LAPORAN TUGAS AKHIR PENELITIAN

STUDI MATERIAL PENUTUP ATAP BANGUNAN SEBAGAI REDUKTOR PANAS RADIASI MATAHARI

Aplikasi pada Rancangan Bangunan Gedung SMP IT

STUDY OF THE ROOF BUILDING MATERIAL AS SOLAR REDUCTOR RADIATION

The Aplication of Junior High School Islamic Complex to Building Design

Oleh:
MUDRIKA ALMUNA
04.512.077

Pembimbing:
Ir. Fajriyanto, MT

JURUSAN ARSITEKTUR
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN
UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA
YOGYAKARTA

2008

PENGESAHAN

TUGAS AKHIR PENELITIAN

STUDI MATERIAL PENUTUP ATAP BANGUNAN SEBAGAI REDUKTOR PANAS RADIASI MATAHARI

Aplikasi pada Rancangan Bangunan Gedung SMP IT

Oleh:

MUDRIKA ALMUNA
04.512.077

Laporan Tugas Akhir ini telah diseminarkan dan diuji pada :

24 Juli 2008

DISETUJUI

Dosen Pembimbing

Ir. Fajriyanto, MT

MENGETAHUI

Ketua Jurusan Arsitektur
Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan
Universitas Islam Indonesia

Ir. Hastuti Saptorini, MA

MOTTO

إِنَّ ٱللَّهَ لَا يَغۡفِرُ أَن يُشۡرَكَ بِهِۦ وَيَغۡفِرُ مَا دُونَ ذَٰلِكَ لِمَن يَشَآءُۚ وَمَن يُشۡرِكۡ بِٱللَّهِ فَقَدِ ٱفۡتَرَىٰٓ إِثۡمًا عَظِيمًا ﴿٤٨﴾

Sesungguhnya Allah tidak akan mengampuni dosa syirik, dan dia mengampuni segala dosa yang selain dari (syirik) itu, bagi siapa yang dikehendaki-Nya. barangsiapa yang mempersekutukan Allah, Maka sungguh ia Telah berbuat dosa yang besar. (QS. An-Nisa:48)

وَإِذۡ تَأَذَّنَ رَبُّكُمۡ لَئِن شَكَرۡتُمۡ لَأَزِيدَنَّكُمۡ وَلَئِن كَفَرۡتُمۡ إِنَّ عَذَابِي لَشَدِيدٞ ﴿٧﴾

Dan (ingatlah juga), tatkala Tuhanmu memaklumkan; "Sesungguhnya jika kamu bersyukur, pasti kami akan menambah (nikmat) kepadamu, dan jika kamu mengingkari (nikmat-Ku), Maka Sesungguhnya azab-Ku sangat pedih". (QS. Ibrahim:7)

وَلَا تَمۡشِ فِي ٱلۡأَرۡضِ مَرَحًاۖ إِنَّكَ لَن تَخۡرِقَ ٱلۡأَرۡضَ وَلَن تَبۡلُغَ ٱلۡجِبَالَ طُولٗا ﴿٣٧﴾ كُلُّ ذَٰلِكَ كَانَ سَيِّئُهُۥ عِندَ رَبِّكَ مَكۡرُوهٗا ﴿٣٨﴾

Dan janganlah kamu berjalan di muka bumi ini dengan sombong, Karena Sesungguhnya kamu sekali-kali tidak dapat menembus bumi dan sekali-kali kamu tidak akan sampai setinggi gunung. Semua itu kejahatannya amat dibenci di sisi Tuhanmu. (QS. Al-Israa': 37-38)

Dari Abu Hurairah RA, dari Nabi SAW bersabda, "Pelajarilah nasabmu, karena silaturahmi adalah hal yang membuat kecintaan dalam keluarga, mempermudah rezeki dan memperpanjang usia." (H.R. Hakim)

PERSEMBAHAN

Karya ini aku persembahkan khusus kepada

Ibu, Bapak, Pak Imam
(Do'a dan kasih sayang untukmu yang takkan pernah habis)

Mas Karim, Mba Salma, Zizah
(Dukungan, kritikan, hujatan, dan pujian darimu sangatlah berguna)

Disya & Rafif
(Keponakan-keponakanku.. kalian do'ain tante gag siiih???)

.....
(Yang nanti jadi pendamping hidupku ^o^)

TERIMAKASIH

Allah SWT, Tuhan Semesta Alam
Nabi Muhammad SAW, Suri Tauladan Kita

Keluargaku, lukisan di hatiku :
Ibu, Bapak, Pak Imam, Mas Karim, Mba Salma, Zizah, Disya, Rafif,
dan Seluruh Keluarga Besarku
Terimakasih atas do'a tiada batas yang selalu kalian panjatkan untukku

Om Fajri yang sangat ikhlas dan sabar dalam membimbing serta mengarahkanku
dalam menyelesaikan tugas akhir dari proses awal hingga terbentuknya buku ini
Jazakumulloh, Khoiron Katsiro

Om Aris sekeluarga beserta pasukannya atas segala waktu, daya, dan upaya
yang turut berperan besar dalam menyelesaikan tugas akhir ini
Makasih Om, semoga keikhlasanmu senantiasa dibalas oleh Allah SWT,
Amieenn

Sobatku Dyah Suryo Maya dan Bagus Winandi
yang selalu menjanjikan terang di dalam kegelapanku

Sobatku Aditya Noor Hadhy Utama,
Never says NO for me

Sobat-sobatku :
Hesti.tyas, Erza, Nisa, Ree-a, Nong-Q, Uning, Pungki, Mirza, Iphie', Grade,
Melati, Dara, Charlie, Rendy, Delita, Heru&Keluarga
Mari ramaikan dunia... hohoho ^.^

Temen-Temen Sanggar Gubug :
Desy, Pepen, Nophex, Akram, Enjel, Dedef, Vestra, Esti, Angga, Eva, Ical,
Mas Andi, Mas Yudha, Mas Anggi, dan yang laen, dan yang laen..
Kapan Latihan, Ngamen, Lomba, ato Pentas lagee??

Temen-temen KKN ku :
Ria, Nana, Mas Apong, Heru, Chandra, Vembri

Temen-temen YM yang paling setia menemaniku lembur (penting ya??):
Minyax, Mas Putut, Mas Bayu, Viva, Dicky-civil

Keluarga Besar FTSP
Dosen-dosennya, Karyawan-karyawannya, Kakak-kakak dan Adek-adek
Angkatanku Satu Jurusan maupun yang Laen Jurusan... Makasih semuaaaaaa....

Mr. Deny buat gajian asdos walo cuma satu semester.. makasih ya om.. hehe

Mba Bu Dosen Muda Phijey, makasih ya mba buk (???) atas bimbingan dan bantuannya...

Mas Sarjiman & Mas Tutut, mahasiswa Studio TA yang kekal abadi..
Mas, kapan lulus?? hohoho

Anak-anak 2005 & 2006 yang pernah kudidik di PS2 :
Minati, Irvan, Dwi, Ryan, Agung, Abimanyu, Adit(Unyil, Damar, Dhika, Lala,
Nurul, Aslam, Zeze, Koko, Feri, Anin, Dini, Esa', Andi, Edo, Andry, Ari,
Tetes, Mus, Mouriz..... Makasih ya buat pengalamannya....

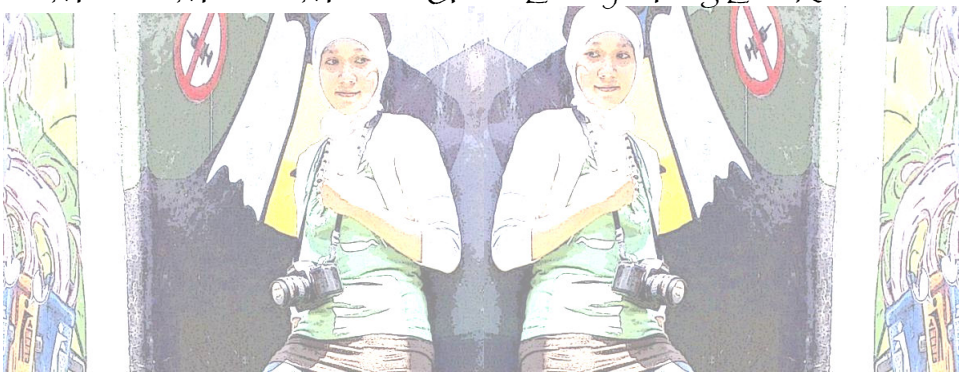
Seluruh temen-temen tugas akhir Periode III Lulus Juli 2008
MERDEKA LULUS!!

Temen-temen TA penelitian satu periode:
Luluk, Indah, Putri-Rahma, Mas Danang_99
Mau jadi profesor harus paham penelitian.. HIDUP!! HIDUP!!

Temen-temen satu angkatan Aristektur UII 2004 (Selaen yang disebut di atas) :
Dandang, Ani, Vita, Adjo, Tesar, Kiki, Nico, Joe, Gunagama, Adi, Dinda, Luky, Anin, HenyDwi, Yoyo, Rico, Zoel, Okta, Maya, DianUut, Ian, Visa, Rian, Niza, PutriKemala, Ahmad, Agung, DikyFatih, BudiTM, Bebek, Dwi, Ira, DyanCitra, Kumala, Mumu, Wawan, Anggit, Faruq, Alfan, Aji, Fifi, Dika, Rifki, Dina, Keci', Fadli, Desi, Mangin, Ismi, Rima, Husni, Jeki, Putra, Toni, Onald, Yayan, Herdhika, Umbu, Fenny, DimasR, Wanda, Irwan, Yudha, Denny, Pandu, Arie, Dini, Venia, Anty, Wahyu, Vandi, Diva, Agus, Anton, Dita, Tere, Danang, Didik, Teekuy, Antok, Towfick, Ella, Padang, Wahyudi, Nanda, ArifSetiawan, Bagus, Rades, Jack, Whendy, Sitrah, Alia, Tulus, Suhendro, Toto, Tamrin, Sam, DimasAri, Dion, Roby, Koko, Eko, Nita, Widya, Yoga, Dabi, Sigit, Afriko, Rizza, Hasfan, Asri, Ana, Tommy, BudiS, GalihJati, ArifTiara, Ozie, Ronni, Gitong, Izal, HeniSofiana, Pipit, Dirgan, Irma
(Daahh,, gag iri lagi kan?? Udah tak sebut satu persatu.. Xixixixi.. ^.^)

Terakhir.... Ferian Pradipta yang dateng paling belakangan ^_~
Kemana aja kemaren?? Untung belum ketinggalan.. hehe
Gapapa ya.. biar paling bontot biasanya paling berarti (ciaahh..)

-----Makasih Makasih Makasih Untuk Lainnya Yang Lum Kesebut-----



PENGANTAR

بســـــم الله الرحمن الرحـــيم

Assalamu'alaikum. Wr. Wb.

Syukur Alhamdulillah senantiasa penulis panjatkan kehadirat Allah SWT, berkat perkenanNya penyusunan laporan Tugas Akhir tahun 2008 yang berjudul "Studi Material Penutup Atap Bangunan sebagai Reduktor Panas Matahari, Aplikasi pada Rancangan Bangunan Gedung SMP IT" ini dapat diselesaikan.

Laporan Tugas Akhir penelitian ini disusun sebagai salah satu syarat untuk mendapatkan gelar Sarjana Strata Satu (S1) pada Jurusan Arsitektur, Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan Universitas Islam Indonesia.

Karya ini dapat diselesaikan atas bantuan banyak pihak, sehingga perkenankanlah penulis menyampaikan terimakasih kepada:

1. Dr. Ir. Ruzardi, MS., selaku Dekan Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan Universitas Islam Indonesia
2. Ir. Hastuti Saptorini, M.A, selaku Ketua Jurusan Arsitektur Universitas Islam Indonesia sekaligus sebagai dosen penguji
3. Ir. Fajriyanto, MT., selaku dosen pembimbing, atas segala bimbingan, arahan dan nasehat yang diberikan selama penulisan laporan
4. Seluruh dosen Jurusan Arsitektur Universitas Islam Indonesia, untuk didikan, wawasan, dan ilmu pengetahuan yang telah diberikan
5. Semua pihak yang tidak dapat disebutkan satu-persatu

Penulis menyadari bahwa penulisan laporan ini masih jauh dari kesempurnaan. Maka dari itu saran untuk perbaikan yang bermanfaat akan diterima dengan besar hati demi kesempurnaan dan manfaat laporan ini.

Wassalamu'alaikum. Wr. Wb.

Yogyakarta , Juli 2008

Mudrika Almuna

DAFTAR ISI

Halaman

HALAMAN JUDUL…….. i

PENGESAHAN…….. ii

MOTTO…….. iii

PERSEMBAHAN……... iv

TERIMAKASIH……. v

PENGANTAR…… viii

DAFTAR ISI……... ix

DAFTAR GAMBAR…….. xiv

DAFTAR TABEL…….. xvi

DAFTAR DIAGRAM…… xxii

INTISARI…… xxiii

BAB I PENDAHULUAN……... 1

1.1 Latar Belakang……. 1

1.1.1 *Global Warming* dalam Teknologi Pembangunan……... 1

1.1.2 Pemakaian *Air Conditioner* terhadap Efek *Global Warming*……... 1

1.1.3 Pemilihan Material Atap terhadap Kenyamanan Ruang dalam Menghemat Energi..... 2

1.1.4 Pemilihan SMP IT sebagai Objek Rancangan……. 4

1.2 Permasalahan…… 5

1.2.1 Permasalahan Penelitian……... 5

1.2.2 Permasalahan Perancangan…….. 6

1.3 Tujuan..... 6

1.3.1 Tujuan Penelitian..... 6

1.3.2 Tujuan Perancangan..... 7

1.4 Batasan..... 7
1.4.1 Batasan Model Bangunan..... 7
1.4.2 Batasan Pengukuran..... 8
1.5 Manfaat..... 9

BAB II TINJAUAN PUSTAKA…….. 9
2.1 Material dalam Mereduksi Panas……. 9
2.1.1. Atap dalam Mereduksi Panas..... 10
2.1.2. Dinding dalam Mereduksi Panas..... 13
2.2 Material dalam Menciptakan Kenyamanan Termal..... 15
2.3 Faktor-faktor Kenyamanan Termal Bangunan..... 17
2.3.1 Suhu Udara..... 17
2.3.2 Kelembaban Udara..... 18
2.3.3 Gerakan Udara..... 20
2.3.4 Suhu Radiasi..... 22
2.3.5 Faktor Elemen-elemen Bangunan..... 24
2.4 Sifat Material…… 28
2.5 Menghitung Variabel Sifat Material..... 31
2.5.1 Transmitan Elemen Bangunan Berlapis..... 31
2.5.2 Panas yang Menembus Elemen Bangunan..... 31

BAB III METODE PENELITIAN..... 38
3.1 Lokasi Penelitian..... 39
3.2 Populasi dan Sampel..... 40
3.3 Pengumpulan Data..... 40
3.3.1 Jenis Data..... 40
3.3.2 Metode Pengumpulan Data..... 40
3.3.3 Instrumen..... 42

3.4 Metode Analisis..... 42
3.5 Waktu Penelitian..... 42
3.6 Daftar Variabel..... 43

BAB IV KOMPILASI DATA..... 44
4.1 Spesifikasi Material..... 44
4.2 Hasil Pengukuran..... 44
4.2.1 Material Genteng Tanah Liat Tanpa Warna Tanpa Plafon.. 44
4.2.2 Material Genteng Tanah Liat Tanpa Warna dengan Plafon. 46
4.2.3 Material Genteng Beton Tanpa Warna Tanpa Plafon..... 48
4.2.4 Material Genteng Beton Tanpa Warna dengan Plafon..... 50
4.2.5 Material Bahan Metal Tanpa Warna Tanpa Plafon..... 52
4.2.6 Material Bahan Metal Tanpa Warna dengan Plafon..... 54
4.2.7 Material Genteng Tanah Liat Warna Coklat Tanpa Plafon.. 56
4.2.8 Material Genteng Tanah Liat Warna Coklat dengan Plafon 58
4.2.9 Material Genteng Beton Warna Coklat Tanpa Plafon..... 60
4.2.10 Material Genteng Beton Warna Coklat dengan Plafon..... 62
4.2.11 Material Bahan Metal Warna Coklat Tanpa Plafon..... 64
4.2.12 Material Bahan Metal Warna Coklat dengan Plafon..... 66
4.2.13 Material Genteng Tanah Liat Warna Hijau Tanpa Plafon... 68
4.2.14 Material Genteng Tanah Liat Warna Hijau dengan Plafon.. 70
4.2.15 Material Genteng Beton Warna Hijau Tanpa Plafon..... 72
4.2.16 Material Genteng Beton Warna Hijau dengan Plafon..... 74
4.2.17 Material Bahan Metal Warna Hijau Tanpa Plafon..... 76
4.2.18 Material Bahan Metal Warna Hijau dengan Plafon..... 78

BAB V ANALISIS DATA DAN PEMBAHASAN..... 81
5.1 Pengujian Serapan Panas Material Penutup Atap di Dalam

Ruangan…… 82
5.1.1 Material Genteng Tanah Liat……... 82
5.1.2 Material Genteng Beton……... 83
5.1.3 Material Bahan Metal……... 84
5.2 Pengujian Serapan Panas Material Penutup Atap pada Permukaan Material…… 85
5.2.1 Material Genteng Tanah Liat……... 85
5.2.2 Material Genteng Beton……... 87
5.2.3 Material Bahan Metal……... 89
5.3 Pengujian Serapan Panas Material Penutup Atap Dipengaruhi Plafon……... 91
5.3.1 Material Genteng Tanah Liat……... 91
5.3.2 Material Genteng Beton……... 92
5.3.3 Material Bahan Metal……... 93
5.4 Pengujian Hubungan antara Jenis Material Penutup Atap, Warna Penutup Atap, dan Penggunaan Plafon terhadap Serapan Panas…. 94
5.5 Pengujian Hubungan antara Posisi, Waktu, dan Pengulangan Hari Pengukuran terhadap Serapan Panas…… 96
5.6 Pengujian Korelasi Berat Material dengan Serapan Panas..... 99

BAB VI KESIMPULAN DAN REKOMENDASI..... 100
6.1 Kesimpulan…….. 100
6.2 Rekomendasi…… 101
6.2.1 Rekomendasi Hasil Penelitian……. 101
6.2.2 Rekomendasi Perancangan…….. 102

BAB VII PENDEKATAN DESAIN..... 107
7.1 Jenis Kegiatan…….. 107

7.2 Hubungan dan Sirkulasi Antar Ruang…….. 108
7.3 Kebutuhan dan Besaran Ruang…… 109
7.4 Lokasi Site…… 111
7.5 Gubahan Massa dan Orientasi Bangunan…… 112
7.6 Bukaan/Ventilasi …… 113
7.7 Elemen Bukaan ……... 113
7.8 Ketinggian Ruang …… 114
7.9 Material dan Warna…….. 115
DAFTAR PUSTAKA..... 116

DAFTAR GAMBAR

Halaman

Gambar 1.1 Mekanisme panas memasuki ruangan..... 3
Gambar 2.1 Perpindahan panas melalui selubung bangunan..... 11
Gambar 2.2 Saran zona bukaan pada bangunan……... 20
Gambar 2.3 Pembalikan arah angin oleh bangunan tinggi..... 21
Gambar 2.4 Gerakan udara antara barisan rumah yang rapat dan sejajar..... 21
Gambar 2.5 Perpindahan panas antara tubuh dan lingkungan..... 24
Gambar 2.6 Ventilasi Sejajar..... 26
Gambar 2.7 Ventilasi Silang..... 27
Gambar 2.8 Ventilasi Satu Titik..... 27
Gambar 3.1 Peta Lokasi..... 39
Gambar 3.2 Alur Berpikir Pengumpulan Data..... 41
Gambar 4.1 Model bangunan material genteng tanah liat tanpa warna tanpa plafon 44
Gambar 4.2 Model bangunan material genteng tanah liat tanpa warna dengan plafon..... 46
Gambar 4.3 Model bangunan material bahan metal tanpa warna tanpa plafon..... 48
Gambar 4.4 Model bangunan material bahan metal tanpa warna dengan plafon.... 50
Gambar 4.5 Model bangunan material bahan metal tanpa warna tanpa plafon..... 52
Gambar 4.6 Model bangunan material bahan metal warna coklat dengan plafon..... 54
Gambar 4.7 Model bangunan material genteng tanah liat warna coklat tanpa plafon..... 56
Gambar 4.8 Model bangunan material genteng tanah liat warna coklat dengan plafon..... 58
Gambar 4.9 Model bangunan material bahan metal warna coklat tanpa plafon..... 60

Gambar 4.10 Model bangunan material bahan metal warna coklat dengan plafon..... 62
Gambar 4.11 Model bangunan material bahan metal warna coklat tanpa plafon..... 64
Gambar 4.12 Model bangunan material bahan metal warna coklat dengan plafon..... 66
Gambar 4.13 Model bangunan material genteng tanah liat warna hijau tanpa plafon..... 68
Gambar 4.14 Model bangunan material genteng tanah liat warna hijau dengan plafon..... 70
Gambar 4.15 Model bangunan material bahan metal warna hijau tanpa plafon..... 72
Gambar 4.16 Model bangunan material bahan metal warna hijau dengan plafon... 74
Gambar 4.17 Model bangunan material bahan metal warna hijau tanpa plafon..... 76
Gambar 4.18 Model bangunan material bahan metal warna hijau dengan plafon... 78
Gambar 6.1 Saran zona bukaan pada bangunan……... 104
Gambar 6.2 Beberapa Tipe Jendela dan Area Efektif yang Mengalirkan Udara.... 104
Gambar 6.3 Tipe-tipe Ventilasi pada Ruang Atap……... 105
Gambar 7.1 Hubungan Antar Ruang..... 108
Gambar 7.2 Sirkulasi Antar Ruang..... 109
Gambar 7.3 Peta Lokasi Site Perancangan..... 111
Gambar 7.4 Zonning SMP IT..... 112
Gambar 7.5 Siteplan SMP IT..... 112
Gambar 7.6 Bukaan/Ventilasi..... 113
Gambar 7.7 Elemen Bukaan..... 114
Gambar 7.8 Potongan Bangunan A-A'…… 114

