

**KAJI PERFORMA INOVASI TEKNOLOGI SMART WATER
HEATER TERHADAP LAJU PERPINDAHAN PANAS PADA
PROSES PEMANASAN AIR**



SKRIPSI

**Diajukan Sebagai Salah Satu Syarat Untuk Memperoleh Gelar Sarjana
Strata I Pada Program Studi Teknik Mesin Universitas Tridinanti
Palembang**

Disusun :

ARDIAN JAYA NOPRANDA

2102220071

**PROGRAM STUDI TEKNIK MESIN
FAKULTAS TEKNIK MESIN
UNIVERSITAS TRIDINANTI PALEMBANG
2025**

UNIVERSITAS TRIDINANTI PALEMBANG
PROGRAM STUDI TEKNIK MESIN



SKRIPSI

KAJI PERFORMA INOVASI TEKNOLOGI SMART WATER
HEATER TERHADAP LAJU PERPINDAHAN PANAS PADA
PROSES PEMANASAN AIR

Disusun :
Ardian Jaya Nopranda
2102220071

Mengetahui, Diperiksa, dan Disetujui

Oleh :

Ketua Jurusan Teknik Mesin-UTP

Heriyanto Rusmarvadi, ST., Dip.PG., MT

Dosen Pembimbing I

Ir. H. Muhammad Lazim, MT.

Dosen Pembimbing II

Ir. Iskandar Husin, MT.

Disahkan Oleh:

Dekan FT-UTP



LEMBAR PENGESAHAN KEASLIAN SKRIPSI

Saya Yang Bertanda Tangan Dibawah Ini :

Nama : Ardian Jaya Nopranda

NPM : 2102220071

Menyatakan dengan sesungguhnya bahwa Tugas Akhir ini berjudul **“KAJI PERFORMA INOVASI TEKNOLOGI SMART WATER HEATER TERHADAP LAJU PERPINDAHAN PANAS PADA PROSES PEMANASAN AIR”** adalah benar merupakan karya sendiri. Hal- hal yang bukan karya saya, dalam Tugas Akhir ini diberi tanda citasi dan ditunjukkan dalam daftar pustaka.

Apabila Dikemudian hari terbukti pernyataan saya tidak benar dan ditemukan pelanggaran atas karya Tugas Akhir ini, saya bersedia menerima sanksi akademik berupa pencabutan Tugas Akhir dan gelar yang saya peroleh dari Tugas Akhir tersebut.

Palembang, 05 Agustus 2025
Yang Membuat Pernyataan



Materai

Ardian Jaya Nopranda
NPM.2102220071

SURAT PERSETUJUAN PUBLIKASI
TUGAS AKHIR UNTUK KEPENTINGAN AKADEMIS

Sebagai Civitas Akademika Program Studi Teknik Mesin Fakultas teknik Universitas Tridinanti, saya yang bertanda tangan dibawah ini :

Nama : ARDIAN JAYA NOPRANDA
NIM : 2102220071
Fakultas : TEKNIK
Program Studi : TEKNIK MESIN
Jenis Karya : TUGAS AKHIR / SKRIPSI

Demi pengembangan Ilmu Pengetahuan untuk memberikan kepada pihak Universitas Tridinanti Palembang hak bebas Royalti Non eksklusif (*non exclusive royalty free right*) atas karya ilmiah saya yang berjudul **“KAJI PERFORMA INOVASI TEKNOLOGI SMART WATER HEATER TERHADAP LAJU PERPINDAHAN PANAS PADA PROSES PEMANASAN AIR”**

Beserta perangkat yang ada (jika diperlukan), dengan hak royalti eksklusif ini Universitas Tridinanti Palembang berhak menyimpan, mengalih mediakan, mengella dalam bentuk data base dan mempublikasikan tugas akhir saya selama tetap mencantumkan nama saya sebagai penulis/pencipta dan pemilik hak cipta.

Demikian pernyataan saya buat dengan sebenarnya dan tanpa ada tekanan dari pihak manapun.

Palembang, 05 Agustus 2025

Yang menyatakan,



Ardian Jaya Nopranda

MOTTO DAN PERSEMBAHAN

MOTTO

“Kesempatan mungkin tak selalu datang dua kali, tapi ia tak pernah benar-benar pergi dari mereka yang terus berusaha, karena dalam setiap upaya yang tak kenal lelah, di sanalah kesempatan diam-diam tumbuh, menanti untuk ditemukan oleh mereka yang tak pernah berhenti mencoba”

PERSEMBAHAN

Tulisan ini kupersembahkan kepada kedua orang tuaku tercinta yang selalu memberikan doa, dukungan, dan kasih sayang tanpa henti, saudara-saudaraku yang senantiasa memberi semangat dan motivasi, keluarga besarku yang turut mendoakan keberhasilanku, teman-teman seperjuangan yang setia menemani di setiap langkah, serta rasa syukur yang mendalam kepada Allah SWT atas rahmat dan pertolongan-Nya sehingga tulisan ini dapat kuselesaikan dengan baik.

