



**ANALISIS PENGARUH PEMASANGAN PLAFON
DAN INSULASI TERHADAP LAJU PERPINDAHAN
PANAS PADA ATAP**

SKRIPSI

Oleh

Muh. Mey Ade Ansyori

NIM 091910101047

**PROGRAM STUDI STRATA 1 TEKNIK
JURUSAN TEKNIK MESIN
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS JEMBER
2013**



**ANALISIS PENGARUH PEMASANGAN PLAFON
DAN INSULASI TERHADAP LAJU PERPINDAHAN
PANAS PADA ATAP**

SKRIPSI

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

Oleh

Muh. Mey Ade Ansyori

NIM 091910101047

**PROGRAM STUDI STRATA 1 TEKNIK
JURUSAN TEKNIK MESIN
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS JEMBER
2013**

PERSEMBAHAN

Segala puji dan syukur kepada Allah SWT, Tuhan Yang Maha Esa penguasa kehidupan dunia dan akhirat. Shalawat dan salam selalu tercurahkan kepada Nabi Muhammad SAW. Saya persembahkan skripsi ini kepada:

1. Kedua orang tua tercinta yang selalu tiada lelah mendidik dan menasehatiku, kakak dan adik-adikku yang tersayang, serta saudara-saudaraku semua. Terimakasih atas semua cinta, kasih sayang, perhatian, doa, pengorbanan, motivasi dan bimbingan kalian semua. Semoga Allah SWT selalu melimpahkan rahmat dan karunia-Nya serta membalas semua kebaikan yang telah kalian lakukan.
2. Staf pengajar semua dosen Jurusan Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Jember yang telah memberikan ilmu dan bimbingan kepada saya terutama Bapak Dr. Nasrul Ilminnafik, S.T., M.T, selaku dosen pembimbing utama, Bapak Hary Sutjahjono, S.T., M.T., selaku dosen pembimbing anggota, Bapak Andi Sanata, S.T., M.T., selaku dosen penguji I, dan Bapak Aris Zainul Muttaqin, S.T., M.T., selaku dosen penguji II.
3. Semua guru-guruku dari Taman Kanak-Kanak sampai Perguruan Tinggi yang saya hormati, yang telah memberikan ilmu, mendidik, dan membimbingku dengan penuh rasa sabar.
4. Almamater Jurusan Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Jember.
5. Seluruh teman-teman angkatan 2009 (Nine-Gine) yang telah memberikan kontribusi, dukungan, ide yang inspiratif, dan kritikan yang konstruktif. Terimakasih atas semua kontribusi yang kalian berikan.

MOTO

“Allah akan meninggikan orang-orang yang beriman di antaramu dan orang-orang yang diberi ilmu pengetahuan beberapa derajat.”

(Q.S. Al-Mujadalah: 11)

“Sesungguhnya para Nabi tidak mewariskan dinar dan dirham, sesungguhnya mereka hanyalah mewariskan ilmu, maka barang siapa yang telah mengambilnya, ia telah mengambil bagian yang banyak.”

(HR. Abu Dawud dan At-Tirmidzi)

“Keberhasilan adalah kemampuan untuk melewati dan mengatasi dari satu kegagalan ke kegagalan berikutnya tanpa kehilangan semangat.”

(Winston Churchill)

“Janganlah berusaha untuk menjadi yang terbaik, tapi berusahalah untuk selalu memberikan yang terbaik, dengan demikian hanyalah kemauan kita yang akan menjadi batasannya”

PERNYATAAN

Saya yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : **Muh. Mey Ade Ansyori**

NIM : **091910101047**

Menyatakan dengan sesungguhnya bahwa skripsi yang berjudul: “Analisis Pengaruh Pemasangan Plafon dan Insulasi Terhadap Laju Perpindahan Panas Pada Atap” adalah benar-benar hasil karya sendiri, kecuali jika dalam pengutipan subtansi disebutkan sumbernya, dan belum pernah diajukan dalam subtansi manapun, serta 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 adanya tekanan dan paksaan dari pihak manapun serta bersedia mendapat sanksi akademik jika ternyata dikemudian hari pernyataan ini tidak benar.

