



**PENGARUH VARIASI WARNA PLAT KOLEKTOR SURYA  
TERHADAP KINERJA PEMANAS AIR TENAGA SURYA**

**SKRIPSI**

**Oleh:**

**Ervin Setyabudi H.  
NIM 091910101082**

**PROGRAM STRATA 1 TEKNIK  
JURUSAN TEKNIK MESIN  
FAKULTAS TEKNIK  
UNIVERSITAS JEMBER  
2014**



**PENGARUH VARIASI WARNA PLAT KOLEKTOR SURYA  
TERHADAP KINERJA PEMANAS AIR TENAGA SURYA**

**SKRIPSI**

diajukan guna melengkapi tugas akhir dan memenuhi salah satu syarat  
untuk menyelesaikan Program Studi Teknik Mesin (S1)  
dan mencapai gelar Sarjana Teknik

**Oleh:**

**Ervin Setyabudi H.  
NIM 091910101082**

**PROGRAM STRATA 1 TEKNIK  
JURUSAN TEKNIK MESIN  
FAKULTAS TEKNIK  
UNIVERSITAS JEMBER  
2014**

## PERSEMBAHAN

Skripsi ini adalah hasil perjuangan dengan bantuan berbagai pihak, oleh kare itu saya prsembahkan untuk:

1. Allah SWT. Atas segala rahmat dan hidayahnya yang telah diberikan, serta kepada junjungan kita Nabi Muhammad SAW;
2. Rasulullah SAW. Terima kasih atas petunjuk dan keteladanan yang telah kau berikan hingga jiwa ini penuh dengan kedamaian dan keihklasan.
3. Semua dosen jurusan Fakultas Teknik Universitas Jember khususnya Teknik Mesin yang telah memberikan ilmu dan bimbingan kepada saya, terutama Bapak Aris Zainul Muttaqin S.T., M.T. sebagai pembimbing utama dan Bapak Santoso Mulyadi, S.T., M.T. sebagai pembimbing anggota, Bapak Ir. Digdo Listyadi S., M.Sc. sebagai dosen penguji I, serta Bapak Hari Arbiantara Basuki, S.T.,M.T sebagai penguji II.
4. Ayahanda tercinta Agus Heri dan (alm) ibunda tercinta Harini atas segala do'a, dukungan yang tak kenal lelah dan materil yang telah beliau berikan;
5. Semua keluarga dari ibu dan ayah;
6. Dosen-dosen Jurusan Teknik Mesin yang telah banyak membantu dan memberikan ilmu kepadaku;
7. Keluarga besar N-Gine Teknik Mesin angkatan tahun 2009 yang banyak membantu dan memberikan semangat;
8. Almamater tercinta "UNIVERSITAS JEMBER";
9. Dan seluruh pihak yang telah mendukung yang tidak bisa kusebutkan satu persatu.

## MOTTO

*"Berkatalah jujur sekalipun itu pahit "*

*"Impian tidak akan terwujud dengan sendirinya  
Kamu harus segera bangun dan berupaya untuk mewujudkannya "*

*"Always Be positive "*

*"Jangan berputus asa jika menghadapi kesulitan karena setiap tetes air hujan yang jernih berasal daripada awan  
yang gelap "*

*"Kekayaan yang hakiki adalah kekayaan jiwa "*

*"Bersabar itu menyiksa di awal, namun membahagiakan di akhir "*

*"Jangan pernah menyerah perbaiki kesalahan dan teruslah melangkah. Never give up, fix mistakes and keep  
stepping. "*

*"Keberhasilan adalah kemampuan untuk melewati dan mengatasi dari suatu kegagalan ke kegagalan berikutnya  
tanpa harus kehilangan semangat. "*

*"Seberat apapun beban masalah yang kamu hadapi saat ini Percayalah bahwa semua itu tak pernah melebihi  
batas kemampuan kamu "*

## PERNYATAAN

Saya yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Ervin Setyabudi H.

NIM : 091910101082

Menyatakan dengan sesungguhnya bahwa skripsi yang berjudul “*Pengaruh Variasi Warna Plat Kolektor Surya Terhadap Kinerja Pemanas Air Tenaga Surya*” adalah benar-benar hasil karya sendiri, kecuali kutipan yang sudah saya sebutkan sumbernya, belum pernah diajukan pada institusi mana pun, dan bukan karya jiplakan. Saya bertanggung jawab atas keabsahan dan kebenaran isinya sesuai dengan sikap ilmiah yang harus dijunjung tinggi.