KATA PENGANTAR

Puji dan syukur penulis panjatkan kepada Tuhan yang Maha Esa yang telah melimpahkan rahmat, karuniah dan hidayah-Nya kepada penulis sehingga dapat menyelesaikan proposal tugas akhir ini yang berjudul, “**KAJI PERFORMA INOVASI TEKNOLOGI *SMART WATER HEATER* TERHADAP LAJU PERPINDAHAN PANAS PADA PROSES PEMANASAN AIR**” dengan waktu yang telah ditentukan. Tujuan dari penulisan tugas akhir ini adalah untuk memenuhi persyaratan dalam menyelesaikan pendidikan Strata-1 Program Studi Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Tridinanti.

Dalam penyusunan tugas akhir ini, penulis banyak mendapatkan bantuan, dukungan dan semangat dari berbagai pihak. Selain itu pada kesempatan ini penulis juga ingin menyampaikan terima kasih kepada :

1. Bapak Prof. Dr. Ir. H. Edizal AE, MS., selaku Rektor Universitas Tridinanti.
2. Ibu Dr. Ani Firda, S.T., MT., selaku Dekan Fakultas Teknik Universitas Tridinanti.
3. Bapak Heriyanto Rusmaryadi, ST., MT., selaku Kepala Program Studi Teknik Mesin Universitas Tridinanti.
4. Seluruh Staf Dosen dan Karyawan Fakultas Teknik Mesin Universitas Tridinanti atas ilmu yang telah diberikan.

Penulis menyadari bahwa tugas akhir ini masih jauh dari sempurna, oleh karena itu penulis mengharapkan segala bentuk saran serta masukan bahkan kritik yang membangun dari berbagai pihak.

Semoga tugas akhir ini dapat bermanfaat bagi para pembaca dan semua pihak khususnya Program Studi Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Tridinanti.

Palembang,...Februari 2025

Penulis,

Ardian Jaya Nopranda

NPM. 2102220071

DAFTAR ISI

LEMBAR PENGESAHAN KEASLIAN SKRIPSI	iii
SURAT PERSETUJUAN PUBLIKASI.....	iv
MOTTO DAN PERSEMBAHAN.....	v
KATA PENGANTAR.....	vi
DAFTAR ISI	viii
DAFTAR GAMBAR.....	xii
DAFTAR TABEL	xiii
ABSTRAK	xiv
<i>ABSTRAK</i>	xv
BAB I PENDAHULUAN.....	1
1.1 Latar Belakang	1
2.1 Rumusan Masalah	2
3.1 Batasan Masalah.....	2
4.1 Tujuan Penelitian.....	3
5.1 Manfaat Penelitian.....	3
BAB II TINJAUAN PUSTAKA.....	4
2.1 Dasar Teori <i>Water Heater</i>	4
2.2 Jenis- Jenis <i>Water Heater</i>	6
2.2.1 Pemanas Air Berbahan Bakar Gas	6

2.2.2 Pemanas Air Tenaga Surya	7
2.2.3 Pemanas Air Listrik.....	8
2.3 Prinsip Perpindahan Panas Pada <i>Water Heater</i>	10
2.3.1 Perpindahan Kalor Dengan Hantaran Atau Konduksi	11
2.3.2 Perpindahan Kalor Dengan Aliran Atau Konveksi	13
2.3.3 Perpindahan Kalor Dengan Pancaran Atau Radiasi	14
2.4 Inovasi Teknologi <i>Smart Water Heater</i>	15
2.5 Material Elemen Pemanas	20
2.6 Elemen Pemanas Listrik.....	24
BAB III METODELOGI PENELITIAN.....	28
3.1 Diagram Alir.....	28
3.2 Metode Penelitian.....	29
3.2.1 Studi Pustaka	29
3.2.2 Studi Lapangan.....	29
3.3 Komponen dan Kerja <i>Smart Water Heater</i>	29
3.4 Prosedur Pengujian.....	33
3.5 Alat dan Bahan	33
3.6 Tempat dan Waktu Penelitian	34
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN	35
4.1 Hasil Pengujian <i>Smart Water Heater</i> dan <i>Water Heater</i> Konvensional	35
4.1.1 Tabel Pengujian Pemanasan.....	35

