



UNIVERSITAS INDONESIA

PENGARUH MATERIAL PENUTUP ATAP
TERHADAP NILAI *RITV*

Studi Kasus :

Penutup atap *metal sheet* dan genteng keramik
pada perumahan real estate menengah ke bawah di Depok

TESIS

AZWAN AZIZ
0706304832

FAKULTAS TEKNIK
DEPARTEMEN ARSITEKTUR
DEPOK
DESEMBER 2009



UNIVERSITAS INDONESIA

PENGARUH MATERIAL PENUTUP ATAP
TERHADAP NILAI *RITV*

Studi Kasus :

Penutup atap *metal sheet* dan genteng keramik
pada perumahan real estate menengah ke bawah di Depok

TESIS

Diajukan sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar Magister Arsitektur

AZWAN AZIZ

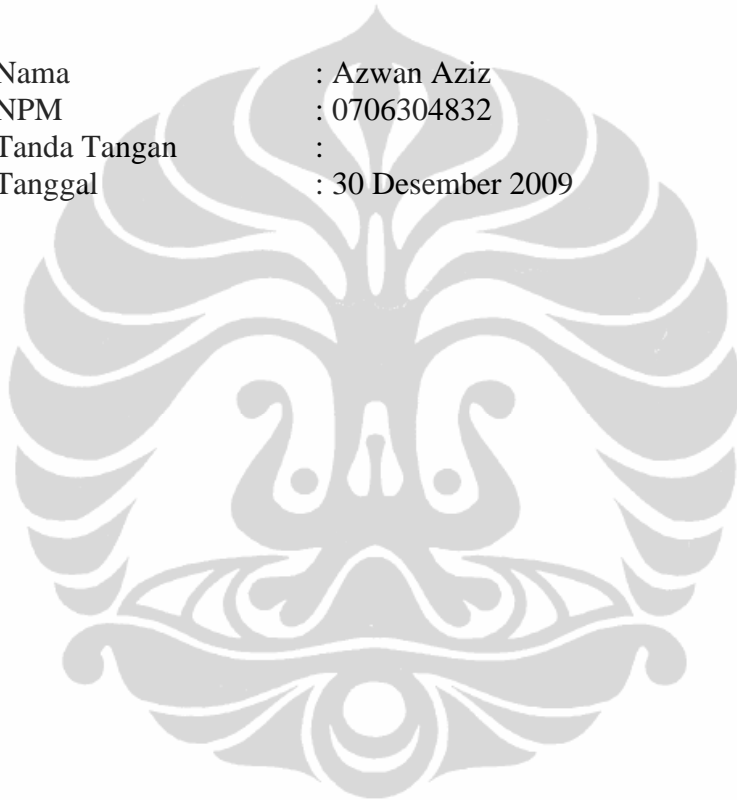
0706304832

FAKULTAS TEKNIK
DEPARTEMEN ARSITEKTUR
PROGRAM MAGISTER TEKNOLOGI BANGUNAN
DEPOK
DESEMBER 2009

HALAMAN PERNYATAAN ORISINALITAS

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

Nama : Azwan Aziz
NPM : 0706304832
Tanda Tangan :
Tanggal : 30 Desember 2009



HALAMAN PENGESAHAN

Tesis ini diajukan oleh :
Nama : Azwan Aziz
NPM : 0706304832
Program Studi : Magister Arsitektur
Judul Tesis : Pengaruh Material Penutup Atap terhadap Nilai
RTTV

Telah berhasil dipertahankan di hadapan Dewan Penguji dan diterima sebagai bagian persyaratan yang diperlukan untuk memperoleh gelar Magister Arsitektur pada Program Studi Magister Arsitektur Fakultas Teknik, Universitas Indonesia.

DEWAN PENGUJI

Pembimbing : Prof. Dr. Ir. H. Abimanyu T.A., MS.
Pembimbing : Ir. Siti Handjarinto, M.Sc.
Penguji : Dr. Ir. Emir Hadi Suganda, M.Sc
Penguji : Ir. Sukisno, MS.

Ditetapkan di : Depok

Tanggal : 30 Desember 2009

KATA PENGANTAR

Puji syukur kehadiran Tuhan Yang Maha Kuasa, karena atas berkat dan rahmat-Nya, tesis ini dapat diselesaikan. Tesis ini merupakan salah satu syarat untuk memperoleh gelar magister arsitektur. Tesis ini dapat terselesaikan berkat bantuan berupa kritik dan saran dari berbagai pihak.

