

Uji Potensi Limbah Panas dari Kompor Gas Satu dan Dua Tungku yang Dibuang ke Lingkungan

Waste Heat Potential Test from One and Two Furnace Gas Stoves Discharged into the Environment

Jufrizal¹, Farel H. Napitupulu^{1*}, Ilmi Abdullah¹, Himsar Ambarita¹, Dicky Adrian Sera Tarigan²

¹Prodi Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Sumatera Utara, Medan, Indonesia

²Jurusan Teknik Mesin, Fakultas Teknologi Industri, Institut Teknologi Medan, Medan, Indonesia

*Correspondence Author: farel@usu.ac.id

Diterima: 29-08-2022

Disetujui: 25-09-2022

Dipublikasikan: 30-09-2022

IRAJTMA is licensed under a Creative Commons Attribution-ShareAlike 4.0 International License.



Abstrak

Penelitian ini bertujuan untuk mengukur temperatur di sekitar burner kompor gas SNI satu dan dua tungku secara eksperimental. Metode tersebut melibatkan pemasangan sensor suhu di berbagai titik di sekitar burner untuk mengukur distribusi temperatur selama operasi kompor. Pengujian satu tungku dengan setelan kompor gas maksimal menunjukkan bahwa temperatur api (Tf), dinding dalam (Ti), dan dinding luar (To) memiliki nilai rata-rata masing-masing 515,7426°C, 159,4874°C, dan 123,9852°C. Dengan setelan kompor gas minimal, nilai rata-rata Tf, Ti, dan To adalah 412,9672°C, 101,7448°C, dan 64,1360°C. Untuk pengujian dua tungku dengan setelan kompor gas maksimal, nilai rata-rata Tf, Ti, dan To masing-masing adalah 666,9459°C, 146,0443°C, dan 81,8967°C, sedangkan untuk setelan kompor gas minimal, nilai rata-rata Tf, Ti, dan To adalah 596,623°C, 94,6196°C, dan 60,9590°C. Hasil pengukuran ini mengindikasikan bahwa panas yang terbuang ke lingkungan melalui radiasi masih signifikan, terlihat dari tingginya temperatur yang terukur pada dinding dalam dan luar pelat sekeliling burner. Temuan ini penting untuk perbaikan desain kompor gas guna meningkatkan efisiensi energi dan mengurangi panas yang terbuang ke lingkungan.

Kata Kunci: Limbah panas, lingkungan, kompor gas LPG, *recovery heat*

Abstract

This research aims to measure the temperature around the burner of a single and two-burner SNI gas stove experimentally. The method involves installing temperature sensors at various points around the burner to measure the temperature distribution during stove operation. Testing one stove with the maximum gas stove setting shows that the temperature of the flame (Tf), inner wall (Ti), and outer wall (To) has an average value of 515.7426°C, 159.4874°C, and 123.9852°C respectively. With the minimum gas stove setting, the average values of Tf, Ti, and To are 412.9672°C, 101.7448°C, and 64.1360°C. For testing two stoves with the maximum gas stove setting, the average values of Tf, Ti, and To were 666.9459°C, 146.0443°C, and 81.8967°C respectively, while for the minimum gas stove setting, the average values of Tf, Ti, and To are 596.623°C, 94.6196°C, and 60.9590°C. The results of this measurement indicate that the heat lost to the environment through radiation is still significant, as can be seen from the high temperatures measured on the inner and outer walls of the plate around the burner. These findings are important for improving the design of gas stoves to increase energy efficiency and reduce heat lost to the environment.

Keywords: Environment, LPG gas stove, *recovery heat*, waste heat

1. Pendahuluan

Sejalan dengan kebijakan konversi bahan bakar memasak dari minyak tanah menjadi gas LPG pada tahun 2007 maka terjadi perubahan dari proses kegiatan memasak di Indonesia (Thoday et al. 2018). Masyarakat mulai meninggalkan kompor masak minyak tanah dan menggantinya dengan kompor masak LPG. Kompor masak yang paling umum digunakan adalah kompor gas LPG (*liquefied petroleum gas*) karena praktis dan tabung gasnya mudah diperjual-belikan. Di Indonesia ada 2 jenis kompor masak yang sering digunakan satu dan dua tungku. Kompor gas LPG satu tungku ini sangat cocok untuk digunakan pada dapur berukuran kecil agar menghemat ruangan. Kompor gas LPG dua tungku ini adalah jenis kompor yang paling disukai oleh ibu rumah tangga karena bisa memasak dua hidangan sekaligus.