Demikian pernyataan ini saya buat dengan sebenarnya, tanpa ada tekanan dan paksaan dari pihak mana pun serta bersedia mendapat sanksi akademik jika ternyata di kemudian hari pernyataan ini tidak benar.

Jember, 10 Februari 2014

Yang menyatakan,

Ervin Setyabudi H.

NIM 091910101082

**SKRIPSI**

**PENGARUH VARIASI WARNA PLAT KOLEKTOR SURYA  
TERHADAP KINERJA PEMANAS AIR TENAGA SURYA**

Oleh

Ervin Setyabudi H.

NIM 091910101082

Pembimbing

Dosen Pembimbing Utama : Aris Zainul Muttaqin, S.T., M.T.

Dosen Pembimbing Anggota : Santoso Mulyadi, S.T., M.T.

## PENGESAHAN

Skripsi berjudul “Pengaruh Variasi Warna Plat Kolektor Surya Terhadap Kinerja Pemanas Air Tenaga Surya” telah diuji dan disahkan pada :

Hari, Tanggal : Senin, 10 Februari 2014

Tempat : Fakultas Teknik Universitas Jember

### Tim Penguji

Ketua,

Sekretaris,

Aris Zainul Muttaqin S.T., M.T.  
NIP 19681207 199512 1 002

Santoso Mulyadi, S.T., M.T.  
NIP 19700288 199702 1 001

Anggota I,

Anggota II,

Ir. Digdo Listyadi S., M.Sc.  
NIP 19680617 199501 1 001

Hari Arbiantara Basuki, S.T., M.T.  
NIP 19670924 199412 1 001

Mengesahkan  
Dekan Fakultas Teknik Universitas Jember

Ir. Widyono Hadi, MT.  
NIP 19610414 198902 1 001

## RINGKASAN

Pengaruh Variasi Warna Plat Kolektor Surya Terhadap Kinerja Pemanas Air Tenaga Surya; **Ervin Setyabudi; 091910101082: 2014, 68 halaman; Jurusan Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Jember.**

Proses pemanasan air menggunakan radiasi matahari bergantung pada intensitas radiasi matahari yang ditangkap kolektor surya dan debit air yang mengalir melalui pipa. Untuk memaksimalkan radiasi panas yang di terima oleh kolektor surya maka diperlukan warna plat penerima panas yang dapat menyerap radiasi panas matahari yang maksimal.

Pada pemanas air tenaga surya terdapat banyak sekali variabel yang dapat mempengaruhi suhu air yang dipanaskan. Diantaranya adalah jenis cairan penukar panas, jenis plat absorber, jenis kolektor, warna pipa dan plat. Salah satu dari variabel tersebut diharapkan dapat mempunyai pengaruh yang signifikan terhadap suhu air yang dihasilkan pemanas air kolektor.

Penelitian dilakukan di Laboratorium Konversi Energi Jurusan Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Jember. Peralatan yang digunakan dalam pengujian adalah Pemanas air tenaga surya, Thermometer digital, Termokopel, dan Terminal Port. Variasi warna yang digunakan adalah hitam (*black*) no. (39) dengan merk cat *zuper spray quick drying formula acrylic spray paint*, merah (*signal red*) no. (23) dengan merk cat *rj LONDON acrylic epoxy spray paint*, dan biru (*flourescent blue*) no. (1004) dengan merk cat *rj LONDON acrylic epoxy spray paint*.

Dari hasil penelitian yang dilakukan, dapat disimpulkan bahwa semakin gelap warna suatu permukaan benda, maka semakin besar energi panas yang diserap oleh benda tersebut. Jadi, semakin mendekati hitam, maka semakin tinggi penyerapannya.

Warna plat hitam mempengaruhi nilai kinerja pemanas air tertinggi pada jam 10.30 WIB dengan nilai  $q$  sebesar 4.58 Watt dibandingkan dengan warna plat merah



dengan nilai  $q$  sebesar 2.68 Watt dan warna plat biru dengan nilai  $q$  sebesar 1.78 Watt;

Pada jam 12.00 WIB kinerja pemanas air dengan warna plat merah mencapai nilai tertinggi yaitu sebesar 2.9 Watt, dikarenakan warna plat merah dapat menyimpan panas lebih lama dibanding dengan warna plat hitam dan biru, Sedangkan kinerja pemanas air dengan warna plat hitam lebih rendah dibandingkan dengan warna plat merah yaitu sebesar 2.23 Watt, dikarenakan warna hitam mudah menyerap panas namun mudah juga melepaskan panas. Kinerja pemanas air dengan warna plat biru paling rendah yaitu sebesar 1.78 Watt, dikarenakan warna plat biru mempunyai kemampuan menyerap panas paling rendah dibandingkan dengan warna plat hitam dan merah.