Tesis ini berjudul Pengaruh Material Penutup Atap terhadap Nilai *RTTV* dengan studi kasus perumahan real estate menengah ke bawah di Depok. Tujuannya adalah untuk mengidentifikasi dan menganalisa pengaruh material penutup atap terhadap nilai *RTTV*, sebagai parameter teknis perancangan konservasi energi pada atap bangunan.

Pada kesempatan ini, penulis berterima kasih kepada:

1. Prof. Dr. Ir. Abimanyu T. Alamsyah, MS., selaku Pembimbing 1
2. Ir. Siti Handjarinto, M.Sc., selaku Pembimbing 2
3. Dr. Ir. Emir Hadi Suganda, M.Sc. selaku Dosen Penguji
4. Ir. Sukisno, MS., selaku Dosen Penguji
5. Wied Wiwoho Winaktoe, ST., M.Sc. yang telah menyumbangkan tenaga dan pikiran dalam penulisan tesis saya.
6. Imam, ST., dan Agung Irianto, ST., selaku staf manajemen Perumahan Mutiara Darussalam, yang telah bersedia memberi izin penelitian lapangan, dan meluangkan waktu untuk menyediakan data.
7. Keluargaku, khususnya kedua orang tua, kakak dan adikku, yang telah memberikan dukungan moril maupun materi dalam penyelesaian tesis ini.
8. Rekan-rekan magister Arsitektur Universitas Indonesia.

Tesis ini masih jauh dari kesempurnaan, untuk itu kritik dan saran dari berbagai pihak sangat diharapkan demi kesempurnaannya. Semoga tesis ini membawa manfaat bagi dunia pendidikan arsitektur khususnya bagi program Teknologi Bangunan.

Akhir kata, saya berharap semoga Tuhan Yang Maha Esa berkenan membalas segala kebaikan kepada semua pihak yang telah membantu. Sekian dan terima kasih.

Depok, Desember 2009

Penulis

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

Sebagai sivitas akademik Universitas Indonesia, saya yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Azwan Aziz
NPM : 0706304832
Program Studi : Magister Arsitektur
Departemen : Arsitektur
Fakultas : Teknik
Jenis karya : Tesis

Demi pengembangan ilmu pengetahuan, menyetujui untuk memberikan kepada Universitas Indonesia **Hak Bebas Royalti Noneksklusif (*Non-exclusive Royalty-Free Right*)** atas karya ilmiah saya yang berjudul :

Pengaruh Material Penutup Atap terhadap Nilai *RTTV*

beserta perangkat yang ada (jika diperlukan). Dengan Hak Bebas Royalti Noneksklusif ini Universitas Indonesia berhak menyimpan, mengalihmedia / formatkan, mengelola dalam bentuk pangkalan data (*database*), merawat, dan memublikasikan 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 : Depok

Pada tanggal : 30 Desember 2009

Yang menyatakan

(Azwan Aziz)

ABSTRAK

Nama : Azwan Aziz
Program Studi : Magister Arsitektur
Judul : Pengaruh Material Penutup Atap terhadap Nilai *RTTV*

RTTV atau *Roof Thermal Transmittance Value* adalah paket kebijakan pemerintah RI dalam bidang konservasi energi yang mengatur nilai perpindahan panas pada atap. Dalam hal ini nilainya tidak boleh melebihi 45 Watt/meter². Aturan yang mengacu pada SNI T-14-1993-03 ini di buat bertujuan agar bangunan dapat menghemat energi pada tahap pengoperasian dan pemeliharaannya, tanpa harus mengubah atau mengurangi fungsi bangunan tersebut. Penelitian ini mengambil bangunan studi kasus yaitu perumahan real estate menengah ke bawah di Kota Depok yang dianggap dapat mewakili untuk melihat faktor penentu nilai *RTTV* ini. Variabel yang menentukan nilai *RTTV* adalah luas atap, baik yang tembus cahaya maupun tidak, nilai transmitansi atap (tergantung dari materialnya), baik yang tembus cahaya maupun tidak, dan faktor radiasi matahari (*SF*). Faktor radiasi matahari yang dimaksud adalah pada saat maksimum dan minimum.

