01	176,00	9,30	3010,04	71,26	28,74	0,0000302
5	25	0,01	177,40	9,50	3022,05	71,53	28,47	0,0000301



### 3.1 Pengaruh AFR Terhadap Efisiensi Termal *Cross Section Water Tube Boiler*

Didapatkan grafik hubungan antara pengaruh rasio udara bahan bakar terhadap efisiensi termal yang terlihat pada Gambar 3.1 Grafik Hubungan Rasio Udara Bahan Bakar Terhadap Efisiensi Termal.



Gambar 3. 1 Hubungan Rasio Udara Bahan Bakar Terhadap Efisiensi Termal

Dari Gambar 3.1 nilai efisiensi termal *cross section water tube boiler* terus meningkat seiring dengan peningkatan rasio udara bahan bakar dari 17 hingga 25. Rasio udara bahan bakar ini menunjukkan peningkatan jumlah udara yang dibandingkan dengan suplai bahan bakar yang tetap.

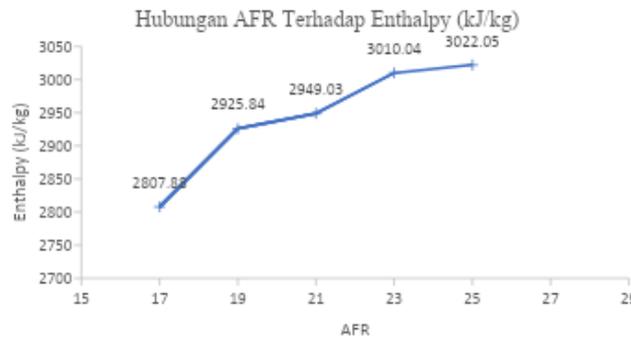
Berdasarkan nilai efisiensi termal yang tercatat, disimpulkan bahwa dalam rentang rasio udara bahan bakar 17-25, efisiensi termal *cross section water tube boiler* berbanding lurus dengan nilai rasio udara bahan bakar. Artinya, semakin tinggi rasio udara bahan bakar, semakin besar pula efisiensi termal yang dicapai. Fenomena ini terlihat pada data efisiensi termal *cross section water tube boiler* yang terus meningkat seiring dengan peningkatan nilai rasio udara bahan bakar. Namun, pada rasio udara bahan bakar 25, peningkatan efisiensi termal justru menurun hanya mendapat kenaikan sebesar 0,4%. ini disebabkan oleh penyerapan yang lebih tinggi dari temperatur *saturated steam* dalam bentuk gas buang dan jumlah udara yang berlebihan menyebabkan panas terserap oleh molekul oksigen yang tidak berpartisipasi dalam reaksi pembakaran bahan bakar.



Dari hasil analisis ini, disimpulkan bahwa efisiensi termal optimal dari cross section water tube boiler terjadi pada rasio udara bahan bakar 23, mencapai 71,26%, dengan kenaikan sebesar 2% dari efisiensi termal sebelumnya. Ini menunjukkan bahwa rasio udara bahan bakar optimal untuk pembakaran LPG dalam pembentukan saturated steam menggunakan cross section water tube boiler adalah 23.

### 3.2 Pengaruh Rasio Udara Bahan Bakar Terhadap *Enthalpy* (kJ/kg)

Didapatkan Grafik Hubungan Rasio Udara Bahan Bakar Terhadap *Enthalpy* (kJ/kg) yang terlihat pada Gambar 3.2

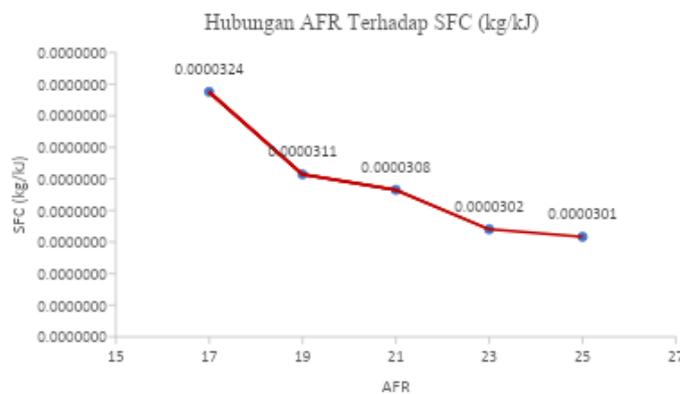


Gambar 3. 2 Hubungan Rasio Udara Bahan Bakar Terhadap *Enthalpy* (kJ/kg)

Pada Gambar 3. 2 *enthalpy* yang diberikan untuk berbagai nilai *Air Fuel Ratio* (AFR) dalam cross section water tube boiler menunjukkan peningkatan nilai *enthalpy* seiring dengan peningkatan AFR. Hal ini mengindikasikan bahwa semakin tinggi rasio udara bahan bakar, semakin banyak energi kalor yang tersimpan dalam uap yang dihasilkan oleh boiler. Namun, peningkatan efisiensi ini justru dibatasi jika udara terlalu berlebih, karena sebagian panas akan terserap oleh molekul oksigen dan *flue gas* lainnya.