## SUMMARY

Effect of Variation of Solar Collector Color to wards Performance of Solar Water Heater; **Ervin Setyabudi; 091910101082: 2014, 68 pages; Department of Mechanical Engineering Faculty of Engineering, University of Jember.**

The process of heating water using solar radiation depends on the intensity of solar radiation is captured solar collectors and discharge of water flowing through the pipe. To maximize heat radiation received by the solar collector plate receiver is needed color to absorb heat radiation heat maximum. In solar water heaters there are many variables that can affect the temperature of the heated water. Among them are the type of fluid heat exchanger, plate type absorber, collector type, color pipe and plate. One of these variables is expected to have a significant effect on the water temperature produced water heater collector.

The study was conducted in Energy Conversion Laboratory Department of Mechanical Engineering Faculty of Engineering, University of Jember. The equipment used in the testing is solar water heater, digital thermometer, thermocouple, and the Terminal Port. Variations in color used is (black) no. (39) with paint brands zuper spray quick drying formula acrylic spray paint, red (signal red) no. (23) with paint brands rj LONDON acrylic epoxy spray paint , and blue (flourescent blue) no. (1004) with paint brands rj LONDON acrylic epoxy spray paint.

From the research conducted , it can be concluded that the darker the color of an object 's surface , the greater the heat energy that is absorbed by the object. So , getting closer to black , the higher the absorption .

Color black plate affect the value of the highest performance water heater at 10.30 pm with the value of q at 4:58 Watts compared to the color red plate with a q value of 2.68 watts and the color blue plate with a q value of 1.78 Watt;

At 12.00 pm the water heater's performance with the color red plate reaches the highest value that is equal to 2.9 Watt, because of the color of the red plate can hold heat longer than the plate color black and blue, while the performance of the water heater with the color black plate is lower than the color plate red is equal to 2.23 Watt, because black absorbs heat easily, but also easily release heat. Water heater performance with the lowest color blue plate is equal to 1.78 Watt, because of the color blue plate heat has the ability to absorb the lowest compared with the color black and red plate.

## PRAKATA

Puji syukur penulis panjatkan kehadirat Allah SWT atas segala rahmat dan karunia-Nya, sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi yang berjudul “Pengaruh Variasi Warna Plat Kolektor Surya Terhadap Kinerja Pemanas Air Tenaga Surya” Skripsi ini disusun untuk memenuhi salah satu syarat dalam menyelesaikan pendidikan Strata Satu (S1) pada Jurusan Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Jember.

Penulisan skripsi ini tidak lepas dari bantuan berbagai pihak. oleh karena itu penulis ingin menyampaikan banyak-banyak ucapan terima kasih kepada :

1. Ir. Widyono Hadi, M.T selaku Dekan Fakultas Teknik Universitas Jember;
2. Aris Zainul Muttaqin S.T., M.T. selaku Dosen Pembimbing Utama, dan Santoso Mulyadi, S.T., M.T., selaku Dosen Pembimbing Anggota yang telah meluangkan waktu dan pikiran serta perhatiannya guna memberikan bimbingan dan pengarahan demi terselesaikannya skripsi ini.
3. Ir Digdo Listyadi S., M.Sc. dan Hari Arbiantara Basuki, S.T., M.T. selaku dosen penguji yang telah memberikan saran dan kritikan bersifat konstruktif untuk penyusunan skripsi ini.
4. Semua Dosen Teknik Mesin yang tidak bisa disebutkan satu-persatu, terima kasih atas semua bimbingan, semangat, dan waktu yang telah bapak berikan dan ajarkan;
5. Ayah, (Alm) Ibu dan adik tercinta terima kasih untuk semuanya;
6. Teman- teman mesin SI angkatan 2009 (*Nine-Engine*). dan teman diskusi terima kasih banyak dukungannya selama ini semoga keluarga ini tak bisa dipisahkan jarak dan waktu. *Nine-Engine* bersatu tak bisa dikalahkan;
7. Teman – teman KKN kelompok 2 Situbondo Desa Dawuhan. Terima kasih untuk saling mengingatkan skripsi masing-masing.
8. Mbak Halimah, selaku staf administrasi jurusan Teknik Mesin Universitas Jember, terima kasih atas bantuannya dalam kelancaran pembuatan skripsi;