Metode penelitian yang digunakan ialah kuantitatif. Hal ini karena dalam penelitian ini banyak melibatkan perhitungan kinerja atap terhadap nilai *RTTV*, dan perhitungan radiasi. Perumahan yang distudi dipilih yang menggunakan atap dengan material yang berbeda, yaitu *metal sheet* tanpa insulasi, genteng keramik tanpa insulasi, dan genteng keramik yang dilengkapi insulasi. Hasil perhitungan *RTTV* menunjukkan bahwa atap yang paling memenuhi kriteria konservasi energi adalah atap genteng keramik yang menggunakan insulasi, dan yang paling boros energi adalah atap *metal sheet* tanpa insulasi. Hasil ini juga diperkuat dengan bukti empiris yang menunjukkan hal senada. Dalam hal ini data empiris diperoleh melalui pengukuran fluktuasi suhu udara yang terjadi pada ruang antara atap dan plafond pada masing-masing atap.

Kata kunci: *RTTV*, material penutup atap, faktor penentu, konservasi energi

ABSTRACT

Name : Azwan Aziz
Study Program : Master of Architecture
Title : *The Influence of Roof Materials towards RTTV Value*

RTTV or Roof Thermal Transmittance Value is a policy package the government of Indonesia in the energy conservation sector, which set the value of heat transfer on the roof. In this case the value should not exceed 45 Watt/meter². Rules referring to the SNI T-14-1993-03 is made to reach the building aims to save energy in operation and maintenance phases, without having to change or reduce the function of the building. This research takes a case study of building residential real estate in the middle to lower in Depok, which is considered to represent to see the determinants of this RTTV value. The variables that determine the RTTV value consist of the area of roof, whether translucent or not, the transmittance value of roof(depend on each materials), whether translucent or not, and solar radiation factor (SF). In this case solar factor measured at maximum and minimum condition.

This research use quantitative method to calculate RTTV and solar radiation. Selected housing for this research uses any kind of different roof materials, which consist of sheet metal roof without insulation, ceramic tiles without insulation, and ceramic tiles with insulation. The calculations result of RTTV value show that the best performance of roof will meet the criteria of energy conservation is a ceramic tile roof with insulation, and the most wasteful energy is sheet metal roof without insulation. This result is also reinforced by empirical evidence showing that match. In this case the empirical data obtained through the measurement of air temperature fluctuations which occur in the space between each roof and ceiling.

Keywords: RTTV, roof materials, determinants, energy conservation

DAFTAR ISI

HALAMAN SAMPUL	i
HALAMAN JUDUL	ii
HALAMAN PERNYATAAN ORISINALITAS	iii
HALAMAN PENGESAHAN	iv
KATA PENGANTAR.....	v
HALAMAN PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI TUGAS AKHIR UNTUK KEPENTINGAN AKADEMIS	vi
ABSTRAK	vii
<i>ABSTRACT</i>	viii
DAFTAR ISI	ix
DAFTAR GAMBAR.....	xi
DAFTAR TABEL	xv
DAFTAR RUMUS	xvi
DAFTAR SINGKATAN.....	xvii
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Permasalahan	4
1.3 Pertanyaan Penelitian	5
1.4 Batasan Penelitian	5
1.5 Tujuan dan Manfaat Penelitian	6
1.6 Asumsi yang digunakan	7
1.7 Tinjauan Kepustakaan	8
1.8 Metode penelitian	8
1.9 Urutan Penulisan	9
1.10 Alur pikir	10
BAB II KAJIAN TEORI	11
2.1 Atap	11
2.2 Iklim	11
2.2.1 Iklim dan iklim tropis	11
2.2.2 Kualitas radiasi matahari	12
2.2.3 Kuantitas radiasi matahari	12
2.2.4 Keseimbangan termal bumi	15
2.3 Elemen iklim	17
2.3.1 Informasi klimatik	17
2.3.2 Data temperatur	18
2.3.3 <i>Precipitation</i>	18
2.3.4 Kondisi langit	18
2.3.5 Pengukuran radiasi sinar matahari	18
2.3.6 Vegetasi	19
2.4 Iklim perkotaan	19
2.5 Kuantitas termal	20
2.5.1 Temperatur	20
2.5.2 Panas	20
2.5.3 Aliran panas	21