Jember, September 2013
Yang menyatakan,

Muh. Mey Ade Ansyori
NIM. 091910101047

SKRIPSI

**ANALISIS PENGARUH PEMASANGAN PLAFON
DAN INSULASI TERHADAP LAJU PERPINDAHAN
PANAS PADA ATAP**

Oleh

Muh. Mey Ade Ansyori

NIM 091910101047

Pembimbing:

Dosen Pembimbing Utama : Dr. Nasrul Ilimafik, S.T., M.T.

Dosen Pembimbing Anggota : Hary Stjahjono, S.T., M.T.

PENGESAHAN

Skripsi yang berjudul “Analisis Pengaruh Pemasangan Plafon dan Insulasi Terhadap Laju Perpindahan Panas Pada Atap” telah diuji dan disahkan pada:

Hari, tanggal : Jumat, 13 September 2013

Tempat : Fakultas Teknik Universitas Jember

Tim Penguji

Ketua,

Sekretaris,

Dr. Nasrul Iminafik, S.T., M.T.
NIP 19711114 199903 1 002

Hary Sutjahjono, S.T., M.T.
NIP 19681205 199702 1 002

Anggota I,

Anggota II,

Andi Sanata, S.T., M.T.
NIP 19750502 200112 1 002

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

Mengesahkan

Dekan Fakultas Teknik Universitas Jember

Ir. Widyono Hadi, M.T.
NIP 19610414 198902 1 001

RINGKASAN

Analisis Pengaruh Pemasangan Plafon dan Insulasi Terhadap Laju Perpindahan Panas Pada Atap; Muh. Mey Ade Ansyori, 091910101047 : 78 halaman; Program Studi Strata Satu Teknik Mesin Jurusan Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Jember.

Pemanasan global (*Global Warming*) adalah kejadian meningkatnya temperatur rata-rata atmosfer, laut, dan daratan bumi. Dampak dari perubahan temperatur yang meningkat akibat pemanasan global, dapat berpengaruh terhadap kenyamanan termal suatu bangunan. Dalam upaya mendapatkan kenyamanan termal suatu bangunan perlu dilakukan perbaikan pada bangunan itu sendiri khususnya pada bagian atap. Karena atap merupakan bagian bangunan yang terkena langsung radiasi matahari.

Dalam penelitian ini difokuskan pada pengaruh variasi yang digunakan pada atap terhadap laju perpindahan panas dan penurunan temperatur ruang hunian. Dengan memberikan variasi pada atap maka akan didapatkan perbandingan temperatur ruang hunian dan nilai transmitansi atapnya. Variasi yang digunakan pada penelitian ini adalah rumah dengan atap asbes tanpa perlakuan, rumah dengan atap asbes dengan menggunakan insulasi *fiberglass*, rumah dengan atap asbes menggunakan plafon, dan rumah dengan atap asbes menggunakan insulasi *fiberglass* dan plafon.

Penelitian ini dilakukan di Laboratorium Konversi Energi Jurusan Teknik Mesin, Fakultas Teknik Universitas Jember. Alat uji merupakan *prototype* rumah dengan ukuran 1,2 x 1,2 x 1,5 m dengan menggunakan atap asbes. Metode penelitian laju perpindahan panas yaitu dengan mengukur temperatur pada titik yang telah ditentukan dengan menggunakan data logger. Titik pengukuran tersebut meliputi temperatur atap luar, temperatur atap dalam, temperatur ruang atap, temperatur ruang hunian, dan temperatur dinding dalam.

