

doa 29-12  
jito



**UNIVERSITAS DIPONEGORO**

**ANALISA PERPINDAHAN PANAS  
AKIBAT RADIASI MATAHARI PADA RUMAH  
SECARA KONVEKSI PAKSA  
DENGAN MENGGUNAKAN VARIASI WARNA CAT PUTIH,  
ABU-ABU, KUNING DAN TANPA CAT**

**TUGAS AKHIR**

**HARY KURNIANTO  
L2E308017**

**FAKULTAS TEKNIK  
JURUSAN TEKNIK MESIN**

**SEMARANG  
DESEMBER 2010**

## TUGAS SARJANA

- Diberikan kepada : Nama : Hary Kurnianto  
NIM : L2E 308 017
- Dosen Pembimbing : Ir. Eflita Yohana, M.T
- Jangka Waktu : 7 (Tujuh) bulan.
- Judul : ANALISA PERPINDAHAN PANAS AKIBAT RADIASI  
MATAHARI PADA RUMAH SECARA KONVEKSI PAKSA  
DENGAN MENGGUNAKAN VARIASI WARNA CAT  
PUTIH, ABU-ABU, KUNING DAN TANPA CAT
- Isi Tugas : 1. Membandingkan temperatur dinding dan ruangan akibat dari radiasi matahari dengan membedakan warna dinding luar rumah.  
2. Besarnya panas yang tersimpan didalam ruangan model rumah akibat dari variasi warna cat pada dinding rumah.  
3. Besarnya panas yang seharusnya terjadi pada ruangan tersebut dengan berdasarkan aliran udara yang mengalir dan temperatur ruangan, sehingga model rumah tersebut nyaman.

Semarang, 27 Desember 2010

Menyetujui,  
Dosen Pembimbing

Ir. Eflita Yohana, M.T  
NIP. 1962051990012001

## HALAMAN PERNYATAAN ORISINALITAS

**Tugas Akhir ini adalah hasil karya saya sendiri,  
dan semua sumber baik yang dikutip maupun yang dirujuk  
telah saya nyatakan dengan benar.**

NAMA : Hary Kurnianto

NIM : L2E 308 017

Tanda Tangan :

Tanggal : 22 Desember 2010

## HALAMAN PENGESAHAN

Skripsi ini diajukan oleh :  
NAMA : Hary Kurnianto  
NIM : L2E 308 017  
Jurusan/Program Studi : Teknik Mesin  
Judul Skripsi : Analisa Perpindahan Panas Akibat Radiasi Matahari Pada Rumah Secara Konveksi Paksa dengan Menggunakan Variasi Warna Cat Putih, Abu-Abu, Kuning dan Tanpa Cat

**Telah berhasil dipertahankan dihadapan Tim Penguji dan diterima sebagai bagian persyaratan yang diperlukan untuk memperoleh gelar Sarjana Teknik pada Jurusan Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Diponegoro.**

### TIM PENGUJI

Pembimbing : Ir. Eflita Yohana, MT (.....)  
Penguji : Ir. Arijanto, MT (.....)  
Penguji : Dr. A.P. Bayuseno, MSc (.....)

Semarang, Desember 2010

Ketua  
Jurusan Teknik Mesin,

  
**Dr. Ir. Dipl. Ing. Berkah Fajar TK.**  
NIP. 195907221987031003

## **HALAMAN PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI TUGAS AKHIR UNTUK KEPENTINGAN AKADEMIS**

---

Sebagai sivitas akademika Universitas Diponegoro, saya yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Hary Kurnianto  
NIM : L2E 308 017  
Jurusan/Program Studi : Teknik Mesin  
Fakultas : Teknik  
Jenis Karya : Tugas Akhir

demikian pengembangan ilmu pengetahuan, menyetujui untuk memberikan kepada Universitas Diponegoro **Hak Bebas Royalti Noneksklusif** (*None-exclusive Royalty Free Right*) atas karya ilmiah saya yang berjudul :

**“Analisa Perpindahan Panas Akibat Radiasi Matahari Pada Rumah Secara Konveksi Paksa Dengan Menggunakan Variasi Warna Cat Putih, Abu-Abu, Kuning Dan Tanpa Cat”**

berserta perangkat yang ada (jika diperlukan). Dengan Hak Bebas Royalti/Noneksklusif ini Universitas Diponegoro berhak menyimpan, mengalihmedia/formatkan, mengelola dalam bentuk pangkalan data (*database*), merawat dan mempublikasikan tugas akhir saya selama tetap mencantumkan nama saya sebagai penulis/pencipta dan sebagai pemilik Hak Cipta.