2.5.4	Jumlah panas yang mengalir	21
2.5.5	Konveksi	21
2.6	RTTV	22
2.7	Perhitungan jumlah radiasi matahari	23
2.8	Jumlah radiasi pada bidang yang memiliki kemiringan	25
BAB III METODE PENELITIAN		30
3.1	Kerangka Penelitian	30
3.2	Metoda dan tempat pelaksanaan penelitian	32
3.2.1	Pengamatan lapangan	32
3.2.2	Instrumen pengukuran	32
3.2.3	Langkah-langkah penelitian	33
3.2.4	Tinjauan metode penelitian	35
BAB IV ANALISA DAN PEMBAHASAN		40
4.1	Evaluasi atap bangunan studi kasus teradap nilai RTTV	40
4.1.1	Penentuan faktor radiasi matahari representatif	40
4.1.2	Perhitungan RTTV terhadap atap bangunan perumahan studi kasus	58
4.2	Evaluasi atap bangunan studi kasus terhadap fluktuasi suhu udara yang terjadi pada ruang antara atap dan plafond	67
4.3	Solusi usulan desain	71
4.3.1	Atap <i>metal sheet</i> tanpa insulasi	71
4.3.2	Atap genteng keramik tanpa insulasi	75
4.4	Analisa nilai RTTV setelah usulan	81
4.5	Faktor yang harus diperhatikan agar nilai RTTV tidak melebihi 45 W/m^2	83
BAB V KESIMPULAN DAN SARAN		85
5.1	Kesimpulan	85
5.2	Saran	86
DAFTAR PUSTAKA		88
LAMPIRAN		90

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1	Bentuk konstruksi atap pelana.....	11
Gambar 2.2	Hubungan posisi antara bumi dan matahari	13
Gambar 2.3	Sudut-sudut pada lintasan orbit matahari	14
Gambar 2.4	Diagram lintasan matahari <i>stereographic</i> untuk Kota Depok dan sekitarnya	15
Gambar 2.5	Lintasan yang dilalui oleh radiasi matahari melalui atmosfer bumi	16
Gambar 2.6	Pelepasan panas dari tanah menuju atmosfer bumi	17
Gambar 2.7	Hukum kosinus sudut datang radiasi sinar matahari	25
Gambar 2.8	Perbedaan panjang lintasan yang ditempuh radiasi matahari melalui atmosfer bumi	26
Gambar 2.9	Contoh hasil <i>overlay sun-path</i> dan diagram irradians bidang normal untuk radiasi Kota Depok pada tanggal 12 Januari jam 14.00. diperoleh G_{nb} 880 W/m ²	28
Gambar 2.10	Data hasil irradians di atas di masukkan ke skala radiasi untuk mencari tahu nilai G_{nb} dan G_{hd}	29
Gambar 3.1	Bagan alur penelitian	31
Gambar 3.2	Peta lokasi bangunan studi kasus	35
Gambar 3.3	Posisi penempatan alat ukur HOBO H8 pada bangunan studi kasus yang menggunakan genteng keramik tanpa insulasi	36
Gambar 3.4	Posisi penempatan alat ukur HOBO H8 pada bangunan studi kasus yang menggunakan genteng keramik dengan insulasi	37
Gambar 3.5	Posisi penempatan alat ukur HOBO H8 pada bangunan studi kasus yang menggunakan genteng <i>metal sheet</i> tanpa insulasi	38
Gambar 4.1	Hasil <i>overlay sun-path</i> dan diagram irradians bidang normal untuk radiasi Kota Depok pada tanggal 12 Januari jam 14.00. diperoleh G_{nb} 880 W/m ²	41

