



Perbandingan Kinerja Termal pada Panci Bahan *Cast Iron* Dan *Carbon Steel* dalam Proses *Water Heating*

Comparison of Thermal Efficiency Between Cast Iron and Carbon Steel Pans in the Water Heating Process

Amira Hasan Rahmawati^{1*}, Muhamad Safi'i¹, Althesa Androva¹

¹Program Studi Teknik Mesin, Fakultas Teknik dan Informatika, Universitas PGRI Semarang, Semarang, Indonesia

*Corresponding author

E-mail: amirahasan.lldikti6@gmail.com

INFO ARTIKEL

Kata kunci:

Carbon Steel;
Cast Iron;
Efisiensi Termal;
Energi Panas;
Pemanasan Air

Keywords:

Carbon Steel;
Cast Iron;
Heat Energy;
Thermal Efficiency;
Water Heating

ABSTRAK

Pemilihan material alat masak merupakan faktor krusial dalam efisiensi energi di sektor rumah tangga maupun industri kuliner. Besi cor (*cast iron*) dan baja karbon (*carbon steel*) adalah dua material populer yang memiliki karakteristik termofisika berbeda, namun sering dibandingkan dalam hal performa pemanasan. Penelitian ini bertujuan untuk membandingkan efisiensi termal pada dua panci berbahan dasar besi cor (*cast iron*) dan baja karbon (*carbon steel*) dalam proses pemanasan air menggunakan pemanas kompor gas-LPG. Metode penelitian yang digunakan berupa eksperimen langsung dengan metode penelitian komparatif menggunakan 2 jenis panci masing-masing berisi air sebanyak 500 ML dengan waktu pemanasan pada kedua objek tersebut selama 0", 5", 10". Parameter yang diukur meliputi perhitungan kalor dan efisiensi termal (η) berdasarkan rasio energi yang diserap air terhadap input energi bahan bakar. Temuan menunjukkan bahwa dibandingkan dengan panci berbahan *cast iron*, panci berbahan *carbon steel* memiliki efisiensi waktu dan energi yang lebih tinggi untuk pemanasan yang lebih cepat dengan nilai prosentase 0,41% atau 1,026 kali lebih efisien dibandingkan panci berbahan dasar *carbon steel*. Hal ini dipengaruhi oleh massa termal *carbon steel* yang lebih rendah dan dinding panci yang lebih tipis sehingga dapat meminimalkan kehilangan panas pada badan panci.

ABSTRACT

Material selection for cookware is a crucial factor in energy efficiency for both the household and culinary industries. Cast iron and carbon steel are two popular materials with distinct thermophysical characteristics, yet they are frequently compared regarding their heating performance. This study aims to compare the thermal efficiency of two pans—one made of cast iron and the other of carbon steel—during a water heating process using an LPG gas stove. The research employed a direct experimental approach with a comparative method. Two types of pans, each containing 500 ml of water, were heated over specific time intervals: 0, 5, and 10 minutes. The measured parameters included Heat calculations (Q) and Thermal efficiency (η), defined as the ratio of energy absorbed by the water to the fuel energy input. The results indicate that compared to the cast iron pan, the carbon steel pan demonstrates higher time and energy efficiency for faster heating. Specifically, carbon steel is 0.41% or 1.026 times more efficient than the cast iron counterpart. This performance is driven by the lower thermal mass of carbon steel and its thinner walls, which minimize heat loss through the body of the pan.

Received: 12 Mei 2026

Revised: 18 Mei 2026

Online published: 30 Juni 2026

1. Pendahuluan

Besi cor (*Cast Iron*) adalah paduan besi yang mengandung karbon, silisium, mangan, fosfor dan belerang [1]. Dari berbagai jenis besi cor yang ada, besi cor kelabu (*grey cast iron*), yaitu besi tuang dengan bentuk grafit flake, merupakan besi cor yang paling banyak digunakan [2]. Sedangkan Baja Karbon (*Carbon Steel*) merupakan salah satu jenis logam paduan besi yang memiliki kadar C hingga 2% menyesuaikan gradennya dengan Mn sebesar 0,30%-0,95% [3]. Baja karbon digolongkan menjadi tiga kelompok

doi

ISSN xxxxxxxx (online), xxxx (print)/© 2026.