Demikian pernyataan ini saya buat dengan sebenarnya.

Dibuat di : Semarang  
Pada Tanggal : 22 Desember 2010

Yang menyatakan

  
(Hary Kurnianto)

## Abstrak

Perubahan warna cat luar rumah mempengaruhi perpindahan panas terhadap dinding luar rumah dan dinding dalam rumah dengan simulasi miniatur ukuran  $1 \times 1 \times 1,7 \text{ m}^3$ , sehingga kita bisa memberikan prediksi rumah tersebut nyaman dihuni atau tidak. Dalam penelitian ini, variasi warna yang digunakan adalah mulai dari dinding plester tanpa cat, warna putih, warna abu-abu dan warna kuning. Pada saat panas sinar matahari mengenai dinding luar rumah terjadi radiasi, kemudian terjadi konduksi panas dari dinding luar masuk ke dinding dalam, sehingga temperatur rumah menjadi naik dan menyebabkan *relative humidity* menjadi menurun. Karena ada konveksi paksa dari *exhaust fan* sehingga panas dari dalam dibuang keluar rumah dan menjaga *relative humidity* menjadi lebih stabil. Dari hasil eksperimen diperoleh bahwa warna cat yang menyebabkan temperatur dinding luar rumah paling tinggi adalah abu-abu sebesar  $53,85 \text{ }^\circ\text{C}$ . Selanjutnya warna dinding tanpa cat sebesar  $53,86 \text{ }^\circ\text{C}$ , warna cat kuning  $46,03 \text{ }^\circ\text{C}$  dan putih  $44,41 \text{ }^\circ\text{C}$ . Hal tersebut terjadi diakibatkan warna abu-abu memiliki nilai absorpsi paling tinggi dibandingkan warna kuning dan putih. Hasil perhitungan menunjukkan bahwa warna gelap memiliki panas yang tersimpan lebih tinggi dibandingkan warna lebih terang, sehingga warna terang lebih hemat dalam penggunaan energinya.

Kata kunci: warna cat; perpindahan panas; temperatur; absorpsi; panas yang tersimpan.

## Abstract

*The color change at outside wall of home can be influential for heat exchange at house wall, not only at outside wall but also the inside too. For this research we using a house miniature which dimentional are  $1 \times 1 \times 1,7 \text{ m}^3$  for wide, large and hight. So we can estimate the comfortable of house is comfort for occupy or not. In this research, the color variation is used at the wall start from colorless, white, grey, and yellow. When the outside wall is affected by heat of Sun Light, it can make radiation then heat conduction from the outside wall to the inside, it can make the temperature at home is rising and the humidity is decreasing. There is a force convection from the exhaust fan can make the heat flowing away from the inside of house to the outside and it's phenomenon keeps the humidity can be stable or constant. From this experiment is gotten that the type of paint color make the highest temperature at outside house wall is grey with  $53,85 \text{ }^\circ\text{C}$ . Then the without paint wall in the second in order with  $53,86 \text{ }^\circ\text{C}$ , the third is yellow with  $46,03 \text{ }^\circ\text{C}$ , and the fourth is white with  $44,41 \text{ }^\circ\text{C}$ . It can be happened because the grey color has the highest absorb if it's compared to the another color like yellow and white. Consideration result show that dark color's have internal heat higher than bright color's, so bright color's more economical when using energy.*