Ketika penggunaan kompor memasak menggunakan bahan bakar elpiji dilakukan terjadi perpindahan panas ke lingkungan. Umumnya ketika memasak terjadi tiga mode perpindahan panas (konduksi, konveksi dan radiasi). Sejumlah besar panas dalam bentuk radiasi menghilang ke lingkungan (Ravindran and Seetharaman 2014). Sehingga banyak metode yang dilakukan untuk memanfaatkan limbah panas yang terbuang ke lingkungan. Koil tembaga digunakan untuk menyerap panas radiasi dan memindahkannya ke air yang dialirkan melalui koil. Daur ulang temperatur rendah ini dapat digunakan untuk memasak atau untuk menjaga makanan tetap panas atau aplikasi panas rendah serupa lainnya (Kshirsagar and Pawar 2018). Investigasi tentang penggunaan bahan termoelektrik di kompor LPG menunjukkan bahwa metode pendinginan menggunakan waterblock dapat menyerap lebih banyak energi panas yang diubah menjadi output listrik dibandingkan metode pendinginan lainnya (Atmoko et al. 2021). Penelitian juga mencatat bahwa penambahan pelat logam melingkar pada desain kompor LPG dapat meningkatkan efisiensi termal hingga sekitar 4.7 poin persentase dari desain konvensional (Das et al. 2021).

Penelitian yang akan dilakukan ini yaitu dengan membuat sebuah metode pengukuran dan mengujinya secara eksperimental untuk mengetahui nilai temperatur di sekeliling burner kompor gas SNI satu dan dua tungku sehingga nantinya ke depan bisa dihitung potensi energi panas yang terbuang ke lingkungan. Metode ini akan melibatkan pemasangan sensor suhu di berbagai titik di sekitar burner untuk mengukur distribusi temperatur saat kompor beroperasi. Data yang diperoleh dari pengukuran ini kemudian kedepannya akan dianalisis untuk menentukan jumlah energi panas yang hilang ke lingkungan dalam bentuk radiasi dan konveksi. Dengan mengetahui potensi energi panas yang terbuang, langkah-langkah dapat diambil untuk mengurangi kehilangan energi tersebut dan meningkatkan efisiensi termal kompor masak. Langkah ini diharapkan dapat meningkatkan efisiensi penggunaan bahan bakar LPG dan mengurangi emisi panas yang tidak produktif ke lingkungan.

2. Metode Penelitian

2.1. Skema pengujian

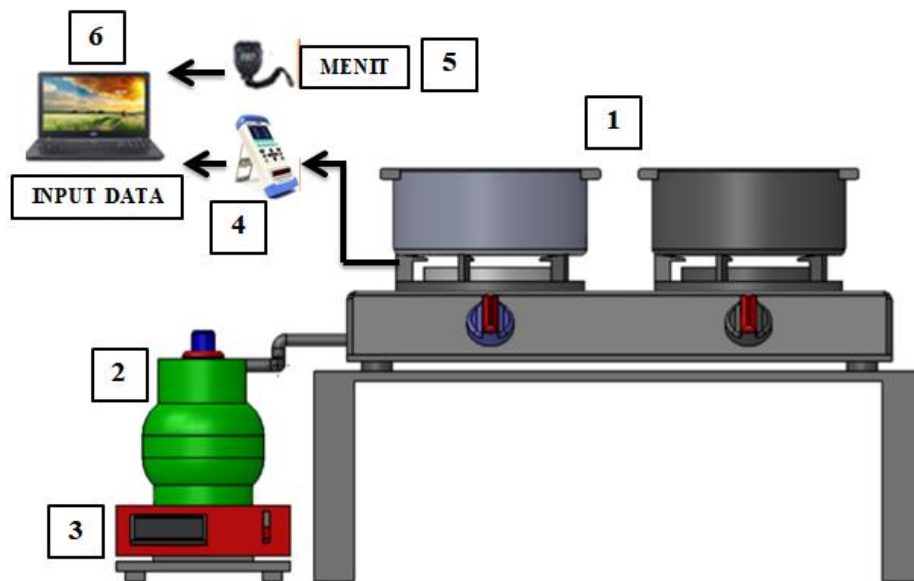
Adapun peralatan utama dan alat ukur yang digunakan dalam penelitian seperti diperlihatkan pada Gambar 1.