4.2	Perhitungan Laju Perpindahan Kalor Pada <i>Smart Water Heater</i>	36
4.2.1	Energi Yang Diserap Air	36
4.2.2	Perhitungan Laju Perpindahan Kalor	37
4.3	Perhitungan Perpindahan Kalor	37
4.3.1	Perhitungan Perpindahan Kalor Dengan Hantaran Atau Konduksi	37
4.3.2	Perhitungan Perpindahan Kalor Dengan Aliran Atau Konveksi	38
4.4	Perhitungan Daya Listrik	39
4.5	Perhitungan Efisiensi Termal	40
4.6	Perhitungan Rugi- Rugi Panas (<i>Qloss</i>)	41
4.7	Perhitungan Koefisien Perpindahan Kalor Menyeluruh	42
4.8	Perhitungan Laju Perpindahan Kalor Pada <i>Water Heater</i> Konvensional	44
4.8.1	Energi Yang Diserap Air	44
4.8.2	Perhitungan Laju Perpindahan Kalor	44
4.9	Perhitungan Perpindahan Kalor	45
4.9.1	Perhitungan Perpindahan Kalor Dengan Hantaran Atau Konduksi	45
4.9.2	Perhitungan Perpindahan Kalor Dengan Aliran Atau Konveksi	46
4.10	Perhitungan Daya Listrik	46
4.11	Perhitungan Efisiensi Termal	47
4.12	Perhitungan Rugi- Rugi Panas (<i>Qloss</i>)	48
4.13	Perhitungan Koefisien Perpindahan Kalor Menyeluruh	49
4.14	Pembahasan	50

BAB V KESIMPULAN DAN SARAN.....	55
5.1 Kesimpulan.....	55
5.2 Saran.....	57
DAFTAR PUSTAKA.....	59
LAMPIRAN.....	61
SURAT PERNYATAAN BEBAS PLAGIAT.....	61

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2. 2 Pemanas air berbahan bakar gas	6
Gambar 2. 3 Pemanas air tenaga surya.....	8
Gambar 2. 4 Pemanas air listrik	9
Gambar 2. 5 Perpindahan panas	10
Gambar 2. 6 Wiring digram rangkaian elektrikal.....	17
Gambar 2. 7 <i>Coil heater</i>	25
Gambar 2. 8 <i>Ceramik Heater dan Infra Red Heater</i>	25
Gambar 2. 9 <i>Silica dan Quartz Heater dan Black Body Keramik Heater</i>	25
Gambar 2. 10 Bank Channel heater.....	26
Gambar 2. 11 Tubular model standar	27
Gambar 3. 2 <i>Smart water heate</i>	30
Gambar 3. 3 Komponen tampak atas <i>smart water heater</i>	30
Gambar 3. 4 Komponen bagian dalam <i>smart water heater</i>	31
Gambar 3. 5 Komponen tampak depan dan belakang <i>smart water heater</i>	31
Gambar 3. 6 <i>Water heater</i> konvensional	32
Gambar 4. 2 Grafik Kinerja <i>Smart Water Heater</i>	43
Gambar 4. 3 Grafik Perbandingan Kinerja <i>Smart Water Heater</i> Dengan Konvensional	54

DAFTAR TABEL

Tabel 3. 2 Diagram Alir Perancangan	28
Tabel 4. 2 Pengujian Pemanasan <i>Smart Water Heate</i>	35
Tabel 4. 3 Pengujian Pemanasan <i>Water Heater</i> Konvensional.....	36