*Keywords: paint color; heat transfe; temperature; absorb; internal energy.*

## NUMENKLATUR

- $\alpha$  : Absorbsivitas dari cat
- $\Delta T$  : Beda temperatur ( $^{\circ}\text{K}$ )
- $Q$  : Debit udara yng dipindahkan ( $\text{m}^3/\text{s}$ )
- $\varepsilon$  : Emisivitas
- $E_g$  : Energi generasi (W)
- $E_{\text{out}}$  : Energi yang keluar (W)
- $E_{\text{in}}$  : Energi yang masuk (W)
- $E_{\text{st}}$  : Energi yang tersimpan(W)
- $g$  : Gaya gravitasi ( $\text{m}/\text{s}^2$ )
- $G_r$  : Grashoff number
- $q_{r \text{ sun}}$  : Intensitas iradiasi matahari dibumi ( $\text{W}/\text{m}^2$ )
- $v$  : Kecepatan aliran udara ( $\text{m}/\text{s}$ )
- $U_0$  : Kecepatan udara ruang ( $\text{m}/\text{s}$ )
- $B$  : Koefisien muai volum ( $1/^{\circ}\text{K}$ )
- $h_c$  : Koefisien perpindahan panas secara konveksi ( $\text{W}/\text{m}^2\text{ }^{\circ}\text{C}$ )
- $k$  : Konduktivits termal ( $\text{W}/\text{m}^{\circ}\text{C}$ )
- $l$  : Lebar (m)
- $A$  : Luas area ( $\text{m}^2$ )
- $m$  : Massa jenis ( $\text{Kg}/\text{m}^3$ )
- $N_u$  : Nusselt number
- $q_{\text{con}}$  : Panas secara konduksi (W)
- $q_c$  : Panas secara konveksi (W)
- $q_{\text{cv}}$  : Panas secara konveksi paksa (W)
- $q_r$  : Panas secara radiasi (W)
- $C$  : Panas spesifik udara  $\text{Kj}/\text{Kg } ^{\circ}\text{C}$
- $q_{\text{out}}$  : Panas yang keluar (W)
- $q_{\text{in}}$  : Panas yang masuk (W)

- H : Panas yang terjadi (W)  
 $\Delta E$  : Panas yang tersimpan (W)  
 $P_r$  : Prandtl number  
L : Panjang permukaan (m)  
 $R_a$  : Rayleigh number  
RH : Relative humidity (%)  
 $R_e$  : Reynold number  
 $T_w$  : Temperatur dinding ( $^{\circ}\text{K}$ )  
 $T_{\infty}$  : Temperatur lingkungan ( $^{\circ}\text{K}$ )  
 $T_f$  : Temperatur rata-rata ( $^{\circ}\text{K}$ )  
 $T_r$  : Temperatur ruang ( $^{\circ}\text{K}$ )  
t : Tinggi (m)  
N : Udara yang harus dibuang perjam  
 $\mu$  : Viskositas absolut (Kg/m.s)  
 $\nu$  : Viskositas kinematik ( $\text{m}^2/\text{s}$ )  
V : Volume ruang ( $\text{m}^3$ )  
x : Jarak (tebal) panas secara konduksi



## **KATA PENGANTAR**

Puji syukur saya panjatkan kepada Tuhan Yang Maha Esa atas limpahan rahmat-Nya sehingga penyusun dapat menyelesaikan laporan Tugas Akhir yang berjudul “Analisa Perpindahan Panas Akibat Radiasi Matahari Pada Rumah Secara Konveksi Paksa dengan Menggunakan Variasi Warna Cat Putih, Abu-Abu, Kuning dan Tanpa Cat” dengan baik. Penyusunan laporan ini bertujuan untuk melatih mahasiswa berfikir secara analisis, sintesis, dan sistemik sebagai bekal lulusan, sehingga merupakan salah satu syarat kelulusan pada Program S-1 Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Diponegoro.

