

LAPORAN PENELITIAN HIBAH BERSAING



**PENINGKATAN EFISIENSI  
SISTEM PEMANAS AIR KAMAR MANDI  
MENGUNAKAN INJEKSI GELEMBUNG UDARA**

**Peneliti :**

**Ir. Sartono Putro, M.T.**

**Ir. H. Sarjito, M.T.**

**Ir. Jatmiko, M.T.**

**Dibiayai oleh Direktorat Jenderal Pendidikan Tinggi,  
Departemen Pendidikan Nasional Sesuai dengan  
Surat Perjanjian Pelaksanaan Hibah Penelitian  
074/SP2H/PP/DP2M/IV/209, Tertanggal 06 April 2009**

**Universitas Muhammadiyah Surakarta  
Oktober 2009**

---

## HALAMAN PENGESAHAN LAPORAN AKHIR

1. Judul Penelitian : Peningkatan Efisiensi Sistem Pemanas Air Kamar Mandi Menggunakan Injeksi Gelembung Udara
2. Ketua Peneliti :
  - a. Nama Lengkap : Ir. Sartono Putro, M.T.
  - b. Jenis Kelamin : Laki-laki
  - c. NIP : 737
  - d. Jabatan Fungsional : Lektor
  - e. Jabatan Struktural : -
  - f. Bidang Keahlian : Rekayasa Alat
  - g. Fakultas/Jurusan : Teknik/Mesin
  - h. Perguruan Tinggi : Universitas Muhammadiyah Surakarta
  - i. Tim Peneliti

No	Nama	Bidang Keahlian	Fakultas/Jurusan	Perguruan Tinggi
1.	Ir. Sarjito, M.T.	Mekanika Fluida	Teknik/Mesin	Universitas Muhammadiyah Surakarta
2.	Ir. Jatmiko, M.T.	Listrik Arus Kuat	Teknik/Elektro	Universitas Muhammadiyah Surakarta

3. Pendanaan dan jangka waktu penelitian:
  - a. Jangka waktu penelitian yang diusulkan: 2 tahun
  - b. Biaya total yang diusulkan: Rp 99.400.000,00
  - c. Biaya yang disetujui tahun pertama: Rp 45.500.000,00

Mengetahui,  
Dekan Fakultas Teknik



Ir. Sri Widodo, M.T.  
NIK 542

Surakarta, 30 Oktober 2009  
Ketua Peneliti,

Ir. Sartono Putro, M.T.  
NIK 737

Menyetujui,  
Ketua Lembaga Penelitian



Dr. Harun Joko Prayitno, M.Hum.  
NIK 132049998

## RINGKASAN PENELITIAN

Penelitian ini bertujuan memperbaiki desain sistem *water heater* kamar mandi yang ada di pasaran dengan injeksi gelembung udara sehingga didapatkan desain sistem pemanas air kamar mandi baru yang memiliki efisiensi perpindahan kalor yang lebih besar yang mampu meminimalisasi konsumsi energi pemanasnya. Kegiatan ini merupakan salah satu upaya melakukan penghematan konsumsi energi tak terbarukan melalui peningkatan efisiensi alat.

Penelitian diawali dengan meneliti kinerja pemanas air yang ada di pasaran, pemanas air merk Lakoni Emilia mewakili *water heater* metode *pool boiling*. Sedangkan *water heater* metode *flow boiling* diuji *water heater* merk Prime Lifestyle dan merk Miyako. Hasil pengujian merupakan data: dimensi, konstruksi dan kinerja, selanjutnya digunakan sebagai acuan pembuatan model *water heater* eksperimen untuk metode *pool boiling* dan *flow boiling*.