DAFTAR TABEL

Halaman

Tabel 2.1 Nilai Pemantulan dan Penyerapan Berbagai Jenis Bahan dan Permukaan……..... 9
Tabel 2.2 Konduktan Permukaan..... 32
Tabel 2.3 Konduktivitas dan Resistivitas Beberapa Bahan..... 33
Tabel 2.4 Transmitan Konstruksi..... 34
Tabel 3.1 Penelitian Terdahulu..... 39
Tabel 3.2 Daftar Variabel Penelitian..... 43
Tabel 4.1 Analisis Deskriptif Pengukuran Hari I Material Genteng Tanah Liat Tanpa Warna Tanpa Plafon..... 45
Tabel 4.2 Analisis Deskriptif Pengukuran Hari II Material Genteng Tanah Liat Tanpa Warna Tanpa Plafon..... 45
Tabel 4.3 Analisis Deskriptif Pengukuran Hari III Material Genteng Tanah Liat Tanpa Warna Tanpa Plafon..... 46
Tabel 4.4 Analisis Deskriptif Pengukuran Hari I Material Genteng Tanah Liat Tanpa Warna dengan Plafon..... 47
Tabel 4.5 Analisis Deskriptif Pengukuran Hari II Material Genteng Tanah Liat Tanpa Warna dengan Plafon..... 47
Tabel 4.6 Analisis Deskriptif Pengukuran Hari III Material Genteng Tanah Liat Tanpa Warna dengan Plafon..... 48
Tabel 4.7 Analisis Deskriptif Pengukuran Hari I Material Genteng Beton Tanpa Warna Tanpa Plafon..... 49
Tabel 4.8 Analisis Deskriptif Pengukuran Hari II Material Genteng Beton Tanpa Warna Tanpa Plafon..... 49
Tabel 4.9 Analisis Deskriptif Pengukuran Hari III Material Genteng Beton Tanpa Warna Tanpa Plafon..... 50

Tabel 4.10 Analisis Deskriptif Pengukuran Hari I Material Genteng Beton Tanpa Warna dengan Plafon..... 51
Tabel 4.11 Analisis Deskriptif Pengukuran Hari II Material Genteng Beton Tanpa Warna dengan Plafon..... 51
Tabel 4.12 Analisis Deskriptif Pengukuran Hari III Material Genteng Beton Tanpa Warna dengan Plafon..... 52
Tabel 4.13 Analisis Deskriptif Pengukuran Hari I Material Bahan Metal Tanpa Warna Tanpa Plafon..... 53
Tabel 4.14 Analisis Deskriptif Pengukuran Hari II Material Bahan Metal Tanpa Warna Tanpa Plafon..... 53
Tabel 4.15 Analisis Deskriptif Pengukuran Hari III Material Bahan Metal Tanpa Warna Tanpa Plafon..... 54
Tabel 4.16 Analisis Deskriptif Pengukuran Hari I Material Bahan Metal Tanpa Warna dengan Plafon..... 55
Tabel 4.17 Analisis Deskriptif Pengukuran Hari II Material Bahan Metal Tanpa Warna dengan Plafon..... 55
Tabel 4.18 Analisis Deskriptif Pengukuran Hari III Material Genteng Bahan Metal Tanpa Warna dengan Plafon..... 56
Tabel 4.19 Analisis Deskriptif Pengukuran Hari I Material Genteng Tanah Liat Warna Coklat Tanpa Plafon..... 57
Tabel 4.20 Analisis Deskriptif Pengukuran Hari II Material Genteng Tanah Liat Warna Coklat Tanpa Plafon..... 57
Tabel 4.21 Analisis Deskriptif Pengukuran Hari III Material Genteng Tanah Liat Warna Coklat Tanpa Plafon..... 58
Tabel 4.22 Analisis Deskriptif Pengukuran Hari I Material Genteng Tanah Liat Warna Coklat dengan Plafon..... 59
Tabel 4.23 Analisis Deskriptif Pengukuran Hari II Material Genteng Tanah Liat Warna Coklat dengan Plafon..... 59

Tabel 4.24 Analisis Deskriptif Pengukuran Hari III Material Genteng Tanah Liat Warna Coklat dengan Plafon..... 60
Tabel 4.25 Analisis Deskriptif Pengukuran Hari I Material Genteng Beton Warna Coklat Tanpa Plafon..... 61
Tabel 4.26 Analisis Deskriptif Pengukuran Hari II Material Genteng Beton Warna Coklat Tanpa Plafon..... 61
Tabel 4.27 Analisis Deskriptif Pengukuran Hari III Material Genteng Beton Warna Coklat Tanpa Plafon..... 62
Tabel 4.28 Analisis Deskriptif Pengukuran Hari I Material Genteng Beton Warna Coklat dengan Plafon..... 63
Tabel 4.29 Analisis Deskriptif Pengukuran Hari II Material Genteng Beton Warna Coklat dengan Plafon..... 63
Tabel 4.30 Analisis Deskriptif Pengukuran Hari III Material Genteng Beton Warna Coklat dengan Plafon..... 64
Tabel 4.31 Analisis Deskriptif Pengukuran Hari I Material Bahan Metal Warna Coklat Tanpa Plafon..... 65
Tabel 4.32 Analisis Deskriptif Pengukuran Hari II Material Bahan Metal Warna Coklat Tanpa Plafon..... 65
Tabel 4.33 Analisis Deskriptif Pengukuran Hari III Material Bahan Metal Warna Coklat Tanpa Plafon..... 66
Tabel 4.34 Analisis Deskriptif Pengukuran Hari I Material Bahan Metal Warna Coklat dengan Plafon..... 67
Tabel 4.35 Analisis Deskriptif Pengukuran Hari II Material Bahan Metal Warna Coklat dengan Plafon..... 67
Tabel 4.36 Analisis Deskriptif Pengukuran Hari III Material Genteng Bahan Metal Warna Coklat dengan Plafon..... 68
Tabel 4.37 Analisis Deskriptif Pengukuran Hari I Material Genteng Tanah Liat Warna Hijau Tanpa Plafon..... 69

Tabel 4.38 Analisis Deskriptif Pengukuran Hari II Material Genteng Tanah Liat Warna Hijau Tanpa Plafon..... 69
Tabel 4.39 Analisis Deskriptif Pengukuran Hari III Material Genteng Tanah Liat Warna Hijau Tanpa Plafon..... 70
Tabel 4.40 Analisis Deskriptif Pengukuran Hari I Material Genteng Tanah Liat Warna Hijau dengan Plafon..... 71
Tabel 4.41 Analisis Deskriptif Pengukuran Hari II Material Genteng Tanah Liat Warna Hijau dengan Plafon..... 71
Tabel 4.42 Analisis Deskriptif Pengukuran Hari III Material Genteng Tanah Liat Warna Hijau dengan Plafon..... 72
Tabel 4.43 Analisis Deskriptif Pengukuran Hari I Material Genteng Beton Warna Hijau Tanpa Plafon..... 73
Tabel 4.44 Analisis Deskriptif Pengukuran Hari II Material Genteng Beton Warna Hijau Tanpa Plafon..... 73
Tabel 4.45 Analisis Deskriptif Pengukuran Hari III Material Genteng Beton Warna Hijau Tanpa Plafon..... 74
Tabel 4.46 Analisis Deskriptif Pengukuran Hari I Material Genteng Beton Warna Coklat dengan Plafon..... 75
Tabel 4.47 Analisis Deskriptif Pengukuran Hari II Material Genteng Beton Warna Hijau dengan Plafon..... 75
Tabel 4.48 Analisis Deskriptif Pengukuran Hari III Material Genteng Beton Warna Hijau dengan Plafon..... 76
Tabel 4.49 Analisis Deskriptif Pengukuran Hari I Material Bahan Metal Warna Hijau Tanpa Plafon..... 77
Tabel 4.50 Analisis Deskriptif Pengukuran Hari II Material Bahan Metal Warna Hijau Tanpa Plafon..... 77
Tabel 4.51 Analisis Deskriptif Pengukuran Hari III Material Bahan Metal Warna Hijau Tanpa Plafon..... 78

Tabel 4.52 Analisis Deskriptif Pengukuran Hari I Material Bahan Metal Warna Hijau dengan Plafon..... 79
Tabel 4.53 Analisis Deskriptif Pengukuran Hari II Material Bahan Metal Warna Hijau dengan Plafon..... 79
Tabel 4.54 Analisis Deskriptif Pengukuran Hari III Material Genteng Bahan Metal Warna Hijau dengan Plafon..... 80
Tabel 5.1 Pengujian Statistik Inferensi Serapan Panas di Dalam Ruangan Material Genteng Tanah Liat..... 82
Tabel 5.2 Pengujian Statistik Inferensi Serapan Panas di Dalam Ruangan Material Genteng Beton..... 83
Tabel 5.3 Pengujian Statistik Inferensi Serapan Panas di Dalam Ruangan Material Bahan Metal..... 84
Tabel 5.4 Pengujian Statistik Inferensi Serapan Panas di Atas Permukaan Material Genteng Tanah Liat..... 85
Tabel 5.5 Pengujian Statistik Inferensi Serapan Panas di Bawah Permukaan Material Genteng Tanah Liat..... 86
Tabel 5.6 Pengujian Statistik Inferensi Serapan Panas di Atas Permukaan Material Genteng Beton..... 87
Tabel 5.7 Pengujian Statistik Inferensi Serapan Panas di Bawah Permukaan Material Genteng Beton..... 88
Tabel 5.8 Pengujian Statistik Inferensi Serapan Panas di Atas Permukaan Material Bahan Metal..... 89
Tabel 5.9 Pengujian Statistik Inferensi Serapan Panas di Bawah Permukaan Material Bahan Metal..... 90
Tabel 5.10 Pengujian Statistik Inferensi Serapan Panas Dipengaruhi Plafon Material Genteng Tanah Liat..... 91
Tabel 5.11 Pengujian Statistik Inferensi Serapan Panas Dipengaruhi Plafon Material Genteng Beton..... 92

Tabel 5.12 Pengujian Statistik Inferensi Serapan Panas Dipengaruhi Plafon Material Bahan Metal..... 93
Tabel 5.13 Pengujian Statistik Inferensi Antara Jenis Material, Warna, dan Penggunaan Plafon..... 94
Tabel 5.14 Pengujian Statistik Inferensi Berdasarkan Jenis Material..... 95
Tabel 5.15 Pengujian Statistik Inferensi Berdasarkan Warna Permukaan..... 96
Tabel 5.16 Pengujian Statistik Inferensi Antara Posisi, Pengulangan Hari, dan Waktu Pengukuran..... 96
Tabel 5.17 Pengujian Statistik Inferensi Berdasarkan Posisi Pengukuran..... 97
Tabel 5.18 Pengujian Statistik Inferensi Berdasarkan Waktu Pengukuran..... 98
Tabel 5.19 Pengujian Statistik Inferensi Berdasarkan Pengulangan Hari Pengukuran..... 98
Tabel 5.16 Pengujian Korelasi Berat material dengan Serapan Panas..... 100
Tabel 7.1 Jenis Kegiatan Pengguna Bangunan SMP IT di Yogyakarta..... 107
Tabel 7.2 Kebutuhan dan Besaran Ruang..... 109

DAFTAR DIAGRAM

Halaman

Diagram 5.1 Rata-rata Suhu Udara di Luar Ruangan…….. 81
Diagram 5.2 Rata-rata Kelembaban Udara di Luar Ruangan…….. 81

INTISARI

Penelitian ini memiliki tujuan umum untuk mengetahui karakteristik material penutup atap dalam mereduksi panas radiasi matahari. Sedangkan tujuan perancangannya adalah untuk dapat mengaplikasikan material penutup atap dalam mereduksi panas radiasi matahari pada rancangan bangunan gedung SMP IT, sehingga mendapat tingkat kenyamanan yang memenuhi standar.

Metode yang dipakai dalam pengumpulan data adalah praktek dan pengamatan langsung di lapangan. Metode praktek dilakukan dengan membuat model bangunan sebagai ojek penelitian dengan skala 1:3 sebanyak 2 unit dengan ukuran 2X3X1,35 m, dan memasang plafon pada salah satu unit. Pada model ini dilakukan pemasangan penutup atap secara bergantian sesuai dengan batasan material dan warna penutup atap. Pengamatan langsung di lapangan dilakukan setelah semen pada model bangunan kering. Pengamatan yang dilakukan yaitu mengukur kelembaban material; kelembaban udara di dalam dan di luar ruangan; suhu udara di dalam dan di luar ruangan, serta di atas dan di bawah permukaan penutup atap.

Metode analisis data yang dipakai bersifat deskriptif dan komparasi. Metode analisis deskriptif digunakan untuk menghitung kecenderungan sentral dari data pengukuran yang sudah diperoleh. Sedangkan analisis komparasi digunakan untuk membandingkan data yang diperoleh dari ketiga material penutup atap dan dari penggunaan plafon. Setelah melakukan metode-metode di atas, kemudian diambil kesimpulan dan dilakukan rekomendasi untuk memperoleh desain pada bangunan gedung SMP IT.

Hasil yang dicapai dalam penelitian ini adalah dari ketiga sampel material penutup atap dipilih material yang memiliki serapan panas paling tinggi di dalam ruangan yaitu material genteng tanah liat (4,5-5,833°C). Sedangkan kemampuan serapan panas material genteng beton (3,944-5,111°C) dan bahan metal (3,944-4,833°C) tidak begitu besar. Material genteng tanah liat lebih efektif dalam menurunkan suhu udara di atas (0,111-1,389°C) dan di bawah permukaan (1,389-3,333°C) material penutup atap. Sedangkan untuk material genteng beton (di atas: -4,333 - -1,667°C) dan bahan metal (di atas: -1,278 – 0,556°C) belum dapat memberikan serapan panas yang baik di atas permukaan material. Tetapi kedua material tersebut pada umumnya efektif dalam menurunkan suhu udara di bawah permukaan material penutup atap (genteng beton: 0,611-1,778°C, bahan metal: 0,333-1,833°C). Serapan panas yang dipengaruhi pada penggunaan plafon pada ketiga material sama-sama dapat manurunkan suhu udara di dalam ruangan lebih daripada tanpa menggunakan plafon (genteng tanah liat: 1,78-2,38°C, genteng beton: 1,67-2°C, bahan metal: 1,89-2,11°C).

Kata-kata Kunci: Material Penutup Atap; Reduktor; Radiasi Matahari.

BAB I
PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

1.1.1 *Global Warming* dalam Teknologi Pembangunan

Mulai dari proses pembangunannya, bangunan turut andil dalam peningkatan *global warming*. Dapat dilihat dalam proses pembersihan lahan, yang disebut sebagai proses membersihkan lahan dari vegetasi-vegetasi yang "mengganggu" pembangunan. Contoh lain dapat dilihat dari sistem struktur fondasi yang mengharuskan penggalian lahan hingga kedalaman tertentu. Hal tersebut mengakibatkan serapan air tanah berkurang dan berdampak hingga kawasan di sekitarnya. Sedangkan dalam penggunaan material dalam ruangan seperti dinding, lantai dan *ceiling* baik fabrikasi maupun alami ternyata memberikan dampak pada peningkatan *global warming*. Secara langsung maupun tidak langsung material memberikan dampak dalam bentuk radiasi dan zat-zat berbahaya serta sampah material (*material waste*) yang dihasilkan (Anonim dalam http://www.eere.energy.gov, 2006).

Pada proses pemanasan bumi, diakibatkan oleh terbentuknya atmosfir bumi dari berbagai komposisi gas seperti CO_2 dan methana berdampak pada seluruh panas yang sudah diterima bumi tidak dapat dikembalikan ke angkasa luar dan terperangkap di antara bumi dan lapisan atmosfir. Seperti pada proses tersebut, udara panas yang terjebak di dalam bangunan yang tidak dapat dikembalikan ke luar bangunan secara tidak langsung mengakibatkan kenaikan suhu yang berdampak pada pemanasan global. Untuk itu kondisi suhu udara suatu ruang menjadi hal yang sangat penting dalam sebuah perancangan (Karyono, 2003).

1.1.2 Pemakaian *Air Conditioner* terhadap Efek *Global Warming*

Air Conditioner atau yang biasa disingkat AC memiliki tugas untuk membuang kalor dari dalam ruang ke luar ruang agar jumlah kalor di dalam ruang

tidak berlebihan, sehingga tidak menyebabkan suhu udara naik di atas batas kenyamanan termal (Satwiko, 2004: 26). Semata-mata karena makin meningkatnya kebutuhan tersier manusia, AC menjadi solusi yang banyak digunakan masyarakat dalam membantu menciptakan kenyamanan termal suatu ruang. Padahal penggunaan pendingin ruangan yang memakai bahan pendingin (*refrigen*) dari CFC (*Chloro Fluoro Carbon*) dapat menyebabkan penipisan lapisan ozon di atmosfer. Akibatnya, radiasi matahari yang dipantulkan oleh bumi tak bisa menembus atmosfer dan terperangkap di permukaan bumi sehingga meningkatlah suhu permukaan bumi yang menyebabkan terjadinya pemanasan global (Rolian, 2007 dikutip dari beberapa sumber).

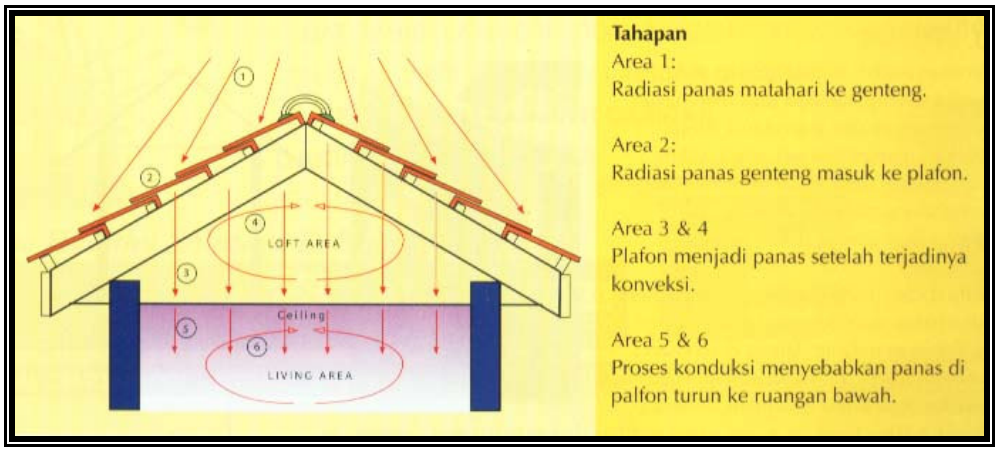
CFC yang merupakan jenis freon ini adalah sekelompok gas buatan yang diperkenalkan oleh *General Motors*, perusahaan mobil Amerika Serikat pada tahun 1930-an (Azis, 2007). Dalam jangka panjang, justru gas CFC-lah yang sangat membahayakan. Gas itu selain mengakibatkan efek rumah kaca, seperti halnya karbon dioksida yang menjadi faktor utama timbulnya *global warming*, juga bersifat menghancurkan lapisan ozon di stratosfer yang berfungsi menahan sinar ultraviolet yang dipancarkan matahari (Wariyanto, 2007). Selain itu untuk menggerakkan mesin AC perlu mengonversikan energi matahari menjadi energi listrik, bila hal tersebut sering dilakukan dapat menyebabkan peninipisan pada cadangan bahan bakar minyak (Karyono, 2003).

1.1.3 Pemilihan Material Atap terhadap Kenyamanan Ruang dalam Menghemat Energi

Terdapat banyak faktor yang mempengaruhi suatu nilai kenyamanan termal terhadap ruangan. Baik itu berupa luas ventilasi/bukaan sebagai pergantian udara, pengaruh kelembaban, radiasi matahari, temperatur udara, kecepatan angin suatu ruangan, dan lain sebagainya. Menurut Lippsmeier (1994: 81), atap merupakan bagian terpenting dari sebuah bangunan yang paling banyak terkena sinar matahari dan merupakan bagian yang bertanggung jawab terhadap kenyamanan termal ruang. Penerimaan matahari pada siang hari dan pelepasan

pada malam hari menunjukkan bahwa atap di daerah tropis mengalami fluktuasi yang relatif besar, sehingga pemilihan bahan dan jenis desain atap sangat berperan penting.

Selain itu, langit-langit juga diperlukan untuk mencegah panas atap masuk ke dalam ruang di bawahnya, baik secara radiasi maupun secara konveksi. Atap yang panas akan memancarkan radiasi panas ke tubuh kita, sehingga menyebabkan tidak nyaman. Radiasi ini tidak dapat dicegah dengan hembusan aliran udara, tetapi dapat dicegah oleh langit-langit (Satwiko, 2004: 22). Lokasi dimana bangunan itu dibangun juga mempengaruhi dalam menentukan ketinggian langit-langit. Tinggi langit-langit pada bangunan di Indonesia tentunya akan berbeda dengan yang ada di Eropa dalam menciptakan kenyamanan termal ruang. Di Indonesia rata-rata ketinggian langit-langit di dalam bangunan gedung tidak kurang dari 4 meter, bahkan sering lebih. Sedangkan di Eropa yang memiliki iklim sangat kering memungkinkan ketinggian langit-langit berkisar antara 2,25 – 2,5 meter (Mangunwijaya, 1981: 158).



Gambar 1.1 Mekanisme panas memasuki ruangan

(Sumber: Anonim dalam Atap, 2007: 51)

Elemen bangunan seperti lantai, dinding, atap, langit-langit, aksesori, dan lansekap secara langsung maupun tidak langsung dapat dirancang untuk penghematan energi atau sebagai instrumentasi energi surya maupun angin

(Priatman, 2003). Kemampuan bahan bangunan dalam menciptakan kenyamanan termal suatu bangunan dapat mengurangi pemakaian mesin pendingin ruang seperti AC. Dengan meminimalisasi beban pendingin (*cooling load*) tersebut, mengoptimalisasi penerangan alam, dan melakukan pendinginan serta penurunan kelembaban merupakan strategi utama untuk desain sadar energi (Priatman, 2003).

1.1.4 Pemilihan SMP IT sebagai Objek Rancangan

Yogyakarta sebagai kota pendidikan sekurang-kurangnya terdapat 2 universitas negeri, 15 universitas swasta, 1 institut negeri, 38 akademi, 18 sekolah tinggi, 50 sekolah menengah atas, 31 sekolah menengah kejuruan, 60 sekolah menengah pertama, dan tak kurang dari 240 sekolah dasar, baik negeri maupun swasta, tumbuh dan berkembang di kota Yogyakarta (Anonim dalam www.gudeg.net, 2007). Angka tersebut membuktikan banyaknya fasilitas pendidikan yang menjadikan kota Yogyakarta sebagai kota pendidikan. Hal tersebut menjadi alasan dalam pemilihan bangunan pendidikan sebagai objek rancangan penelitian terapan ini.

Selain itu maraknya pembangunan kafe, mall dan hipermarket yang menjamur di setiap sudut kota, seperti Saphir Square, Plaza Ambarrukmo, Jogjatronik, Marvin Reeves, Reksa Arcade, dan Makro, serta berbagai klub-klub tempat hiburan dikhawatirkan dapat merusak Keraton sebagai kawasan cagar budaya (Susanto dan Pramudyanto dalam Kompas, 2005). Tak hanya berdampak pada objek cagar budaya saja, maraknya pembangunan tempat-tempat hiburan dikhawatirkan dapat merubah gaya hidup dan pola pikir pelajar serta mahasiswa telah mengarah pada perilaku hedonis dibanding berkutat pada kegiatan akademik.