Ucapan terima kasih disampaikan kepada :

1. Ibu Ir. Eflita Yohana, MT, selaku dosen pembimbing tugas akhir.
2. Bapak Dr. Joga Darma Setiawan MSc, selaku dosen wali.
3. Bapak dan Ibu dosen beserta staff Jurusan Teknik Mesin Universitas Diponegoro Semarang.
4. Keluarga tercinta yang terus membantu dan memberi restu serta do'a selama ini.
5. Rekan-rekan team tugas akhir yang telah membantu selama ini.
6. Rekan-rekan Ekstensi angkatan 2008 S-1 Teknik Mesin Universitas Diponegoro.
7. Semua pihak yang telah membantu selama pelaksanaan dan penyusunan laporan tugas akhir ini.

Oleh karena keterbatasan penyusun, maka laporan tugas akhir ini banyak kekurangannya, sehingga penyusun sangat berterima kasih apabila ada saran atau kritik yang sifatnya membangun. Namun bagaimanapun penyusun berharap laporan ini bermanfaat bagi semua pihak.

Semarang,     Desember 2010

Penyusun

## **MOTTO**

- “ Janganlah merasa takut karena pertolongan Allah SWT sangatlah dekat”  
“ Hidup hanya sekali dan harus berarti serta berguna bagi diri dan orang lain”  
“ Ganbate Kudasai “  
“ Ingatlah lima perkara sebelum datang lima perkara “  
“ Tidak ada ciptaan di dunia ini yang sia-sia, ketekunan adalah kekuatan anda “

## **PERSEMBAHAN**

Laporan ini penulis persembahkan kepada :

1. Bapak dan Ibu tercinta yang selalu menyayangi, memberikan doa restu serta dukungannya selama ini.
2. Kakak dan adik yang selalu membantu dan memberikan semangat selama ini.
3. Team TA (Ganang, Deka dan Bayu) yang selalu semangat dan membantu hingga terselesaikannya laporan tugas akhir ini.
4. Teman-teman Ekstensi angkatan 2008 Jurusan Teknik Mesin UNDIP Semarang “tidak senasib tapi seperjuangan”. “*Solidarity forever*”.
5. Mas Broto yang telah membantu proses peminjaman alat, sehingga pengambilan data bias jalan terus.
6. Seluruh penghuni kos “Wisma Condet” (bapak dan ibu kos, Wawan, Natsir dan Adi) yang telah membantu dan menemani selama ini.

## DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL.....	i
TUGAS SARJANA .....	ii
HALAMAN PERNYATAAN ORISINALITAS.....	iii
HALAMAN PENGESAHAN.....	iv
HALAMAN PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI	
TUGAS AKHIR UNTUK KEPENTINGAN AKADEMIS .....	v
ABSTRAK .....	vi
NUMENKLATUR.....	vii
KATA PENGANTAR .....	ix
MOTTO DAN PERSEMBAHAN .....	x
DAFTAR ISI.....	xi
DAFTAR GAMBAR .....	xv
DAFTAR TABEL.....	xvi
BAB I PENDAHULUAN .....	1
1.1 Latar Belakang.....	1
1.2 Rumusan Masalah.....	2
1.3 Tujuan.....	2
1.4 Pembatasan Masalah.....	3
1.5 Metodologi Penulisan .....	3
1.6 Sistematika Penulisan .....	4

## BAB II TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Penelitian-Penelitian Sebelumnya.....	5
2.2 Landasan Teori.....	6
2.2.1 Perpindahan Panas .....	6
2.2.2 Radiasi.....	7
2.2.3 Konduksi .....	8
2.2.4 Konveksi .....	9
2.2.4.1 Koefisien Perpindahan Kalor Secara Konveksi	
Alami .....	10
2.2.4.2 Koefisien Perpindahan Kalor Secara Konveksi	
Paksa.....	11
2.2.5 Keseimbangan Energi .....	13
2.2.5.1 Keseimbangan Termal Dinding.....	14
2.2.5.1.1 Besarnya Panas Masu15k	
2.2.5.1.2 Besarnya Panas Keluar .....	15
2.2.5.2 Keseimbangan Termal Ruang.....	16
2.2.5.2.1 Besarnya Panas Masuk .....	17
2.2.5.2.2 Besarnya Panas Keluar .....	17
2.2.6 Pergantian Udara Seharusnya .....	17
2.3 Penyegaran Udara .....	18
2.3.1 Ventilasi .....	19