2.2. Peralatan dan bahan

Berikut penjelasan singkat dari masing-masing peralatan dan bahan yang digunakan dalam penelitian ini.

1. Kompor Gas LPG Konvensional

Dari penelitian ini dilakukan pengukuran temperatur dari kompor gas satu dan dua tungku yang berstandar SNI (Standar Nasional Indonesia) yang terdapat dipasaran. Bentuk fisik dari kompor gas satu dan dua tungku yang berstandar SNI seperti diperlihatkan pada Gambar 2 (Dekoruma 2018).



Gambar 1. Skema pengujian

Keterangan: 1. Kompor Gas Konvensional, 2. Gas LPG, 3. Timbangan Digital, 4. Termometer, 5. Stopwatch, dan 6. Laptop



Gambar 2. Kompor gas LPG satu dan dua tungku

2. Gas LPG

Liquefied petroleum gas (LPG) yang digunakan dalam penelitian ini adalah gas LPG kemasan 3 kg produk PT. Pertamina persero dengan merk Elpiji (Gambar 3).



Gambar 3. Gas LPG

Elpiji merupakan gas hasil produksi dari kilang minyak (Kilang BBM) dan kilang gas yang komponen utamanya adalah gas propana (C_3H_8) dan butana (C_4H_{10}) lebih kurang 99 % dan selebihnya adalah gas pentana (C_5H_{12}) yang dicairkan (Shipman 2002). Elpiji lebih berat dari udara dengan berat jenis sekitar 2,01 (dibandingkan dengan udara), tekanan uap Elpiji cair dalam tabung sekitar 5,0-6,2 kgf/cm. Perbandingan komposisi, propana (C_3H_8) : butana (C_4H_{10}) = 30:70. Nilai kalori dari Elpiji adalah 21.000 BTU/lb atau 48,846 kJ/kg (Chang, Lo, and Wang 2001). Zat lain biasanya ditambahkan kepada LPG untuk memberikan bau yang khas, sehingga kebocoran gas dapat dideteksi dengan cepat. ELPIJI PERTAMINA dipasarkan dalam kemasan tabung 3 kg, 6 kg, 12 kg, 50 kg dan curah.

3. Timbangan Digital

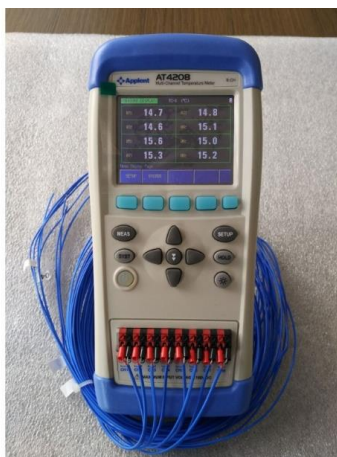
Alat yang digunakan untuk mengukur massa bahan bakar LPG sebelum dan sesudah pengujian. Timbangan digital dengan merk SMART dan kapasitas 30 kg (Gambar 4).



Gambar 4. Timbangan digital

3. Termometer dan data logger

Adalah suatu alat yang digunakan untuk menunjukkan atau membaca temperatur yang diukur oleh sensor *thermocouple* pada dinding tungku panas dan temperatur limbah pembakaran. Bentuk *Temperature Controller AT4208* dapat dilihat pada Gambar 5.



Gambar 5. *Temperature Controller AT4208*

Spesifikasi applent instrument:

- AT4208Accuracy: 0,2%+ 1oC
- Channel: 8
- Range: -200 oC ~ 1300 oC
- Speed: 100 ms/channel
- Power supply Input : 100-240V ~50/60Hz 0,35A
- Output : 9V 1A DC

2.2. Diagram Alir Prosedur Penelitian

2.3. Langkah-Langkah Pengujian

Pengambilan data dalam penelitian ini dilakukan di Laboratorium Teknik Mesin, Institut Teknologi Medan dengan mengamati perubahan temperatur yang ditunjukkan oleh *thermocouple*. Adapun langkah-langkah utama dalam pengambilan data adalah sebagai

berikut:

- Memastikan kompor dan tungku yang akan diuji telah disiapkan dengan baik sebelum memulai penelitian.
- Menyiapkan semua peralatan yang diperlukan selama proses penelitian.
- Melaksanakan penelitian dan mengambil data temperatur setiap 1 menit selama 30 menit pengujian.