### 3.3 Pengaruh Rasio Udara Bahan Bakar Terhadap *SFC* (*Spesific Fuel Consumption*)

Dari hasil penelitian didapatkan Grafik Hubungan Rasio Udara Bahan Bakar Terhadap *Specific fuel Consumption* pada gambar 3.3



Gambar 3. 3 Hubungan Rasio Udara Bahan Bakar Terhadap *Specific Fuel Consumption*



Pada Gambar 3.3 dapat dilihat bahwa *Specific Fuel Consumption* (SFC) menurun seiring dengan peningkatan *Air Fuel Ratio* (AFR) atau rasio udara bahan bakar dalam *cross section water tube boiler*. SFC adalah jumlah bahan bakar yang dibutuhkan per satuan kalor (kJ) yang dihasilkan. Peningkatan AFR atau rasio udara bahan bakar menyebabkan penurunan nilai SFC, yang menunjukkan bahwa semakin tinggi nilai AFR, semakin efisien penggunaan bahan bakar dalam boiler. Hal ini karena dengan suplai udara yang lebih tinggi, pembakaran menjadi lebih lengkap dan efisien, menghasilkan lebih banyak energi dari jumlah bahan bakar yang sama akan tetapi pada rentang kenaikan tertentu justru dapat menurunkan efisiensi dikarenakan panas lebih banyak terserap dalam bentuk *flue gas*.

Efisiensi termal boiler berbanding terbalik dengan nilai SFC, yang berarti semakin rendah SFC, semakin optimal efisiensi termal boiler. Efisiensi termal yang tinggi mengindikasikan bahwa boiler mampu mengubah sebagian besar panas yang dihasilkan dari pembakaran menjadi energi yang bermanfaat, seperti uap untuk proses. Dalam konteks data yang diberikan, terlihat bahwa nilai SFC terbaik terjadi pada AFR 23, di mana SFC mencapai 0,0000302 kg/kJ. Ini menunjukkan bahwa pada rasio udara bahan bakar 23, penggunaan bahan bakar paling efisien dalam menghasilkan energi kalor yang dibutuhkan.

Sementara itu, pada AFR 25, meskipun SFC masih cukup rendah (0,0000301kg/kJ), hanya terjadi sedikit penurunan dari nilai sebelumnya pada AFR 23. Hal ini disebabkan oleh entalpi yang dihasilkan pada AFR 25 yang lebih sedikit dibandingkan dengan AFR 23. Entalpi yang lebih rendah dapat mengakibatkan produksi energi yang kurang efisien, meskipun jumlah udara yang lebih banyak tetap berkontribusi pada pembakaran yang lebih baik. Secara keseluruhan, pengaturan AFR yang tepat pada nilai 23 tampaknya memberikan keseimbangan optimal antara efisiensi pembakaran dan penggunaan bahan bakar dalam boiler, menghasilkan SFC yang rendah dan efisiensi termal yang tinggi.

#### 4. KESIMPULAN

Setelah melakukan penelitian untuk Evaluasi kualitas *saturated steam* pada alat *cross section water tube boiler* proses kontinyu ditinjau dari rasio udara bahan bakar gas LPG, dapat disimpulkan bahwa:

1. Temperatur *steam saturated* menunjukkan peningkatan yang sebanding dengan rasio udara bahan bakar yang lebih tinggi. Pada AFR 23, kenaikan suhu sebesar 0,57%, dari 175,2°C menjadi 176°C, dan pada AFR 25 kenaikan suhu cenderung stabil dengan kenaikan 0,56%. Hal ini menunjukkan bahwa meskipun terjadi peningkatan dan penambahan udara yang berlebih pada AFR 25 tidak memberikan keuntungan yang signifikan terhadap kualitas



steam. selain itu nilai *enthalpy* meningkat seiring dengan peningkatan AFR, menandakan bahwa pada range AFR 17 - 25 peningkatan efisiensi sebanding Namun, kenaikan enthalpy dari AFR 23 ke AFR 25 relatif kecil menunjukkan bahwa optimalisasi efisiensi tambahan dari penambahan udara berlebih pada AFR 25 tidak sebanding dengan AFR 23 ini dikarenakan sejumlah panas sebagian besar terserap dalam bentuk flue gas dikarenakan jumlah udara yang terlalu berlebih.