Hasil pengujian *pool boiling* adalah:

1. Kebutuhan energi untuk mencapai temperatur kerja *water heater* pada posisi vertikal lebih rendah bila dibanding dengan posisi horisontal, kondisi ini berlangsung pada penambahan debit udara  $Q_g$  0 lpm, 2,5 lpm dan 5 lpm. Adapun pada penambahan debit udara  $Q_g$  6,5 lpm kebutuhan energi pemanas pada posisi vertikal dan horisontal hampir berimpit. Alasan yang dapat dikemukakan dari fenomena ini adalah adanya perbedaan sirkulasi air dalam pemanas air selama pemanasan berlangsung akibat gerakan gelembung dan posisi pipa *heater*.
2. Kandungan kalor yang dimiliki air hasil pemanasan berbeda pada setiap variasi pengujian. Hasil yang diberikan pada pengujian *water heater* Lakoni Emilia pada posisi horizontal dengan  $Q_g$  6,5 lpm hampir sama dengan hasil yang diberikan pada model *water heater* eksperimen dengan  $Q_g$  9 lpm untuk  $Q_l$  yang sama 4 lpm. Adapun kandungan kalor yang dimiliki air hasil pemanasan tanpa penambahan gelembung lebih rendah bila dibanding hasil pemanasan menggunakan gelembung.

Adapun pengujian pemanas air metode *flow boiling* menunjukkan bahwa, dimensi pipa pemanas dan penambahan injeksi gelembung

berpengaruh terhadap kinerja pemanas air. Penjelasan dari kesimpulan ini adalah:

1. Peningkatan diameter pemanas 1,25 inci memberikan peningkatan temperatur hasil yang lebih besar bila dibandingkan hasil dari pemanas dengan diameter 0,75 mm, hal ini berlaku untuk debit udara  $Q_g$  2,5 lpm. Adapun peningkatan debit udara  $Q_g$  2,5 lpm menjadi  $Q_g$  5 lpm menyebabkan perubahan hubungan kebutuhan daya dan kenaikan temperatur air hasil.
2. Kinerja model pemanas eksperimen dengan  $Q_g$  6 lpm lebih baik bila dibanding dengan kinerja pemanas air merk Prime Lifestyle.

## SUMMARY

The aim of the research is to improve the design of bathroom water heater available in market by enhancing the efficiency of heat transfer which means minimizing energy consumption. This research is one of efforts for reduce non-renewable energy consumption by improving efficiency.

The initial stage of the research is to investigate the water heaters available in market in terms of dimension, construction and performance. Lakoni Emilia brand represents pool boiling method of water heater, meanwhile Prime Lifestyle and Miyako brand represent flow boiling method. The data collected is used as reference point for designing water heater experiment apparatus for both methods.

The test result of pool boiling is:

1. Energy consumption for achieving working temperature of water heater in vertical position is lower than that in horizontal position. This condition occurs during the increase of air debit,  $Q_g$ , 0 lpm, 3 lpm and 6 lpm. On the other hand, in air debit level of 7,5 lpm the energy consumption are closely in the same level for both conditions. The different results show the level of water circulation in water heater during heating process.
2. Heated water has different heat content in every test variation. The results shows that there is similarity between horizontal water heater of Lakoni Emilia with  $Q_g$  7,5 lpm and water heater experiment apparatus with  $Q_g$  9

lpm. Both have the same for Ql 4 lpm. Heat content of the heated water without air bubble injection is lower than that with air bubble injection.

From the test of flow boiling water heater it can be seen that the dimension of pipe and the increase of air bubble injection have impacts on water heater performance. The explanation is that:

1. The temperature resulted from heating process in pipe with 1,25 inch diameter is higher than that in pipe with 0,75 inch diameter, in the same air debit Qg 2,5 lpm. The increase of air debit from 2,5 lpm to 5 lpm causes the change of correlation between power consumption and the increase of water temperature.
2. The performance of water heater experiment apparatus with Qg 6 lpm is better than the performance of Prime Lifestyle brand of water heater.

## PRAKATA

*Bismillahirrahmaanirrahim*

Penelitian ini bertujuan untuk memperbaiki desain sistem pemanas air kamar mandi yang ada di pasaran dengan injeksi gelembung udara sehingga didapatkan desain sistem pemanas air kamar mandi baru yang memiliki efisiensi perpindahan kalor yang lebih besar yang mampu meminimalisasi konsumsi energi pemanasnya. Penelitian ini menjadi penting saat harga energi listrik dan LPG semakin tinggi yang mana kedua energi ini merupakan sumber energi yang digunakan dalam sistem pemanas air kamar mandi.