ABSTRAK

Perkembangan teknologi pemanas air terus mengalami inovasi untuk meningkatkan efisiensi, keamanan, dan kenyamanan pengguna. Penelitian ini bertujuan untuk mengkaji performa *Smart Water Heater* yang dilengkapi dengan sistem pengaturan suhu otomatis berbasis mikrokontroler Arduino, dibandingkan dengan *water heater* konvensional. Sistem *Smart Water Heater* menggunakan sensor suhu (thermocouple), keypad 4x4 sebagai *input* suhu target, serta LCD 16x2 untuk menampilkan suhu aktual dan target secara *real-time*. Penelitian ini dilakukan dengan metode eksperimen menggunakan air sebanyak 500 ml dan mengamati proses pemanasan selama 10 menit. Parameter yang dianalisis meliputi laju perpindahan kalor, konsumsi energi listrik, efisiensi termal, koefisien perpindahan panas menyeluruh, dan rugi-rugi energi. Hasil penelitian menunjukkan bahwa *Smart Water Heater* mampu meningkatkan suhu air dari 31°C hingga 94°C, dengan energi panas yang diserap sebesar 131.670 joule dan efisiensi termal sebesar 71,77%. Sedangkan pemanas konvensional hanya mampu mencapai suhu 82°C dengan energi diserap sebesar 106.590 joule dan efisiensi 55,31%. Laju perpindahan kalor *Smart Water Heater* tercatat sebesar 219,45 watt, lebih tinggi dari konvensional yang hanya mencapai 177,65 watt. Rugi-rugi panas juga lebih kecil pada sistem *smart*, yaitu 51.810 joule, dibandingkan 86.130 joule pada sistem konvensional. Selain itu, sistem ini menunjukkan konsumsi daya listrik yang lebih rendah serta kontrol suhu yang lebih akurat dan responsif. Dengan hasil tersebut, dapat disimpulkan bahwa teknologi *Smart Water Heater* memberikan performa termal dan efisiensi energi yang lebih unggul. Penerapan teknologi ini berpotensi mendukung penghematan energi listrik rumah tangga, serta menjadi solusi inovatif yang ramah lingkungan dalam sistem pemanas air modern.

Kata kunci : *Smart Water Heater*, efisiensi termal, mikrokontroler, perpindahan kalor, energi listrik.

ABSTRAK

The development of water heater technology continues to undergo innovation to improve efficiency, safety, and user convenience. This study aims to evaluate the performance of a Smart Water Heater equipped with an automatic temperature control system based on an Arduino microcontroller, compared to a conventional water heater. The Smart Water Heater system utilizes a temperature sensor (thermocouple), a 4x4 keypad for target temperature input, and a 16x2 LCD to display the actual and target temperatures in real-time. The research was conducted experimentally by heating 500 ml of water for 10 minutes. The analyzed parameters include heat transfer rate, electrical energy consumption, thermal efficiency, overall heat transfer coefficient, and energy losses. The results show that the Smart Water Heater can increase water temperature from 31°C to 94°C, with absorbed heat energy of 131,670 joules and a thermal efficiency of 71.77%. In contrast, the conventional heater only reached 82°C, with 106,590 joules of absorbed energy and 55.31% efficiency. The heat transfer rate of the Smart Water Heater was recorded at 219.45 watts, higher than the conventional system at 177.65 watts. Heat loss was also lower in the smart system (51,810 joules) compared to the conventional system (86,130 joules). Additionally, the smart system demonstrated lower electricity consumption and more accurate and responsive temperature control. These findings indicate that the Smart Water Heater offers superior thermal performance and energy efficiency. This technology has the potential to support household electricity savings and provide an innovative, eco-friendly solution for modern water heating systems.

Keywords: *Smart Water Heater, thermal efficiency, microcontroller, heat transfer, electrical energy.*

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Teknologi pemanas air (*water heater*) telah dikenal sejak lama dan dimanfaatkan dalam berbagai aspek kehidupan sehari-hari. Awalnya, teknologi ini digunakan untuk memanaskan logam. Seiring dengan perkembangan ilmu pengetahuan dan teknologi, fungsi dan desainnya terus mengalami inovasi guna memberikan kenyamanan, kemudahan, serta keamanan bagi pengguna (Fauzie et al., 2023).

Smart water heater alat ini berfungsi untuk mengatur temperatur air dengan memanfaatkan elemen pemanas sebagai sumber panas. Dalam sistem pengendaliannya, elemen pemanas akan aktif ketika suhu air berada di bawah batas yang telah ditentukan, dan akan mati secara otomatis saat suhu telah mencapai atau melebihi batas yang diinginkan. Untuk mendeteksi suhu air, digunakan sensor suhu berupa resistor yang sensitif terhadap perubahan temperatur, yang dikenal sebagai thermocouple (Afra et al., 2020).

Penelitian ini menyoroti peran krusial sensor pengatur suhu dalam sistem pemanas air cerdas yang dirancang untuk menjamin kinerja optimal, keamanan, dan efisiensi energi. Sensor tersebut berfungsi untuk memantau suhu air di dalam tangki serta mengendalikan elemen pemanas agar tetap berada dalam rentang suhu yang telah ditentukan. Penerapan teknologi pengendalian suhu ini tidak hanya meningkatkan keselamatan operasional, tetapi juga mengoptimalkan konsumsi

energi. Tujuan utama dari penelitian ini adalah merancang dan menerapkan sistem kontrol suhu yang mampu mengoptimalkan kondisi operasional pemanas air cerdas secara efektif dan efisien (Firdaus et al., 2024).