Dari hasil penelitian didapat bahwa penggunaan variasi atap akan mempengaruhi nilai transmitansi atap, variasi atap yang memiliki nilai hambatan termal besar maka memiliki nilai transmitansi atap yang kecil. Semakin kecil nilai transmitansi atap maka panas yang masuk ke dalam ruang hunian melalui atap akan semakin kecil pula. Dari masing-masing *prototype* rumah yang telah diuji, didapatkan hasil bahwa nilai transmitansi atap terkecil didapatkan pada rumah dengan atap asbes menggunakan insulasi *fiberglass* dan plafon, dengan nilai transmitansinya adalah $0,52 \text{ W/m}^2 \cdot ^\circ\text{C}$. Sedangkan nilai transmitansi atap tertinggi terjadi pada rumah dengan atap asbes tanpa perlakuan, dengan nilai transmitansi atapnya adalah $1,05 \text{ W/m}^2 \cdot ^\circ\text{C}$. Pada rumah dengan atap asbes menggunakan insulasi *fiberglass* dan rumah dengan atap asbes menggunakan plafon, nilai transmitansi atapnya masing-masing adalah $0,99 \text{ W/m}^2 \cdot ^\circ\text{C}$ dan $0,73 \text{ W/m}^2 \cdot ^\circ\text{C}$.

Sedangkan temperatur ruang hunian yang diambil pada temperatur tertingginya dari setiap kali pengujian, didapat bahwa temperatur ruang hunian pada rumah dengan atap asbes menggunakan insulasi *fiberglass* dan plafon memiliki temperatur ruang hunian paling rendah dibandingkan dengan rumah yang lainnya, yaitu $36,3 \text{ }^\circ\text{C}$. Sedangkan rumah dengan atap asbes tanpa perlakuan memiliki temperatur ruang hunian paling tinggi dibandingkan dengan rumah yang lainnya, yaitu $38,8 \text{ }^\circ\text{C}$. Pada rumah dengan atap asbes menggunakan insulasi *fiberglass* dan rumah dengan atap asbes menggunakan plafon, temperatur ruang huniannya masing masing yaitu $37,2 \text{ }^\circ\text{C}$ dan $37,4 \text{ }^\circ\text{C}$. Dari hasil tersebut maka dapat diketahui bahwa penggunaan insulasi *fiberglass* pada atap asbes dapat menurunkan temperatur ruang hunian sebesar 7,1% dibandingkan dengan atap asbes tanpa perlakuan. Sedangkan penggunaan plafon pada atap asbes dapat menurunkan temperatur ruang hunian sebesar 6,1% dibandingkan dengan atap asbes tanpa perlakuan. Penurunan temperatur ruang hunian terbesar terjadi pada atap asbes dengan variasi insulasi *fiberglass* dan plafon yang dapat menurunkan temperatur ruang hunian sebesar 9,2% dibandingkan dengan atap asbes tanpa perlakuan.

SUMMARY

Influence of Ceiling and Insulation Installation Towards Heat Transfer In the Roof; Muh. Mey Ade Ansyori, 091910101047: 78 pages; *Mechanical Engineering Department of Mechanical Engineering Faculty of Engineering, University of Jember.*

Global Warming is increasing temperature average of atmosphere, ocean, and earth. Impact of changes temperature increases due to global warming, can affect the thermal comfort of a building. In order to obtain the thermal comfort of a building needs to be repaired on the building itself especially on the roof. Because the roof is part of the building direct exposed to solar radiation.

In the current study focused on the effect of variation used on the roof for heat transfer rate and decrease room temperature. Providing variations on the roof it will get the comparison room temperature and transmittance values roof. Variations used in this study is a house with asbestos roofs without treatment, house with asbestos roof using fiberglass insulation, house with asbestos roof using ceilings, and houses with asbestos roof use fiberglass insulation and ceiling.

This research was conducted at the Energy Conversion Laboratory Department of Mechanical Engineering, Faculty of Engineering, University of Jember. Test equipment is a prototype house with a size of 1.2 x 1.2 x 1.5 m using asbestos roof. Research methods, heat transfer rate by measuring the temperature at the point which has been determined using data logger. Measurement points covering the roof temperature outside, temperature inside the roof, the roof space temperature, room temperature, and temperature of inside wall.