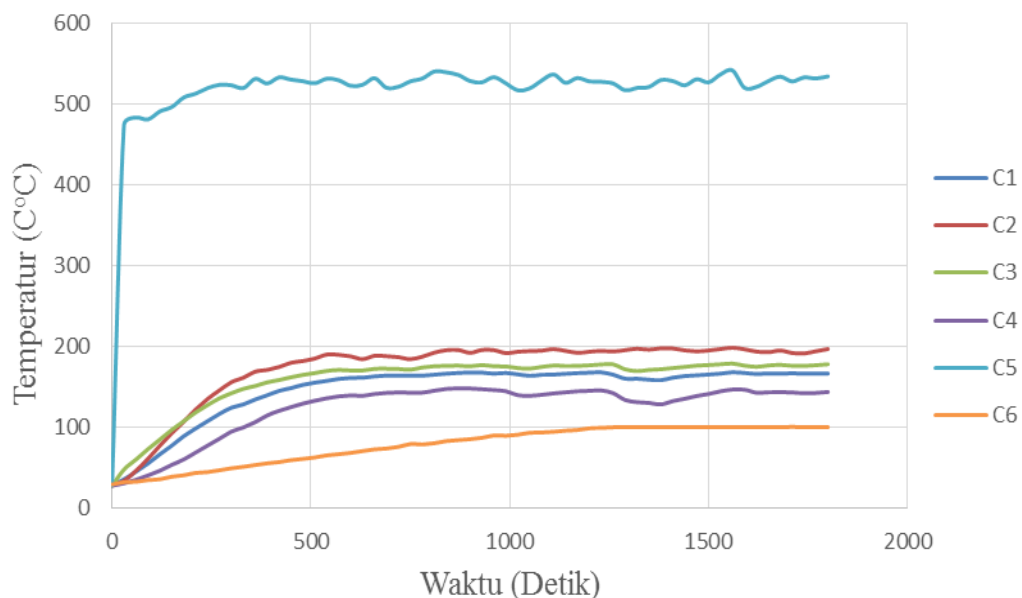
3. Hasil Dan Pembahasan

Penelitian ini menghasilkan beberapa data penting, diantaranya temperatur dinding bagian dalam, temperatur dinding bagian luar, temperatur api, dan temperatur air. Pengujian ini dilakukan pada tanggal 09 September 2020 dengan interval waktu selama 30 menit. Pengukuran perubahan temperatur dapat dilihat dari laju perpindahan pada alat ukur termocouple pada beberapa titik pengukuran (C1-C8) yang meliputi Temperatur Dinding Dalam (T_i), temperatur dinding luar (T_o), temperatur api (T_f) dan temperatur air (T_w). Secara umum dari hasil pengukuran memperlihatkan bahwa temperatur tertinggi terjadi pada temperatur api pada saat pengujian, dengan pola kenaikan mengikuti waktu proses pengujian.

3.1. Profil temperatur pada satu tungku

a. Setelan kompor gas maksimal

Hasil pengukuran temperatur selama 30 menit pada dinding pelat sekeliling burner menunjukkan rentang sebagai berikut: T_i berkisar antara $28,7^{\circ}\text{C}$ hingga 168°C dengan rata-rata $159,4874^{\circ}\text{C}$, T_o berkisar antara $28,4^{\circ}\text{C}$ hingga $148,8^{\circ}\text{C}$ dengan rata-rata $123,9852^{\circ}\text{C}$, T_f berkisar antara $28,6^{\circ}\text{C}$ hingga $541,7^{\circ}\text{C}$ dengan rata-rata $515,7426^{\circ}\text{C}$, dan T_w berkisar antara $29,8^{\circ}\text{C}$ hingga 100°C dengan rata-rata $78,3^{\circ}\text{C}$. Grafik hasil pengukuran dapat dilihat pada Gambar 6.