Keberhasilan penelitian ini dalam memperoleh desain sistem pemanas air kamar mandi yang efisien merupakan keberhasilan untuk mengurangi penggunaan energi tak terbarukan. Dengan telah terlaksananya kegiatan ini, pelaksana kegiatan mengucapkan terimakasih kepada:

1. Direktorat Jendral Pendidikan Tinggi melalui Direktorat Pembinaan Penelitian dan Pengabdian pada Masyarakat yang telah membiayai kegiatan ini.
2. Lembaga Penelitian dan Pengabdian pada Masyarakat Universitas Muhammadiyah Surakarta atas segala fasilitas dan bimbingan yang telah diberikan untuk suksesnya penyelenggaraan kegiatan ini.

Menyadari akan keterbatasan pengetahuan dan pengalaman selama pelaksanaan kegiatan ini, maka laporan kegiatan ini masih belum sempurna. Untuk itu demi pengembangan dan penyempurnaan di bidang ini, pelaksana kegiatan mengharapkan saran dan kritik.

Surakarta, 30 Oktober 2009

Pelaksana Kegiatan

## DAFTAR ISI

	halaman
HALAMAN PENGESAHAN .....	i
RINGKASAN DAN SUMMARY .....	ii
PRAKATA .....	v
DAFTAR ISI .....	vi
DAFTAR TABEL.....	viii
DAFTAR GAMBAR.....	ix
DAFTAR LAMPIRAN.....	xi
<b>BAB I PENDAHULUAN</b>	
A. Latar Belakang .....	1
B. Perumusan Masalah .....	2
<b>BAB II STUDI PUSTAKA</b>	
A. Penelitian Pendukung .....	3
B. Landasan Teori .....	5
C. Hasil yang Sudah Dicapai .....	6
<b>BAB III TUJUAN DAN MANFAAT PENELITIAN</b>	
A. Tujuan Utama .....	8
B. Detail Tujuan .....	8
C. Manfaat Penelitian.....	8
<b>BAB IV METODE PENELITIAN</b>	
A. Bahan dan Peralatan yang Digunakan .....	10
B. Desain Penelitian.....	11
C. Pengujian <i>Water Heater</i> Merk Lakoni Emilia .....	12
D. Pengujian <i>Water Heater</i> Merk Prime Lifestyle .....	15
E. Pengujian <i>Water Heater</i> Merk Miyako .....	16
F. Pengujian Model <i>Water Heater</i> Eksperimen .....	18
<b>BAB V HASIL DAN PEMBAHASAN</b>	
A. Pengujian <i>Water Heater</i> Metode <i>Pool Boiling</i> .....	26
B. Pengujian <i>Water Heater</i> Metode <i>Flow Boiling</i> .....	34
<b>BAB VI KESIMPULAN DAN SARAN</b>	
A. Kesimpulan .....	39

B. Saran .....	40
<b>DAFTAR PUSTAKA</b>	41
<b>LAMPIRAN</b>	43



## DAFTAR TABEL

	halaman
Tabel 1. Kebutuhan Daya dan Peningkatan Temperatur Hasil Air Pada <i>Water Heater</i> Prime Lifestyle dan Miyako	35
Tabel 2. Kebutuhan Daya dan Peningkatan Temperatur Hasil Air Pada <i>Water Heater</i> Prime Lifestyle dan Model Eksperimen	35