9. Semua pihak yang telah membantu dalam menyelesaikan skripsi ini, tidak dapat penulis sebutkan satu-persatu.

Penulis juga menerima segala kritik dan saran dari semua pihak demi kesempurnaan skripsi ini. Akhirnya penulis berharap, semoga tulisan ini dapat bermanfaat, khususnya bagi penulis dan peneliti-peneliti berikutnya.

Jember, Februari 2014

Penulis

## DAFTAR ISI

	Halaman
<b>HALAMAN JUDUL</b> .....	i
<b>PERSEMBAHAN</b> .....	ii
<b>MOTTO</b> .....	iii
<b>PERNYATAAN</b> .....	iv
<b>PEMBIMBING</b> .....	v
<b>PENGESAHAN</b> .....	vi
<b>RINGKASAN</b> .....	vii
<b>PRAKATA</b> .....	xi
<b>DAFTAR ISI</b> .....	xiii
<b>DAFTAR GAMBAR</b> .....	xv
<b>DAFTAR TABEL</b> .....	xvi
<b>DAFTAR NOTASI</b> .....	xvii
<b>DAFTAR LAMPIRAN</b> .....	xviii
<b>BAB 1 PENDAHULUAN</b> .....	1
<b>1.1 Latar Belakang</b> .....	1
<b>1.2 Rumusan Masalah</b> .....	3
<b>1.3 Batasan Masalah</b> .....	3
<b>1.4 Tujuan dan Manfaat</b> .....	3
<b>BAB 2 TINJAUAN PUSTAKA</b> .....	5
<b>2.1 Radiasi Matahari</b> .....	5
<b>2.2 Perpindahan Panas</b> .....	5
2.2.1 Perpindahan Panas Konduksi.....	5
2.2.2 Perpindahan Panas Konveksi.....	7
2.2.3 Perpindahan Panas Radiasi.....	8
2.2.4 Teori Warna .....	10
<b>2.3 Kolektor Seng</b> .....	11
2.3.1 Struktur Kolektor Seng.....	12
<b>2.4 Kinerja Pemanas</b> .....	13

<b>2.5 Energi Yang Diterima Kolektor</b> .....	14
<b>2.6 Hipotesa</b> .....	14
<b>BAB 3 METODOLOGI PENELITIAN</b> .....	15
<b>3.1 Mekanisme Kerja Alat</b> .....	15
<b>3.2 Langkah-Langkah Penelitian</b> .....	15
3.2.1 Studi Pustaka .....	16
3.2.2 Studi Lapangan dan Identifikasi Masalah.....	16
3.2.3 Pengumpulan Data.....	16
<b>3.3 Waktu dan Tempat Penelitian</b> .....	16
<b>3.4 Alat dan Bahan</b> .....	17
3.4.1 Alat .....	17
3.4.2 Bahan .....	17
<b>3.5 Pelaksanaan Penelitian</b> .....	18
3.5.1 Penetapan Variabel Terikat dan Variabel Bebas .....	18
3.5.2 Pemilihan Parameter .....	19
3.5.3 Prosedur Penelitian.....	20
<b>3.6 Pengukuran Parameter</b> .....	21
3.6.1 Kinerja Pemanas .....	21
<b>3.7 Skema Alat Uji</b> .....	23
<b>3.8 Flow Chart Penelitian</b> .....	24
<b>3.9 Tahap Pengambilan Data</b> .....	25
<b>3.10 Jadwal Pelaksanaan Penelitian</b> .....	27
<b>BAB 4 HASIL DAN PEMBAHASAN</b> .....	28
<b>4.1 Hasil Penelitian</b> .....	28
<b>4.2 Pembahasan</b> .....	32
<b>BAB 5 PENUTUP</b> .....	37
<b>5.1 Kesimpulan</b> .....	37
<b>5.2 Saran</b> .....	37
<b>DAFTAR PUSTAKA</b>	
<b>LAMPIRAN</b>	