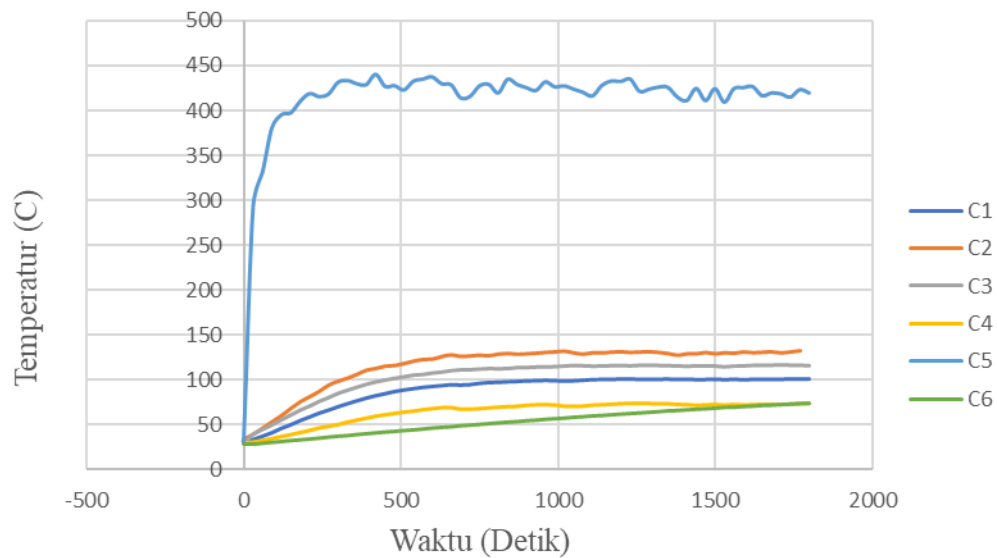


Gambar 6. Profil temperatur pada satu tungku dengan setelan kompor gas LPG maksimal

b. Setelan Kompor Gas Minimal

Hasil pengujian dengan setelan minimal pada dinding pelat sekeliling burner ditampilkan pada grafik pada Gambar 7. Data temperatur pada dinding pelat menunjukkan rentang sebagai berikut: T_i berkisar antara $29,7^{\circ}\text{C}$ hingga $101,7^{\circ}\text{C}$ dengan rata-rata $101,7448^{\circ}\text{C}$, T_o berkisar antara $29,5^{\circ}\text{C}$ hingga $73,9^{\circ}\text{C}$ dengan rata-rata $64,1360^{\circ}\text{C}$, T_f berkisar antara $29,9^{\circ}\text{C}$ hingga

440,6°C dengan rata-rata 412,9672°C, dan T_w berkisar antara 28,2°C hingga 74,3°C dengan rata-rata 53,2065°C.

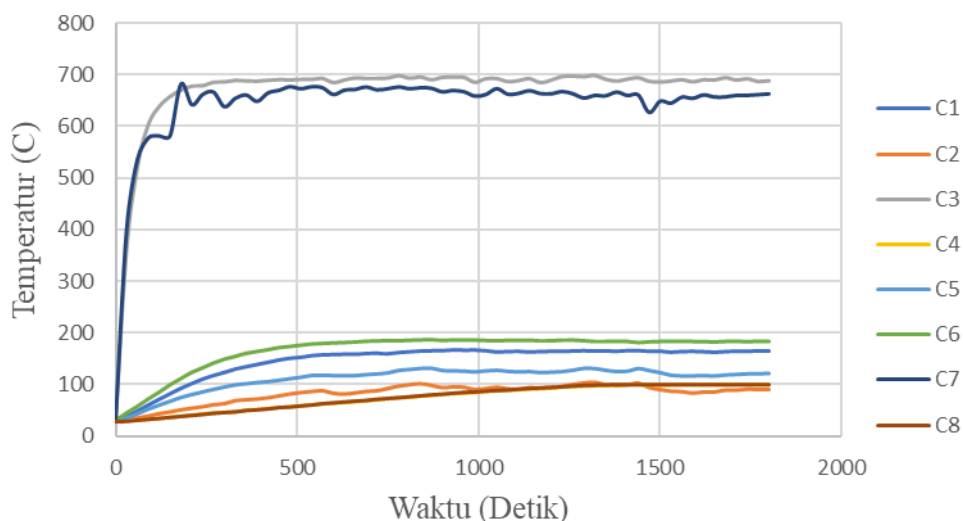


Gambar 7. Profil temperatur pada satu tungku dengan setelan kompor gas LPG minimal