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

berdasarkan banyaknya karbon yang terkandung dalam baja, yaitu baja karbon rendah (*low carbon steel*), baja karbon menengah (*medium carbon steel*), dan baja karbon tinggi (*high carbon steel*) [4]. Baja karbon rendah merupakan jenis logam yang banyak digunakan. Penggunaan baja karbon rendah banyak digunakan lebih disebabkan karena baja karbon rendah memiliki keuletan yang tinggi dan mudah di *machining*, tetapi kekerasannya rendah dan tidak tahan aus [5]. Meskipun memiliki komposisi dasar yang serupa namun memiliki sifat fisik dan termal yang berbeda secara signifikan, kedua material tersebut merupakan bahan baku pembuatan peralatan rumah tangga yang sering digunakan, salah satunya yakni peralatan rumah tangga berupa panci yang dalam hal ini menjadi perangkat penelitian [6]. Pemilihan kedua material ini dilakukan karena keduanya merupakan material yang umum digunakan dalam peralatan masak, namun memiliki karakteristik perpindahan panas yang berbeda sehingga menarik untuk dibandingkan dalam konteks efisiensi termal [7]. Pemilihan material alat masak merupakan faktor krusial dalam efisiensi energi di sektor rumah tangga maupun industri kuliner. Secara teoritis, *carbon steel* menawarkan respon termal yang lebih cepat terhadap perubahan temperatur pada sumber api yang berpotensi meningkatkan efisiensi dalam proses pemanasan yang singkat. Berbeda dengan material *carbon steel*, *cast iron* memiliki konduktivitas termal yang relatif lebih rendah sehingga memerlukan waktu lebih lama untuk mencapai suhu operasional namun lebih unggul dalam hal retensi panas (kemampuan menyimpan panas dalam waktu lama). Perbedaan karakteristik ini berpengaruh langsung terhadap efisiensi energi yang digunakan selama proses pemanasan air [8].

Berbagai penelitian sebelumnya di Indonesia telah memanfaatkan air sebagai objek eksperimen dalam studi perpindahan panas Suatu zat yang menerima kalor, selain mengalami pemuain atau perubahan wujud, pada zat tersebut juga terjadi kenaikan suhu [6, 7]. Ketika kita memanaskan air didalam ketel, makin besar nyala api berarti makin besar kalor yang diberikan pada air, dan menghasilkan kenaikan suhu air yang lebih besar daripada kenaikan suhu air sebelumnya [1]. Temperatur kompor yang sangat panas bukan menjadi faktor tunggal pada kecepatan pemanasan air. Efisiensi proses pemanasan air dipengaruhi oleh beberapa faktor, salah satunya jenis material wadah yang digunakan. Analisis perbandingan kedua material diperlukan untuk memperoleh data kuantitatif terkait efisiensi pemanasan, terutama mengingat isu efisiensi energi yang sering muncul dalam konteks penggunaan peralatan rumah tangga [3]. Minimnya pengetahuan masyarakat mengenai perbandingan laju kenaikan suhu air terhadap konsumsi energi pada kedua material yang digunakan menjadi dasar dilakukan penelitian ini.