2.1 Rumusan Masalah

Rumusan masalah berdasarkan latar belakang, penulis dapat mengambil beberapa rumusan masalah antara lain:

1. Sejauh mana efisiensi energi dan laju perpindahan panas yang dapat dicapai dengan penggunaan *smart water heater*?

3.1 Batasan Masalah

Mengingat sangat luasnya permasalahan yang akan dibahas, maka penulis membatasi permasalahannya, yaitu:

1. Laju perpindahan panas yang diukur dalam penelitian ini mencakup perpindahan panas secara konduksi dan konveksi dalam sistem pemanas air.
2. Efisiensi energi dihitung berdasarkan konsumsi daya listrik dan waktu yang diperlukan untuk mencapai suhu tertentu.
3. Penelitian ini bertujuan untuk melakukan perbandingan antara pemanas air pintar dan pemanas air listrik konvensional, masing-masing dengan kapasitas 500 ml.

4.1 Tujuan Penelitian

Tujuan penulis dari penelitian ini adalah:

1. Untuk menganalisis tingkat efisiensi energi dan laju perpindahan panas yang dapat dicapai dengan menggunakan *smart water heater* dibandingkan dengan pemanas air konvensional.

5.1 Manfaat Penelitian

Manfaat dalam penelitian ini yaitu:

1. Mengurangi konsumsi energi listrik yang berlebihan, sehingga dapat berkontribusi dalam penghematan energi secara global.
2. Mendukung penerapan teknologi ramah lingkungan dengan mengoptimalkan efisiensi energi dan mengurangi emisi karbon dari pembangkit listrik.
3. Membantu rumah tangga dan industri dalam menghemat biaya listrik melalui penggunaan sistem pemanas air yang lebih efisien.
4. Menambah wawasan dalam bidang perpindahan panas dan efisiensi energi pada sistem pemanas air.

DAFTAR PUSTAKA

- Afra, S., Wahyudin, N., Vahlevi, R., Prayoga, H., & Prasetyo, N. (2020). Sistem Kontrol Pemanas Air Menggunakan Sensor Ultrasonik Dan Arduino Uno. *Power Elektronik: Jurnal Orang Elektro*, 9(2), 30–35.
<https://doi.org/10.30591/polektro.v9i2.2017>
- Agustina, I., & Astuti, D. (2015). Penentuan Konduktivitas Termal Logam Tembaga, Kuningan, dan Besi dengan Metode Gandengan. *Prosiding Seminar Nasional Fisika Dan Pendidikan Fisika (SNFPF)*, 6(1), 30–35.
- Ariffudin, S. D., & Wulandari, D. (2014). Perancangan Sistem Pemanas pada Rancang Bangun Mesin Pengaduk Bahan Baku Sabun Mandi Cair. *Jurnal Rekayasa Mesin*, 1(2), 52–57.
<https://jurnalmahasiswa.unesa.ac.id/index.php/13/article/view/6583>
- Djojodihardjo, H. (1985). *Dasar Dasar Termodinamika Teknik*.
- Fauzie, M. A., Muin, A., Kohar, R., Sukarmansyah, & V, R. M. (2023). Kaji Eksperimental Penggunaan Heater Listrik. *Jurnal Desiminasi Teknologi*, 11, 135–142.
- Firdaus, M. L., Milah, M. Z., N., R. R. A., & Fuadin, A. (2024). Implementasi Pengatur Suhu Dalam Water Heater: Meningkatkan Efisiensi Energi dan Keamanan. *Madani: Jurnal Ilmiah Multidisiplin*, 2(5), 43–48.
<https://jurnal.penerbitdaarulhuda.my.id/index.php/MAJIM/article/view/2021>
- Halliday, D., Resnick, R., & Walker, J. (2014). *Fundamentals of Physics Halliday*

& resnick 10ed. In *Wiley*.

Holman, V. (1999). Introduction. *Visual Resources*, 15(3), ix–x.

<https://doi.org/10.1080/01973762.1999.9658510>

Meriadi, Meliala, S., & Muhammad. (2018). Menggunakan Pemanas Listrik.

Jurnal Energi Elektrik, 7, 47–53.

Mobedi, M., & Gediz Ilis, G. (2023). Fundamentals of Heat Transfer. In

Fundamentals of Heat Transfer. <https://doi.org/10.1007/978-981-99-0957-5>

Robert Resnick, David Halliday, K. S. K. (2002). *Physics Vol 1 Ed*