Bangunan pendidikan sebagai objek rancangan yang dipilih adalah bangunan SMP IT (Sekolah Menengah Pertama Islam Terpadu). Jaringan Sekolah Islam Terpadu (JSIT) adalah sebuah lembaga yang mempunyai misi, *empowering* untuk pemberdayaan sekolah-sekolah Islam. Misi utama JSIT ada tiga yaitu sekolah Islami, efektif, dan bermutu. Islami berarti punya nuansa Islam secara

terpadu baik dalam pembelajaran, lingkungan sekolah, *ruhiyah*, interaksi, dan keteladanan. Efektif dalam fokus proses kegiatan belajar mengajar (KBM) supaya memberikan hasil yang signifikan terhadap kemajuan belajar anak didik. Bermutu, yaitu konsep manajemen sekolah. Jadi, tiga hal ini yang menjadi fokus utama JSIT (Syarifuddin dalam http://republika.co.id/, 2005).

JSIT tidak sama dengan model pendidikan madrasah meskipun keduanya sama-sama mengajarkan pendidikan agama. Madrasah merupakan upaya integrasi antara pendidikan sekolah dan pesantren, sebatas pada kurikulum formal tidak pada sistem pengelolaan dan pengasuhan. Sedangkan JSIT merupakan perwajahan baru dari model pendidikan yang kompleks dan melebihi batas-batas integrasi formal, sistem pesantren dan sekolah. Integrasi terjadi pada kurikulum, pola kepengasuhan, pola penanaman nilai ajaran Islam, dan waktu pelaksanaan pendidikan (Jinan dalam http://kompas.com/, 2007).

Penggunaan ruang dalam SMP IT tidak berbeda dengan SMP biasa. Sarana yang disediakan dalam sekolah ini antara lain R. Kepala Sekolah, R. Guru, R. Tata Usaha, R. BP/BK, R. Belajar/R. Kelas, R. Laboratorium (IPA, komputer, bahasa), perpustakaan, R. UKS/PMR, R. OSIS, Aula, R. Audio Visual, masjid, gudang, kantin, rumah penjaga sekolah, toilet, lapangan (basket, voli), dan tempat parkir. Yang membedakan SMP IT dengan SMP biasa salah satunya terletak pada kurikulum mata pelajaran yang diajarkan. Pada SMP IT terdapat tambahan mata pelajaran dengan program pendalaman pendidikan agama dan bahasa. Inilah yang menjadikan SMP IT berbentuk *full day school*, yaitu waktu pendidikan di sekolah yang lebih lama, pada umumnya dari pukul 07.00 hingga pukul 16.00 (Anonim dalam http://smpit-rpi.com/, 2008). Karenanya menjadi tugas bagi arsitek dalam menciptakan kenyamanan termal suatu ruang kelas yang lebih lama saat kegiatan belajar mengajar berlangsung.

1.2 Permasalahan

1.2.1 Permasalahan Penelitian

Permasalahan umum dalam penelitian ini adalah: "Bagaimana karakteristik material penutup atap dalam mereduksi panas radiasi matahari?"

Sedangkan permasalahan khusus dalam penelitian ini adalah :

1. Bagaimana serapan panas penutup atap dalam mereduksi panas radiasi matahari di dalam ruangan?
2. Bagaimana serapan panas pada permukaan material penutup atap dalam mereduksi panas radiasi matahari?
3. Bagaimana pengaruh plafon penutup atap terhadap serapan panas dalam mereduksi panas radiasi matahari?
4. Apakah ada hubungan yang signifikan antara faktor jenis material, warna penutup atap, dan penggunaan plafon dalam mereduksi panas radiasi matahari?
5. Apakah ada hubungan yang signifikan antara faktor posisi, waktu, dan pengulangan hari saat pengukuran dalam mereduksi panas radiasi matahari?
6. Bagaimana pengaruh berat material penutup atap terhadap serapan panas dalam mereduksi panas radiasi matahari?

1.2.2 Permasalahan Perancangan

Permasalahan dalam perancangan adalah: “Bagaimana aplikasi material penutup atap dalam mereduksi panas radiasi matahari pada rancangan bangunan gedung SMP IT?”

1.3 Tujuan

1.3.1 Tujuan Penelitian

Tujuan umum dalam penelitian ini untuk mengetahui karakteristik material penutup atap dalam mereduksi panas radiasi matahari.

Tujuan khusus dalam penelitian ini adalah :

1. Untuk mengetahui serapan panas penutup atap dalam mereduksi panas radiasi matahari di dalam ruangan.
2. Untuk mengetahui serapan panas pada permukaan material penutup atap dalam mereduksi panas radiasi matahari.

3. Untuk mengetahui pengaruh plafon penutup atap terhadap serapan panas dalam mereduksi panas radiasi matahari.
4. Untuk mengetahui apakah ada hubungan yang signifikan antara faktor jenis material, warna penutup atap, dan penggunaan plafon dalam dalam mereduksi panas radiasi matahari.
5. Untuk mengetahui apakah ada hubungan yang signifikan antara faktor posisi, waktu, dan pengulangan hari saat pengukuran dalam dalam mereduksi panas radiasi matahari.
6. Untuk mengetahui pengaruh berat material penutup atap terhadap serapan panas dalam mereduksi panas radiasi matahari.

1.3.2 Tujuan Perancangan

Tujuan dalam perancangan adalah untuk dapat mengaplikasikan material penutup atap dalam mereduksi panas radiasi matahari pada rancangan bangunan gedung SMP IT.

1.4 Batasan

Objek pada penelitian ini adalah model bangunan dengan skala 1:3, yaitu berukuran 2X3X1,35 m sebanyak 2 unit. Batasan pada penelitian ini terletak pada model bangunan yang akan di teliti dan batasan pada variabel yang akan dilakukan dalam pengukuran.

1.4.1 Batasan Model Bangunan

Batasan pada model bangunan terdiri dari batasan orientasi bukaan, penggunaan material yang dipilih, dan warna cat pada material yang digunakan.

Orientasi model bangunan dibatasi menghadap ke arah Utara-Selatan dengan letak ventilasi/bukaan yang berada di kedua sisi tersebut. Orientasi ini untuk menghindari radiasi matahari yang masuk langsung ke dalam bangunan dari sisi Timur dan Barat. Waktu penelitian akan dilakukan pada bulan Maret, dimana posisi matahari berada di sekitar atas *khatulistiwa* yakni pada posisi 0º. Sehingga

dinding di sisi Utara maupun Selatan tidak akan terkena langsung radiasi matahari.

Material penutup atap yang akan diteliti dibatasi pada tiga jenis bahan berdasarkan pertimbangan banyak diminati oleh masyarakat, antara lain:

1. Bahan atap metal
2. Bahan genteng tanah liat
3. Bahan genteng beton

Pemilihan material atap seperti genteng tanah liat berawal dari belum ditemukannya penelitian mengenai material ini dalam mereduksi panas radiasi matahari.

Untuk warna pada penutup atap yang akan diteliti dibatasi pada tiga macam, antara lain :

1. Tanpa warna
2. Warna Hijau
3. Warna Coklat

Sedangkan untuk bahan plafon yang digunakan adalah gipsum dengan ketinggian plafon 1,2 m dari tanah.

1.4.2 Batasan Pengukuran

Pengukuran pada objek penelitian dibatasi pada tiga variabel, antara lain :

1. Suhu udara, di dalam dan di luar ruangan, di atas dan di bawah permukaan material penutup atap, serta di atas plafon.
2. Kelembaban udara, di dalam dan di luar ruangan.

Pengukuran dibatasi hanya pada variabel di atas saja, sedangkan untuk variabel kecapatan angin tidak digunakan karena penelitian ini ingin lebih fokus dalam mengukur kemampuan material dalam menyerap panas radiasi matahari saja.

1.5 Manfaat

Dari hasil penelitian material penutup atap sebagai reduktor panas radiasi matahari dapat bermanfaat dalam:

1. Mengkaji ulang mengenai material penutup atap sebagai reduktor panas, sehingga dengan penelitian ini dapat dilakukan rekomendasi.
2. Menekan suhu udara di dalam ruangan yang diakibatkan dari material penutup atap, sehingga suhu udara di dalam ruangan memenuhi standar.
3. Menurunkan kelembaban udara di dalam ruangan yang diakibatkan oleh material penutup atap, sehingga kelembaban udara di dalam ruangan memenuhi standar.
4. Mengurangi dampak terhadap *global warming* dengan adanya penghematan energi yang ditimbulkan dari material penutup atap dalam menekan kelembaban dan suhu udara..
5. Mengaplikasikan material penutup atap dalam mereduksi panas radiasi matahari pada rancangan bangunan gedung SMP IT.

BAB II
TINJAUAN PUSTAKA DAN LANDASAN TEORI

2.1 Material dalam Mereduksi Panas

Menurut Lippsmeier (1994: 33) sebanyak 43 % radiasi matahari dipantulkan kembali, 57% diserap, yaitu 14% oleh atmosfer dan 43 % oleh permukaan bumi. Jumlah panas yang memasuki bangunan tergantung pada sifat atap dan dindingnya. Pemilihan bahan bangunan yang sesuai, berat atau ringan dapat mengubah temperatur ruangan sehingga membuat ruangan menjadi dingin jika digunakan.

Intensitas cahaya matahari dan pantulan cahaya matahari yang kuat merupakan gejala dari iklim tropis. Cahaya yang terlalu kuat, juga kontras yang terlalu besar dalam nilai kesilauan (*brightness*) pada umumnya dirasakan tidak menyenangkan. Dengan demikian pelindung silau harus dibuat sesuai dengan kondisi-kondisi ini. Nilai-nilai pemantulan dan penyerapan cahaya untuk berbagai bahan dan jenis permukaan tidak hanya penting berhubungan dengan kesilauan, tetapi juga merupakan data-data yang sangat penting untuk penggunaan bahan bangunan yang tepat (Lippsmeier, 1994: 32).

Tabel 2.1 Nilai Pemantulan dan Penyerapan
Berbagai Jenis Bahan dan Permukaan

Bahan dan kondisi permukaan		% Penyerapan	% Pemantulan
Alumunium	dipoles	10-30	90-70
	Foil	35-40	65-60
	Dioksida	40-65	60-35
	Perunggu	50-55	50-45
Cat	Alumunium	25-55	75-45
	Kuning	50	50
	Abu-abu muda	70-80	30-20
	Hijau muda	50-60	50-40
	Merah muda	65-75	35-25
	Hitam	85-95	15-5
	Putih, berkilat	20-30	80-70

	Putih kapur	10-20	90-80
Semen asbes	baru atau putih	40-60	60-40
	Slate	80-95	20-5
	Lama	70-85	30-15
Aspal atau	bitumen felt	85-95	15-5
Genteng	merah	60-75	40-35
Tanah	ladang	70-85	30-15
Rumput		80	20
Kayu	pinus atau baru	40-60	60-40
	Kayu keras	85	15
Kaleng tembaga	baru	25-30	75-70
	Pudar	65	35
Marmer	putih	40-50	60-50
Pasir	putih	40	60
	perak	70-90	30-10
Slate	abu-abu	75-90	25-10
Batu	batu karang	80-85	20-15
Besi galvanisasi	baru	65-70	35-30
	pudar	90-95	10-5
Air	danau atau laut	90-95	10-5
Bata	merah	60-75	40-25

(Sumber : Lippsmeier, 1994: 32)

2.1.1 Atap dalam Mereduksi Panas

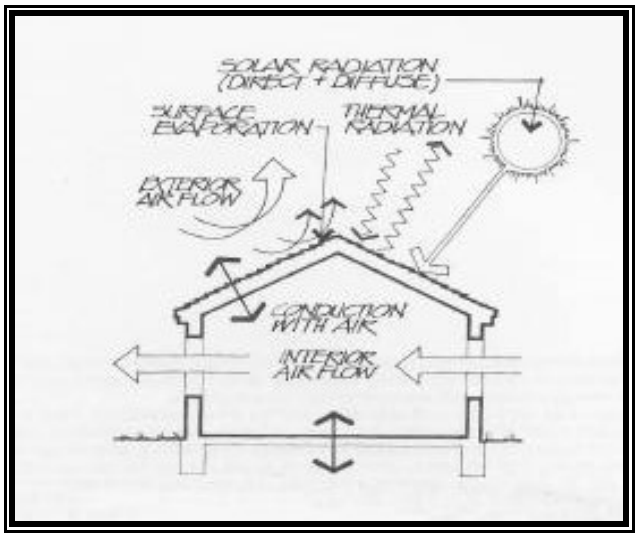
Bagian bangunan yang bertanggung jawab terhadap kenyamanan ruangan adalah bagian atap, karena bagian ini adalah bagian bangunan yang paling banyak terkena matahari. Penerimaan matahari pada siang hari dan pelepasan pada malam hari menunjukkan bahwa atap di daerah tropis mengalami fluktuasi yang relatif besar, sehingga pemilihan bahan dan jenis desain atap sangat berperan penting (Lippsmeier, 1994: 81). Pada umumnya lama yang diperlukan bagi panas untuk merambat akan tergantung dari sifat bahan yang dipilih (Satwiko, 2004).

Penelitian O. Koenigsbenger dan R. Lynn seperti yang dikutip dalam Lippsmeier (1994: 86), menyimpulkan bahwa plat beton setebal 10 cm dengan lapisan semen pasir setebal 8 cm serta langit-langit dari papan keras (*hard board*), belum menghasilkan pelindung panas yang memadai. Atap seperti ini hanya dianjurkan untuk ruangan kantor dan sekolah yang pada sore serta malam hari saat tidak digunakan.

Adapun untuk atap satu lapis dari plat gelombang, yang biasanya terbuat dari baja galvanisasi tidak memiliki daya tahan panas. Panas yang diserap disalurkan ke dalam menimbulkan temperatur ruangan yang sangat tinggi sepanjang hari (Lippsmeier, 1994: 86).

Sedangkan pada penutup atap asbes semen, pelat-pelatnya mudah menjadi panas dan sumber panas. Sehingga tanpa langit-langit penyinaran panasnya benar-benar mengganggu. Asbes semen di atas papan kayu dapat menghilangkan kesulitan tersebut. Karena bahan semen dapat mencapai dingin yang di bawah suhu kritis untuk kondensasi, maka air kondensasi pada sisi bawah asbes semen relatif lebih besar dari pada genting keramik atau sirap (Mangunwijaya, 1981: 290-296)..

Untuk bahan penutup seng atau logam lain seperti alumunium sangat mempermudah kondensasi di sisi bawahnya, dan keringat seng cukup dikenal pada pagi hari terutama pada musim kemarau. Pada material penutup atap genting keramik dapat menyerap panas banyak dan biasanya cukup tebal, sehingga dapat memperlambat penerusan panas ke dalam ruangan (Mangunwijaya, 1981: 290-296).



Gambar 2.1 Perpindahan panas melalui selubung bangunan

(Sumber : Priatman, 2003)

Selain bahan atap, bentuk atap juga berperan dalam menciptakan keyamanan ruang. Dalam penelitian Purwanto, Sanjaya, dan Hermanan (2006) yang berjudul "Pengaruh Bentuk Atap Bangunan Tradisional di Jawa Tengah untuk Peningkatan Kenyamanan Termal Bangunan" metode pengumpulan data yang digunakan dengan melakukan data sekunder dan pengamatan langsung. Pengamatan langsung dilakukan pada pemilihan empat jenis bentuk atap yang dianggap dapat mewakili variasi atap tradisional rumah Jawa. Bentuk atap tersebut adalah atap Rumah Kampung Trajumas, atap Rumah Kampung Doro Gepak, atap Rumah Limasan Pokok, dan atap Rumah Joglo.

Pengamatan langsung dilakukan adalah pengukuran temperatur, kecepatan angin dan kelembaban udara. Hasil pengukuran temperatur udara luar dan temperatur permukaan luar atap dengan menggunakan *termometer digital* dipergunakan sebagai *input* untuk simulasi menghitung transfer panas pada temperatur permukaan dalam atap dan temperatur dalam bangunan dengan mengetahui ketabalan bahan terlebih dahulu. Kecepatan angin yang diukur menggunakan *anemometer digital* dan kelembaban udara yang diukur dengan *hygrometer digital* dimanfaatkan bersama dengan temperatur udara dalam bangunan sebagai komponen perhitungan untu kenyamanan termal dengan pendekatan PMV.

Data sekunder yang didapat dari data stasiun Klimatologi untuk daerah Surakarta, Yogyakarta, Semarang, dan Kudus dibuat satu grafik rata-rata yang mewakili dari semua kota tersebut. Data diperoleh dari Badan Meteorologi dan Geofísika dengan rentan waktu lima tahun, dari tahun 1999-2004. Data ini merupakan data pendukung untuk digunakan dalam perhitungan transfer panas dan kenyamanan termal. Data Klimatologi yang digunakan adalah: temperatur udara, kelembaban udara, radiasi matahari, curah hujan, dan pergerakan udara.

Metode analisis data ini meliputi analisis historis dari arsitektur tradisional Jawa yang didapat dari studi literatur. Analisis ini dibatasi dalam keterkaitan dengan bentukan atapnya saja. Analisis arsitektur tropis dan standar kenyamanan termal dibutuhkan untuk mengetahui pengaruhnya terhadap kenyamanan

bangunan dan kinerja bangunan. Analisis konstruksi bangunan untuk mengetahui fungsi detil bangunan terhadap upaya pengantisipasian pengaruh buruk iklim tropis lembab.

2.1.2 Dinding dalam Mereduksi Panas

Bagian dinding akan menjadi panas bila tidak dilindungi dari radiasi matahari, dan akan meneruskan panas ke dalam ruangan pada waktu-waktu tertentu. Dinding sisi timur dan barat akan mendapatkan beban panas yang lebih besar, sehingga pelindung matahari seperti teritisan atap atau jalusi masih sulit mengatasinya (Lippsmeier, 1994).

Dari hasil pengukuran dan simulasi untuk menguji dalam waktu satu tahun, penelitian Noerwasito dan Santosa (2006) di Surabaya menyimpulkan bahwa dinding bata merah lebih berpengaruh terhadap rendahnya temperatur dibandingkan dengan dinding batako. Hal ini dikarenakan beberapa hal, yaitu tingginya temperatur luar ruang berpengaruh terhadap temperatur di dalam. Bulan Oktober merupakan bulan yang tertinggi temperaturnya, sehingga kondisi temperatur ruang pada bulan tersebut merupakan temperatur yang tertinggi. Ruang yang berdinding bata merah dan batako, pada bulan yang mempunyai temperatur relatif tinggi, tidak pernah mencapai kenyamanan (*thermal comfort*). Selain dipengaruhi oleh tinggi rendahnya temperatur luar, temperatur dalam juga dipengaruhi oleh *thermal properties* material. Hal ini menujukan bahwa *thermal properties* bata merah lebih sesuai untuk iklim di kota Surabaya, daripada *thermal properties* batako.

Metode yang digunakan Noerwasito dan Santosa (2006) dalam penelitian ini yang berjudul “Pengaruh *Thermal Properties* Material Bata Merah dan Batako sebagai Dinding, Terhadap Efisiensi Enerji” adalah dengan melakukan pengamatan lapangan dan perhitungan model simulasi. Pengamatan lapangan untuk mendapatkan data lapangan saat itu, sedangkan simulasi untuk memprediksi sejauh mana kondisi temperatur dalam ruang di Surabaya selama setahun.

Pengamatan lapangan dilakukan pada beberapa ruang bangunan yang bertingkat daerah perumahan yang mempunyai dinding batako dan dinding bata merah. Pengamatan dilakukan dengan mengukur temperatur luar dan dalam ruang, mengukur lebar, tinggi dan panjang ruang, orientasi ruang, *layout* ruang, dan luas jendela. Alat pengukur yang dipakai adalah *data Logger* Hobo, pengukuran ini dilakukan selama satu minggu. Perhitungan temperatur dalam dan luar dilakukan dengan model simulasi, mempergunakan *thermal properties* material bata merah dan batako sebagai variabel. Simulasi mempergunakan bantuan program komputer Archipac 5.2, dengan kondisi ruang yang dijadikan sebagai model simulasi, yakni bangunan dengan ukuran 2,8 X 2,8 X 3 m, mirip dengan kondisi lapangan yang diamati.

Hasil dari pengukuran lapangan berupa temperatur rata-rata luar dan dalam, yang dianggap dapat mewakili bulan pengamatan tersebut. Hasil pengamatan hanya menunjukkan data selama satu bulan. Untuk memprediksi temperatur dalam dan luar ruang berdinding batako dan bata merah selama setahun, dilakukan simulasi. Program komputer Archipac akan menghitung temperatur/jam bulan selama setahun.

Dari kedua data tersebut dianalisa pengaruh material dinding batako dan bata merah terhadap temperatur ruang, untuk mengetahui material dinding yang mana yang mempunyai pengaruh panas lebih dari material lainnya.

Menurut Mangunwijaya (1981: 339) dilihat dari ruangan dalam, atap berfungsi sama dengan dinding. Karenanya atap dalam menghadapi alam luar dan ruangan dalam harus juga bisa memenuhi syarat-syarat yang dimiliki oleh dinding, variablenya antara lain:

1. Radiasi sinar cahaya dan sinar kalor dari matahari
2. Radiasi sumber-sumber kalor dari dalam
3. Isolasi atau penghalang kalor yang datang dari luar
4. Pemeliharaan suhu yang diminta dalam ruangan
5. Pelindung terhadap hempasan hujan dan kelembaban dari luar

6. Pengatur derajat kelembaban di dalam ruangan
7. Pelindung terhadap arus angin luar
8. Pengaturan ventilasi di dalam ruangan.

Fungsi atap sebagai pelindung adalah menangkis radiasi panas dari matahari. Dari sebab itu atap sendiri janganlah menjadi sumber radiasi panas matahari yang diteruskan ke dalam ruangan. Hal ini berkaitan dengan dengan sifat daya penghantar panas dari bahan atap yang dipakai. Selain itu masalah konveksi udara di atas maupun di bawah penutup atap sangat perlu diperhatikan. Diusahakan agar selalu terdapat pergantian udara dari dalam ruangan, sehingga udara yang telah menjadi panas dapat dikeluarkan, dan diganti dengan udara dingin (Mangunwijaya, 1981: 279).

2.2 Material dalam Menciptakan Kenyamanan Termal

Menurut Ollswang dalam Synder (1991: 399-455) kenyamanan bangunan dari segi termal adalah kondisi pikiran yang mengekspresikan kepuasan terhadap lingkungan termalnya yang dipengaruhi oleh faktor suhu, kelembaban, radiasi dan perpindahan udara. Pengaplikasiannya dalam bangunan berupa pemilihan material yang sesuai, orientasi dan pengaturan bangunan dengan ruang luar juga desain elemen bangunan (shading, sunscreen, dan bukaan serta tanaman).

Dengan penempatan bangunan yang tepat terhadap matahari dan angin, serta bentuk denah dan konstruksi serta pemilihan bahan yang sesuai, maka temperatur ruangan dapat diturunkan beberapa derajat tanpa bantuan peralatan mekanis (Mangunwijaya, 1981). Pemakaian bahan bangunan dapat menahan panas matahari masuk ke dalam ruangan sebanyak mungkin. Pemilihan bahan bangunan yang bernilai transmitan rendah (bersifat isolator) dan bernilai refleksi tinggi (warna cerah) dapat menghemat energi AC (Satwiko, 2004: 21).