From the results of study found that use of roof variation will affect the transmittance value of the roof, the roof variations which have large thermal resistance value has small roof transmittance value. Smaller thermal transmittance value of the roof into the occupied space through the roof will be smaller too. Of

each prototype home has been tested, showed that transmittance values obtained smallest roof on a house with asbestos roofing using fiberglass insulation and ceiling, with a transmittance value is $0.52 \text{ W/m}^2 \cdot ^\circ\text{C}$. While the highest value of transmittance roof on a house with asbestos roofs without treatment, the transmittance value was $1.05 \text{ W/m}^2 \cdot ^\circ\text{C}$ roof. At home with asbestos roofing and home use fiberglass insulation with asbestos roof ceiling, roof transmittance values are respectively 0.99 and $0.73 \text{ W/m}^2 \cdot ^\circ\text{C}$.

While room temperature taken at the highest temperature of each test, found that room temperature in house with asbestos roofing using fiberglass insulation and ceiling had the lowest room temperature compared to the other house, which is $36.3 \text{ }^\circ\text{C}$. While homes with asbestos roof without treatment had highest room temperature compared to the other house, which is $38.8 \text{ }^\circ\text{C}$. At home with asbestos roof use fiberglass insulation and home with asbestos roof use ceiling, each room temperature is $37.2 \text{ }^\circ\text{C}$ and $37.4 \text{ }^\circ\text{C}$. From these results it can be seen that using fiberglass insulation on asbestos roofs can lower temperature of room 7.1% compared with untreated asbestos roof. While use of ceiling on the roof can lower room temperature 6.1% compared with untreated asbestos roof. Temperature decrease occurred in the largest residence hall asbestos roof with fiberglass insulation and ceiling variations which can lower room temperature 9.2% compared with untreated asbestos roof.

PRAKATA

Alhamdulillah, puji syukur kehadirat Allah SWT atas segala rahmat dan karunia-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi ini. Shalawat dan salam selalu tercurahkan kepada nabi besar Muhammad SAW karena telah menuntun kita pada jalan kebenaran, yaitu ajaran Islam.

Skripsi ini berjudul “Analisis Pengaruh Pemasangan Plafon dan Insulasi Terhadap Laju Perpindahan Panas Pada Atap”. Penyusunan skripsi ini digunakan untuk memenuhi salah satu syarat dalam menyelesaikan pendidikan Strata Satu (S1) pada Jurusan Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Jember.

Penulis mengucapkan terimakasih kepada semua yang telah memberikan bimbingan, dukungan, dan arahan kepada penulis selama penyusunan laporan skripsi ini, khususnya kepada:

1. Kedua orang tua tercinta yang selalu tiada henti dan tiada lelah mendidik dan menasehatiku, kakak dan adik-adikku, serta saudara-saudaraku semua yang telah memberikan doa dan motivasi kepada saya.
2. Bapak Dr. Nasrul ilminafik, S.T., M.T., dan Bapak Hary Sutjahjono, S.T., M.T. selaku dosen pembimbing utama, dan dosen pembimbing anggota yang selalu memberikan ide, saran, dan motivasi, serta meluangkan waktunya untuk membimbing saya selama proses penelitian dan penyusunan laporan skripsi ini.
3. Bapak Andi Sanata, S.T., M.T, selaku dosen penguji I, dan Bapak Aris Zainul Muttaqin, S.T., M.T., selaku dosen penguji II yang memberikan saran dan kritikan bersifat konstruktif untuk penyusunan skripsi ini.
4. Seluruh staf pengajar dosen Jurusan Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Jember yang telah memberikan ilmu dan membimbing saya selama saya duduk di bangku perkuliahan.
5. Seluruh staf dan karyawan Fakultas Teknik Universitas Jember.

6. Seluruh teman-teman angkatan 2009 (Nine-Gine) yang telah memberikan kontribusi, dukungan, ide yang inspiratif, dan kritikan yang konstruktif. Terimakasih atas semua kontribusi yang kalian berikan.
7. Semua pihak yang telah membantu proses penelitian dan penyusunan skripsi ini dari awal hingga akhir.