Penelitian terdahulu menunjukkan bahwa perbandingan material dalam proses pemanasan telah banyak dilakukan [9]. Membandingkan performa termal material aluminium dan besi pada sistem pemanas air tenaga surya dan menemukan adanya perbedaan signifikan dalam efisiensi perpindahan panas [8]. juga membahas performa suhu tinggi pada besi cor dan baja austenitik, yang menunjukkan bahwa struktur material sangat memengaruhi sifat termalnya. Selain itu, [10] menyoroti aspek lain dari cookware, yaitu potensi pelepasan logam berat yang dapat berdampak pada kesehatan. Sementara itu, [3] secara khusus membandingkan efisiensi panci aluminium dan besi dalam proses pemanasan air dan menemukan adanya perbedaan waktu dan konsumsi energi [9]. Namun, meskipun sudah banyak penelitian terkait material panci, sebagian besar masih berfokus pada aluminium atau perbandingan dalam sistem industri tertentu seperti *heat exchanger* atau pemanas tenaga surya [11]. Penelitian yang secara spesifik membandingkan cast iron dan carbon steel dalam konteks pemanasan air sederhana menggunakan panci masih sangat terbatas, terutama dalam kondisi pengujian yang mendekati penggunaan rumah tangga sehari-hari [1, 2].

Jarak antara panci dan penutup kompor bervariasi dari 1 mm hingga 7 mm dengan peningkatan 1 mm diteliti dengan metode eksperimen. Hasilnya menunjukkan bahwa pada laju bahan bakar tertentu sebesar 45 l/jam, jarak 4 mm menunjukkan efisiensi tertinggi sebesar 46,4% karena kondisi optimal tercapai secara simultan dalam proses perpindahan panas konveksi dan radiasi [12]. Penelitian terhadap posisi pengukuran temperatur pada nyala kompor, dinding panci aluminium dan air rebusan masing-masing ditetapkan sebanyak empat lokasi. Demikian juga dengan waktu pemanasan pada keempat objek tersebut masing-masing ditetapkan selama 15", 20", 25" dan 30". Hasil pengukuran temperatur Nyala kompr berkisar antara 73,3 - 77,3 °C, Dinding panic aluminium berkisar antara 45,4 - 46,2 °C dan Air rebusan berkisar antara 45,9 - 110,3 °C. Rata-rata aliran kalor radiasi pada nyala kompor adalah 33,629 Watt, Rata-rata aliran kalor konduksi pada dinding panic aluminium adalah 664058,59 Watt dan Rata-rata aliran kalor konveksi pada air rebusan 2,17E-04 Watt [13]. Metode eksperimen dilakukan dalam penelitian ini dan pengujian dilakukan di ruang terbuka dengan intensitas radiasi matahari berkisar dari 169,6 W/m² hingga 974,4 W/m². Hasil konduksi panas pada panci tanpa penambahan cermin datar menghasilkan 105,15 Watt, penambahan satu cermin datar akan menghasilkan 174,82 Watt, penambahan dua cermin datar akan menghasilkan 259,24 Watt, penambahan tiga cermin datar akan menghasilkan 342,79 Watt dan penambahan empat cermin datar akan menghasilkan 412,26 Watt. Konduksi panas bergantung pada intensitas matahari yang ditangkap oleh reflektor. Jika intensitas matahari menurun, suhu permukaan antara dinding luar panci (T1) dan suhu dinding dalam (T2) juga akan menurun [14]. Hasil eksperimen pengujian perubahan suhu terhadap 9 buah piranti penanak nasi yang terekam pada alat *hybrid recorder* pada klausul 11 terlihat bahwa sebagian besar bentuk grafik mendekati lurus yang menunjukkan bahwa

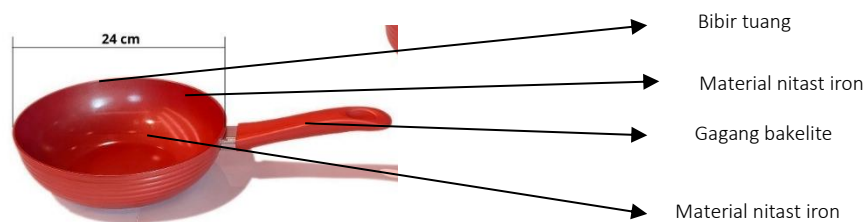
termostat berfungsi dengan baik sedangkan pada klausul 19 terlihat sebagian besar bentuk grafik selalu naik hingga waktu tertentu mengalami penurunan yang menunjukkan bahwa *thermal fuse* bekerja menurunkan atau memutus arus yang berlebihan [15].