Menurut Undang-undang Bangunan Gedung tentang tata cara perencanaan teknis konversi energi dalam Standar Nasional Indonesia (SNI) 03-6572-2001 menyatakan bahwa daerah kenyamanan termal untuk daerah tropis dapat dibagi:

1. sejuk nyaman, antara temperatur efektif 20,50˚C – 22,80˚C.
2. nyaman optimal, antara temperatur efektif 22,80˚C – 25,80˚C.
3. hangat nyaman, antara temperatur efektif 25,.80˚C – 27,10˚C.

Metode penelitian yang dilakukan Dyah (2007) dalam penelitiannya dengan judul "Pengukuran Temperatur Efektif pada Gedung Biru Universitas Budi Luhur" menggunakan perhitungan pengukuran pada 12 titik interior bangunan gedung Biru. Pengukuran yang dilakukan adalah temperatur udara dan kelembaban udara menggunakan *Humiditymeter*, serta kecepatan angin diukur dengan *Anemometer.* Metode analisis yang digunakan adalah dengan mencari kecenderungan sentral pada variabel suhu udara, kelembaban udara dan kecepatan angin yang telah diukur pada tiga waktu yang berbeda, yaitu pk. 08.00, pk. 12.00, dan pk. 17.00 selama tiga kali pengukuran. Hasil dari penelitian ini bahwa kenyamanan termal pada Gedung Biru di atas nilai rata-rata temperatur efektif daerah beriklim tropis, yang berarti memiliki suhu udara yang lebih tinggi. Hal ini dikarenakan orientasi panjang bangunan ke arah Barat dan Timur, serta penggunaan material *zinc* sebagai bahan penutup atap (Dyah, 2007).

Dari beberapa hasil penelitian yang telah dilakukan oleh para ahli sebelumnya mengemukakan bahwa batas kenyamanan termal di daerah *khatulistiwa* berkisar antara 22,5˚C sampai 29˚C dengan kelembaban udara relatif 20 % sampai 50% (Karyono, 2001).

Sedangkan Iklim di kota Yogyakarta, suhu rata-rata 27,2°C dan kelembaban rata-rata 24,7%. Angin pada umumnya bertiup angin muson dan pada musim hujan bertiup angin barat daya dengan arah 220° bersifat basah dan mendatangkan hujan, pada musim kemarau bertiup angin muson tenggara yang agak kering dengan arah ± 90° - 140° dengan rata-rata kecepatan 5-16 knot/jam (Anonim, situs resmi Pemerintah Kota Yogyakarta dalam http://jogja.go.id/, 2008).

2.3 Faktor-faktor Kenyamanan Termal Bangunan

Kenyamanan suatu ruangan untuk sebagian tergantung dari suhu yang terdapat di dalam ruangan termaksud. Suhu di dalam ini ditentukan oleh beberapa faktor, yaitu (Meijs, 1982: 16) :

1. Suhu udara
2. Suhu pancaran
3. Gerakan udara
4. Kelembaban udara
5. Kemurnian udara

Untuk daerah tropis ada empat pengaruh iklim yang harus diperhatikan pada kawasan beriklim tropis, yaitu (Mangunwijaya, 1981: 13):

1. Pengaruh sinar (radiasi) matahari
2. Hujan dan kelembaban
3. Kecepatan angin

Menurut Prianto (2002), pengukuran kenyamanan termal seseorang dapat dikelompokan berdasarkan 6 (enam) kriteria utama, yaitu terdiri dari 4 (empat) parameter lingkungan : suhu udara (Ta), suhu radian (Tr), kelembaban (Pa), kecepatan udara (V) dan 2 (dua) parameter perorangan : pakaian (Icl) dan aktivitas (M).

2.3.1 Suhu Udara

Menurut Mangunwijaya (1981: 17) Kawasan di daerah tropika atau di daerah dekat dengan *khatulistiwa*, maka sudut jatuh sinar matahari ke bumi dapat disebut tegak lurus. Maka jumlah sinar per kesatuan luas (m^2, cm^2) mencapai angka yang besar. Pada tanggal-tanggal 20 Maret dan 23 September jumlah itu mencapai maksimum (teoretis), karena pada hari-hari itu matahari sedang melintasi *khatulistiwa*. Dan pada tangga;-tanggal 21 Juni (di Utara) dan 22

Desember (di Selatan) jumlah tersebut mencapai minimum (atau juga bisa maksimum, tergantung di tempat mana kita berdiri).

Lippsmeier (1994: 32-33) juga berpendapat bahwa daerah yang paling panas adalah daerah yang terdekat dengan garis *khatulistiwa*. Panas tertinggi kira-kira 2 jam setelah tengah hari, karena pada saat itu radiasi matahari langsung bergabung dengan temperatur udara yang sudah tinggi. Sebagai patokan dapat dianggap bahwa temperatur tertinggi sekitar 1-2 jam setelah posisi matahari tertinggi, dan temperatur terendah sekitar 1-2 jam sebelum matahari terbit. Persyatratan-persyaratan panas di dalam suatu konstruksi terutama tergantung pada pertukaran panas antara dinding-dinding luar dan daerah disekitarnya. Sedangkan penyinaran langsung dari sebuah dinding tergantung pada orientasinya terhadap matahari. Di daerah tropis, fasade timur dan barat paling banyak terkena radiasi matahari. Tetapi radiasi tidak langsung dapat berpengaruh dari segala arah pada fasad atau bagian bangunan disebabkan oleh awan yang menutup langit.

Akibat langsung dari penyinaran matahari dan yang lazim dianggap merupakan ciri khas paling menonjol di daerah tropika adalah suhu yang serba panas. Tetapi ada tempat-tempat, misalnya di lereng-lereng gunung keadaan hawa bisa sangat dingin. Bahkan di pegunungan Irian jaya, sebagai puncak gunung selalu diselimuti es. Suhu tinggi atau rendah di suatu tempat dipengaruhi juga oleh beberapa sebab pokok, diantaranya (Mangunwijaya, 1981: 17-18) :

1. Susunan gunung, lembah atau daratan
2. Kehadiran bidang-bidang air luas
3. Ketinggian tempat di atas air laut
4. Keluasan daerah pulau dan keadaan tumbuhan
5. Kelembaban, keadaan awan serta arus angin

2.3.2 Kelembaban Udara

Kadar kelembaban udara berbeda dengan unsur-unsur yang lain, dapat mengalami fluktuasi yang tinggi dan tergantung terutama pada perubahan temperatur udara. Semakin tinggi temperatur, semakin tinggi pula kemampuasn

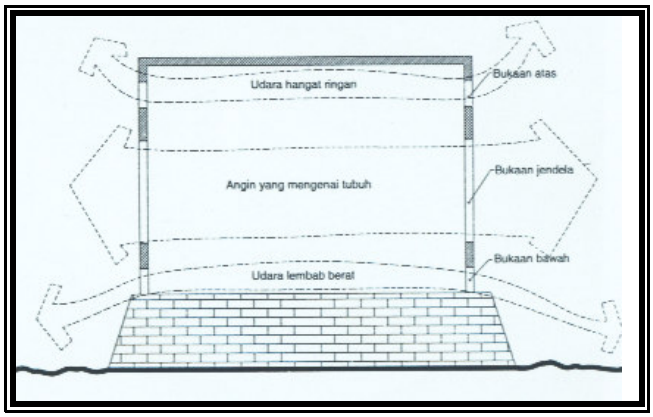
udara menyerap air. Kelembaban absolut adalah kadar air dari udara, dinyatakan dalam gram per kilogram udara kering. Cara yang lebih banyak digunakan adalah dengan mengukur tekanan yang ada pada udara dalam Kilo-Paskal (Kpa). Ini umumnya disebut sebagai tekanan uap air. Kelembaban relatif menunjukkan perbandingan antara tekanan uap air yang ada terhadap tekanan uap air maksimum yang mungkin (derajat kejenuhan) dalam kondisi temperatur udara tertentu, dinyatakan dalam persen. Udara ini telah jenuh, artinya tidak dapat menyerap air lagi, jika dalam temperatur tertentu tekanan uap air maksimumtelah tercapai. Misalnya udara dengan 38 ºC dapat menyerap air 10 kali lebih banyak dibanding dengan 0 ºC. Jadi titik jenuh akan naik dengan maningkatnya temperatur. Temperatur lembab menunjukkan kombinasi antara temperatur kering yang diukur secara normal dan kelembaban udara (Lippsmeier, 1994: 34).

Keunikan lingkungan iklim tropis lembab seperti di Indonesia ditandai dengan tingginya kelembaban relatif, tingginya suhu udara, rendahnya kecepatan dan keberadaan angin, oleh karena itu diperlukan teknik pengeringan udara atau penurunan kelembaban. Menurut penelitian, menusia Indonesia dapat mencapai kenyamanan suhu pada temperatur sekitar 30 ºC, apabila kecepatan angin berada di bawah 1,5 m/s dan kelembaban berkisar antara 50-60% (Yuli, 2003).

Menurut Mangunwijaya (1981: 36) kelembaban yang nyaman ada di sekitar 40-70%, sedangkan suhu antara 18º -25 ºC. Akan tetapi kelembaban di daerah tepi pantai, misalnya seperti Jakarta, Ujung Pandang, Manado, dan sebagainya menunjukkan angka rata-rata setahun kurang lebih 80% dengan nilai maksimum 98% dan nilai minimum 70%.

Sedangkan menurut Menurut Undang-undang Bangunan Gedung tentang tata cara perencanaan teknis konversi energi dalam Standar Nasional Indonesia (SNI) 03-6572-2001, untuk daerah tropis kelembaban udara relatif yang dianjurkan antara 40% - 50%, tetapi untuk ruangan yang jumlah orangnya padat seperti ruang pertemuan, kelembaban udara relatif masih diperbolehkan berkisar antara 55% - 60%.

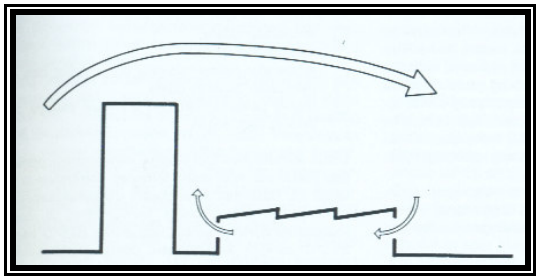
Salah satu aspek penting untuk mengendalikan kelembaban dalam suatu ruang dapat memberikan lubang atau ventilasi pada dinding yang berbatasan dengan ruang luar (dinding eksterior), yaitu lubang atas (ventilasi atas), lubang tengah (jendela) dan lubang bawah (ventilasi bawah). Lubang atas akan melepaskan udara panas yang biasa terjebak di atas, terutama apabila jendela tertutup. Lubang baawah untuk melepaskan udara lembab yang biasa terjebak di bawah ruang. Bangunan-bangunan kolonial biasanya memiliki lubang-lubang ini seperti terlihat dalam gambar di bawah.



Gambar 2.2 Saran zona bukaan pada bangunan
(Sumber: Satwiko, 2004: 23)

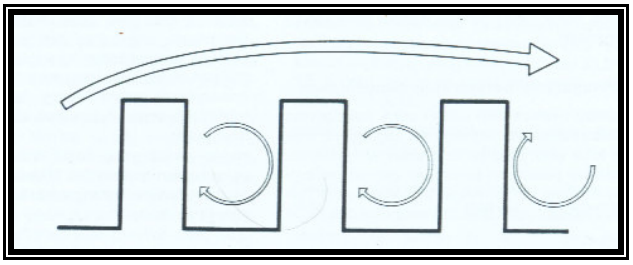
2.3.3 Gerakan Udara

Menurut Lippsmeier (1994: 35) gerakan udara terjadi disebabkan oleh pemanasan lapisan-lapisan udara yang berbeda-beda. Skalanya berkisar mulai dari angin sepoi-sepoi sampai angin topan, yakni kekuatan angin 0 sampai 12 (skala Beaufort). Bangunan tinggi peredaran udara pada bagian atas, sehingga di belakang bangunan tinggi terjadi perputaran angin yang berlawanan, sehingga dapat menghasilkan perputaran udara yang baik bagi bangunan rendah di belakangnya.



Gambar 2.3 Pembalikan arah angin oleh bangunan tinggi
(Sumber : Lippsmeier, 1994: 35)

Pada bangunan tertutup dan sejajar dibutuhkan jarak sekitar tujuh kali tinggi bangunan untuk membuat kecepatan angin kembali ke permukaan.



Gambar 2.4 Gerakan udara antara barisan rumah yang rapat dan sejajar
(Sumber : Lippsmeier, 1994: 35)

Dalam satu periode perjalanannya, pergerakan udara dapat berubah dari satu pola ke pola lainnya. Pergerakan udara dan perubahannya dipengaruhi oleh beberapa faktor sebagai berikut (Ibid dalam Ramadhian, 2006: 22-23) :

1. *Inersia*, setiap udara bergerak memiliki *inersia*. Udara selalu bergerak ke arah yang sama kecuali dialihkan dari jalur aslinya. Elemen yang dapat mengalihkan pola pergerakan udara antra lain yaitu bangunan, topografi, vegetasi, perabotan, mobil, pagar, manusia dan lain sebagainya. Perubahan arah akan diikuti oleh pengurangan kecepatan udara. Semakin besar *inersia*nya maka akan semakin besar pula pengurangn yang terjadi.

2. Gesekan, udara bergerak menimbulkan gesekan dengan permukaan yang dilaluinya. Gesekan udara akan mengurangi kecepatan dan mengubal pola aliran udara tersebut, bahkan dengan gesekan udara ini dapat terjadi gradasi terhadap kecepatan udara antara tempat yang tinggi dan rendah.
3. Perbedan gaya apung (*buoyancy*) dan tekanan, keduanya dapat bekerja secara terpisah atau mungkin bersamaan. Udara bergerak dari area positif ke area negatif, baik dalam tekanan maupun gayanya.

Gerakan udara merupakan faktor perencanaan yang penting karena sangat mempengaruhi kondisi iklim. Gerakan udara menimbulkan pelepasan panas dari permukaan kulit oleh penguapan. Semakin kuat kecepatan udara, semakin besar panas yang hilang. Tetapi ini hanya terjadi selama temperatur udara labih rendah dari temperatur kulit. Jika tidak begitu maka akan terjadi kebalikannya, yaitu pemanasan tubuh, karena efek pendinginan tidak mencukupi (Lippsmeier, 1994: 35).

Untuk mempertahankan kondisi nyaman, menurut Undang-undang Bangunan Gedung tentang tata cara perencanaan teknis konversi energi dalam Standar Nasional Indonesia (SNI) 03-6572-2001, kecepatan udara yang jatuh di atas kepala tidak boleh lebih besar dari 0,25 m/detik dan sebaiknya lebih kecil dari 0,15 m/detik.Kecepatan udara ini dapat lebih besar dari 0,25 m/detik tergantung dari temperatur udara kering rancangan.

2.3.4 Suhu Radiasi

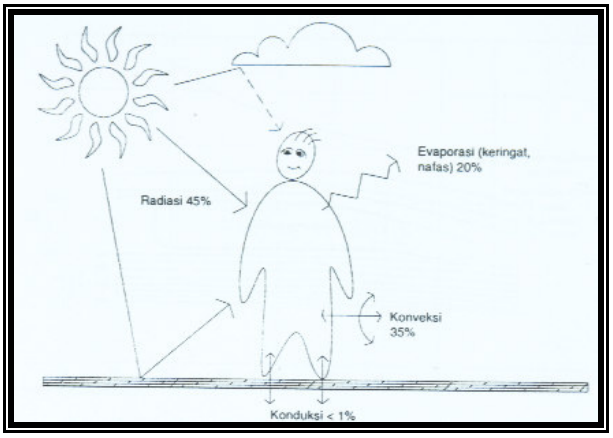
Setiap benda memancarkan radiasi elektromagnetik, yang intensitasnya tergantung dari suhu benda itu. Suhu radiasi merupakan salah satu faktor dari kenyamanan termal ruang dan bangunan. Suhu radiasi adalah panas yang dipantulkan atau dipancarkan oleh suatu benda yang sudah tidak mampu lagi menerima beban panas dari sumber panas ke udara sekitarnya.

Matahari adalah salah satu sumber cahaya alami yang memancarkan radiasi pada seluruh selubung bangunan setiap harinya. Energi matahari mencapai bumi dengan radiasi. Energi matahari dapat diterima oleh suatu permukaan benda melaui proses (Saputra dalam Ramadhian, 2001: 27):

1. Radiasi langsung, radiasi yang langsung datang dari matahari
2. Radiasi tak langsung, radiasi yang dikeluarkan oleh suatu benda sebagai hasil penyimpanan energi matahari yang disimpannya
3. Radiasi difusi, radiasi yang diterima dari atmosfir bumi sebagai hasil dari dispersi sebagian radiasi matahari dalam atmosfir. Energi ini besarnya hanya 15% dari radiasi pada siang hari dan akan lebih banyak mengenai bidang-bidang horizontal.
4. Radiasi pantulan, radiasi yang terbentuk karena ada pemantulan dengan permukaan bumi. Radiasi ini tergantung dari koefisien pantul dari permukaan benda perefleksi.

Radiasi juga merupakan suatu proses perpindahan kalor (*heat transfer*) dari benda yang lebih panas ke benda lain yang kurang panas. Ada tiga cara perpindahan panas (Satwiko, 2004: 7):

1. Perpindahan panas konduktif (*Conductive heat transfer*) adalah perpindahan panas dari benda yang lebih panas ke benda yang kurang panas melalui kontak (sentuhan).
2. Perpindahan panas konvektif (*Convective heat transfer*) adalah perpindahan panas dari benda yang lebih panas ke benda yang kurang panas melalui aliran angin (atau zat alir lainnya).
3. Perpindahan panas radiatif (*Radiative heat transfer*) adalah perpindahan panas dari benda yang lebih panas ke benda yang kurang panas dengan cara pancaran.



Gambar 2.5 Perpindahan panas antara tubuh dan lingkungan

(Sumber: Satwiko, 2004: 7)

2.3.5 Faktor Elemen-elemen Bangunan

Menurut Priatman (2003) elemen bangunan seperti dinding, atap, langit-langit, dan lain-lain secara langsung maupun tidak langsung dapat dirancang untuk penghematan energi atau sebagai instrumentasi energi surya maupun angin. Hal ini akan terjadi bila elemen tersebut dapat berperan dalam menciptakan kenyamanan termal suatu ruang sehingga dapat mengurangi pemakaian mesin pendingin ruang seperti AC. Dengan meminimalisasi beban pendingin (*cooling load*) tersebut, mengoptimalisasi penerangan alam, dan melakukan pendinginan serta penurunan kelembaban merupakan strategi utama untuk desain sadar energi. Karenanya dalam menghemat energi, dinding, atap, dan langit-langit berpengaruh dalam menciptakan kenyamanan termal suatu ruang.

Langit-langit diperlukan untuk mencegah panas atap masuk ke dalam ruang di bawahnya, baik secara radiasi maupun secara konveksi. Atap yang panas akan memancarkan radiasi panas ke tubuh kita, sehingga menyebabkan tidak nyaman. Radiasi ini tidak dapat dicegah dengan hembusan aliran udara, tetapi dapat dicegah oleh langit-langit (Satwiko, 2004: 22).

Lokasi dimana bangunan itu dibangun juga mempengaruhi dalam menentukan ketinggian langit-langit. Tinggi langit-langit pada bangunan di

Indonesia tentunya akan berbeda dengan yang ada di Eropa dalam menciptakan kenyamanan termal ruang. Di Indonesia rata-rata ketinggian langit-langit di dalam bangunan gedung tidak kurang dari 4 meter, bahkan sering lebih. Sedangkan di Eropa yang memiliki iklim sangat kering memungkinkan ketinggian langit-langit berkisar antara 2,25 – 2,5 m (Mangunwijaya, 1981: 158).

Berdasarkan survey pada tiga bangunan SMP IT di Yogyakarta, ditemukan perbedaan ketinggian langit-langit diantaranya. Pada bangunan SMP IT Masjid Syuhada yang terletak di daerah Kotabaru memiliki ketinggian langit-langit yang berbeda antara lantai dasar dengan lantai di atasnya. Untuk lantai paling bawah memiliki ketinggian langit-langit (langit-langit dari plat beton) 3,9 m dari lantai, sedangkan lantai paling atas memiliki ketinggian langit-langit (langit-langit dari papan kayu) 3,7 m dari lantai. Sama halnya pada bangunan SMP IT Abu Bakar di Jl. Veteran Umbulharjo, ketinggian langit-langit berbeda tiap lantai. Ketinggian langit-langit lantai bawah (langit-langit dari plat beton) 3,5 m dari lantai, sedangkan lantai paling atas memiliki ketinggian langit-langit (langit-langit dari papan kayu) 3,3 m dari lantai. Bangunan SMP IT Bias yang terletak di Giwangan paling berbeda. Bangunan tidak bertingkat yang menggunakan material bambu pada struktur dan dindingnya ini atapnya berupa atap pelana dibiarkan tanpa partisi di dalam ruang. Ketinggian menuju atap dari tepi dinding 3 m dari lantai, sedangkan tinggi dari lantai menuju puncak atap 4,75 m (Survey, 2008).

Selain itu, tentunya ventilasi/bukaan memiliki peran yang sangat besar dalam hal ini. Menurut Undang-undang Bangunan Gedung tentang tata cara perencanaan teknis konversi energi dalam Standar Nasional Indonesia (SNI) 03-6572-2001, ventilasi memiliki tujuan untuk:

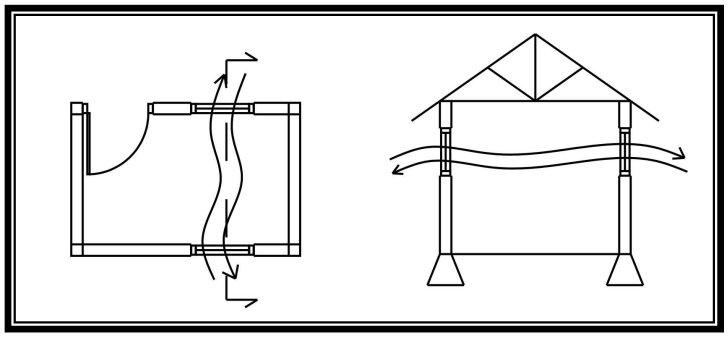
1. Menghilangkan gas-gas yang tidak menyenangkan yang ditimbulkan oleh keringat dan sebagainya dan gas-gas pembakaran (CO2) yang ditimbulkan oleh pernafasan dan proses-proses pembakaran.
2. Menghilangkan uap air yang timbul sewaktu memasak, mandi dsb.
3. Menghilangkan kalor yang berlebihan.
4. Membantu mendapatkan kenyamanan termal

Menurut Undang-undang Bangunan Gedung tentang tata cara perencanaan teknis konversi energi dalam Standar Nasional Indonesia (SNI) 03-6572-2001, ruang dalam bangunan kantor atau kelas (kelas 5) harus memenuhi syarat jendela, bukaan, pintu atau sarana lainnya dengan luas ventilasi tidak kurang dari 10% terhadap luas lantai dari ruang yang akan diventilasi, diukur tidak lebih dari 3,6 meter diatas lantai.