Penulis menyadari sebagai manusia yang tak lepas dari kekhilafan dan kekurangan, oleh karena itu diharapkan adanya kritik, saran, dan ide yang bersifat konstruktif demi kesempurnaan skripsi ini dan penelitian berikutnya yang berkaitan dengan skripsi ini. Semoga hasil dari penelitian pada skripsi ini dapat memberikan manfaat khususnya bagi penulis dan peneliti-peneliti berikutnya.

Jember, September 2013

Penulis

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL	i
HALAMAN PERSEMBAHAN	ii
HALAMAN MOTO	iii
HALAMAN PERNYATAAN	iv
HALAMAN PEMBIMBINGAN	v
HALAMAN PENGESAHAN	vi
RINGKASAN	vii
PRAKATA	xi
DAFTAR ISI	xiii
DAFTAR TABEL	xvi
DAFTAR GAMBAR	xvii
DAFTAR NOTASI	xxi
DAFTAR LAMPIRAN	xxiii
BAB 1. PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	2
1.3 Batasan Masalah	2
1.4 Tujuan dan Manfaat	3
1.4.1 Tujuan Penelitian.....	3
1.4.2 Manfaat Penelitian.....	5
BAB 2. TINJAUAN PUSTAKA	4
2.1 Atap	4
2.1.1 Perilaku Panas Di Ruang Atap.....	4
2.1.2 Insulasi	5
2.2 Radiasi Matahari	6
2.3 Proses Perpindahan Panas	6

2.3.1	Konduksi.....	7
2.3.2	Konveksi.....	8
2.3.3	Radiasi.....	9
2.4	Koefisien Perpindahan Panas Konveksi	10
2.5	Laju Perpindahan Panas Masuk	13
2.5.1	Panas yang Dibangkitkan Di Dalam Ruang	14
2.6	Transmitansi Termal Atap.....	15
2.7	Asbes.....	15
2.8	Fiberglass.....	17
2.9	Gabus (<i>Styrofoam</i>).....	18
2.10	Hipotesa	19
BAB 3.	METODOLOGI PENELITIAN	20
3.1	Waktu dan Tempat	20
3.2	Alat dan Bahan Penelitian.....	20
3.2.1	Alat	20
3.2.2	Bahan	21
3.3	Variabel Pengukuran	22
3.3.1	Variabel Bebas.....	22
3.3.2	Variabel Terikat.....	22
3.4	Prosedur Penelitian	23
3.4.1	Persiapan Pengujian	23
3.4.2	Pengujian.....	23
3.4.3	Tahap Pengambilan Data	25
3.5	Skema Alat Uji	27
3.6	Diagram Alir Penelitian	30
BAB 4.	HASIL DAN PEMBAHASAN.....	31
4.1	Hasil Pengujian	31
4.2	Pembahasan.....	31
4.2.1	Analisis pengaruh pemasangan insulasi <i>fiberglass</i>	31
4.2.2	Analisis pengaruh pemasangan plafon.....	42
4.2.3	Analisis pengaruh pemasangan insulasi <i>fiberglass</i>	

dan plafon	53
BAB 5. KESIMPULAN DAN SARAN	66
5.1 Kesimpulan	66
5.2 Saran	67
DAFTAR PUSTAKA	68
LAMPIRAN	70

DAFTAR TABEL

	Halaman
2.1 Sifat udara pada tekanan atmosfer	12
2.2 Persamaan untuk konveksi bebas	13
2.3 Konduktivitas termal bahan	17
3.1 Pengambilan data laju perpindahan panas pada atap tanpa insulasi <i>fiberglass</i> dan plafon	25
3.2 Pengambilan data laju perpindahan panas pada atap dengan insulasi <i>fiberglass</i>	25
3.3 Pengambilan data laju perpindahan panas pada atap dengan plafon	26
3.4 Pengambilan data laju perpindahan panas pada atap dengan insulasi <i>fiberglass</i> dan plafon	26