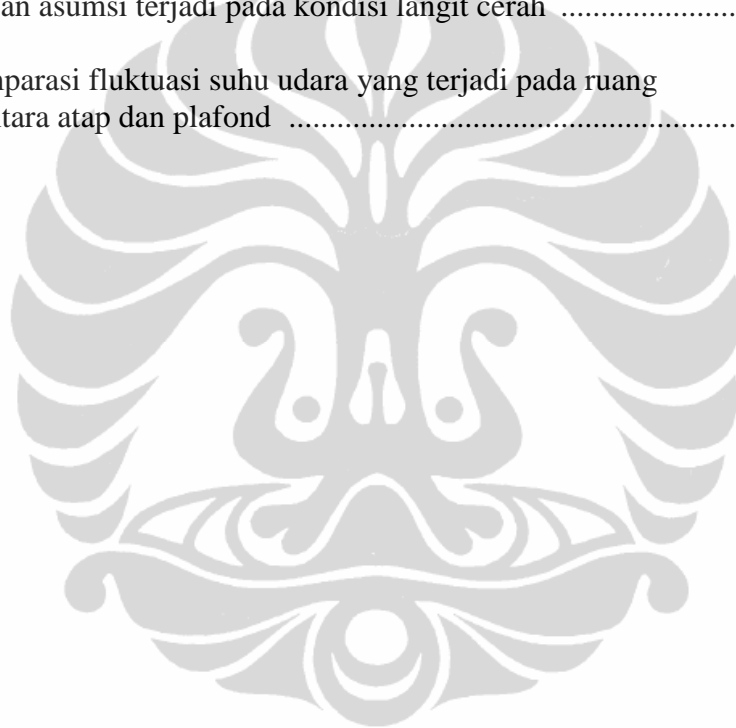
Gambar 4.2	Hasil <i>overlay sun-path</i> dan diagram bidang normal untuk radiasi Kota Depok pada tanggal 21 Januari jam 14.00. diperoleh G_{nb} 880 W/m ²	43
Gambar 4.3	Hasil <i>overlay sun-path</i> dan diagram iradians bidang normal untuk radiasi Kota Depok pada tanggal 12 Maret jam 14.00. diperoleh G_{nb} 880 W/m ²	45
Gambar 4.4	Hasil <i>overlay sun-path</i> dan diagram iradians bidang normal untuk radiasi Kota Depok pada tanggal 21 Maret jam 14.00. diperoleh G_{nb} 880 W/m ²	47
Gambar 4.5	Hasil <i>overlay sun-path</i> dan diagram iradians bidang normal untuk radiasi Kota Depok pada tanggal 12 Juli jam 14.00. diperoleh G_{nb} 840 W/m ²	49
Gambar 4.6	Hasil <i>overlay sun-path</i> dan diagram iradians bidang normal untuk radiasi Kota Depok pada tanggal 21 Juli jam 14.00. diperoleh G_{nb} 850 W/m ²	51
Gambar 4.7	Hasil <i>overlay sun-path</i> dan diagram iradians bidang normal untuk radiasi Kota Depok pada tanggal 12 September jam 14.00. diperoleh G_{nb} 870 W/m ²	53
Gambar 4.8	Hasil <i>overlay sun-path</i> dan diagram iradians bidang normal untuk radiasi Kota Depok pada tanggal 21 September jam 14.00. diperoleh G_{nb} 870 W/m ²	55
Gambar 4.9	Grafik iradians pada bidang miring 30° pada tanggal representatif untuk Kota Depok jam 14.00, asumsi untuk kondisi langit cerah. Terlihat bahwa SF maksimum terjadi pada tanggal 12 Juli dan minimum terjadi pada tanggal 12 Maret	57
Gambar 4.10	Foto eksisting rumah dengan atap <i>metal sheet</i> tanpa insulasi di kawasan Perumahan Deptan Atsiri Permai yang berlokasi di jalan Cipayung Depok	58
Gambar 4.11	Skematik bangunan studi kasus yang menggunakan <i>metal sheet</i> tanpa insulasi menunjukkan luas atap sekitar 91,12 m ²	59
Gambar 4.12	Foto eksisting rumah dengan atap genteng keramik Tanpa insulasi di kawasan Perumahan Mutiara Darussalam yang berlokasi di jalan Pitara Depok	61
Gambar 4.13	Skematik bangunan studi kasus yang menggunakan genteng keramik tanpa insulasi menunjukkan luas atap sekitar 60,43 m ²	61