Yang perlu diperhatikan dalam proses pergantian udara melewati ventilasi adalah penempatan ventilasi itu sendiri untuk mencapai pendinginan yang efektif. Adapun tipe-tipe pola perletakan ventilasi, antara lain (Koenigsberger, 1973 dalam Ramadhian, 2006: 20-22):

1. Ventilasi sejajar

   Ventilasi jenis ini *inlet* dan *outlet* udara sejajar dimensinya, sama tinggi, sehingga aliran udara dan cahaya yang terjadi adalah lurus. Ini yang menyebabkan hanya sedikit bagian yang dapat dilewati oleh udara, yaitu daerah sekitar bukaan saja.



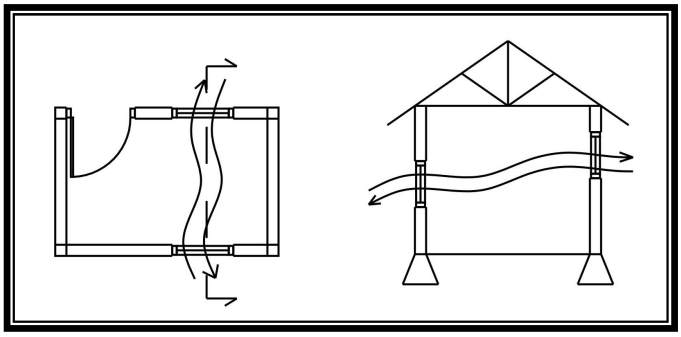
Gambar 2.6 Ventilasi Sejajar

(Sumber: Koenigsberger, 1973 dalam Ramadhian, 2006)

2. Ventilasi silang

   Adalah perletakan ventilasi berdasarkan perbedaan ketinggian pada bukaan. Aliran udara yang terjadi menyilang sehingga terdapat

perbedaan tekanan antara sisi *input* dan *output* udara. Bagian yang dialiri udara dari ventilasi jenis ini menjadi lebih banyak.

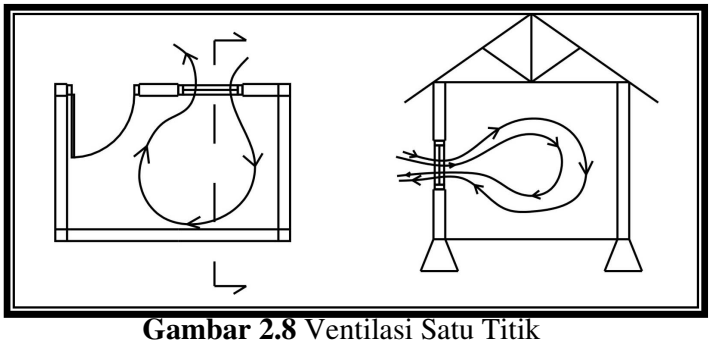


Gambar 2.7 Ventilasi Silang

(Sumber: Koenigsberger, 1973 dalam Ramadhian, 2006)

3. Ventilasi satu titik

   Adalah jenis perletakan ventilasi dimana *input* dan *output*nya berada dalam satu tempat. Udara yang masuk dan keluar hanya melewati satu titik bukaan saja. Untuk pola perletakan ventilasi satu titik ini terdapat unsur pembelokan aliran udara sehingga udara dengan sendirinya diarahkan mengelilingi ruangan dan pada akhirnya dipaksa keluar melalui tempat udara tersebut masuk. Ventilasi jenis ini banyak menyebabkan udara terkurung dalam ruangan karena pada kondisi tertentu tidak terjadi perbedaan tekanan antara udara luar dan dalam sehingga udara di dalam tidak dapat mengalir keluar dan sebaliknya.



Gambar 2.8 Ventilasi Satu Titik

(Sumber: Koenigsberger, 1973 dalam Ramadhian, 2006)

4. Ventilasi kombinasi

   Pola kombinasi ini biasanya banyak terdapat pada bangunan dengan skala besar dan memiliki fungsi yang kompleks. Penempatan ventilasi secara kombinasi dimaksudkan sebagai pemanfaatan aliran udara berdasarkan tekanannya untuk bangunan yang memiliki konsep bioklimatis. Kombinasi yang terjadi biasanya antara ventilasi sejajar dengan ventilasi silang atau ventilasi satu titik dengan lainnya. Sehingga dalam satu bangunan dapat ditemukan adanya berbagai tipe perletakan ventilasi di tiap sisi bangunan tergantung orientasi dari massa bangunan yang ada.

2.4 Sifat Material

Sifat bahan (*material properties*) adalah sifat fisik khas suatu bahan. Beberapa sifat bahan yang relavan dalam perpindahan panas adalah (Satwiko, 2004: 12-13) :

1. Konduktivitas (*Conductivity*, k) adalah bilangan yang menunjukkan besar panas (watt) yang mengalir melalui bahan setebal 1 m, seluas 1 m^2 dengan perbedaan suhu antara kedua sisi permukaannya 1 degC (derajad Celsius). Satuan konduktivitas adalah Wm/m^2degC. Karena seringkali memerlukan bahan dengan tebal nyata, maka dibuatlah istilah konduktan (conductance) yang merupakan konduktivitas untuk tebal tertentu (bukan 1 m). Konduktan = k/b dengan b adalah tebal bahan normal. Untuk mudahnya konduktivitas diberi notasi k, sedangkan konduktan k'.
2. Resistivitas (*Resistivity*, R) adalah kebalikan dari konduktivitas (R = 1/k) dengan satuan mdecC/W. Sebaliknya, Resistan merupakan kebalikan konduktan, b/k, dengan satuan m^2degC/W (untuk mudahnya resistivitas diberi notasi R, sedangkan resistan R').

Karena elemen bangunan biasanya terdiri atas beberapa bahan, maka sifat gabungannya bisa merupakan gabungan dari sifat individual bahan. Dalam hal ini,

konduktan tidak dapat dijumlahkan langsung. Jadi yang dijumlahkan adalah resistannya. Dengan demikian, untuk elemen bangunan yang terdiri atas beberapa lapis, maka kita dapat menghitung kondukton sebagai $k'_b = 1/R'_b = 1/(R'_1 + R'_2 + R'_3 + ... R'_n) = 1/(1/k'_1 + 1/k'_2 + 1/k'_3 + ... 1/k'_n)$.

Konduktan permukaan (*air film conductance*) adalah konduktan lapisan udara tipis antara udara dengan permukaan bahan, biasa diberi notasi f. Konduktan permukaan ini mempengaruhi perpindahan panas dan nilainya tergantung dari kondisi permukaan dan lokasinya (apakah di dalam ruangan atau di luar ruangan). Karena kita dalam kehidupan nyata sehari-hari tidak dapat mengabaikan konduktan permukaan, maka dalam ilmu bangunan dibuatlah angka konduktan elemen bangunan yang sudah memasukkan faktor konduktan permukaan tadi yang dinamai Transmitan (*transmittance*), $U = 1/R'_a$. Sedang R'_a adalah resistan elemen yang sudah memasukkan unsur lapisan tipis udara tadi, $R'_a = 1/f_o + R'_b + 1/f_i$ m²degC/W (f_o adalah konduktan permukaan luar elemen bangunan, sedangkan f_i konduktan permukaan dalam).

3. Absorpsi (*absorption*, penyerapan) adalah kemampuan benda menyerap radiasi matahari. Bilangan serap (α) menunjukkan berapa bagian radiasi yang datang diserap. Sebagai contoh, α = 0,7 menunjukkan bahwa 0,7 bagian radiasi yang diserap dan 0,3 akan dipantulkan. Radiasi matahari (gelombang pendek) yang diserap ini akan menjadi panas dan menyebabkan suhu benda bertambah. Panas ini akan dibuang (dipancarkan) kembali dalam bentuk gelombang panjang. Kemampuan bahan untuk memancarkan panas kembali panas kembali dinamakan emisivitas, biasanya diberi notasi e. Misalnya, sebuah bahan memiliki e = 0,8 berarti 0,8 panas akan dipancarkan kembali ke lingkungan sekitar. Proses ini akan menyebabkan suhu turun. Oleh karena itu, sebenarnya panas yang tertahan benda adalah
   (α) (1-e) = (0,7) (1-0,8)
   = (0,70 (0,2)
   = 0,14.

Sedangkan menurut Rosenlund (2000), seperti dikutip dalam Noerwasito dan Santosa (2006), kemampuan material melawan panas yang mempengaruhi bangunan disebut *thermal properties* adalah :

1. *Density:* mempunyai satuan kg/m3, merupakan perbandingan antara berat dan volume, *density* memegang peran yang besar untuk *thermal properties*, material mempunyai density ringan mempunyai daya isolasi lebih besar daripada material yang ber-*density* besar.
2. *Conductivity*: mempunyai satuan W/mK, adalah kemampuan material untuk berkonduksi panas. Material yang mempunyai *conductivity* rendah mempunyai daya isolator yang baik, sebaliknya material yang mempunyai *conductivity* tinggi merupakan material penghantar panas yang baik.
3. *Specific heat*: mempunyai satuan Wh/kgK, adalah mengindikasikan material mempunyai kemampuan menyimpan sejumlah energi. *Specific heat* yang tinggi artinya material mempunyai kemampuan banyak menyimpan panas (*heat storage*).

Kombinasi dari ketiga *thermal properties* material di atas menghasilkan apa yang disebut *Time lag,* yaitu waktu maksimum yang dipergunakan untuk mengeluarkan panas dari permukaan luar material ke bagian dalam material. Karakteristik dari material yang lain adalah *admittance*. Milbank dan Harrington-Lynn (1974) dalam Noerwasito dan Santosa (2006) menyatakan, *admittance* adalah *Thermal resistance* yang berkaitan dengan reaksi terhadap *heat flow* dari *cyclic condition*, mempunyai satuan seperti *U-Value*. Semakin besar *admittance*, semakin rendah *swing* temperaturnya. Material yang padat mempunyai *admittance* lebih besar, sedangkan *heavy weight structure* mempunyai *swing* temperatur yang kecil (Markus T.A,. Moris E.N, 1980 dalam Noerwasito dan Santosa, 2006).

Material juga mempunyai *thermal capacity*, yakni jumlah panas yang disimpan oleh material, kemudian melepaskannya. *Decrement factor* adalah perbandingan antara deviasi output panas puncak dari *mean heat flow*, terhadap

kondisi yang sama tetapi mempunyai *zero thermal mass* (Szokolay, 1987 dalam Noerwasito dan Santosa, 2006). Pendapat dari semua ahli di atas, menunjukan bahwa *thermal properties* dan karakteristik dari material berkaitan erat dengan:

1. Penyimpanan panas
2. Isolasi terhadap panas
3. Temperatur puncak
4. Tinggi rendahnya temperatur dari material bangunan
5. Temperatur yang nyaman bagi masyarakat

2.5 Menghitung Variabel Sifat Material

2.5.1 Transmitan Elemen Bangunan Berlapis

Transmitan elemen bangunan berlapis (U) (Satwiko, 2004: 26):

$U = 1/R_a$ atau

$U = 1/(1/f_o + R_b + 1/f_i)$ W/m²degC

dengan U = nilai transmitan (konduktan total), W/m²degC.

f_o = konduktan permukaan luar bahan, W/m²degC.

R_b = resistan total lapisan elemen, m²degC/W.

f_i = konduktan permukaan dalam bahan, W/m²degC.

2.5.2 Panas yang Menembus Elemen Bangunan

Panas yang menembus elemen bangunan (Satwiko,2004: 32):

$Q_c = A.U.\Delta T$

dengan A = luas elemen, m².

U = nilai transmitan, W/m²degC.

ΔT = selisih suhu permukaan luar dan dalam, degC.

Tabel 2.2 Konduktan Permukaan

Letak Permukaan	Elemen	Konduktan (W/m²degC)
Permukaan dalam, f_i	Dinding	8,12
	Lantai, langit-langit, panas mengalir ke atas	9,48
	Lantai, langit-langit, panas mengalir ke bawah	6,70
	Sisi bawah atap	9,48
Permukaan dalam, f_o	Dinding selatan, terlindung	7,78
	Dinding selatan, normal	10,00
	Dinding selatan, sangat terbuka	13,18
	Dinding barat, barat daya dan tenggara, terlindung	10,00
	Dinding barat, barat daya dan tenggara, normal	13,18
	Dinding barat, barat daya dan tenggara, sangat terbuka	18,90
	Dinding barat laut, terlindung	13,18
	Dinding barat laut, normal	18,90
	Dinding barat laut, sangat terbuka	31,50
	Dinding utara, timurlaut, dan timur, terlindung	13,18
	Dinding utara, timurlaut, dan timur, normal	18,90
	Dinding utara, timurlaut, dan timur, sangat terbuka	81,20
	Atap, terlindung	14,20
	Atap, normal	22,70
	Atap, sangat terbuka	56,70

(Sumber : Satwiko, 2004: 26)

Tabel 2.3 Konduktivitas dan Resistivitas Beberapa Bahan

Bahan	Konduktivitas, k (W/mdegC)	Resistivitas, R (1/k) (W/mdegC)
Asbes : lepas-lepas	0,034	29,40
Asbes: disemprot	0,046	21,75
Lembaran semen asbes : ringan	0,216	4,63
Lembaran semen asbes : sedang	0,360	2,78
Lembaran semen asbes : padat	0,576	1,74
Aspal	0,576	1,74
Batubata biasa : ringan	0,806	1,24
Batubata biasa : sedang	1,210	0,83
Batubata biasa : padat	1,470	0,68
Plester	0,90	1,11
Beton	1,440	0,69
Glass wool	0,034	29,40
Mineral wool	0,037	27,00
Papan gypsum	0,159	6,33
Plywood	0,138	7,25
Batu granit	2,920	0,34
Papan dari jerami	0,093	10,75
Softboard	0,065	15,38
Kayu : lunak	0,138	7,25
Kayu : keras	0,160	6,25
Logam : timah	34	0,0294
Logam : besi tuang	50	0,0200
Logam : baja	58	0,0172
Logam : perunggu	64	0,0156
Logam : seng	110	0,0091
Logam : alumunium	220	0,0045
Logam : tembaga	350	0,0029
Logam : perak	407	0,0024
Udara	0,026	38,45
Air	0,580	1,72

(Sumber : Satwiko, 2004: 27)

Tabel 2.4 Transmitan Konstruksi

Tipe konstruksi	Transmitan U (W/m²degC)
Dinding	
Batubata, tidak diplester, tebal 114 mm	3,64
Batubata, diplester kedua sisinya, tebal 114 mm	3,24
Batubata, diplester, tebal 228 mm	2,67
Batubata, diplester kedua sisinya, tebal 228 mm	2,44
Beton padat biasa, tebal 152 mm	3,58
Beton padat biasa, tebal 203 mm	3,18
Batu berkepadatan sedang, berpori, tebal 305 mm	2,84
Batu berkepadatan sedang, berpori, tebal 457 mm	2,27
Batubata berongga sejarak 280 mm, bagian luar bata fletton, bagian dalam bata biasa, dan sisi yang menghadap ruang dapat diplester	1,70
Batubata dengan isolator papan gabus setebal 25 mm, diplester	0,85
Batubata dengan isolator *fibreboard* setebal 13 mm, diplester	1,19
Batubata dengan isolator sleb serutan kayu setebal 50 mm, diplester	0,85
Batubata dengan bagian dalam diplester vermikulit setebal 16 mm	1,47
Batubata, sisi dalam dilapis papan asbes 13 mm dengan rangka kayu	1,19
Batubata, sisi dalam dilapis papan serat 13 mm dengan rangka kayu	0,95
Batubata, sisi dalam dilapis papan jerami 50 mm dengan rangka kayu, diplester	0,74
Batubata, sisi dalam dilapis *aerated concrete blocks* setebal 100 mm	1,13
Batubata, sisi dalam dilapis *clinker concrete blocks* setebal 100 mm	1,30
Aerated concrete block ganda (bercelah), tebal 250 mm (100 +50+100), bagian luar dicat, bagian dalam diplester	1,19
Clinker concrete block ganda (bercelah), tebal 250 mm (100 +50+100), bagian luar dicat, bagian dalam diplester	1,08
Asbes semen gelombang pada rangka	6,53
Asbes semen gelombang pada rangka baja dengan *fibreboard* 13 mm	2,04
Asbes semen gelombang pada rangka baja dengan lapisan jerami atau serutan kayu 50 mm	1,19
Asbes semen gelombang pada rangka baja dengan *aerated concrete block* 76 mm	2,10

Atap Miring	
Asbes semen gelombang	7,95
Asbes semen gelombang, langit-langit dari *fibreboard* setebal 13 mm (asbes semen diletakkan pada gording, sedangkan *fibreboard* ditempelkan bagian bawah rangka)	1,70
Asbes semen gelombang dilapis dengan *fibreglass* setebal setebal 25 mm	0,80
Asbes semen gelombang, langit-langit dari *fibreboard* setebal 13 mm yang dipasang pada rangka kayu. Diatas *fibreboard* ditempelkan alumunium foil	1,20
Asbes semen gelombang, langit-langit dari papan kayu setebal 13 mm yang dipasang pada rangka kayu. Diatas papan kayu ditempelkan alumunium foil	1,60
Asbes semen gelombang, langit-langit dari asbes semen setebal 5 mm yang dipasang pada rangka kayu. Diatas asbes semen ditempelkan alumunium foil	1,70
Asbes semen gelombang, langit-langit dari *fibreboard* setebal 13 mm, diatas *fibreboard* diberi *fibreglass* 25 mm, dan diatas *fibreglass* ditempel alumunium foil	0,68
Asbes semen gelombang, langit-langit dari *fibreboard* setebal 13 mm, diatas papan kayu diberi *fibreglass* 25 mm, dan diatas *fibreglass* ditempel alumunium foil	0,74
Asbes semen gelombang, langit-langit dari asbes semen setebal 5 mm, diatas asbes semen diberi *fibreglass* 25 mm, dan diatas *fibreglass* ditempel alumunium foil	0,80
Alumunium gelombang, langit-langit dari *fibreboard* setebal 13 mm	1,30
Alumunium gelombang, langit-langit dari asbes semen setebal 5 mm	1,90
Alumunium gelombang, langit-langit dari papan jerami setebal 50 mm	1,08
Alumunium gelombang, langit-langit dari sleb serutan kayu setebal 25 mm	1,42
Alumunium gelombang, langit-langit dari papan gipsum 10 mm	1,88
Alumunium gelombang, langit-langit dari sleb gabus setebal 25 mm	1,27
Asbes gelombang dengan lapisan papan kayu setebal 13 mm	2,16
Asbes gelombang dengan lapisan jerami atau serutan kayu setebal 50 mm	1,25
Asbes gelombang dengan lapisan kapas setebal 25 mm pada papan setebal 13 mm	0,85
Baja lapis seng gelombang pada rangka kayu	8,52
Baja lapis seng gelombang pada gording, ditambah langit-langit *fibreboard* 13 mm yang dipasang pada ikatan mendatar	1,30

Baja lapis seng gelombang pada gording, ditambah langit-langit papan kayu 13 mm yang dipasang pada ikatan mendatar	1,60
Baja lapis seng gelombang pada gording, ditambah langit-langit asbes semen 5 mm yang dipasang pada ikatan mendatar	1,90
Baja lapis seng gelombang pada gording, ditambah langit-langit *fibreboard* 13 mm yang dipasang pada ikatan mendatar. Diatas *fibreboard* ditempel alumunium foil	1,00
Baja lapis seng gelombang pada gording, ditambah langit-langit papan kayu 13 mm yang dipasang pada ikatan mendatar. Diatas papan kayu ditempel alumunium foil	1,30
Baja lapis seng gelombang pada gording, ditambah langit-langit asbes semen 5 mm yang dipasang pada ikatan mendatar. Diatas asbes semen ditempel alumunium foil	1,40
Genteng tanah liat dengan langit-langit *fibreboar*d 13 mm yang diatasnya dilapis *fibreglass* 25 mm. Diatas *fibreglass* ditempel alumunium foil	0,62
Genteng tanah liat dengan langit-langit papan kayu 13 mm yang diatasnya dilapis *fibreglass* 25 mm. Diatas papan kayu ditempel alumunium foil	0,74
Genteng tanah liat dengan langit-langit asbes semen 5 mm yang diatasnya dilapis *fibreglass* 25 mm. Diatas asbes semen ditempel alumunium foil	0,80
Seng gelombang pada rangka kayu ditambah langit-langit gipsum	3,18
Genteng atau lempengan batu pada papan ditambah lapisan bulu kempa dan langit-langit gipsum	1,70
Dek alumunium, fibreboard 13 mm dengan dua lapis bulu kempa bitumen	2,16
Dek alumunium, lapisan jerami atau serutan kayu setebal 50 mm	1,25
Atap Datar	
Sleb bton bertolang setebal 100 mm, lapisan *screed* 12 mm, diatas *screed* ditambah tiga lapis bulu kempa bitumen	3,35
Beton bertulang setebal 100 mm, diatasnya *screed* setebal 75 mm. Langit-langit dari *fibreboard* 13 mm yang ditempelkan pada rangka kayu di bawah beton	1,30
Sleb beton bertulang setebal 100 mm, lapisan *screed* 12 mm, ditambah lagi isolator dari gabus setebal 25 mm, plus tiga lapis bulu kempa bitumen	1,08
Sleb beton bertulang setebal 100 mm, lapisan *screed* 12 mm, ditambah lapisan jerami atau serutan kayu sebagai setebal 50 mm, plus tiga lapis bulu kempa bitumen	1,13
Sleb beton bertulang setebal 100 mm, lapisan *screed* 12 mm, ditambah dua fibreboard masing-masing 12 mm sebagai isolator, plus tiga lapis bulu kempa bitumen	1,25
Papan kayu setebal 25 mm pada balok 178 mm dengan tiga lapis	1,82

bulu kempa bitumen den langit-langit gipsum	
Papan kayu setebal 25 mm pada balok 178 mm dengan tiga lapis bulu kempa bitumen den langit-langit gipsum, diatas papan dilapisi isolator gabus setebal 25 mm	0,85
Papan kayu setebal 25 mm pada balok 178 mm dengan tiga lapis bulu kempa bitumen den langit-langit gipsum, diatas papan dilapisi isolator *fibreboard* setebal 13 mm	1,25
Papan kayu setebal 25 mm pada balok 178 mm dengan tiga lapis bulu kempa bitumen den langit-langit gipsum, diatas papan dilapisi isolator jerami atau srutan kayu setebal 50 mm	0,91
Lantai	
Beton di atas tanah atau lapisan padat	1,13
Beton di atas tanah atau lapisan padat, plus granit, teraso, atau kepingan lain	1,13
Beton di atas tanah atau lapisan padat, plus blok kayu	0,85
Papan kayu di atas balok kayu, ruang di bawah lantai berventilasi	1,70
Papan kayu di atas balok kayu, ruang di bawah lantai diberi ventilasi dari satu sisi, di atas papan di lapis parket, lino, atau karet	1,42
Papan kayu di atas balok kayu, ruang di bawah lantai diberi ventilasi lebih dari satu sisi	2,27
Papan kayu di atas balok kayu, ruang di bawah lantai diberi ventilasi lebih dari satu sisi, di atas papan di lapis parket, lino, atau karet	1,98
Papan kayu di atas balok kayu, ruang di bawah lantai diberi ventilasi lebih dari satu sisi, bagian bawah papan dilapis *fibreboard* 25 mm	1,08
Papan kayu di atas balok kayu, ruang di bawah lantai diberi ventilasi lebih dari satu sisi, bagian bawah papan dilapis gabus 25 mm	0,95
Papan kayu di atas balok kayu, ruang di bawah lantai diberi ventilasi lebih dari satu sisi, di bawah balok kayu dipasang papan gabus 25 mm	0,79
Papan kayu di atas balok kayu, ruang di bawah lantai diberi ventilasi lebih dari satu sisi, di bawah balok kayu dipasang papan jerami 50 mm	0,85
Papan kayu di atas balok kayu, ruang di bawah lantai diberi ventilasi lebih dari satu sisi, di bawah digantungkan alumunium foil dua sisi	1,42

(Sumber : Satwiko, 2004: 28-32)

Tabel 2.5 Bilangan Serap

Bahan dinding luar	α_w	Cat dinding luar	α_p
Beton berat (untuk bangunan nuklir)	0,91	Hitam merata	0,95
Bata merah	0,89	Pernis hitam	0,92
Bitumen lembaran	0,88	Abu-abu tua	0,91
Batu sabak	0,87	Pernis biru tua	0,91
Beton ringan	0,86	Cat minyak hitam	0,90
Aspal jalan setapak	0,82	Coklat tua	0,88
Kayu permukaan halus	0,78	Abu-abu biru tua	0,88
Beton ekspos	0,61	Biru/hijau tua	0,88
Ubin putih	0,58	Coklat medium	0,84
Bata kuning tua	0,56	Pernis hijau	0,79
Atap putih	0,50	Hijau medium	0,59
Cat alumunium	0,40	Kuning medium	0,58
Kerikil	0,29	Hijau/biru medium	0,57
Seng putih	0,26	Hijau muda	0,47
Bata glasir putih	0,25	Putih agak mengilap	0,30
Alumunium lembaran mengkilap	0,12	Putih mengilap	0,25
		Perak	0,25
		Pernis putih	0,21

(Sumber : Departemen Pekerjaan Umum dalam Satwiko, 2004: 33)

BAB III
METODE PENELITIAN

Metode penelitian yang digunakan adalah metode eksperimental, karena penelitian ini dilakukan dengan metode praktek secara langsung pada objek yang akan diteliti. Metode ini mengacu pada penelitian-penelitian terdahulu yang pernah dilakukan.