2. efisiensi termal *Cross Section Water Tube Boiler* meningkat seiring dengan peningkatan rasio udara bahan bakar dari 17 hingga 25. Efisiensi termal mencapai puncaknya pada AFR 23 dengan nilai 71,26%, menunjukkan bahwa optimalisasi rasio udara bahan bakar dapat meningkatkan efisiensi penggunaan panas dalam boiler.
3. Nilai SFC terbaik terjadi pada AFR 23, di mana SFC mencapai 0,0000302 kg/kJ. menunjukkan bahwa pada rasio udara bahan bakar 23, penggunaan bahan bakar paling efisien dalam menghasilkan energi kalor yang dibutuhkan.

## DAFTAR PUSTAKA

- Apriani, M., Susanti, A., Moneta Has, C., Manggala, A., & Teknik Kimia Program Studi Teknik Energi Politeknik Negeri Sriwijaya Jl Srijaya Negara Bukit Besar, J. (2021). Pengaruh Rasio Udara Bahan Bakar Lpg Terhadap Flame Temperature Dan Efisiensi Termal Cross Section Water Tube Boiler Effect Of Lpg Air Fuel Ratio On Flame Temperature And Thermal Efficiency Of Cross Section Water Tube Boiler. *Jurnal Kinetika*, 12(03), 19-25. <https://jurnal.polsri.ac.id/index.php/kimia/index>
- Carl L. Yaws. (1999). *Chemical Properties Handbook*.
- Eko Soemarsono, B., Listiasri, E., & Candra Kusuma, G. (2015). Alat Pendeteksi Dini Terhadap Kebocoran Gas LPG. *TELE*, 13(1), 1-6.
- John B. Heywood. (1988). *Internal Combustion engine fundsmantal*, 51
- Jufrizal, J., Siregar, Z. H., Saktisah, T. J., Putra, B. K., & Syahputra, M. N. R. (2022). Uji Kinerja Burner Gas LPG Mesin Stirling dengan Variasi Laju Aliran Udara. *IRA Jurnal Teknik Mesin Dan Aplikasinya (IRAJTMA)*, 1(2). <https://doi.org/10.56862/irajtma.v1i2.19>
- Lestari, A., Situmorang, V. T., Tahdid, T., Ridwan, K. A., & Manggala, A. (2021). Analisa Efisiensi Termal Water Tube Boiler Berdasarkan Rasio Udara Bahan Bakar LPG Untuk Memproduksi Saturated dan Superheated Steam. *Jurnal Pendidikan Dan Teknologi Indonesia*, 1(10), 415-421. <https://doi.org/10.52436/1.jpti.105>
- Puspawan, A., Sulthan, R., Suandi, A., Witanto, Y., & Mesin, P. S. T. (2023). Pengaruh Air Fuel Ratio (Afr) Terhadap Efisiensi Turbin Gas Pada Pltgu Unit 2 Pt. Pln (Persero) Keramasan



Palembang-Provinsi Sumatera Selatan. *TEKNOSIA*, 17(1), 56-62.

<https://ejournal.unib.ac.id/index.php/teknosia>

Rusnadi, I., Zikri, A., Pujiastuti Lestari, S., Alvino, R., Indra Jaya, J., Teknik Kimia, J., & Negeri Sriwijaya Jl Sriwijaya Negara Bukit Besar Palembang, P. (2020). Pengaruh Rasio Udara Bahan Bakar Solar Dan Gas Terhadap Kualitas Saturated Steam Pada Sistem Two Drum Water Tube Boiler Effect Of Air Fuel Ratio Of Diesel And Gas Fuel On Saturated Steam Quality In The Two Drum Water Tube Boiler System. *Jurnal Kinetika*, 11(02), 38-43. <https://jurnal.polsri.ac.id/index.php/kimia/index>

Suci Ningsih, A., Syakdani, A., Rusnadi, I., Oktaviani, Y., Veronica, F., Triani Anisya, J., & Sriwijaya Negara Bukit Besar, J. (2021). Efisiensi Termal Produksi Steam Ditinjau Dari Rasio Udara Bahan Bakar Solar Pada Cross Section Water Tube Boiler The Thermal Efficiency Of Steam Production In Terms Of Air Fuel Ratio Of Diesel In The Cross Section Water Tube Boiler. *Jurnal Kinetika*, 12(01), 18-22. <https://jurnal.polsri.ac.id/index.php/kimia/index>

The Engineering Tool Box. (2003). *The Engineering Tool Box*.