3.2. Profil temperatur pada dua tungku

a. Setelan kompor gas maksimal

Pengujian ini dilakukan pada tanggal 10 September 2020, dengan pengambilan data sebanyak 62 kali pada interval waktu 30 detik selama 30 menit. Hasil pengukuran temperatur pada dinding pelat sekeliling burner adalah sebagai berikut: T_i berkisar antara 29,2°C hingga 167,3°C dengan rata-rata 146,0443°C, T_o berkisar antara 29,7°C hingga 102,8°C dengan rata-rata 81,8967°C, T_f berkisar antara 29,4°C hingga 697,3°C dengan rata-rata 666,9459°C, dan T_w berkisar antara 28,1°C hingga 100°C dengan rata-rata 75,3967°C. Grafik ditampilkan pada Gambar 8.

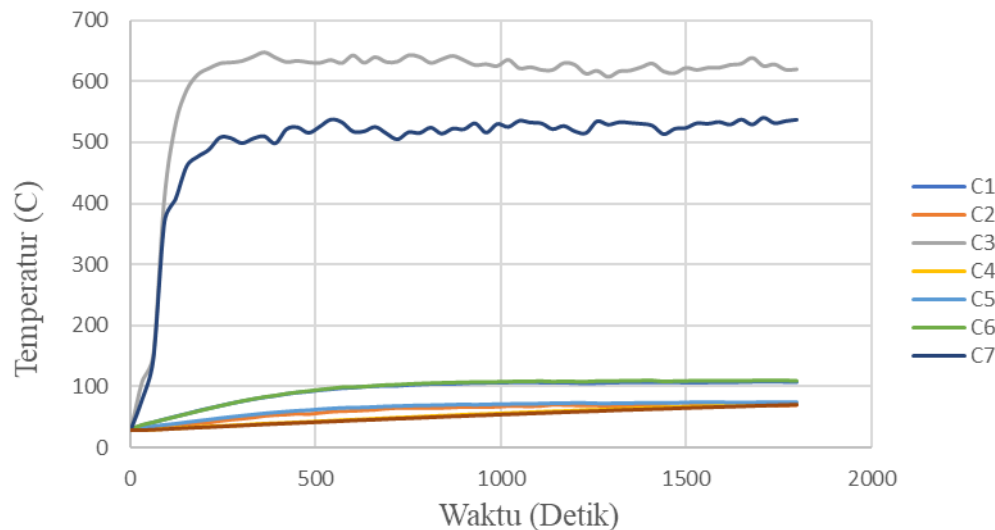


Gambar 8. Profil temperatur pada dua tungku dengan setelan kompor gas LPG maksimal

b. Setelan kompor gas minimal

Hasil pengukuran temperatur pada dinding pelat sekeliling burner adalah sebagai berikut: T_i berkisar antara 30,8°C hingga 108,8°C dengan rata-rata 94,6196°C, T_o berkisar antara 29,4°C hingga 70,9°C dengan rata-rata 60,9590°C, T_f berkisar antara 31°C hingga 648,4°C dengan rata-rata 596,623°C, dan T_w berkisar antara 28,5°C hingga 72,9°C dengan rata-rata

52,7442°C. Selain itu, pengukuran tambahan menunjukkan T_i berkisar antara 29,8°C hingga 74,8°C dengan rata-rata 64,7409°C, T_o berkisar antara 30,2°C hingga 111,1°C dengan rata-rata 96,2098°C, T_f berkisar antara 30,4°C hingga 540,8°C dengan rata-rata 495,459°C, dan T_w berkisar antara 28,6°C hingga 70,5°C dengan rata-rata 50,9967°C. Grafik hasil pengukuran dapat dilihat pada Gambar 9.