Tabel 3.1 Penelitian Terdahulu

Judul	Nama Peneliti	Objek Kasus	Permasala-han	Standar Analisis yang digunakan	Perbedaan
Pengaruh "*Thermal Properties*" Material Bata Merah dan Batako sebagai Dinding, Terhadap Efisiensi Enerji dalam Ruang di Surabaya	V. Totok Noerwasito dan Mas Santosa (Institut Teknologi Sepuluh Nopember Surabaya 2006)	*Thermal properties* material bata merah dan batako	Pengaruh dari material bata merah dan batako sebagai dinding terhadap temperatur ruang	Komparasi hasil pengukuran tinggi temperatur puncak, besar *overheted* dan durasi *overheated*, disamping *thermal properties* pada material bata merah dan batako	-Objek penelitian model material penutup atap dengan skala kecil. - Pemasalahan -Standar analisis yang digunakan statistik diskriptif dan komparasi kelembaban serta suhu udara pada tiap-tiap material penutup atap
Pengaruh Bentuk Atap Bangunan Tradisional di Jawa Tengah untuk Peningkatan	L.M.F. Purwanto, Ridwan Sanjaya, Hermawan (Universitas Katolik Soegijapranata 2006)	Atap Rumah Kampung Trajumas, Atap Rumah Kampung Doro Gepak, Atap Rumah Limasan	Bentuk atap tradisional dengan penutup atap modern dalam menciptakan kenyamanan	Enumerasi transfer panas dari temperatur dan radiasi matahari; Kecenderungan sentral	-Objek penelitian model material penutup atap dengan skala kecil. - Pemasalahan -Standar analisis yang

Kenyamanan Termal Bangunan		Pokok, Atap Rumah Joglo	termal	pengukuran kenyamanan termal dengan termometer digital, hygrometer digital, dan anemometer digital	digunakan statistik diskriptif dan komparasi kelembaban serta suhu udara pada tiap-tiap material penutup atap
Pengukuran Temperatur Efektif pada Gedung Biru Universitas Budi Luhur	Anggraeni Dyah , ST (2007)	Interior Gedung Biru Universitas Budi Luhur di Jakarta Selatan	Besar kenyamanan termal pada Gedung Biru sesuai dengan standar temperatur efektif iklim tropis	Kecenderungan sentral pengukuran kenyamanan termal pada variabel suhu udara, kelembaban udara, dan kecepatan angin	-Objek penelitian model material penutup atap dengan skala kecil. - Pemasalahan -Standar analisis yang digunakan statistik diskriptif dan komparasi kelembaban serta suhu udara pada tiap-tiap material penutup atap

(Sumber : Data Sekunder, 2008)

3.1 Lokasi Penelitian



Gambar 3.1 Peta Lokasi Penelitian

(Sumber : http//:yogyes.com/id/yogyakarta-map/, 2008)

Lokasi yang dijadikan sebagai tempat penelitian terletak di propinsi Daerah Istimewa Yogyakarta (DIY). Lebih tepatnya model bangunan sebagai objek penelitian dibangun di Perwita Regency (Jl. Beta) yang terletak di Jl. Parangtritis km.3 kecamatan Sewon, Bantul, DIY.

3.2 Populasi dan Sampel

Populasi dalam penelitian ini adalah seluruh material penutup atap. Metode pemilihan sampel yang dipilih adalah metode *nonprobabilitas*, yaitu dengan memilih teknik *purposive sampling*. Teknik ini merupakan tipe pemilihan sampel secara tidak acak yang informasinya diperoleh dengan menggunakan pertimbangan tertentu. Sampel dalam penelitian ini adalah bahan metal, genteng tanah liat, dan genteng beton dengan pertimbangan material ini adalah material yang pada umumnya dipilih masyarakat Indonesia dalam membangun rumah.

3.3 Pengumpulan Data

3.3.1 Jenis data

1. Data Primer

   Data primer didapat dari observasi lapangan dengan mengukur berat material, suhu udara, dan kelembaban udara pada model bangunan.

2. Data Sekunder

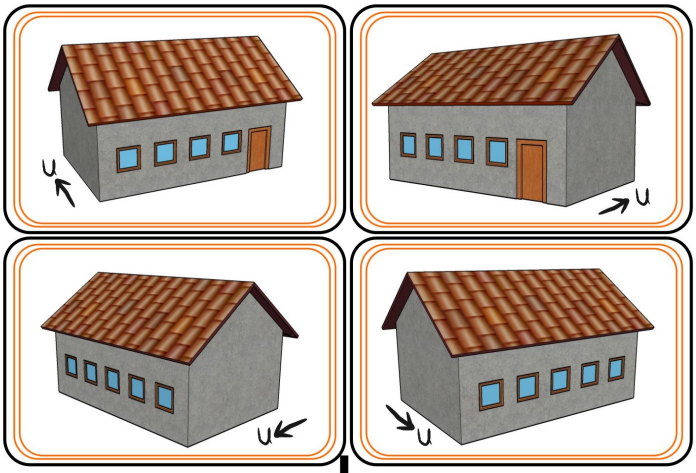
   Data sekunder yang dicari adalah spesifikasi material yang dipilih dengan cara studi literatur.

3.3.2 Metode pengumpulan data

Metoda yang digunakan dalam koleksi data pengamatan lapangan dilakukan dalam beberapa tahap sebagai berikut :

Tahap I
Pengukuran berat material
Material diukur beratnya per luasan 1 m2

Tahap II
Pembuatan model bangunan skala 1:3
Model bangunan berukuran 2X3X1,35 m berupa 2 unit yang menghadap ke arah Utara-Selatan serta ventilasi berada di sisi tersebut. Bentuk atap pelana



Tahap III
Membiarkan model selama beberapa hari
Model bangunan dibiarkan selama beberapa hari supaya semen dapat kering sepenuhnya

Tahap IV
Pemasangan plafon pada salah satu model bangunan
Plafon di pasang pada salah satu model bangunan dengan ketinggian 1,2 m dari tanah dengan bahan gipsum

Tahap V
Pemasangan material penutup atap
Material penutup atap di pasang pada kedua model bangunan secara bergantian sesuai dengan batasan material dan warna penutup atap. Material atap bahan metal, genteng tanah liat, dan genteng beton. Dengan tanpa warna, warna hijau, dan warna coklat.

Tahap VI
Melakukan pengujian pada masing-masing model
Melakukan pengukuran pada tiga waktu (pk10.00,pk12.00,pk14.00) sebanyak tiga kali pengukuran pada tiap-tiap material penutup atap. Pengukuran ini dilakukan dengan dua kondisi yang berbeda pada bukaan jendela.
Pengukuran yang dilakukan adalah:
1. Suhu udara, di luar dan di dalam bangunan, di atas dan di bawah permukaan material penutup atap, serta di atas plafon
2. Kelembaban udara, di luar dan di dalam bangunan

Gambar 3.2 Alur Berpikir Pengumpulan Data

3.3.3 Instrumen

Alat yang digunakan pada penelitian ini adalah:

1. *Dry Bulb Thermometer* (ºC), untuk mengukur suhu udara di dalam dan di luar model bangunan, di atas dan di bawah permukaan material penutup atap, serta di atas plafon.
2. *Hygrometer* (%), untuk mengukur tingkat kelembaban udara di dalam dan di luar model bangunan.
3. Timbangan (kg), untuk mengukur berat material.

3.4 Metode Analisis

Cara menganalisis pada penelitian ini berdasarkan jenis data yang diperoleh pada objek penelitian, yaitu dengan menggunakan analisis data secara deskriptif dan komparasi.

Metode analisis deskriptif digunakan untuk menghitung kecenderungan sentral dari data yang sudah diperoleh. Sedangkan analisis komparasi digunakan untuk membandingkan suhu yang diperoleh dari ketiga material penutup atap dan dari penggunaan plafon, serta membandingkan suhu dalam dan luar ruangan. Setelah melakukan metode-metode di atas, kemudian diambil kesimpulan untuk generalisakan hasil temuan dan dilakukan rekomendasi untuk memperoleh desain pada bangunan gedung SMP IT.

3.5 Waktu Penelitian

Penelitian akan dilakukan selama tiga kali pengukuran dalam tiga keadaan tiap satu harinya, yaitu pada pukul 10.00, 12.00, 14.00 pada bulan Maret tahun 2008. Waktu tersebut dipertimbangkan saat Matahari berada di sekitar posisi tertingginya, yaitu pada pukul 10.00 – 15.00 (Anonim, 2003 dalam http://indomedia.com/).

3.6 Variabel Penelitian

Tabel 3.2 Daftar Variabel Penelitian

Variabel	Parameter
Berat material	Berat material per m²
Serapan panas	1. Suhu udara - di luar ruangan - di dalam ruangan, - di atas material penutup atap - di bawah material prnutup atap - di atas plafon 2. Kelembaban udara - di luar ruangan - di dalam ruangan
Material penutup atap	1. Jenis bahan - genteng tanah liat - genteng beton - bahan metal 2. Warna penutup atap - tanpa warna - hijau - coklat 3. Spesifikasi material
Plafon	Bhan : gipsum dengan ketinggian plafon 1,2 m dari tanah
Luas Bukaan	10 % terhadap Luas Lantai

BAB IV
KOMPILASI DATA

4.1 Spesifikasi Material

Material genteng tanah liat yang dipakai berasal dari daerah Godean, DIY dengan cetak tangan berlabel Super Mantk dari bahan baku tanah liat yang berukuran 20X30 cm. Jenis material ini memiliki berat material sebesar ±14,5 kg/m². Sedangkan material genteng beton merupakan *home industry* yang berlabel Jati Agung memiiki berat material sebesar ±28,86 kg/m² dengan ukuran 30X40 cm. Material genteng beton terbuat dari bahan baku pasir, semen, dan gamping. Material bahan metal yang dipakai dalam penelitian ini bermerk Soka Abadi produksi PT. Tatalogam Lestari. Material ini berasal dari bahan baku *zincalume*, dibuat dengan cetak mesin berukuran 80X140 cm perlembar. Jenis material metal ini memiliki berat sebesar ±2,23 kg/m².

4.2 Hasil Pengukuran

4.2.1 Material Genteng Tanah Liat Tanpa Warna Tanpa Plafon

Pengukuran pada material genteng tanah liat tanpa warna tanpa plafon dilakukan langsung di lapangan dengan mengulang sebanyak tiga kali dan tiga waktu dalam satu harinya.



Gambar 4.1 Model bangunan material genteng tanah liat tanpa warna tanpa plafon

Tabel 4.1 Analisis Deskriptif Pengukuran Hari I

Material Genteng Tanah Liat Tanpa Warna Tanpa Plafon

		suhu udara di luar ruangan	suhu udara di atas material penutup atap	suhu udara di bawah material penutup atap	suhu udara di dalam ruangan	kelembaban udara di luar ruangan	kelembaban di dalam ruangan
N	Valid	3	3	3	3	3	3
	Missing	0	0	0	0	0	0
Mean		32.3333	32.3333	31.1667	27.8333	57.3333	64.8333
Std. Deviation		2.08167	2.08167	1.44338	.76376	2.51661	1.60728
Range		4.00	4.00	2.50	1.50	5.00	3.00
Minimum		30.00	30.00	29.50	27.00	55.00	63.00
Maximum		34.00	34.00	32.00	28.50	60.00	66.00

Hasil pengukuran pada pemasangan material genteng tanah liat tanpa menggunakan plafon, diperoleh rata-rata suhu udara di luar ruangan 32,3333 ºC, suhu di dalam ruangan 27,8333 ºC, suhu udara di atas permukaan material atap 32,8333 ºC, suhu udara di bawah permukaan material atap 31,1667 ºC, kelembaban udara di luar ruangan 57,3333 %, dan kelembaban di dalam ruangan 64,8333 %. Pada pukul 12.00 dan pukul 14.00 mengalami cuaca berawan.

Tabel 4.2 Analisis Deskriptif Pengukuran Hari II

Material Genteng Tanah Liat Tanpa Warna Tanpa Plafon

		suhu udara di luar ruangan	suhu udara di atas material penutup atap	suhu udara di bawah material penutup atap	suhu udara di dalam ruangan	kelembaban udara di luar ruangan	kelembaban di dalam ruangan
N	Valid	3	3	3	3	3	3
	Missing	0	0	0	0	0	0
Mean		34.8333	34.0000	31.3333	29.5000	52.3333	59.5000
Std. Deviation		1.25831	1.32288	1.15470	1.73205	.76376	1.00000
Range		2.50	2.50	2.00	3.00	1.50	2.00
Minimum		33.50	32.50	30.00	27.50	51.50	58.50
Maximum		36.00	35.00	32.00	30.50	53.00	60.50

Pengukuran pada hari ke-dua diperoleh besaran rata-rata suhu udara di luar ruangan 34,8333 ºC, suhu udara di dalam ruangan 29,5 ºC, suhu udara di atas permukaan material atap 34 ºC, suhu udara di bawah permukaan material atap 31,3333 ºC, kelembaban udara di luar ruangan 52,3333 %, dan kelembaban udara di dalam ruangan 59,5 %. Pada hari ke-dua mengalami cuaca yang sangat cerah.

Tabel 4.3 Analisis Deskriptif Pengukuran Hari III
Material Genteng Tanah Liat Tanpa Warna Tanpa Plafon

		suhu udara di luar ruangan	suhu udara di atas material penutup atap	suhu udara di bawah material penutup atap	suhu udara di dalam ruangan	kelembaban udara di luar ruangan	kelembaban di dalam ruangan
N	Valid	3	3	3	3	3	3
	Missing	0	0	0	0	0	0
Mean		33.1667	32.0000	28.8333	28.3333	52.3333	60.5000
Std. Deviation		.76376	.86603	.28868	.76376	1.60728	.50000
Range		1.50	1.50	.50	1.50	3.00	1.00
Minimum		32.50	31.00	28.50	27.50	50.50	60.00
Maximum		34.00	32.50	29.00	29.00	53.50	61.00

Sedangkan hasil pengukuran pada pemasangan material genteng tanah liat di hari ke-tiga, diperoleh rata-rata suhu udara di luar ruangan 33,1667 ºC, suhu di dalam ruangan 28,3333 ºC, suhu udara di atas permukaan material atap 32 ºC, suhu udara di bawah permukaan material atap 28,3333 ºC, kelembaban udara di luar ruangan 52,3333 %, dan kelembaban di dalam ruangan 60,5 %. Cuaca pada hari ke-tiga cerah.

4.2.2 Material Genteng Tanah Liat Tanpa Warna dengan Plafon

Pengukuran pada material genteng tanah liat tanpa warna dengan plafon dilakukan langsung di lapangan dengan mengulang sebanyak tiga kali dan tiga waktu dalam satu harinya.



Gambar 4.2 Model bangunan material genteng tanah liat tanpa warna dengan plafon

Tabel 4.4 Analisis Deskriptif Pengukuran Hari I

Material Genteng Tanah Liat Tanpa Warna dengan Plafon

		suhu udara di luar ruangan	suhu udara di atas permukaan material penutup atap	suhu udara di bawah permukaan material penutup atap	suhu udara di atas plafon	suhu udara di dalam ruangan	kelembaban udara di luar ruangan	kelembaban udara di dalam ruangan
N	Valid	3	3	3	3	3	3	3
	Missing	0	0	0	0	0	0	0
Mean		34.3333	33.3333	31.0000	30.0000	28.0000	54.5000	61.5000
Std. Deviation		1.75594	1.52753	.00000	.86603	1.32288	3.04138	2.78388
Range		3.50	3.00	.00	1.50	2.50	5.50	5.50
Minimum		32.50	32.00	31.00	29.00	26.50	52.50	58.50
Maximum		36.00	35.00	31.00	30.50	29.00	58.00	64.00

Pengukuran hari pertama dengan menggunakan plafon pada material ini diperoleh besaran rata-rata suhu udara di luar ruangan 34,3333 ºC, suhu udara di dalam ruangan 28 ºC, suhu udara di atas permukaan material atap 33,3333 ºC, suhu udara di bawah permukaan material atap 31 ºC, suhu udara di atas plafon 30ºC, kelembaban udara di luar ruangan 54,5 %, kelembaban udara di dalam ruangan 61,5 %. Cuaca berawan terjadi pada pukul 14.00.

Tabel 4.5 Analisis Deskriptif Pengukuran Hari II

Material Genteng Tanah Liat Tanpa Warna dengan Plafon

		suhu udara di luar ruangan	suhu udara di atas permukaan material penutup atap	suhu udara di bawah permukaan material penutup atap	suhu udara di atas plafon	suhu udara di dalam ruangan	kelembaban udara di luar ruangan	kelembaban udara di dalam ruangan
N	Valid	3	3	3	3	3	3	3
	Missing	0	0	0	0	0	0	0
Mean		33.8333	31.8333	30.3333	29.8333	28.0000	54.6667	61.3333
Std. Deviation		1.60728	1.25831	1.25831	1.25831	1.00000	1.25831	2.02073
Range		3.00	2.50	2.50	2.50	2.00	2.50	4.00
Minimum		32.00	30.50	29.00	28.50	27.00	53.50	59.50
Maximum		35.00	33.00	31.50	31.00	29.00	56.00	63.50

Hasil pengukuran dengan penggunaan plafon pada hari ke-dua diperoleh besaran rata-rata suhu udara di luar ruangan 33,8333 ºC, suhu udara di dalam ruangan 28 ºC, suhu udara di atas permukaan material atap 31,8333 ºC, suhu udara di bawah permukaan material atap 30,3333 ºC, suhu udara di atas plafon 29,8333 ºC kelembaban udara di luar ruangan 54,6667 %, dan kelembaban udara di dalam ruangan 61,3333 %. Cuaca pada hari ke-dua cerah.

Tabel 4.6 Analisis Deskriptif Pengukuran Hari III

Material Genteng Tanah Liat Tanpa Warna dengan Plafon

		suhu udara di luar ruangan	suhu udara di atas permukaan material penutup atap	suhu udara di bawah permukaan material penutup atap	suhu udara di atas plafon	suhu udara di dalam ruangan	kelembaban udara di luar ruangan	kelembaban udara di dalam ruangan
N	Valid	3	3	3	3	3	3	3
	Missing	0	0	0	0	0	0	0
Mean		32.6667	31.5000	29.5000	28.8333	27.3333	56.5000	63.8333
Std. Deviation		1.15470	.50000	1.50000	1.75594	1.15470	2.50000	2.08167
Range		2.00	1.00	3.00	3.50	2.00	5.00	4.00
Minimum		32.00	31.00	28.00	27.00	26.00	54.00	61.50
Maximum		34.00	32.00	31.00	30.50	28.00	59.00	65.50

Dari hasil pengukuran yang telah dilakukan pada hari ke-tiga, diperoleh rata-rata suhu udara di luar ruangan 32,6667 ºC, suhu di dalam ruangan 27,3333 ºC, suhu udara di atas permukaan material atap 31,5 ºC, suhu udara di bawah permukaan material atap 29,5 ºC, suhu udara di atas plafon 28,8333 ºC, kelembaban udara di luar ruangan 56,5 %, dan kelembaban di dalam ruangan 63,8333 %. Pada pukul 14.00 mengalami cuaca berawan.

4.2.3 Material Genteng Beton Tanpa Warna Tanpa Plafon

Pengukuran pada material genteng beton tanpa warna tanpa plafon dilakukan langsung di lapangan dengan mengulang sebanyak tiga kali dan tiga waktu dalam satu harinya.



Gambar 4.3 Model bangunan material bahan metal tanpa warna tanpa plafon

Tabel 4.7 Analisis Deskriptif Pengukuran Hari I

Material Genteng Beton Tanpa Warna Tanpa Plafon

		suhu udara di luar ruangan	suhu udara di atas permukaan material penutup atap	suhu udara di bawah material penutup atap	suhu udara di dalam ruangan	kelembaban udara di luar ruangan	kelembaban udara di dalam ruangan
N	Valid	3	3	3	3	3	3
	Missing	0	0	0	0	0	0
Mean		34.3333	37.1667	32.6667	29.5000	54.5000	61.0000
Std. Deviation		1.75594	3.01386	.76376	1.32288	3.04138	3.00000
Range		3.50	6.00	1.50	2.50	5.50	6.00
Minimum		32.50	34.00	32.00	28.50	52.50	58.00
Maximum		36.00	40.00	33.50	31.00	58.00	64.00

Dari hasil pengukuran yang telah dilakukan pada hari pertama, diperoleh rata-rata suhu udara di luar ruangan 34,3333 ºC, suhu di dalam ruangan 29,5 ºC, suhu udara di atas permukaan material atap 37,1667 ºC, suhu udara di bawah permukaan material atap 32,6667 ºC, kelembaban udara di luar ruangan 54,5 %, dan kelembaban di dalam ruangan 61 %. Cuaca berawan terjadi pada pukul 14.00.