Gambar 4.14	Foto eksisting rumah dengan atap genteng keramik yang dilengkapi insulasi di kawasan Perumahan Mutiara Darussalam yang berlokasi di jalan Pitara Depok	64
Gambar 4.15	Skematik bangunan studi kasus yang menggunakan genteng keramik yang dilengkapi insulasi menunjukkan luas atap sekitar 68,8 m ²	64
Gambar 4.16	Grafik komparasi kinerja atap bangunan studi kasus terhadap nilai RTTV pada SF maksimum, rata-rata dan minimum jam 14.00. Dari grafik tersebut terlihat bahwa atap genteng keramik dengan insulasi merupakan atap yang paling memenuhi kriteria konservasi energi	67
Gambar 4.17	Grafik komparasi fluktuasi suhu udara yang terjadi pada ruang antara atap dan plafond pada bangunan studi kasus	70
Gambar 4.18	Gradien termal yang terjadi pada atap <i>eksisting</i> , yaitu <i>metal sheet</i> tanpa insulasi, menunjukkan sebagian besar dilingkupi oleh area panas	72
Gambar 4.19	Gradien termal yang terjadi pada atap <i>metal sheet</i> yang telah diusulkan dilengkapi dengan insulasi, menunjukkan perubahan yang signifikan, yaitu sebagian besar dilingkupi oleh area yang lebih dingin	73
Gambar 4.20	Usulan desain pada bangunan dengan atap <i>metal sheet</i> tanpa insulasi, selain dengan menambahkan insulasi, juga dapat menambahkan ventilasi pada kedua sisi atap yang menghadap timur-barat, agar terjadi konveksi alami	74
Gambar 4.21	Gradien termal yang terjadi pada atap <i>metal sheet</i> yang telah diusulkan dilengkapi dengan insulasi dan ventilasi, menunjukkan perubahan yang signifikan, yaitu sebagian besar dilingkupi oleh area yang lebih dingin dari sebelumnya.	75
Gambar 4.22	Gradien termal yang terjadi pada atap <i>eksisting</i> , yaitu genteng keramik tanpa insulasi, menunjukkan sebagian kecil masih dilingkupi oleh area panas	77
Gambar 4.23	Gradien termal yang terjadi pada atap usulan, yaitu genteng keramik dilengkapi dengan insulasi, menunjukkan perubahan yang signifikan. Area yang panas menjadi hampir tidak ada	78

Gambar 4.24	Usulan desain dengan mengganti kaca pada ventilasi atap yang terdapat di atas <i>slab</i> atap teras dengan <i>screen</i> , untuk memaksimalkan proses pengangkutan panas melalui konveksi alami	79
Gambar 4.25	Usulan desain dengan mengganti kaca pada ventilasi atap dengan <i>screen</i> . Hal ini agar proses pengangkutan panas melalui konveksi alami dapat dimaksimalkan	80
Gambar 4.26	Gradien termal yang terjadi pada atap genteng keramik yang telah diusulkan dilengkapi dengan insulasi dan ventilasi, menunjukkan perubahan yang signifikan, yaitu sebagian besar dilingkupi oleh area yang lebih dingin dari sebelumnya	81
Gambar 4.27	Grafik perbandingan nilai RTTV setelah menambah insulasi <i>aluminium foil</i> pada atap <i>metal sheet</i> dan genteng keramik tanpa insulasi, menjadikan nilai RTTV jauh lebih kecil dan sangat memenuhi standar konservasi energi	82
Gambar 4.28	Grafik perbandingan nilai RTTV sebelum dan setelah menambah insulasi <i>aluminium foil</i> pada atap <i>metal sheet</i> dan genteng keramik tanpa insulasi, menjadikan nilai RTTV jauh lebih kecil dan sangat memenuhi standar konservasi energi	83