DAFTAR GAMBAR

2.1 Keseimbangan energi pada atap.....	5
2.2 Perpindahan panas secara konveksi dari suatu plat.....	8
2.3 Perpindahan panas konveksi	9
2.4 Pengaruh radiasi yang datang.....	10
2.5 Atap asbes gelombang kecil.....	17
2.6 Insulasi <i>fiberglass</i> dengan bentuk menyerupai atap gelombang.....	18
2.7 Gabus/ <i>styrofoam</i>	19
3.1 <i>Prototype</i> rumah uji	27
3.2 <i>Prototype</i> rumah dengan atap asbes tanpa menggunakan insulasi <i>fiberglass</i> dan plafon.....	27
3.3 <i>Prototype</i> rumah dengan atap asbes menggunakan insulasi <i>fiberglass</i> tanpa plafon.....	28
3.4 <i>Prototype</i> rumah dengan atap asbes menggunakan plafon tanpa insulasi <i>fiberglass</i>	28
3.5 <i>Prototype</i> rumah dengan atap asbes menggunakan insulasi <i>fiberglass</i> dan plafon.....	29
4.1 Perbandingan temperatur atap luar pada rumah dengan atap polos dan rumah dengan insulasi <i>fiberglass</i> hari pertama.....	31
4.2 Perbandingan temperatur atap luar pada rumah dengan atap polos dan rumah dengan insulasi <i>fiberglass</i> hari kedua	32
4.3 Perbandingan temperatur atap luar pada rumah dengan atap polos dan rumah dengan insulasi <i>fiberglass</i> hari ketiga.....	33
4.4 Perbandingan temperatur atap dalam pada rumah dengan atap polos dan rumah dengan insulasi <i>fiberglass</i> hari pertama	33
4.5 Perbandingan temperatur atap dalam pada rumah dengan atap polos dan rumah dengan insulasi <i>fiberglass</i> hari kedua	35
4.6 Perbandingan temperatur atap dalam pada rumah dengan atap polos	

dan rumah dengan insulasi <i>fiberglass</i> hari ketiga	35
4.7 Perbandingan temperatur ruang atap pada rumah dengan atap polos dan rumah dengan insulasi <i>fiberglass</i> hari pertama	36
4.8 Perbandingan temperatur ruang atap pada rumah dengan atap polos dan rumah dengan insulasi <i>fiberglass</i> hari kedua	37
4.9 Perbandingan temperatur ruang atap pada rumah dengan atap polos dan rumah dengan insulasi <i>fiberglass</i> hari ketiga	38
4.10 Perbandingan temperatur ruang hunian pada rumah dengan atap polos dan rumah dengan insulasi <i>fiberglass</i> hari pertama	38
4.11 Perbandingan temperatur ruang hunian pada rumah dengan atap polos dan rumah dengan insulasi <i>fiberglass</i> hari kedua	39
4.12 Perbandingan temperatur ruang hunian pada rumah dengan atap polos dan rumah dengan insulasi <i>fiberglass</i> hari ketiga	40
4.13 Perbandingan Q_{in} pada rumah dengan atap polos dan rumah dengan insulasi <i>fiberglass</i> hari pertama	40
4.14 Perbandingan Q_{in} pada rumah dengan atap polos dan rumah dengan insulasi <i>fiberglass</i> hari kedua	42
4.15 Perbandingan Q_{in} pada rumah dengan atap polos dan rumah dengan insulasi <i>fiberglass</i> hari ketiga	42
4.16 Perbandingan temperatur atap luar pada rumah dengan atap polos dan rumah dengan plafon hari pertama	43
4.17 Perbandingan temperatur atap luar pada rumah dengan atap polos dan rumah dengan plafon hari kedua	44
4.18 Perbandingan temperatur atap luar pada rumah dengan atap polos dan rumah dengan plafon hari ketiga	44
4.19 Perbandingan temperatur atap dalam pada rumah dengan atap polos dan rumah dengan plafon hari pertama	45
4.20 Perbandingan temperatur atap dalam pada rumah dengan atap polos dan rumah dengan plafon hari kedua	46
4.21 Perbandingan temperatur atap dalam pada rumah dengan atap polos dan rumah dengan plafon hari ketiga	46