Tabel 4.8 Analisis Deskriptif Pengukuran Hari II

Material Genteng Beton Tanpa Warna Tanpa Plafon

		suhu udara di luar ruangan	suhu udara di atas permukaan material penutup atap	suhu udara di bawah material penutup atap	suhu udara di dalam ruangan	kelembaban udara di luar ruangan	kelembaban udara di dalam ruangan
N	Valid	3	3	3	3	3	3
	Missing	0	0	0	0	0	0
Mean		33.8333	37.3333	31.8333	29.3333	54.6667	60.3333
Std. Deviation		1.60728	3.05505	2.02073	1.52753	1.25831	.57735
Range		3.00	6.00	3.50	3.00	2.50	1.00
Minimum		32.00	34.00	29.50	28.00	53.50	60.00
Maximum		35.00	40.00	33.00	31.00	56.00	61.00

Dari hasil pengukuran yang telah dilakukan pada hari ke-dua, diperoleh rata-rata suhu udara di luar ruangan 33,8333 ºC, suhu di dalam ruangan 29,3333 ºC, suhu udara di atas permukaan material atap 37,3333 ºC, suhu udara di bawah permukaan material atap 31,8333 ºC, kelembaban udara di luar ruangan 54,6667 %, dan kelembaban di dalam ruangan 60,3333 %. Cuca pada hari ke-dua cerah.

Tabel 4.9 Analisis Deskriptif Pengukuran Hari III
Material Genteng Beton Tanpa Warna Tanpa Plafon

		suhu udara di luar ruangan	suhu udara di atas permukaan material penutup atap	suhu udara di bawah material penutup atap	suhu udara di dalam ruangan	kelembaban udara di luar ruangan	kelembaban udara di dalam ruangan
N	Valid	3	3	3	3	3	3
	Missing	0	0	0	0	0	0
Mean		32.6667	34.8333	31.0000	29.6667	56.5000	63.3333
Std. Deviation		1.15470	1.04083	1.00000	1.15470	2.50000	2.88675
Range		2.00	2.00	2.00	2.00	5.00	5.00
Minimum		32.00	34.00	30.00	29.00	54.00	60.00
Maximum		34.00	36.00	32.00	31.00	59.00	65.00

Hasil pengukuran pada hari ke-tiga diperoleh besaran rata-rata suhu udara di luar ruangan 32,6667 ºC, suhu udara di dalam ruangan 29,6667 ºC, suhu udara di atas permukaan material atap 34,8333 ºC, suhu udara di bawah permukaan material atap 31 ºC, kelembaban udara di luar ruangan 56,5 %, dan kelembaban udara di dalam ruangan 63,3333 %. Pada pukul 14.00 mengalami cuaca berawan.

4.2.4 Material Genteng Beton Tanpa Warna dengan Plafon

Pengukuran pada material genteng beton tanpa warna dengan plafon dilakukan langsung di lapangan dengan mengulang sebanyak tiga kali dan tiga waktu dalam satu harinya.



Gambar 4.4 Model bangunan material bahan metal tanpa warna dengan plafon

Tabel 4.10 Analisis Deskriptif Pengukuran Hari I

Material Genteng Beton Tanpa Warna dengan Plafon

		suhu udara di luar ruangan	suhu udara di atas permukaan material atap	suhu udara di bawah material penutup atap	suhu udara di atas plafon	suhu udara di dalam ruangan	Kelembaban udara di luar ruangan	kelembaban udara di dalam ruangan
N	Valid	3	3	3	3	3	3	3
	Missing	0	0	0	0	0	0	0
Mean		32.1667	33.6667	31.0000	30.1667	27.6667	56.1667	61.8333
Range		1.50	3.00	1.00	1.50	1.00	6.00	2.00
Minimum		31.50	32.50	30.50	29.50	27.00	52.50	61.00
Maximum		33.00	35.50	31.50	31.00	28.00	58.50	63.00

Penggunaan plafon pada hari pertama diperoleh besaran rata-rata suhu udara di luar ruangan 32 ,1667 ºC, suhu udara di dalam ruangan 27,6667 ºC, suhu udara di atas permukaan material atap 33,6667 ºC, suhu udara di bawah permukaan material atap 31 ºC, suhu udara di atas plafon 30,1667 ºC, kelembaban udara di luar ruangan 56,1667 %, kelembaban udara di dalam ruangan 61,8333 %. Cuaca berawan terjadi pada pukul 12.00 dan pukul 14.00 di hari pertama.

Tabel 4.11 Analisis Deskriptif Pengukuran Hari II

Material Genteng Beton Tanpa Warna dengan Plafon

		suhu udara di luar ruangan	suhu udara di atas permukaan material atap	suhu udara di bawah material penutup atap	suhu udara di atas plafon	suhu udara di dalam ruangan	Kelembaban udara di luar ruangan	kelembaban udara di dalam ruangan
N	Valid	3	3	3	3	3	3	3
	Missing	0	0	0	0	0	0	0
Mean		33.0000	34.0000	31.1667	30.0000	28.0000	55.3333	62.1667
Range		.00	2.00	2.50	2.00	1.00	1.50	3.00
Minimum		33.00	33.00	30.00	29.00	27.50	54.50	60.50
Maximum		33.00	35.00	32.50	31.00	28.50	56.00	63.50

Pengukuran pada hari ke-dua diperoleh besaran rata-rata suhu udara di luar ruangan 33 ºC, suhu udara di dalam ruangan 28 ºC, suhu udara di atas permukaan material atap 34 ºC, suhu udara di bawah permukaan material atap 31,1667 ºC, suhu udara di atas plafon 30 ºC kelembaban udara di luar ruangan 55,3333 %, dan kelembaban udara di dalam ruangan 62,1667 %. Cuaca pada hari ke-dua cerah.

Tabel 4.12 Analisis Deskriptif Pengukuran Hari III
Material Genteng Beton Tanpa Warna dengan Plafon

		suhu udara di luar ruangan	suhu udara di atas permukaan material atap	suhu udara di bawah material penutup atap	suhu udara di atas plafon	suhu udara di dalam ruangan	Kelembaban udara di luar ruangan	kelembaban udara di dalam ruangan
N	Valid	3	3	3	3	3	3	3
	Missing	0	0	0	0	0	0	0
Mean		32.0000	34.6667	31.3333	30.1667	28.6667	53.8333	59.0000
Range		2.50	3.00	1.00	1.50	1.50	7.00	2.00
Minimum		30.50	33.50	31.00	29.50	28.00	50.50	58.00
Maximum		33.00	36.50	32.00	31.00	29.50	57.50	60.00

Hasil pengukuran dengan penggunaan plafon pada hari ke-tiga diperoleh besaran rata-rata suhu udara di luar ruangan 32 ºC, suhu udara di dalam ruangan 28,6667 ºC, suhu udara di atas permukaan material atap 34,6667 ºC, suhu udara di bawah permukaan material atap 31,3333 ºC, suhu udara di atas plafon 30,1667 ºC kelembaban udara di luar ruangan 53,8333 %, dan kelembaban udara di dalam ruangan 59 %. Cuaca berawan dialami pada pukul 14.00 di hari ke-tiga.

4.2.5 Material Bahan Metal Tanpa Warna Tanpa Plafon

Pengukuran pada material bahan metal tanpa warna tanpa plafon dilakukan langsung di lapangan dengan mengulang sebanyak tiga kali dan tiga waktu dalam satu harinya.



Gambar 4.5 Model bangunan material bahan metal tanpa warna tanpa plafon

Tabel 4.13 Analisis Deskriptif Pengukuran Hari I
Material Bahan Metal Tanpa Warna Tanpa Plafon

		suhu udara di luar ruangan	suhu udara di atas permukaan material penutup atap	suhu udara di bawah material penutup atap	suhu udara di dalam ruangan	kelembaban di luar ruangan	kelembaban di dalam ruangan
N	Valid	3	3	3	3	3	3
	Missing	0	0	0	0	0	0
Mean		32.1667	31.6667	31.5000	28.1667	56.1667	61.6667
Std. Deviation		.76376	.57735	.86603	.57735	3.21455	1.52753
Range		1.50	1.00	1.50	1.00	6.00	3.00
Minimum		31.50	31.00	30.50	27.50	52.50	60.00
Maximum		33.00	32.00	32.00	28.50	58.50	63.00

Dari hasil pengukuran yang telah dilakukan pada material bahan metal tanpa plafon, diperoleh rata-rata suhu udara di luar ruangan 32,1667 ºC, suhu di dalam ruangan 28,1667 ºC, suhu udara di atas permukaan material atap 31,1667 ºC, suhu udara di bawah permukaan material atap 31,5 ºC, kelembaban udara di luar ruangan 56,1667 %, dan kelembaban di dalam ruangan 61,6667 %. Cuaca berawan terjadi pada pukul 12.00 dan pukul 14.00 di hari pertama.

Tabel 4.14 Analisis Deskriptif Pengukuran Hari II
Material Bahan Metal Tanpa Warna Tanpa Plafon

		suhu udara di luar ruangan	suhu udara di atas permukaan material penutup atap	suhu udara di bawah material penutup atap	suhu udara di dalam ruangan	kelembaban di luar ruangan	kelembaban di dalam ruangan
N	Valid	3	3	3	3	3	3
	Missing	0	0	0	0	0	0
Mean		33.0000	32.0000	31.0000	28.6667	55.3333	61.0000
Std. Deviation		.00000	1.00000	1.73205	.28868	.76376	1.32288
Range		.00	2.00	3.00	.50	1.50	2.50
Minimum		33.00	31.00	29.00	28.50	54.50	59.50
Maximum		33.00	33.00	32.00	29.00	56.00	62.00

Besaran rata-rata suhu udara luar ruangan yang diperoleh dari pengukuran di hari ke-dua sebesar 33 ºC, rata-rata suhu udara di dalam ruangan 28,1667 ºC, suhu udara di atas permukaan material atap 32 ºC, suhu udara di bawah material penutup atap 31 ºC, kelembaban udara di luar ruangan 55,3333 %, kelembaban udara di dalam ruangan 61 %. Cuaca pada hari ke-dua cerah.

Tabel 4.15 Analisis Deskriptif Pengukuran Hari III
Material Bahan Metal Tanpa Warna Tanpa Plafon

		suhu udara di luar ruangan	suhu udara di atas permukaan material penutup atap	suhu udara di bawah material penutup atap	suhu udara di dalam ruangan	kelembaban di luar ruangan	kelembaban di dalam ruangan
N	Valid	3	3	3	3	3	3
	Missing	0	0	0	0	0	0
Mean		32.0000	31.8333	31.1667	28.6667	53.8333	59.6667
Std. Deviation		1.32288	1.60728	1.44338	.57735	3.51188	1.04083
Range		2.50	3.00	2.50	1.00	7.00	2.00
Minimum		30.50	30.00	29.50	28.00	50.50	58.50
Maximum		33.00	33.00	32.00	29.00	57.50	60.50

Dari hasil pengukuran yang telah dilakukan, di hari ke-tiga, rata-rata suhu udara di luar ruangan 32 ºC, suhu di dalam ruangan 28,6667 ºC, suhu udara di atas permukaan material atap 31,8333 ºC, suhu udara di bawah permukaan material atap 31,1667 ºC, kelembaban udara di luar ruangan 53,8333 %, dan kelembaban di dalam ruangan 59,6667 %. Cuaca berawan dialami pada pukul14.00 di hari ke-tiga.

4.2.6 Material Bahan Metal Tanpa Warna dengan Plafon

Pengukuran pada material bahan metal tanpa warna dengan plafon dilakukan langsung di lapangan dengan mengulang sebanyak tiga kali dan tiga waktu dalam satu harinya.



Gambar 4.6 Model bangunan material bahan metal tanpa warna dengan plafon

Tabel 4.16 Analisis Deskriptif Pengukuran Hari I
Material Bahan Metal Tanpa Warna dengan Plafon

		suhu udara di luar ruangan	suhu udara di atas permukaan material penutup atap	suhu udara di bawah material penutup atap	suhu udara di atas plafon	suhu udara di dalam ruangan	kelembaban udara di luar ruangan	kelembaban udara di dalam ruangan
N	Valid	3	3	3	3	3	3	3
	Missing	0	0	0	0	0	0	0
Mean		32.3333	33.0000	31.8333	31.3333	28.3333	57.3333	64.6667
Std. Deviation		2.08167	2.17945	1.75594	1.15470	.28868	2.51661	2.08167
Range		4.00	4.00	3.50	2.00	.50	5.00	4.00
Minimum		30.00	30.50	30.00	30.00	28.00	55.00	63.00
Maximum		34.00	34.50	33.50	32.00	28.50	60.00	67.00

Hasil pengukuran dengan penggunaan plafon pada hari pertama diperoleh besaran rata-rata suhu udara di luar ruangan 32,3333 ºC, suhu udara di dalam ruangan 28,3333 ºC, suhu udara di atas permukaan material atap 33 ºC, suhu udara di bawah permukaan material atap 31,8333 ºC, suhu udara di atas plafon 31,3333 ºC kelembaban udara di luar ruangan 57,3333 %, dan kelembaban udara di dalam ruangan 64,6667 %. Cuaca berawan terjadi pada pukul12.00 dan pukul 14.00 di hari pertama.

Tabel 4.17 Analisis Deskriptif Pengukuran Hari II
Material Bahan Metal Tanpa Warna dengan Plafon

		suhu udara di luar ruangan	suhu udara di atas permukaan material penutup atap	suhu udara di bawah material penutup atap	suhu udara di atas plafon	suhu udara di dalam ruangan	kelembaban udara di luar ruangan	kelembaban udara di dalam ruangan
N	Valid	3	3	3	3	3	3	3
	Missing	0	0	0	0	0	0	0
Mean		34.8333	35.0000	32.0000	30.6667	28.6667	52.3333	59.1667
Std. Deviation		1.25831	1.00000	1.73205	1.75594	1.52753	.76376	1.04083
Range		2.50	2.00	3.00	3.50	3.00	1.50	2.00
Minimum		33.50	34.00	30.00	29.00	27.00	51.50	58.00
Maximum		36.00	36.00	33.00	32.50	30.00	53.00	60.00

Besaran rata-rata suhu udara luar ruangan yang diperoleh dari pengukuran di hari ke-dua sebesar 34,8333 ºC, rata-rata suhu udara di dalam ruangan 28,6667 ºC, suhu udara di atas permukaan material atap 35 ºC, suhu udara di bawah material penutup atap 32 ºC, suhu udara di atas plafon 30,6667 ºC, kelembaban udara di luar ruangan 52,3333 %, kelembaban udara di dalam ruangan 59,1667 %. Pada hari ke-dua cuaca sangat cerah.

Tabel 4.18 Analisis Deskriptif Pengukuran Hari III
Material Bahan Metal Tanpa Warna dengan Plafon

		suhu udara di luar ruangan	suhu udara di atas permukaan material penutup atap	suhu udara di bawah material penutup atap	suhu udara di atas plafon	suhu udara di dalam ruangan	kelembaban udara di luar ruangan	kelembaban udara di dalam ruangan
N	Valid	3	3	3	3	3	3	3
	Missing	0	0	0	0	0	0	0
Mean		33.1667	32.5000	31.0000	30.5000	28.0000	52.3333	59.3333
Std. Deviation		.76376	.50000	.00000	.50000	1.00000	1.60728	.57735
Range		1.50	1.00	.00	1.00	2.00	3.00	1.00
Minimum		32.50	32.00	31.00	30.00	27.00	50.50	59.00
Maximum		34.00	33.00	31.00	31.00	29.00	53.50	60.00

Hasil pengukuran dengan penggunaan plafon pada hari ke-tiga diperoleh besaran rata-rata suhu udara di luar ruangan 33,1667 ºC, suhu udara di dalam ruangan 28 ºC, suhu udara di atas permukaan material atap 32,5 ºC, suhu udara di bawah permukaan material atap 31 ºC, suhu udara di atas plafon 30,5 ºC, kelembaban udara di luar ruangan 52,3333 %, dan kelembaban udara di dalam ruangan 59,3333 %. Pada pukul 14.00 mengalami cuaca berawan.

4.2.7 Material Genteng Tanah Liat Warna Coklat Tanpa Plafon

Pengukuran pada material genteng tanah liat warna coklat tanpa plafon dilakukan langsung di lapangan dengan mengulang sebanyak tiga kali dan tiga waktu dalam satu harinya.



Gambar 4.7 Model bangunan material genteng tanah liat warna coklat tanpa plafon

Tabel 4.19 Analisis Deskriptif Pengukuran Hari I
Material Genteng Tanah Liat Warna Coklat Tanpa Plafon

		suhu udara di luar ruangan	suhu udara di atas permukaan material penutup atap	suhu udara di bawah permukaan material penutup atap	suhu udara di dalam ruangan	kelembaban udara di luar ruangan	kelembaban udara di dalam ruangan
N	Valid	3	3	3	3	3	3
	Missing	0	0	0	0	0	0
Mean		33,8333	33,5000	32,5000	29,3333	47,6667	55,8333
Std. Deviation		1,25831	1,00000	1,00000	,76376	1,52753	4,07226
Range		2,50	2,00	2,00	1,50	3,00	7,50
Minimum		32,50	32,50	31,50	28,50	46,00	53,00
Maximum		35,00	34,50	33,50	30,00	49,00	60,50

Besaran rata-rata suhu udara luar ruangan yang diperoleh dari pengukuran di hari pertama pada pemasangan material ini sebesar 33,8333 ºC, rata-rata suhu udara di dalam ruangan 29,3333 ºC, suhu udara di atas permukaan material atap 33,5 ºC, suhu udara di bawah material penutup atap 32,5 ºC, kelembaban udara di luar ruangan 47,6667 %, kelembaban udara di dalam ruangan 55,8333 %. Cuaca hari pertama berawan pada pukul 14.00.

Tabel 4.20 Analisis Deskriptif Pengukuran Hari II
Material Genteng Tanah Liat Warna Coklat Tanpa Plafon

		suhu udara di luar ruangan	suhu udara di atas permukaan material penutup atap	suhu udara di bawah permukaan material penutup atap	suhu udara di dalam ruangan	kelembaban udara di luar ruangan	kelembaban udara di dalam ruangan
N	Valid	3	3	3	3	3	3
	Missing	0	0	0	0	0	0
Mean		34,0000	33,3333	32,1667	29,3333	42,8333	55,8333
Std. Deviation		1,73205	1,60728	1,04083	,76376	1,89297	4,01040
Range		3,00	3,00	2,00	1,50	3,50	8,00
Minimum		32,00	31,50	31,00	28,50	41,50	52,00
Maximum		35,00	34,50	33,00	30,00	45,00	60,00

Dari hasil pengukuran hari ke-dua, diperoleh rata-rata suhu udara di luar ruangan 34 ºC, suhu di dalam ruangan 29,3333 ºC, suhu udara di atas permukaan material atap 33,3333 ºC, suhu udara di bawah permukaan material atap 32,1667 ºC, kelembaban udara di luar ruangan 42,8333 %, dan kelembaban di dalam ruangan 55,8333 %. Pada pukul 12.00 mengalami cuaca berawan.

Tabel 4.21 Analisis Deskriptif Pengukuran Hari III
Material Genteng Tanah Liat Warna Coklat Tanpa Plafon

		suhu udara di luar ruangan	suhu udara di atas permukaan material penutup atap	suhu udara di bawah permukaan material penutup atap	suhu udara di dalam ruangan	kelembaban udara di luar ruangan	kelembaban udara di dalam ruangan
N	Valid	3	3	3	3	3	3
	Missing	0	0	0	0	0	0
Mean		35,1667	35,3333	34,1667	30,8333	43,3333	53,6667
Std. Deviation		1,04083	2,08167	1,52753	,76376	2,84312	1,75594
Range		2,00	4,00	3,00	1,50	5,50	3,50
Minimum		34,00	33,00	32,50	30,00	41,00	52,00
Maximum		36,00	37,00	35,50	31,50	46,50	55,50

Pengukuran pada hari ke-tiga diperoleh besaran rata-rata suhu udara di luar ruangan 35,1667 ºC, suhu udara di dalam ruangan 30,8333 ºC, suhu udara di atas permukaan material atap 35,3333 ºC, suhu udara di bawah permukaan material atap 34,1667 ºC, kelembaban udara di luar ruangan 43,3333 %, dan kelembaban udara di dalam ruangan 53,6667 %. Pada pukul 14.00 mengalami cuaca berawan.

4.2.8 Material Genteng Tanah Liat Warna Coklat dengan Plafon

Pengukuran pada material genteng tanah liat warna coklat dengan plafon dilakukan langsung di lapangan dengan mengulang sebanyak tiga kali dan tiga waktu dalam satu harinya.



Gambar 4.8 Model bangunan material genteng tanah liat warna coklat dengan plafon

Tabel 4.22 Analisis Deskriptif Pengukuran Hari I
Material Genteng Tanah Liat Warna Coklat dengan Plafon

		suhu udara di luar ruangan	suhu udara di atas permukaan material penutup atap	suhu udara di bawah material penutup atap	suhu udara di atas plafon	suhu udara di dalam ruangan	kelembaban udara di luar ruangan	kelembaban udara di dalam ruangan
N	Valid	3	3	3	3	3	3	3
	Missing	0	0	0	0	0	0	0
Mean		33,1667	33,0000	31,8333	31,0000	28,3333	47,6667	56,5000
Std. Deviation		1,04083	,86603	,28868	,50000	,28868	2,51661	2,50000
Range		2,00	1,50	,50	1,00	,50	5,00	5,00
Minimum		32,00	32,00	31,50	30,50	28,00	45,00	54,00
Maximum		34,00	33,50	32,00	31,50	28,50	50,00	59,00

Hasil pengukuran dengan penggunaan plafon pada hari pertama diperoleh besaran rata-rata suhu udara di luar ruangan 33,1667 ºC, suhu udara di dalam ruangan 28,3333 ºC, suhu udara di atas permukaan material atap 33 ºC, suhu udara di bawah permukaan material atap 31,8333 ºC, suhu udara di atas plafon 31 ºC, kelembaban udara di luar ruangan 47,6667 %, dan kelembaban udara di dalam ruangan 56,5 %. Cuaca berawan terjadi pada pukul 14.00 di hari pertama.