Berdasarkan hal tersebut, terdapat gap penelitian berupa kurangnya kajian komparatif yang fokus pada efisiensi termal *cast iron* dan *carbon steel* dalam proses water heating pada skala sederhana. Selain itu, belum banyak data kuantitatif yang menunjukkan perbedaan laju kenaikan suhu air secara langsung dari kedua material tersebut dalam kondisi yang sama. Oleh karena itu, *novelty* dari penelitian ini terletak pada analisis perbandingan efisiensi termal antara panci berbahan *cast iron* dan *carbon steel* dalam proses pemanasan air secara langsung dan terukur. Penelitian ini diharapkan dapat memberikan data empiris yang lebih sederhana dan aplikatif, sehingga dapat menjadi referensi dalam pemilihan material alat masak yang lebih efisien dari sisi energi. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengetahui perbandingan efisiensi termal antara *cast iron* dan *carbon steel* dalam proses *water heating*, serta menganalisis pengaruh masing-masing material terhadap waktu pemanasan dan laju kenaikan suhu air. Manfaat penelitian ini diharapkan dapat memberikan kontribusi dalam pengembangan ilmu perpindahan panas serta memberikan informasi praktis bagi masyarakat dalam memilih peralatan masak yang lebih efisien energi.

2. Metode Penelitian

2.1. Model Fisik

Panci *cast iron* (besi cor) memiliki karakteristik fisik yang sangat khas, membedakannya dari alat masak berbahan aluminium atau *stainless steel*. *Digital food thermometer* yang memiliki kapasitas suhu pengukuran -50°C s.d. 300°C yang dijelaskan pada Gambar 1.



Gambar 1. Tampilan Atas Panci Berbahan Cast Iron.

2.2. Langkah Penelitian

Dalam penelitian ini, penulis menggunakan metode penelitian komparatif pada eksperimen langsung dengan menganalisis data secara kuantitatif. Percobaan tersebut diawali dengan proses instalasi alat pengujian yang berupa kompor gas yang dilengkapi supply gas (LPG), panci berbahan besi cor (*cast iron*) dan baja karbon (*carbon steel*), stopwatch, gelas ukur dan alat ukur temperature berupa digital food thermometer yang memiliki kapasitas suhu pengukuran -50°C s.d. 300°C . Tahapan teknis pengujian ini yakni dengan mengisi panci berbahan besi cor (*cast iron*) dan baja karbon (*carbon steel*) dengan air yang akan dipanaskan/direbus dengan volume 500 ML air dan variasi waktu pemanasan 0", 5" dan 10".

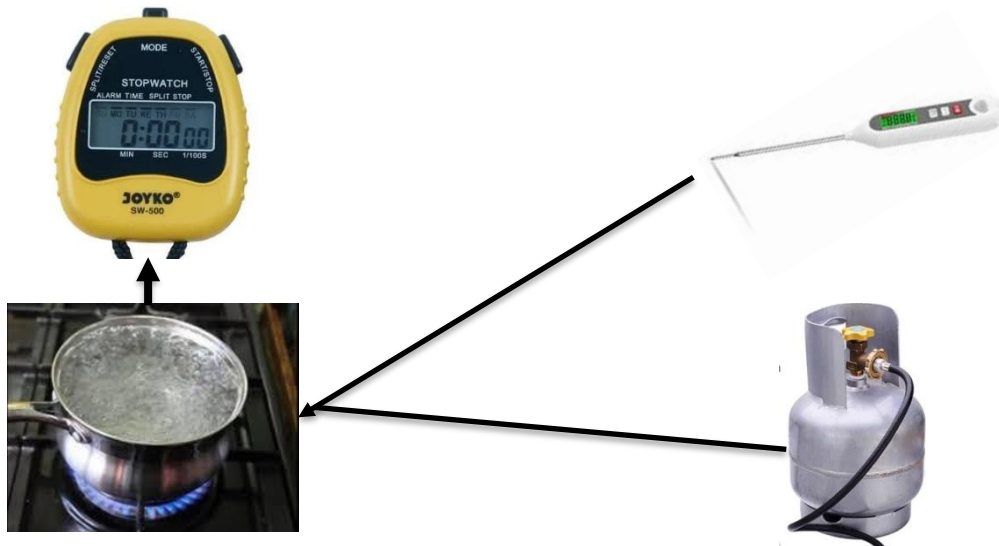
Adapun langkah-langkah percobaan dalam penelitian ini sebagai berikut:

1. Mempersiapkan alat dan bahan yang telah ditentukan
2. Memasukkan air sebanyak 500 mL menggunakan gelas ukur ke dalam panci berbahan besi cor (*cast iron*) dan baja karbon (*carbon steel*) yang telah dipersiapkan.
3. Mengukur temperatur awal pada air dan dinding panci.
4. Menyalakan kompor gas dengan api sedang (sesuai dengan garis indikator) dan memanaskan air selama 5 menit dan 10 menit dengan menghitung waktu menggunakan alat bantu *stopwatch*.
5. Setelah 5 menit, meletakkan ujung termometer pada dinding panci lalu selanjutnya memasukkan termometer ke dalam panci hingga menyentuh air.
6. Mencatat kembali temperatur yang tertera pada termometer setelah 10 menit proses pemanasan air.

Kompor gas LPG digunakan sebagai sumber panas dengan kondisi api sedang agar stabil selama pengujian. Panci *cast iron* memiliki massa jenis tinggi dan kemampuan menyimpan panas lebih lama, sedangkan panci *carbon steel* memiliki konduktivitas

panas lebih cepat namun kapasitas penyimpanan panas lebih rendah. *Digital food thermometer* digunakan karena mampu membaca perubahan suhu secara cepat dan cukup akurat, sedangkan *stopwatch* digunakan untuk menjaga konsistensi waktu pemanasan. Volume air dijaga tetap 500 mL agar tidak mempengaruhi hasil perbandingan.

Data hasil pengukuran suhu kemudian diolah menggunakan pendekatan kuantitatif sederhana, yaitu menghitung perubahan suhu (ΔT) terhadap waktu (Δt). Laju kenaikan suhu dihitung menggunakan rasio $\Delta T/\Delta t$ untuk mengetahui kecepatan pemanasan masing-masing material. Perbandingan efisiensi termal dilakukan berdasarkan perbedaan kenaikan suhu air pada waktu yang sama antara *cast iron* dan *carbon steel*, kemudian dianalisis secara deskriptif kuantitatif untuk menarik kesimpulan.



Gambar 2. Skema Eksperimen *Water Heating* melalui Perpindahan Panas Konveksi

3. Hasil dan Pembahasan

Hasil pengukuran temperatur pemanasan air dan permukaan dinding panci berbahan besi cor (*cast iron*) dan baja karbon (*carbon steel*) dengan selang waktu pengukuran 0", 5", 10" disajikan pada data sebagai berikut:

Tabel 1. Data Hasil Pengujian *Water Heating* pada Panci Berbahan *Carbon Steel*

Waktu Pemanasan (Menit)	Dinding Panci (<i>Carbon Steel</i>) (°C)	Air Rebusan (<i>Carbon Steel</i>) (°C)
0	27,6	28,3
5	96,3	88,2
10	123,3	98,9