## DAFTAR GAMBAR

	Halaman
Gambar 2.1 Perpindahan Panas Konveksi Dari Suatu Plat.....	8
Gambar 2.2 Bagan Menunjukkan Pengaruh Radiasi Datang.....	9
Gambar 3.1 Boks kolektor surya.....	20
Gambar 3.2 Tangki Air.....	20
Gambar 3.3 Skema alat uji.....	23
Gambar 3.4 <i>Flow chart</i> penelitian.....	24
Gambar 4.1 Grafik hubungan waktu terhadap suhu air masuk kolektor ( $T_{a1}$ ( $^{\circ}\text{C}$ )).....	29
Gambar 4.2 Grafik hubungan waktu terhadap suhu air keluar kolektor ( $T_{a2}$ ( $^{\circ}\text{C}$ )).....	30
Gambar 4.3 Grafik hubungan waktu terhadap suhu air dalam tangki ( $T_{\text{tangki}}$ ( $^{\circ}\text{C}$ )).....	30
Gambar 4.4 Grafik hubungan waktu terhadap suhu lingkungan ( $T_{\text{lingkungan}}$ ( $^{\circ}\text{C}$ )).....	31
Gambar 4.5 Grafik hubungan waktu terhadap suhu plat kolektor ( $T_{\text{plat}}$ ( $^{\circ}\text{C}$ )).....	31
Gambar 4.6 Grafik hubungan waktu terhadap energi panas yang diserap oleh air $q$ (Watt) pada masing-masing warna.....	33



## DAFTAR TABEL

	Halaman
Tabel 2.1 Konduktivitas Termal Bahan Dasar <i>Absorber</i> .....	6
Tabel 2.2 Panjang Gelombang Warna .....	11
Tabel 3.1 Pengambilan data untuk warna plat hitam dari jam 09.00-12.00 WIB dengan selang waktu 30 menit.....	25
Tabel 3.2 Pengambilan data untuk warna plat merah dari jam 09.00-12.00 WIB dengan selang waktu 30 menit.....	25
Tabel 3.3 Pengambilan data untuk warna plat biru dari jam 09.00-12.00 WIB dengan selang waktu 30 menit.....	26
Tabel 4.1 Hasil penelitian warna plat hitam dari jam 09.00-12.00 WIB dengan selang waktu 30 menit .....	28
Tabel 4.2 Hasil penelitian warna plat merah dari jam 09.00-12.00 WIB dengan selang waktu 30 menit .....	28
Tabel 4.3 Hasil penelitian warna plat biru dari jam 09.00-12.00 WIB dengan selang waktu 30 menit .....	29
Tabel 4.4 Hasil perhitungan energi yang diserap oleh air (q) pada warna plat hitam .....	32
Tabel 4.5 Hasil perhitungan energi yang diserap oleh air (q) pada warna plat merah .....	32
Tabel 4.6 Hasil perhitungan energi yang diserap oleh air (q) pada warna plat biru.....	33

## DAFTAR NOTASI

$k$	= konduktivitas termal, W/m.K
$T$	= suhu, $^{\circ}\text{C}$ (K)
$\Delta T$	= beda suhu, $^{\circ}\text{C}$ (K)
$h$	= koefisien perpindahan panas konveksi, W/m <sup>2</sup> .K
$\rho$	= massa jenis air, Kg/m <sup>3</sup>
$t$	= waktu, (menit)
$d$	= diameter pipa, inchi
$C_p$	= kalor spesifik air (kalor jenis air), kJ/kg. $^{\circ}\text{C}$
$\dot{m}$	= laju aliran massa air, Kg/s
$T_{a1}$	= suhu air masuk kolektor, $^{\circ}\text{C}$
$T_{a2}$	= suhu air keluar kolektor, $^{\circ}\text{C}$
$T_{\text{air dalam tangki}}$	= suhu air dalam tangki, $^{\circ}\text{C}$
$T_{\text{plat}}$	= suhu pada plat kolektor, $^{\circ}\text{C}$
$T_{\text{lingkungan}}$	= suhu lingkungan, $^{\circ}\text{C}$
$Q$	= debit aliran air, m <sup>3</sup> /s
$q$	= energi panas yang diserap oleh air, j/s atau (Watt)
$m$	= massa, (g)
$v$	= volume, (cm <sup>3</sup> )

## DAFTAR LAMPIRAN

	Halaman
A Hasil Pengujian .....	39
B Grafik Hasil Pengujian .....	42
C Perhitungan .....	45
D Gambar Percobaan .....	54