Gambar 9. Profil temperatur pada dua tungku dengan setelan kompor gas LPG minimal

4. Kesimpulan

Penelitian ini mengukur temperatur pada berbagai bagian kompor gas, yaitu temperatur dinding dalam pelat sekeliling burner (T_i), dinding luar pelat sekeliling burner (T_o), dan api (T_f). Pengujian dilakukan pada tanggal 09 dan 10 September 2020 dengan interval pengambilan data selama 30 menit menggunakan *thermocouple*. Pada pengujian satu tungku dengan setelan kompor gas maksimal, hasil pengukuran menunjukkan bahwa T_f , T_i , dan T_o dengan nilai rata-rata berturut-turut adalah 515,7426°C 159,4874°C, dan 123,9852°C. Untuk setelan kompor gas minimal, hasil pengukuran menunjukkan bahwa T_f , T_i , dan T_o dengan nilai rata-rata berturut-turut adalah 412,9672°C, 101,7448°C, dan 64,1360°C. Pada pengujian dua tungku dengan setelan kompor gas maksimal menunjukkan bahwa T_f , T_i , dan T_o dengan rata-rata 666,9459°C, 146,0443°C, dan 81,8967°C. Untuk setelan kompor gas minimal, T_f , T_i , dan T_o dengan rata-rata 596,623°C, 94,6196°C dan 60,9590°C. Secara keseluruhan, hasil pengukuran menunjukkan bahwa ada panas yang terpancar (radiasi) ke lingkungan ditandai dengan temperatur yang masih tinggi dinding dalam pelat sekeliling burner pada T_i dan T_o .

Daftar Pustaka

- Atmoko, Nugroho Tri, Ibham Veza, T Widodo, and B Riyadi. 2021. "Study on the Energy Conversion in the Thermoelectric Liquefied Petroleum Gas Cooking Stove with Different Cooling Methods." *Vol* 69:185–93.
- Chang, Chih-Chung, Jiunn-Guang Lo, and Jia-Lin Wang. 2001. "Assessment of Reducing Ozone Forming Potential for Vehicles Using Liquefied Petroleum Gas as an Alternative Fuel." *Atmospheric Environment* 35 (35): 6201–11. [https://doi.org/https://doi.org/10.1016/S1352-2310\(01\)00386-7](https://doi.org/https://doi.org/10.1016/S1352-2310(01)00386-7).
- Das, Mithun, Ranjan Ganguly, Amitava Datta, Meenam M Verma, and Ashis K Bera. 2021. "Performance Improvement of a Domestic Liquefied Petroleum Gas Cook Stove Using an Extended Spill-Tray and an Annular Metal Insert." *Journal of Thermal Science and Engineering Applications* 13 (2): 21016.

- Dekoruma, Kania. 2018. "7 Jenis Kompor Gas, Yang Mana Yang Kamu Butuhkan?" Dekoruma. 2018. <https://www.dekoruma.com/artikel/74975/jenis-kompor-gas#kania>.
- Kshirsagar, Abhimanyu Anil, and Kiran P. Pawar. 2018. "Waste Heat Recovery from Porous LPG Gas Burner Used for Cooking." *International Research Journal of Engineering and Technology (IRJET)* 5 (5): 3192–95. <https://www.irjet.net/archives/V7/i3/IRJET-V7I3514.pdf>.
- Ravindran, Narayana Vijesh, and ArulmozhiVarman Seetharaman. 2014. "Waste Heat Recovery From Porous LPG Gas Burner Used For Cooking." In *International Mechanical Engineering Congress and Exposition*, 1–8. Quebec, Canada: ASME. <https://doi.org/https://doi.org/10.1115/IMECE2014-36115>.
- Shipman, R H. 2002. "14 - Liquefied Petroleum Gas." In , edited by Dennis A B T - Plant Engineer's Reference Book (Second Edition) Snow, 14. Oxford: Butterworth-Heinemann. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/B978-075064452-5/50069-9>.
- Thoday, Katharine, Precious Benjamin, Meixi Gan, and Elisa Puzzolo. 2018. "The Mega Conversion Program from Kerosene to LPG in Indonesia: Lessons Learned and Recommendations for Future Clean Cooking Energy Expansion." *Energy for Sustainable Development* 46:71–81. <https://doi.org/10.1016/j.esd.2018.05.011>.