Tabel 2. Data Hasil Pengujian *Water Heating* pada Panci Berbahan *Cast Iron*

Waktu Pemanasan (Menit)	Dinding Panci (<i>Cast Iron</i>) (°C)	Air Rebusan (<i>Cast Iron</i>) (°C)
0	27,8	28,3
5	173,3	94,3
10	196,1	97,1

Dari data pada tabel 1 dan 2, energi panas total (Q_{in}) dan energi panas yang diserap air (Q_{out}) yang dihasilkan oleh pembakaran gas LPG selama proses percobaan yakni:

$$Q_{in} = m_{gas} \times LHV_{LPG} \quad (1)$$

$$Q_{in} = 0,02 \text{ kg} \times 46.000.000 \frac{\text{J}}{\text{kg}} = 920.000 \text{ Joule} \quad (2)$$

Panci berbahan *carbon steel*:

$$Q_{out} = m_{air} \times c_{air} \times (T_{akhir} - T_{awal}) \quad (3)$$

$$Q_{out} = 0,5 \text{ kg} \times 4186 \frac{\text{J}}{\text{kg}} \times 70,6^\circ\text{C} = 147.765,8 \text{ Joule} \quad (4)$$

Panci berbahan *cast iron*:

$$Q_{out} = m_{air} \times c_{air} \times (T_{akhir} - T_{awal}) \quad (5)$$

$$Q_{out} = 0,5 \text{ kg} \times 4186 \frac{\text{J}}{\text{kg}} \times 68,8^\circ\text{C} = 143.998,4 \text{ Joule} \quad (6)$$

Nilai perbandingan efisiensi termal kedua material:

Panci berbahan *carbon steel*:

$$\eta = \frac{Q_{out}}{Q_{in}} \times 100\% \quad (7)$$

$$\eta = \frac{147.765,8 \text{ J}}{920.000 \text{ J}} \times 100\% = 16,06\% \quad (8)$$

Panci berbahan *cast iron*:

$$\eta = \frac{Q_{out}}{Q_{in}} \times 100\% \quad (9)$$

$$\eta = \frac{143.998,4 \text{ J}}{920.000 \text{ J}} \times 100\% = 15,56\% \quad (10)$$

Tabel 3. Data Hasil Pengujian Water Heating pada Panci Berbahan *Cast Iron*

Waktu Pemanasan	Efisiensi (<i>Cast Iron</i>)	Efisiensi (<i>Cast Iron</i>)
(Menit)	(%)	(%)
0	4,2	4,7
5	9,1	9,8
10	15,65	16,06

Berdasarkan hasil perekaman data pada Tabel 1 dan Tabel 2, terlihat perbedaan karakteristik distribusi suhu yang sangat jelas antara kedua material uji. Pada pengujian di menit ke-10, suhu dinding panci *cast iron* melonjak tajam hingga menyentuh angka 196,1 °C, sementara suhu dinding panci *carbon steel* relatif lebih rendah di kisaran 123,3 °C. Menariknya, meski suhu dinding luar *cast iron* jauh lebih panas, suhu air rebusan di dalamnya justru lebih rendah (97,1 °C) jika dibandingkan dengan suhu air pada panci *carbon steel* (98,9 °C). Secara logis, fenomena empiris ini membuktikan bahwa sebagian besar energi kalor dari kompor pada pengujian *cast iron* lebih banyak terserap dan tertahan di bagian bodi panci itu sendiri akibat materialnya yang tebal serta massa termalnya yang besar. Sebaliknya, dinding panci *carbon steel* yang lebih tipis mampu mengonduksikan panas secara langsung dan meneruskannya ke air rebusan dengan lebih maksimal. Pola distribusi energi inilah yang pada akhirnya menghasilkan perhitungan akhir pada Tabel 3, di mana tingkat efisiensi *carbon steel* mencapai 16,06%, sedikit mengungguli *cast iron* yang berada di angka 15,65%.