4.22 Perbandingan temperatur ruang atap pada rumah dengan atap polos dan rumah dengan plafon hari pertama.....	47
4.23 Perbandingan temperatur ruang atap pada rumah dengan atap polos dan rumah dengan plafon hari kedua	48
4.24 Perbandingan temperatur ruang atap pada rumah dengan atap polos dan rumah dengan plafon hari ketiga.....	48
4.25 Perbandingan temperatur ruang hunian pada rumah dengan atap polos dan rumah dengan plafon hari pertama.....	49
4.26 Perbandingan temperatur ruang hunian pada rumah dengan atap polos dan rumah dengan plafon hari kedua	50
4.27 Perbandingan temperatur ruang hunian pada rumah dengan atap polos dan rumah dengan plafon hari ketiga.....	51
4.28 Perbandingan Q_{in} pada rumah dengan atap polos dan rumah dengan plafon hari pertama	51
4.29 Perbandingan Q_{in} pada rumah dengan atap polos dan rumah dengan plafon hari kedua.....	52
4.30 Perbandingan Q_{in} pada rumah dengan atap polos dan rumah dengan plafon hari ketiga	53
4.31 Perbandingan temperatur atap luar pada rumah dengan atap polos dan rumah dengan atap gabungan hari pertama.....	53
4.32 Perbandingan temperatur atap luar pada rumah dengan atap polos dan rumah dengan atap gabungan hari kedua.....	54
4.33 Perbandingan temperatur atap luar pada rumah dengan atap polos dan rumah dengan atap gabungan hari ketiga.....	55
4.34 Perbandingan temperatur atap dalam pada rumah dengan atap polos dan rumah dengan atap gabungan hari pertama.....	55
4.35 Perbandingan temperatur atap dalam pada rumah dengan atap polos dan rumah dengan atap gabungan hari kedua	56
4.36 Perbandingan temperatur atap dalam pada rumah dengan atap polos dan rumah dengan atap gabungan hari ketiga.....	57
4.37 Perbandingan temperatur ruang atap pada rumah dengan atap polos	

dan rumah dengan atap gabungan hari pertama.....	57
4.38 Perbandingan temperatur ruang atap pada rumah dengan atap polos dan rumah dengan atap gabungan hari kedua	58
4.39 Perbandingan temperatur ruang atap pada rumah dengan atap polos dan rumah dengan atap gabungan hari ketiga	59
4.40 Perbandingan temperatur ruang hunian pada rumah dengan atap polos dan rumah dengan atap gabungan hari pertama.....	59
4.41 Perbandingan temperatur ruang hunian pada rumah dengan atap polos dan rumah dengan atap gabungan hari kedua	62
4.42 Perbandingan temperatur ruang hunian pada rumah dengan atap polos dan rumah dengan atap gabungan hari ketiga	63
4.43 Perbandingan Q_{in} pada rumah dengan atap polos dan rumah dengan atap gabungan hari pertama	63
4.44 Perbandingan Q_{in} pada rumah dengan atap polos dan rumah dengan atap gabungan hari kedua.....	64
4.45 Perbandingan Q_{in} pada rumah dengan atap polos dan rumah dengan atap gabungan hari ketiga	65