2.3.2 Exhaust Fan .....	20
<b>BAB III METODE PENELITIAN</b>	
3.1 Diagram Alir Penelitian .....	21
3.2 Diskripsi Alat dan Bahan .....	24
3.2.1 Bahan yang digunakan .....	26
3.2.2 Alat yang digunakan .....	28
3.3 Langkah pembuatan Alat Uji .....	33
3.4 Langkah-Langkah dalam Pengujian.....	34
3.4.1 Pewarnaan Dinding .....	35
3.5 Kalibrasi Alat Ukur .....	37
<b>BAB IV ANALISA DAN PERHITUNGAN.....</b>	<b>38</b>
4.1 Data Hasil Pengujian .....	39
4.2 Perhitungan .....	55
4.2.1 Besarnya Panas Masuk .....	56
4.2.2 Besarnya Panas Keluar.....	87
4.2.3 Panas Yang Tersimpan Didalam ruangan.....	93
4.2.4 Aliran Udara Yang Diperlukan Untuk mempertahankan Suhu Ruang .....	95
4.2.5 Besarnya Kalor Udara yang Dibuang .....	98
4.3 Pembahasan.....	102

BAB V KESIMPULAN

5.1 Kesimpulan .....	104
5.2 Saran.....	104
DAFTAR PUSTAKA .....	105
LAMPIRAN.....	107

## DAFTAR GAMBAR

Gambar 3.1 Diagram Alir Penelitian .....	22
Gambar 3.2 Model rumah tampak depan.....	24
Gambar 3.3 Model rumah tampak belakang.....	25
Gambar 3.4 Model rumah tampak samping.....	26
Gambar 3.5 Penampang tebal dinding .....	27
Gambar 3.6 <i>Interface</i> dan Termokopel.....	29
Gambar 3.7 <i>Hygrometer</i> .....	29
Gambar 3.8 Anemometer .....	30
Gambar 3.9 <i>Lux meter</i> .....	31
Gambar 3.10 <i>Exhaust Fan</i> .....	32
Gambar 3.11 Model rumah yang akan diuji.....	33
Gambar 3.12 Pengambilan data intensitas cahaya .....	35
Gambar 3.13 bangunan model rumah uji warna (a) polos (b) putih (c) abu-abu dan (d) kuning.....	36
Gambar 4.1 Posisi titik pengujian model rumah.....	38
Gambar 4.2 Temperatur T1 .....	39
Gambar 4.3 Temperatur T2.....	41
Gambar 4.4 Temperatur T3.....	42
Gambar 4.5 Temperatur T4.....	44
Gambar 4.6 Temperatur T5.....	45
Gambar 4.7 Temperatur T6.....	46
Gambar 4.8 Temperatur T7.....	47
Gambar 4.9 Temperatur T8.....	50
Gambar 4.10 Temperatur T9.....	51
Gambar 4.11 Temperatur T10.....	53
Gambar 4.12 <i>Relative humidity (%)</i> .....	54
Gambar 4.13 Hasil Energi yang tersimpan didalam ruangan .....	95
Gambar 4.14 Hasil Perhitungan kecepatan standar pada ruangan.....	101

## DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 Koefisien Perpindahan Kalor Konveksi Secara Paksa.....	12
Tabel 4.1 Temperatur T1.....	39
Tabel 4.2 Temperatur T2.....	40
Tabel 4.3 Temperatur T3.....	42
Tabel 4.4 Temperatur T4.....	43
Tabel 4.5 Temperatur T5.....	45
Tabel 4.6 Temperatur T6.....	46
Tabel 4.7 Temperatur T7.....	48
Tabel 4.8 Temperatur T8.....	49
Tabel 4.9 Temperatur T9.....	51
Tabel 4.10 Temperatur T10.....	52
Tabel 4.11 <i>Relativity Humidity</i> .....	54
Tabel 4.12 Data pengujian pukul 10.00 .....	55
Tabel 4.13 Hasil Energi yang tersimpan didalam ruangan .....	94
Tabel 4.14 Hasil Perhitungan kecepatan standar pada ruangan .....	101