Dari sisi keunggulan, *carbon steel* unggul dalam kecepatan pemanasan dan efisiensi transfer energi awal, sehingga lebih efektif untuk proses memasak cepat. Sedangkan *cast iron* unggul dalam distribusi panas yang merata dan kemampuan menjaga suhu stabil dalam waktu lama. Namun, kelemahan *carbon steel* adalah suhu yang lebih mudah turun ketika sumber panas dimatikan, sedangkan *cast iron* memiliki kelemahan berupa waktu pemanasan awal yang lebih lama dan bobot yang lebih berat. Temuan ini juga menunjukkan bahwa material dengan konduktivitas tinggi tidak selalu paling efisien dalam retensi panas jangka panjang. Selain itu, aspek kesehatan juga perlu diperhatikan. [9] Beberapa material *cookware* berpotensi melepaskan logam tertentu pada kondisi panas tinggi, sehingga pemilihan material tidak hanya berdasarkan efisiensi termal tetapi juga aspek keamanan penggunaan.

Hasil penelitian ini dapat diterapkan dalam pemilihan alat masak di rumah tangga maupun usaha kuliner. *Carbon steel* dapat direkomendasikan untuk aktivitas memasak yang membutuhkan pemanasan cepat seperti tumis atau perebusan singkat.

Sementara *cast iron* lebih cocok untuk proses memasak yang membutuhkan kestabilan suhu seperti *slow cooking* atau mempertahankan panas makanan dalam waktu lama. Dalam konteks efisiensi energi, pemilihan material yang tepat dapat membantu mengurangi konsumsi bahan bakar LPG dalam jangka panjang. Hal ini juga sejalan dengan penelitian [3] yang menunjukkan bahwa perbedaan material panci berpengaruh langsung terhadap efisiensi energi pemanasan air.

4. Kesimpulan

Berdasarkan serangkaian pengujian proses water heating yang telah dilakukan, dapat disimpulkan bahwa panci berbahan carbon steel memiliki performa efisiensi termal yang lebih tinggi, yakni sebesar 16,06%, dibandingkan panci cast iron yang mencatatkan efisiensi 15,65%. Selisih efisiensi sebesar 0,41% (atau 1,026 kali lebih efisien) ini merupakan pembuktian langsung dari interaksi antara dimensi ketebalan material, besaran massa termal, serta kemampuan konduktivitas termalnya. Panci carbon steel yang berdimensi lebih tipis otomatis memiliki massa termal yang lebih rendah. Kondisi tersebut membuat konduktivitas termalnya bekerja efektif untuk memindahkan panas dari sumber api langsung menuju air. Di sisi lain, panci cast iron memiliki profil dinding yang tebal dengan massa termal yang besar. Karakteristik ini memaksa material untuk menyerap dan menyimpan banyak energi kalor di bagian bodi pancinya terlebih dahulu sebelum panas tersebut berhasil ditransfer ke dalam air, sehingga berdampak pada menurunnya persentase efisiensi termal secara keseluruhan selama proses pemanasan.

