

REKAYASA

LAPORAN PENELITIAN HIBAH BERSAING



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

Oleh :

Ir. Sartono Putro, M.T.

Ir. Jatmiko, M.T.

DIBIAYAI DIREKTORAT PENELITIAN DAN PENGABDIAN MASYARAKAT
DIREKTORAT JENDERAL PENDIDIKAN TINGGI
KEMENTERIAN PENDIDIKAN NASIONAL RI
DENGAN SURAT PERJANJIAN NOMOR: 316//SP2H/PP/DP2M/IV/2010

**UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH SURAKARTA
OKTOBER 2010**

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. 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 Rp 94.750.000,00
 - c. Biaya yang disetujui tahun kedua: Rp 28.875.000,00

Mengetahui,
Dekan Fakultas Teknik



Agus Riyanto, M.T.
NIK 483

Surakarta, 30 Oktober 2010
Ketua Peneliti,

Ir. Sartono Putro, M.T.
NIK 737

Menyetujui,
Ketua Lembaga Penelitian



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

RINGKASAN PENELITIAN

Tujuan utama dari penelitian ini adalah:

1. 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.
2. Sebagai salah satu upaya melakukan penghematan konsumsi energi tak terbarukan melalui peningkatan efisiensi alat.

Adapun detail tujuan penelitian pada tahun kedua yaitu:

1. Mendapatkan *prototype* skala riil sistem pemanas air kamar mandi metode *pool boiling* yang paling efisien dengan memvariasi posisi dan penempatan pipa *heater* yang dikaitkan dengan variasi besar injeksi gelembung udara.
2. Mendapatkan *prototype* skala riil sistem pemanas air kamar mandi metode *flow boiling* yang paling efisien dengan memvariasi daya listrik sampai batas daya yang dimiliki pemanas air yang ada di pasaran merk Prime Lifestyle 3000 Watt yang dikaitkan dengan variasi besar injeksi gelembung udara.

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.

Seperti diuraikan sebelumnya bahwa sistem pemanas air kamar mandi dengan energi listrik yang ada di pasaran bekerja dengan cara mengalirkan air pada sebuah tabung yang di dalamnya diberi *heater* berbentuk pipa. Untuk meningkatkan efisiensi perpindahan kalor dari *heater* ke aliran air dapat dilakukan dengan dengan dua cara yaitu meningkatkan efek turbulensi dan peningkatan luas permukaan kontak *heater* dengan aliran air. Penerapan modifikasi permukaan dalam saluran menggunakan sirip akan menimbulkan

masalah baru yaitu kesulitan pabrikan yang akan menyebabkan konstruksi menjadi mahal. Hambatan lain dari modifikasi ini akan meningkatkan *pressure drop* yang menyebabkan peningkatan penggunaan energi untuk mengalirkan fluida kerja air. Adapun peningkatan efek turbulensi dengan memperbesar masa aliran air juga berakibat naiknya kebutuhan energi untuk menggerakkan pompa, disamping itu kebutuhan laju aliran masa dalam pemakaian juga relatif kecil

Penelitian ini berupaya meningkatkan efisiensi perpindahan kalor sistem pemanas air kamar mandi energi listrik dengan cara peningkatan turbulensi aliran air menggunakan injeksi udara dalam bentuk aliran gelembung. Alternatif ini merupakan hasil penelitian yang sudah dilakukan pengusul yaitu adanya informasi bahwa aliran gelembung pada pipa yang dipanaskan tanpa pendidihan mampu meningkatkan nilai koefisien perpindahan kalor tanpa disertai peningkatan *pressure drop*. Informasi ini belum pernah diterapkan pada sistem pemanas air kamar mandi, sehingga penelitian ini memiliki nilai *novelty* dan hasil penelitiannya berpotensi diupayakan HKI.

Hasil pengujian model *wáter heater* metode *pool boiling* menginformasikan bahwa, dimensi, jumlah posisi *heater* dan penambahan injeksi gelembung udara berpengaruh terhadap kinerja pemanas air. Temperatur rata-rata air dalam tabung *water heater* terbesar didapatkan pada penggunaan tiga *heater* disusul empat *heater* dan *heater* tunggal. Kondisi ini berlaku pada pemanasan dengan debit penginjeksian 0 lpm sampai 3 lpm.

Sedangkan pengujian model *wáter heater* metode *flow boiling* menginformasikan bahwa, penambahan injeksi gelembung udara mampu meningkatkan selisih temperatur masuk air dan temperatur keluar air. Besarnya debit penginjeksian udara yang mampu menghasilkan selisih temperatur terbesar adalah 9 lpm, sedangkan peningkatan debit penginjeksian udara dari 0 lpm sampai dengan 6 lpm tidak memberikan peningkatan yang signifikan. Selisih temperatur ΔT yang paling besar terjadi pada saat penggunaan penginjeksian udara dengan debit 9 lpm, yaitu sebesar 16,7 °C pada waktu pengujian 20 menit. Sedangkan selisih temperatur ΔT yang paling kecil terjadi pada penginjeksian udara 3 lpm yaitu sebesar 13,1 °C pada waktu pemanasan 12 menit. Adapun selisih penggunaan energinya sebesar 0,44 Watthaours.