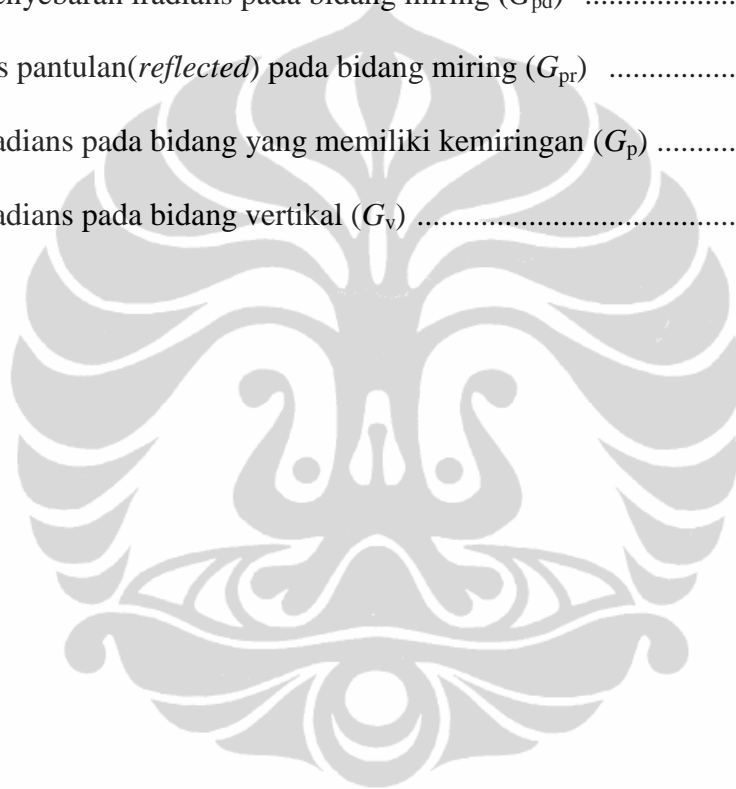
DAFTAR TABEL

Tabel 2.1	Tabel beda suhu Ekuivalen untuk atap (ΔT_{eq})	22
Tabel 2.2	Tabel Faktor Radiasi Matahari (<i>Solar Factor</i> , SF, W/m ²) untuk Jakarta	23
Tabel 2.3	Nilai iradians matahari terhadap altitude di bawah kondisi langit cerah dalam W/m ²	24
Tabel 4.1	Iradians pada bidang miring 30° untuk Kota Depok jam 14.00 pada tanggal representatif dalam setahun dengan asumsi terjadi pada kondisi langit cerah	57
Tabel 4.2	Komparasi fluktuasi suhu udara yang terjadi pada ruang di antara atap dan plafond	68



DAFTAR RUMUS

2.1 Rumus perpindahan termal pada atap RTTV	21
2.2 Irradians pada bidang normal tertentu (G_{nb})	25
2.3 Nilai irradians pada bidang horizontal (G_{hb})	25
2.4 Nilai Irradians pada bidang tertentu (G_{pb})	25
2.5 Difus atau penyebaran irradians pada bidang miring (G_{pd})	25
2.6 Nilai irradians pantulan(<i>reflected</i>) pada bidang miring (G_{pr})	26
2.7 Nilai total irradians pada bidang yang memiliki kemiringan (G_p)	26
2.8 Nilai total irradians pada bidang vertikal (G_v)	26



DAFTAR SINGKATAN

A_r	(<i>Area roof</i>) luas atap yang tak tembus cahaya, satuannya m^2
A_s	(<i>Area Skylight</i>) luas lubang cahaya atap, satuannya m^2
APBN	Anggaran Pendapatan Belanja Negara
BBM	Bahan Bakar Minyak
C	<i>Celcius</i>
deg	<i>Degree</i> atau derajat
ESDM	Departemen Energi dan Sumber Daya Mineral
G_{nb}	Iradians pada bidang normal tertentu
G_{hb}	Nilai iradians pada bidang horizontal
G_{pb}	Nilai Iradians pada bidang tertentu
G_{pd}	Difus atau penyebaran iradians pada bidang miring
G_{pr}	Nilai iradians pantulan(<i>reflected</i>) pada bidang miring
G_p	Nilai total iradians pada bidang yang memiliki kemiringan
G_v	Nilai total iradians pada bidang vertikal
K	<i>Kelvin</i>
m	Meter
m^2	Meter persegi
OTTV	<i>Overall Thermal Transmittance Value</i>
RIKEN	Rencana Induk Konservasi Energi
RTTV	<i>Roof Thermal Transmittance Value</i> harga perpindahan termal atap
SC	(<i>Shading Coefficient</i>) koefisien peneduh lubang cahaya atap
SF	(<i>Solar Factor</i>) faktor radiasi matahari, W/m^2
U_r	(<i>U roof</i>) transmittan atap yang tak tembus cahaya, satuannya $W/m^2 \text{ } ^\circ C$.
U_s	Transmittan lubang atap, $W/m^2 \text{ } ^\circ C$.
ρ	Reflaktansi permukaan
ΔT	Beda suhu antara kondisi perencanaan luar dan dalam, $5 \text{ } ^\circ C$
ΔT_{eq}	Beda suhu ekuivalen, $^\circ C$ (atau K.)
W	<i>Watt</i>