## DAFTAR GAMBAR

	halaman
Gambar 1. Desain Penelitian Tahun Pertama	11
Gambar 2. Skema Instalasi Pengujian <i>Water Heater</i> Merk Lakoni Emilia	12
Gambar 3. Skema Konstruksi <i>Water Heater</i> Merk Lakoni Emilia	13
Gambar 4. Instalasi Pengujian <i>Water Heater</i> Merk Lakoni Emilia	14
Gambar 5. Instalasi Pengujian <i>Water Heater</i> Merk Prime Lifestyle	15
Gambar 6. <i>Water Heater</i> Merk Prime Lifestyle	15
Gambar 7. Skema <i>Water Heater</i> Merk Miyako	16
Gambar 8. Instalasi Pengujian <i>Water Heater</i> Merk Miyako	17
Gambar 9. <i>Water Heater</i> Merk Miyako	18
Gambar 10. Skema Instalasi Pengujian Model <i>Water Heater</i> Anulus Panjang 750 mm, Diameter Pipa <i>Heater</i> 0,75 inchi dan 1,25 inchi	18
Gambar 11. Skema Model <i>Water Heater</i> Pipa Anulus Panjang 750 mm, Diameter Pipa <i>Heater</i> 0,75 inchi dan 1,25 inchi.	20
Gambar 12. Instalasi Pengujian Model <i>Water Heater</i> Anulus Panjang 750 mm, Diameter Pipa <i>Heater</i> 0,75 inchi dan 1,25 inchi	21
Gambar 13. Skema Instalasi Pengujian Model <i>Water Heater</i> Anulus Panjang 210 mm, Diameter 60 mm.	22
Gambar 14. Skema Model <i>Water Heater</i> Pipa Anulus Panjang 210 mm Diameter 60 mm	20
Gambar 15. Model <i>Water Heater</i> Pipa Anulus Panjang 210 mm Diameter 60 mm	23
Gambar 16. Skema Model <i>Water Heater</i> Anulus Panjang 280 mm, Diameter 205 mm.	24
Gambar 17. Instalasi Pengujian Model <i>Water Heater</i> Anulus Panjang 280 mm Diameter 205 mm	25
Gambar 18. Hubungan Waktu Pemanasan dengan Daya, Posisi Vertikal	26
Gambar 19. Hubungan Waktu Pemanasan dengan Daya, Posisi Horisontal	27
Gambar 20. Hubungan Waktu Pemanasan dengan Energi pada $Q_g$ 0 lpm	28

Gambar 21	Hubungan Waktu Pemanasan dengan Energi pada Qg 2,5 lpm	28
Gambar 22	Hubungan Waktu Pemanasan dengan Energi pada Qg 5 lpm	29
Gambar 23	Hubungan Waktu Pemanasan dengan Energi pada Qg 6,5 lpm	29
Gambar 24	Hubungan Waktu Pemanasan dengan Energi pada <i>Water Heater</i> Lakoni Emilia Posisi Vertikal	31
Gambar 25	Hubungan Waktu Pemanasan dengan Energi pada Qg 0 lpm <i>Water Heater</i> Lakoni E Posisi Vertikal dan Horisontal, serta Model <i>Water Heater</i> Eksperimen	31
Gambar 26	Hubungan Waktu Pemanasan dengan Energi pada Qg 2,5 lpm, 3 lpm <i>Water Heater</i> Lakoni E Posisi Vertikal dan Horisontal, serta Model <i>Water Heater</i> Eksperimen	32
Gambar 27	Hubungan Waktu Pemanasan dengan Energi pada Qg 5 lpm, 6 lpm, <i>Water Heater</i> Lakoni E Posisi Vertikal dan Horisontal, serta Model <i>Water Heater</i> Eksperimen	32
Gambar 28	Hubungan Waktu Pemanasan dengan Energi pada Qg 6,5, 9 lpm, <i>Pemanas Air</i> Lakoni E Posisi Vertikal dan Horisontal, serta Model <i>Water Heater</i> Eksperimen	33
Gambar 29	Hubungan Waktu Aliran Hasil Air dengan Temperatur Aliran Hasil Air	33
Gambar 30	Pengaruh Perubahan daya Terhadap Peningkatan Temperatur Air yang Dipanaskan Pada Prime L, Miyako, dan Model Eksperimen dengan Qg 6 lpm	34
Gambar 31	Pengaruh Perubahan daya Terhadap Peningkatan Temperatur Air yang Dipanaskan Pada Miyako	35
Gambar 32	Pengaruh Perubahan daya Terhadap Peningkatan Temperatur Air yang Dipanaskan Pada Model <i>Water Heater</i> Anulus Panjang 750 mm, Diameter <i>Heater</i> 0,75 inchi dan 1,25 inchi, Qg 2,5 lpm.	36
	Pengaruh Perubahan daya Terhadap Peningkatan Temperatur Air yang Dipanaskan Pada Model <i>Water Heater</i> Anulus Panjang 750 mm, Diameter <i>Heater</i> 0,75 inchi dan 1,25 inchi, Qg 5 lpm.	37

## DAFTAR LAMPIRAN

	halaman
Lampiran 1. Biodata Peneliti	44
Lampiran 2. Foto-foto Kegiatan Penelitian	49