DAFTAR NOTASI

q	= laju perpindahan kalor (W),
k	= konduktivitas termal (W/m· °C)
U	= nilai transmitansi (W/m· °C)
A	= luas permukaan (m ²)
h	= koefisien perpindahan panas konveksi (W/m ² · °C)
T_w	= temperatur dinding (°C)
T_∞	= temperatur sekeliling (°C)
T_f	= temperatur film (°C)
σ	= tetapan Stefan boltzman α (5,67 x 10 ⁻⁸ W/m ² · K ⁴)
C	= kapasitas panas (kJ/°C)
$\frac{dT}{dt}$	= perubahan temperatur atap tiap pengambilan data (°C)
m_{ruang}	= masa ruang (kg)
$c_{p \text{ ruang}}$	= kalor jenis ruang (diambil dari interpolasi sifat udara pada tekanan atmosfer dan suhu ruangan) (kJ/kg· °C)
ρ	= masa jenis udara (diambil dari interpolasi sifat udara pada tekanan atmosfer dan suhu ruangan) (kg/m ³)
V	= volume ruangan (m ³)
R_{total}	= hambatan termal total (m ² ·°C/W)
t	= tebal bahan (m)
T_{p1}	= temperatur atap luar pada rumah dengan atap polos (tanpa perlakuan) (°C)
T_{p2}	= temperatur atap dalam pada rumah dengan atap polos (tanpa perlakuan) (°C)
T_{p3}	= temperatur ruang atap pada rumah dengan atap polos (tanpa perlakuan) (°C)
T_{p4}	= temperatur ruang hunian pada rumah dengan atap polos (tanpa

- perlakuan) ($^{\circ}\text{C}$)
- T_{p5} = temperatur dinding dalam pada rumah dengan atap polos (tanpa perlakuan) ($^{\circ}\text{C}$)
- T_{in1} = temperatur atap luar pada rumah dengan insulasi *fiberglass* ($^{\circ}\text{C}$)
- T_{in2} = temperatur atap dalam pada rumah dengan insulasi *fiberglass* ($^{\circ}\text{C}$)
- T_{in3} = temperatur ruang atap pada rumah dengan insulasi *fiberglass* ($^{\circ}\text{C}$)
- T_{in4} = temperatur ruang hunian pada rumah dengan insulasi *fiberglass* ($^{\circ}\text{C}$)
- T_{in5} = temperatur dinding dalam pada rumah dengan insulasi *fiberglass* ($^{\circ}\text{C}$)
- T_{pa1} = temperatur atap luar pada rumah dengan plafon ($^{\circ}\text{C}$)
- T_{pa2} = temperatur atap dalam pada rumah dengan plafon ($^{\circ}\text{C}$)
- T_{pa3} = temperatur ruang atap pada rumah dengan plafon ($^{\circ}\text{C}$)
- T_{pa4} = temperatur ruang hunian pada rumah dengan plafon ($^{\circ}\text{C}$)
- T_{pa5} = temperatur dinding dalam pada rumah dengan plafon ($^{\circ}\text{C}$)
- T_{g1} = temperatur atap luar pada rumah dengan insulasi *fiberglass* dan plafon ($^{\circ}\text{C}$)
- T_{g2} = temperatur atap dalam pada rumah dengan insulasi *fiberglass* dan plafon ($^{\circ}\text{C}$)
- T_{g3} = temperatur ruang atap pada rumah dengan insulasi *fiberglass* dan plafon ($^{\circ}\text{C}$)
- T_{g4} = temperatur ruang hunian pada rumah dengan insulasi *fiberglass* dan Plafon ($^{\circ}\text{C}$)
- T_{g5} = temperatur dinding dalam pada rumah dengan insulasi *fiberglass* dan Plafon ($^{\circ}\text{C}$)

DAFTAR LAMPIRAN

	Halaman
A. TABEL PENELITIAN	70
A1. Hasil Pengujian Temperatur Pada Masing-masing Rumah	70
A2. Laju Perpindahan Panas Pada Masing-masing Rumah	82
B. PERHITUNGAN	94
B1. Perhitungan Koefisien Perpindahan Kalor Konveksi Atap (h_{atap}).....	94
B2. Perhitungan Koefisien Perpindahan Kalor Konveksi Dinding (h_{dinding}).....	97
B3. Perhitungan Total Laju Perpindahan Panas Masuk ($Q_{\text{in total}}$).....	100
B4. Perhitungan Panas yang Dibangkitkan Dalam Ruang (Q_{ruang}).....	102
B5. Perhitungan Panas yang Keluar Ruangan (Q_{out})	104
B6. Perhitungan Nilai Transmittansi Atap (U_{atap}).....	105
C. GAMBAR PENELITIAN.....	108