Referensi

- [1] V. Galih Vidia Putra, A. Wijayono, E. Purnomosari, N. Ngadiono, and I. Irwan, "Studi Penentuan Kalor Jenis Air dan Larutan Garam Menggunakan Mikrokontroler Arduino Uno," *JIPFRI (Jurnal Inovasi Pendidikan Fisika dan Riset Ilmiah)*, vol. 3, no. 2, pp. 86–97, Nov. 2019, doi: 10.30599/jipfri.v3i2.462.
- [2] Y. Umardani and T. Rizal Nurferdian, "Pengaruh Penambahan Kandungan Silikon Pada Besi Cor Kelabu Dengan Metode Fluiditas Strip Mould Terhadap Sifat Mekanis Dan Struktur Mikro," *Rotasi*, Vol. 11, No. 3, 2009. Accessed: Jun. 04, 2026. [Online]. Available: <https://ejournal.undip.ac.id/index.php/rotasi/article/view/2014>
- [3] Ni Nyoman Juniantari Mediasih Landuh, Gusti Ayu Gita Sarawati, Ni Made Lidya Suari, Amelia Sihombing, and Eirene Pridari Sinsya Dewi, "Perbandingan Efisiensi Panci Bahan Aluminium dan Besi untuk Memanaskan Air," *Algoritma: Jurnal Matematika, Ilmu pengetahuan Alam, Kebumihan dan Angkasa*, vol. 3, no. 6, pp. 98–105, Nov. 2025, doi: 10.62383/algoritma.v3i6.853.
- [4] N. Handra and R. Fernando, "Pengaruh Perlakuan Panas Baja Aisi 1029 Dengan Media Pendingin Air Dan Oli Terhadap Kekuatan Dan Kekerasan," *Jurnal Teknik Mesin*, vol. 5, no. 1, 2015.
- [5] M. Iqbal, "Pengaruh Temperatur Terhadap Sifat Mekanis Pada Proses Pengkarbonan Padat Baja Karbon Rendah." *SMARTek*, vol. 6, No. 2, 2008.
- [6] D. Halliday and R. Resnick, "Fundamental of Physics-Extended, 5th," 1997.
- [7] V. G. V. Putra, "Pengantar Fisika Dasar," *CV. Mulia Jaya Publisher*, 2017.
- [8] S. N. Lekakh, M. Li, and L. Godlewski, "High-Temperature Performance of Alloyed Cast Irons and Cr/Ni Austenitic Steels—an Overview and Discussion," *International Journal of Metalcasting*, 2025, doi: 10.1007/s40962-025-01775-5.
- [9] E. J. Mahdi, H. F. Hussein, and F. R. Saeed, "Thermal performance comparison of aluminum and iron alloys in heat exchangers for solar water heating systems: Experimental study under Iraqi climate conditions," *Next Materials*, vol. 8, Jul. 2025, doi: 10.1016/j.nxmte.2025.100935.
- [10] A. T. Afolabi and O. A. Alabi, "Cookware as source of toxic metals: An overview," *Kashmir Journal of Science*, vol. 3, no. 2, pp. 57–80, 2024, [Online]. Available: <https://kjs.org.pk>
- [11] P. P. Gohil and S. A. Channiwal, "Experimental Investigation of Performance of Conventional LPG Cooking Stove," *Fundamental J. Thermal Science and Engineering*, 1st ed., vol. 1. 2011.
- [12] A. S. Widodo, "Jarak Optimum Panci Terhadap Selubung Pada Efisiensi Sistem Pemanasan Air," *Jurnal Rekayasa Mesin*, vol. 6 No 1, 2015, Accessed: Jun. 04, 2026. [Online]. Available: <https://media.neliti.com/media/publications/130709-ID-jarak-optimum-panci-terhadap-selubung-pa.pdf>
- [13] D. O. Topayung, S. D. Boedi, J. M. Mawa, D. P. Hosang, and M. P. Y. Kawulur, "Analisis Perpindahan Kalor Pada Air Yang Dipanaskan Dalam Panci Aluminium," *Jurnal Masina Nipake*, vol. 4, no. 2, 2024.
- [14] B. Mardwianta, A. H. Subarjo, and W. Wiardefan, "Heat Conduction On Pan Using Portable Parabolic Stove With Addition Of Flat Mirror," *Conference SENATIK STT Adisutjipto Yogyakarta*, vol. 6, Dec. 2020, doi: 10.28989/senatik.v6i0.401.
- [15] M. Marhaendra and A. A. Yanuar, "Pengaruh Thermostat dan Thermal Fuse Pada Produk The Effect of Thermostat and Thermal Fuse on Rice Cooker Product on User Safety," 2021. Accessed: Jun. 04, 2026. [Online]. Available: <https://media.neliti.com/media/publications/453478-none-1367bf69.pdf>.