PRAKATA

Bismillahirrahmaanirrahim

Penelitian tahun ke dua ini menguji water heater metode pool boiling dengan variasi posisi heater dikaitkan dengan variasi injeksi gelembung udara untuk mendapatkan desain dan besar injeksi gelembung udara yang optimal. Sedangkan pengujian water heater metode flow boiling dilakukan optimasi penggunaan daya sesuai batas daya yang dimiliki water heater Prime Lifestyle 3000 W yang dikaitkan dengan optimasi besar injeksi gelembung udara.

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 2010

Pelaksana Kegiatan

DAFTAR ISI

	halaman
HALAMAN PENGESAHAN	i
RINGKASAN	ii
PRAKATA	iv
DAFTAR ISI	v
DAFTAR TABEL.....	vii
DAFTAR GAMBAR.....	viii
DAFTAR LAMPIRAN.....	ix
BAB I PENDAHULUAN	
A. Latar Belakang	1
B. Perumusan Masalah	2
BAB II STUDI PUSTAKA	
A. Penelitian Pendukung	3
B. Landasan Teori	5
C. Hasil yang Sudah Dicapai	6
BAB III TUJUAN DAN MANFAAT PENELITIAN	
A. Tujuan Utama	8
B. Detail Tujuan	8
C. Manfaat Penelitian.....	8
BAB IV METODE PENELITIAN	
A. Bahan dan Peralatan yang Digunakan	10
B. Desain Penelitian.....	11
C. Pengujian Model <i>Water Heater</i> Metode Pool Boiling ..	12
D. Pengujian Model <i>Water Heater</i> Metode Pool Boiling...	16
BAB V HASIL DAN PEMBAHASAN	
A. Pengujian Model <i>Water Heater</i> Metode Pool Boiling ..	19
B. Pengujian Model <i>Water Heater</i> Metode Pool Boiling...	24
BAB VI KESIMPULAN DAN SARAN	
A. Kesimpulan	27
B. Saran	27

DAFTAR PUSTAKA

28

LAMPIRAN

30

DAFTAR TABEL

						Halaman
Tabel 1.	Hasil Pengujian Gelembung	<i>Heater</i>	Lakoni	Tanpa	Injeksi	19
Tabel 2.	Hasil Pengujian Gelembung	<i>Heater</i>	Lakoni	dengan	Injeksi	19
Tabel 3.	Hasil Pengujian Gelembung	Tiga	<i>Heater</i>	Tanpa	Injeksi	20
Tabel 4.	Hasil Pengujian Gelembung	Tiga	<i>Heater</i>	dengan	Injeksi	20
Tabel 5.	Hasil Pengujian Gelembung	Empat	<i>Heater</i>	Tanpa	Injeksi	20
Tabel 6.	Hasil Pengujian Gelembung	Empat	<i>Heater</i>	dengan	Injeksi	20

DAFTAR GAMBAR

	halaman
Gambar 1. Desain Penelitian Tahun Kedua	11
Gambar 2. Skema Instalasi Pengujian <i>Water Heater</i> Metode <i>Pool Boiling</i>	12
Gambar 3. Penempatan Termokopel dan <i>Heater</i> Lakoni	12
Gambar 4. Penempatan Termokopel dan Tiga <i>Heater</i>	13
Gambar 5. Penempatan Termokopel dan Empat <i>Heater</i>	13
Gambar 6. Dimensi dan Konstruksi <i>Heater</i> Tunggal Lakoni	14
Gambar 7. Dimensi dan Konstruksi <i>Heater</i> , Untuk Variasi Tiga dan Empat <i>Heater</i>	14
Gambar 8. Instalasi Pengujian <i>Water Heater</i> Metode <i>Pool Boiling</i>	15
Gambar 9. Skema Instalasi Pengujian <i>Water Heater</i> Metode <i>Flow Boiling</i>	16
Gambar 10. Skema Model <i>Water Heater</i> Metode <i>Flow Boiling</i>	17
Gambar 11. Model <i>Water Heater</i> Metode <i>Flow Boiling</i>	18
Gambar 12. Pengaruh Variasi Debit Udara (Q_g) Terhadap Temperatur Waktu Pemanasan (t)	21
Gambar 13. Pengaruh Variasi Debit Udara (Q_g) Terhadap Temperatur Energi Kebutuhan <i>Water Heater</i> (W)	21
Gambar 14. Pengaruh Variasi Debit Udara (Q_g) dengan Temperatur Rata-rata Air (T_f)	22
Gambar 15. Hubungan Koefisien Perpindahan Kalor (h_{tp}) Konveksi Dua Fasa dengan Variasi Debit Udara (Q_g)	24
Gambar 16. Hubungan Energi Kebutuhan <i>Water Heater</i> (W) dengan variasi Debit Udara (Q_g)	24
Gambar 17. Hubungan Selisih Temperatur (ΔT) dengan Kebutuhan Waktu Pemanasan	25