Tabel 4.23 Analisis Deskriptif Pengukuran Hari II
Material Genteng Tanah Liat Warna Coklat dengan Plafon

		suhu udara di luar ruangan	suhu udara di atas permukaan material penutup atap	suhu udara di bawah material penutup atap	suhu udara di atas plafon	suhu udara di dalam ruangan	kelembaban udara di luar ruangan	kelembaban udara di dalam ruangan
N	Valid	3	3	3	3	3	3	3
	Missing	0	0	0	0	0	0	0
Mean		32,6667	32,8333	31,1667	29,6667	28,1667	52,3333	62,3333
Std. Deviation		,57735	,28868	,28868	,57735	,28868	1,04083	2,08167
Range		1,00	,50	,50	1,00	,50	2,00	4,00
Minimum		32,00	32,50	31,00	29,00	28,00	51,50	60,00
Maximum		33,00	33,00	31,50	30,00	28,50	53,50	64,00

Dari hasil pengukuran yang telah dilakukan di hari ke-dua, rata-rata suhu udara di luar ruangan 32,6667 ºC, suhu di dalam ruangan 28,1667 ºC, suhu udara di atas permukaan material atap 32,8333 ºC, suhu udara di bawah permukaan material atap 31,1667 ºC, suhu udara di atas plafon 29,6667 ºC, kelembaban udara di luar ruangan 52,3333 %, dan kelembaban di dalam ruangan 62,3333 %. Cuaca pada hari ke-dua berawan pada pukul 14.00.

Tabel 4.24 Analisis Deskriptif Pengukuran Hari III
Material Genteng Tanah Liat Warna Coklat dengan Plafon

		suhu udara di luar ruangan	suhu udara di atas permukaan material penutup atap	suhu udara di bawah material penutup atap	suhu udara di atas plafon	suhu udara di dalam ruangan	kelembaban udara di luar ruangan	kelembaban udara di dalam ruangan
N	Valid	3	3	3	3	3	3	3
	Missing	0	0	0	0	0	0	0
Mean		33,6667	33,3333	32,3333	31,0000	28,0000	53,0000	62,8333
Std. Deviation		1,52753	1,60728	1,15470	1,73205	,50000	1,50000	2,25462
Range		3,00	3,00	2,00	3,00	1,00	3,00	4,50
Minimum		32,00	31,50	31,00	29,00	27,50	51,50	60,50
Maximum		35,00	34,50	33,00	32,00	28,50	54,50	65,00

Pengukuran pada hari ke-tiga diperoleh besaran rata-rata suhu udara di luar ruangan 33,6667 ºC, suhu udara di dalam ruangan 28 ºC, suhu udara di atas permukaan material atap 33,3333 ºC, suhu udara di bawah permukaan material atap 32,3333 ºC, suhu udara di atas plafon 31 ºC, kelembaban udara di luar ruangan 53 %, dan kelembaban udara di dalam ruangan 62,8333 %. Pada hari ke-tiga mengalami cuaca cerah.

4.2.9 Material Genteng Beton Warna Coklat Tanpa Plafon

Pengukuran pada material genteng beton warna coklat tanpa plafon dilakukan langsung di lapangan dengan mengulang sebanyak tiga kali dan tiga waktu dalam satu harinya.



Gambar 4.9 Model bangunan material genteng beton warna coklat tanpa plafon

Tabel 4.25 Analisis Deskriptif Pengukuran Hari I
Material Genteng Beton Warna Coklat Tanpa Plafon

		suhu udara di luar ruangan	suhu udara di atas permukaan material penutup atap	suhu udara di bawah permukaan material penutup atap	suhu udara di dalam ruangan	kelembaban udara di luar ruangan	kelembaban udara di dalam ruangan
N	Valid	3	3	3	3	3	3
	Missing	0	0	0	0	0	0
Mean		33,1667	35,6667	32,6667	29,1667	47,6667	56,1667
Std. Deviation		1,04083	2,30940	1,04083	,28868	2,51661	3,40343
Range		2,00	4,00	2,00	,50	5,00	6,50
Minimum		32,00	33,00	31,50	29,00	45,00	53,50
Maximum		34,00	37,00	33,50	29,50	50,00	60,00

Hasil pengukuran pada pemasangan material genteng beton warna coklat tanpa menggunakan plafon, diperoleh rata-rata suhu udara di luar ruangan 33,1667 ºC, suhu di dalam ruangan 29,1667 ºC, suhu udara di atas permukaan material atap 35,6667 ºC, suhu udara di bawah permukaan material atap 32,6667 ºC, kelembaban udara di luar ruangan 47,6667 %, dan kelembaban di dalam ruangan 56,1667 %. Pada pukul 14.00 mengalami cuaca berawan.

Tabel 4.26 Analisis Deskriptif Pengukuran Hari II
Material Genteng Beton Warna Coklat Tanpa Plafon

		suhu udara di luar ruangan	suhu udara di atas permukaan material penutup atap	suhu udara di bawah permukaan material penutup atap	suhu udara di dalam ruangan	kelembaban udara di luar ruangan	kelembaban udara di dalam ruangan
N	Valid	3	3	3	3	3	3
	Missing	0	0	0	0	0	0
Mean		32,6667	34,5000	32,0000	29,0000	52,3333	63,0000
Std. Deviation		,57735	,86603	1,00000	,50000	1,04083	5,00000
Range		1,00	1,50	2,00	1,00	2,00	10,00
Minimum		32,00	34,00	31,00	28,50	51,50	58,00
Maximum		33,00	35,50	33,00	29,50	53,50	68,00

Sedangkan hasil pengukuran di hari ke-dua, diperoleh rata-rata suhu udara di luar ruangan 33,1667 ºC, suhu di dalam ruangan 29 ºC, suhu udara di atas permukaan material atap 32 ºC, suhu udara di bawah permukaan material atap 28,3333 ºC, kelembaban udara di luar ruangan 52,3333 %, dan kelembaban di dalam ruangan 60,5 %. Cuaca pada hari ke-dua berawan pada pukul 14.00.

Tabel 4.27 Analisis Deskriptif Pengukuran Hari III
Material Genteng Beton Warna Coklat Tanpa Plafon

		suhu udara di luar ruangan	suhu udara di atas permukaan material penutup atap	suhu udara di bawah permukaan material penutup atap	suhu udara di dalam ruangan	kelembaban udara di luar ruangan	kelembaban udara di dalam ruangan
N	Valid	3	3	3	3	3	3
	Missing	0	0	0	0	0	0
Mean		33,6667	34,3333	32,6667	29,5000	53,0000	62,8333
Std. Deviation		1,52753	2,30940	1,25831	1,00000	1,50000	3,32916
Range		3,00	4,00	2,50	2,00	3,00	6,00
Minimum		32,00	33,00	31,50	28,50	51,50	59,00
Maximum		35,00	37,00	34,00	30,50	54,50	65,00

Dari hasil pengukuran yang telah dilakukan di hari ke-tiga, rata-rata suhu udara di luar ruangan 33,6667 ºC, suhu di dalam ruangan 29,5 ºC, suhu udara di atas permukaan material atap 34,3333 ºC, suhu udara di bawah permukaan material atap 32,6667 ºC, kelembaban udara di luar ruangan 53 %, dan kelembaban di dalam ruangan 62,3333 %. Pada hari ke-tiga mengalami cuaca cerah.

4.2.10 Material Genteng Beton Warna Coklat dengan Plafon

Pengukuran pada material genteng beton warna coklat dengan plafon dilakukan langsung di lapangan dengan mengulang sebanyak tiga kali dan tiga waktu dalam satu harinya.



Gambar 4.10 Model bangunan material genteng beton warna coklat dengan plafon

Tabel 4.28 Analisis Deskriptif Pengukuran Hari I
Material Genteng Beton Warna Coklat dengan Plafon

		suhu udara di luar ruangan	suhu udara di atas permukaan material penutup atap	suhu udara di bawah permukaan material penutup atap	suhu udara di atas plafon	suhu udara di dalam ruangan	kelembaban udara di luar ruangan	kelembaban udara di dalam ruangan
N	Valid	3	3	3	3	3	3	3
	Missing	0	0	0	0	0	0	0
Mean		36,5000	40,5000	36,0000	33,0000	31,5000	44,0000	58,8333
Std. Deviation		,50000	,50000	,50000	,50000	,50000	5,07445	2,75379
Range		1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	10,00	5,50
Minimum		36,00	40,00	35,50	32,50	31,00	38,50	56,00
Maximum		37,00	41,00	36,50	33,50	32,00	48,50	61,50

Hasil pengukuran pada pemasangan material genteng beton warna coklat dengan menggunakan plafon, diperoleh rata-rata suhu udara di luar ruangan 36,5 ºC, suhu di dalam ruangan 31,5 ºC, suhu udara di atas permukaan material atap 40,5 ºC, suhu udara di bawah permukaan material atap 36 ºC, suhu udara di atas plafon 33 ºC, kelembaban udara di luar ruangan 44 %, dan kelembaban di dalam ruangan 58,8333 %. Pada hari pertama mengalami cuaca yang sangat cerah.

Tabel 4.29 Analisis Deskriptif Pengukuran Hari II
Material Genteng Beton Warna Coklat dengan Plafon

		suhu udara di luar ruangan	suhu udara di atas permukaan material penutup atap	suhu udara di bawah permukaan material penutup atap	suhu udara di atas plafon	suhu udara di dalam ruangan	kelembaban udara di luar ruangan	kelembaban udara di dalam ruangan
N	Valid	3	3	3	3	3	3	3
	Missing	0	0	0	0	0	0	0
Mean		35,6667	39,3333	34,8333	32,1667	31,0000	46,3333	58,3333
Std. Deviation		,57735	1,52753	,76376	,76376	,50000	3,01386	3,32916
Range		1,00	3,00	1,50	1,50	1,00	6,00	6,50
Minimum		35,00	38,00	34,00	31,50	30,50	43,50	55,50
Maximum		36,00	41,00	35,50	33,00	31,50	49,50	62,00

Dari hasil pengukuran yang telah dilakukan di hari ke-dua, rata-rata suhu udara di luar ruangan 35,6667 ºC, suhu di dalam ruangan 31 ºC, suhu udara di atas permukaan material atap 39,3333 ºC, suhu udara di bawah permukaan material atap 34,8333 ºC, suhu udara di atas plafon 32,1667 ºC, kelembaban udara di luar ruangan 46,3333 %, dan kelembaban di dalam ruangan 58,3333 %. Pada hari ke-dua mengalami cuaca yang cerah.

Tabel 4.30 Analisis Deskriptif Pengukuran Hari III
Material Genteng Beton Warna Coklat dengan Plafon

		suhu udara di luar ruangan	suhu udara di atas permukaan material penutup atap	suhu udara di bawah permukaan material penutup atap	suhu udara di atas plafon	suhu udara di dalam ruangan	kelembaban udara di luar ruangan	kelembaban udara di dalam ruangan
N	Valid	3	3	3	3	3	3	3
	Missing	0	0	0	0	0	0	0
Mean		36,3333	41,6667	35,8333	33,6667	31,3333	42,8333	55,1667
Std. Deviation		1,15470	1,52753	,76376	1,04083	1,15470	3,75278	1,04083
Range		2,00	3,00	1,50	2,00	2,00	7,50	2,00
Minimum		35,00	40,00	35,00	32,50	30,00	39,00	54,00
Maximum		37,00	43,00	36,50	34,50	32,00	46,50	56,00

Pengukuran pada hari ke-tiga diperoleh besaran rata-rata suhu udara di luar ruangan 36,3333 ºC, suhu udara di dalam ruangan 31,3333 ºC, suhu udara di atas permukaan material atap 41,6667 ºC, suhu udara di bawah permukaan material atap 35,8333 ºC, suhu udara di atas plafon 33,6667 ºC, kelembaban udara di luar ruangan 42,8333 %, dan kelembaban udara di dalam ruangan 55,1667 %. Pada hari ke-tiga mengalami cuaca cerah.

4.2.11 Material Bahan Metal Warna Coklat Tanpa Plafon

Pengukuran pada material bahan metal warna coklat tanpa plafon dilakukan langsung di lapangan dengan mengulang sebanyak tiga kali dan tiga waktu dalam satu harinya.



Gambar 4.11 Model bangunan material bahan metal warna coklat tanpa plafon

Tabel 4.31 Analisis Deskriptif Pengukuran Hari I
Material Bahan Metal Warna Coklat Tanpa Plafon

		suhu udara di luar ruangan	suhu udara di atas permukaan material penutup atap	suhu udara di bawah permukaan material penutup atap	suhu udara di dalam ruangan	kelembaban udara di luar ruangan	kelembaban udara di dalam ruangan
N	Valid	3	3	3	3	3	3
	Missing	0	0	0	0	0	0
Mean		36,5000	37,1667	34,8333	32,3333	44,0000	57,6667
Std. Deviation		,50000	,28868	,28868	,76376	5,07445	2,84312
Range		1,00	,50	,50	1,50	10,00	5,50
Minimum		36,00	37,00	34,50	31,50	38,50	54,50
Maximum		37,00	37,50	35,00	33,00	48,50	60,00

Hasil pengukuran pada pemasangan material bahan metal warna coklat tanpa menggunakan plafon, diperoleh rata-rata suhu udara di luar ruangan 36,5 ºC, suhu di dalam ruangan 32,3333 ºC, suhu udara di atas permukaan material atap 37,1667 ºC, suhu udara di bawah permukaan material atap 34,8333 ºC, kelembaban udara di luar ruangan 44 %, dan kelembaban di dalam ruangan 57,6667 %. Cuaca pada hari pertama cerah.

Tabel 4.32 Analisis Deskriptif Pengukuran Hari II
Material Bahan Metal Warna Coklat Tanpa Plafon

		suhu udara di luar ruangan	suhu udara di atas permukaan material penutup atap	suhu udara di bawah permukaan material penutup atap	suhu udara di dalam ruangan	kelembaban udara di luar ruangan	kelembaban udara di dalam ruangan
N	Valid	3	3	3	3	3	3
	Missing	0	0	0	0	0	0
Mean		35,6667	36,3333	34,8333	32,0000	46,3333	56,0000
Std. Deviation		,57735	1,52753	2,36291	,50000	3,01386	4,27200
Range		1,00	3,00	4,50	1,00	6,00	8,50
Minimum		35,00	35,00	33,00	31,50	43,50	52,00
Maximum		36,00	38,00	37,50	32,50	49,50	60,50

Pengukuran pada hari ke-dua diperoleh besaran rata-rata suhu udara di luar ruangan 35,6667 ºC, suhu udara di dalam ruangan 32 ºC, suhu udara di atas permukaan material atap 36,3333 ºC, suhu udara di bawah permukaan material atap 34,8333 ºC, kelembaban udara di luar ruangan 46,3333 %, dan kelembaban udara di dalam ruangan 56 %. Pada hari ke-dua mengalami cuaca cerah.

Tabel 4.33 Analisis Deskriptif Pengukuran Hari III
Material Bahan Metal Warna Coklat Tanpa Plafon

		suhu udara di luar ruangan	suhu udara di atas permukaan material penutup atap	suhu udara di bawah permukaan material penutup atap	suhu udara di dalam ruangan	kelembaban udara di luar ruangan	kelembaban udara di dalam ruangan
N	Valid	3	3	3	3	3	3
	Missing	0	0	0	0	0	0
Mean		36,3333	38,8333	37,8333	32,3333	42,8333	50,1667
Std. Deviation		1,15470	1,60728	2,08167	,76376	3,75278	2,25462
Range		2,00	3,00	4,00	1,50	7,50	4,50
Minimum		35,00	37,00	35,50	31,50	39,00	48,00
Maximum		37,00	40,00	39,50	33,00	46,50	52,50

Dari hasil pengukuran yang telah dilakukan di hari ke-dua, rata-rata suhu udara di luar ruangan 36,3333 ºC, suhu di dalam ruangan 32,8333 ºC, suhu udara di atas permukaan material atap 38,8333 ºC, suhu udara di bawah permukaan material atap 37,8333 ºC, kelembaban udara di luar ruangan 42,8333 %, dan kelembaban di dalam ruangan 50,1667 %. Pada hari ke-dua mengalami cuaca yang cerah.

4.2.12 Material Bahan Metal Warna Coklat dengan Plafon

Pengukuran pada material bahan metal warna coklat dengan plafon dilakukan langsung di lapangan dengan mengulang sebanyak tiga kali dan tiga waktu dalam satu harinya.



Gambar 4.12 Model bangunan material bahan metal warna coklat dengan plafon

Tabel 4.34 Analisis Deskriptif Pengukuran Hari I
Material Bahan Metal Warna Coklat dengan Plafon

		suhu udara di luar ruangan	suhu udara di atas permukaan material penutup atap	suhu udara di bawah permukaan material penutup atap	suhu udara di atas plafon	suhu udara di dalam ruangan	kelembaban udara di luar ruangan	kelembaban udara di dalam ruangan
N	Valid	3	3	3	3	3	3	3
	Missing	0	0	0	0	0	0	0
Mean		33,8333	35,1667	32,6667	30,8333	29,1667	47,6667	57,8333
Std. Deviation		1,25831	1,25831	,28868	,28868	1,04083	1,52753	2,84312
Range		2,50	2,50	,50	,50	2,00	3,00	5,50
Minimum		32,50	34,00	32,50	30,50	28,00	46,00	55,50
Maximum		35,00	36,50	33,00	31,00	30,00	49,00	61,00

Pengukuran pada hari pertama pemasangan material bahan metal warna coklat dengan menggunakan plafon diperoleh besaran rata-rata suhu udara di luar ruangan 33,8333 ºC, suhu udara di dalam ruangan 29,1667 ºC, suhu udara di atas permukaan material atap 35,1667 ºC, suhu udara di bawah permukaan material atap 32,6667 ºC, suhu udara di atas plafon 32,6667 ºC, kelembaban udara di luar ruangan 47,6667 %, dan kelembaban udara di dalam ruangan 57,8333 %. Pada hari pertama mengalami cuaca cerah.

Tabel 4.35 Analisis Deskriptif Pengukuran Hari II
Material Bahan Metal Warna Coklat dengan Plafon

		suhu udara di luar ruangan	suhu udara di atas permukaan material penutup atap	suhu udara di bawah permukaan material penutup atap	suhu udara di atas plafon	suhu udara di dalam ruangan	kelembaban udara di luar ruangan	kelembaban udara di dalam ruangan
N	Valid	3	3	3	3	3	3	3
	Missing	0	0	0	0	0	0	0
Mean		34,0000	33,6667	32,3333	31,5000	29,0000	42,8333	57,0000
Std. Deviation		1,73205	,76376	,28868	,50000	,86603	1,89297	2,50000
Range		3,00	1,50	,50	1,00	1,50	3,50	5,00
Minimum		32,00	33,00	32,00	31,00	28,00	41,50	54,50
Maximum		35,00	34,50	32,50	32,00	29,50	45,00	59,50

Sedangkan hasil pengukuran di hari ke-dua, diperoleh rata-rata suhu udara di luar ruangan 34 ºC, suhu di dalam ruangan 29 ºC, suhu udara di atas permukaan material atap 33,6667 ºC, suhu udara di bawah permukaan material atap 32,3333 ºC, suhu udara di atas plafon 31,5 ºC, kelembaban udara di luar ruangan 42,8333 %, dan kelembaban di dalam ruangan 57 %. Cuaca pada hari ke-dua cerah.

Tabel 4.36 Analisis Deskriptif Pengukuran Hari III
Material Bahan Metal Warna Coklat dengan Plafon

		suhu udara di luar ruangan	suhu udara di atas permukaan material penutup atap	suhu udara di bawah permukaan material penutup atap	suhu udara di atas plafon	suhu udara di dalam ruangan	kelembaban udara di dalam ruangan	suhu udara di luar ruangan
N	Valid	3	3	3	3	3	3	3
	Missing	0	0	0	0	0	0	0
Mean		35,1667	35,1667	34,5000	32,5000	30,3333	43,3333	54,3333
Std. Deviation		1,04083	1,25831	1,50000	,86603	1,15470	2,84312	1,04083
Range		2,00	2,50	3,00	1,50	2,00	5,50	2,00
Minimum		34,00	34,00	33,00	32,00	29,00	41,00	53,50
Maximum		36,00	36,50	36,00	33,50	31,00	46,50	55,50

Besaran rata-rata suhu udara luar ruangan yang diperoleh dari pengukuran di hari ke-tiga sebesar 35,1667 ºC, rata-rata suhu udara di dalam ruangan 30,3333 ºC, suhu udara di atas permukaan material atap 35,1667 ºC, suhu udara di bawah material penutup atap 34,5 ºC, suhu udara di atas plafon 32,5 ºC, kelembaban udara di luar ruangan 43,3333 %, kelembaban udara di dalam ruangan 54,3333 %. Cuaca hari ke-tiga sangat cerah.

4.2.13 Material Genteng Tanah Liat Warna Hijau Tanpa Plafon

Pengukuran pada material genteng tanah liat warna hijau tanpa plafon dilakukan langsung di lapangan dengan mengulang sebanyak tiga kali dan tiga waktu dalam satu harinya.



Gambar 4.13 Model bangunan material genteng tanah liat warna hijau tanpa plafon

Tabel 4.37 Analisis Deskriptif Pengukuran Hari I

Material Genteng Tanah Liat Warna Hijau Tanpa Plafon

		suhu udara di luar ruangan	suhu udara di atas material penutup atap	suhu udara di bawah material penutup atap	suhu udara di dalam ruangan	kelembaban udara di luar ruangan	kelembaban udara di dalam ruangan
N	Valid	3	3	3	3	3	3
	Missing	0	0	0	0	0	0
Mean		33,6667	32,8333	31,6667	29,3333	47,5000	61,5000
Std. Deviation		1,15470	1,04083	,76376	,57735	3,90512	2,17945
Range		2,00	2,00	1,50	1,00	7,00	4,00
Minimum		33,00	32,00	31,00	29,00	43,00	59,00
Maximum		35,00	34,00	32,50	30,00	50,00	63,00

Hasil pengukuran pada pemasangan material genteng tanah liat warna hijau tanpa menggunakan plafon, diperoleh rata-rata suhu udara di luar ruangan 33,6667 ºC, suhu di dalam ruangan 29,3333 ºC, suhu udara di atas permukaan material atap 32,8333 ºC, suhu udara di bawah permukaan material atap 31,6667 ºC, kelembaban udara di luar ruangan 47,5 %, dan kelembaban di dalam ruangan 61,5 %. Pada hari pertama mengalami cuaca berawan pada pukul 14.00.

Tabel 4.38 Analisis Deskriptif Pengukuran Hari II

Material Genteng Tanah Liat Warna Hijau Tanpa Plafon

		suhu udara di luar ruangan	suhu udara di atas material penutup atap	suhu udara di bawah material penutup atap	suhu udara di dalam ruangan	kelembaban udara di luar ruangan	kelembaban udara di dalam ruangan
N	Valid	3	3	3	3	3	3
	Missing	0	0	0	0	0	0
Mean		35,3333	34,8333	33,6667	31,0000	37,3333	44,0000
Std. Deviation		1,15470	,76376	1,04083	,86603	4,93288	7,93725
Range		2,00	1,50	2,00	1,50	9,00	15,00
Minimum		34,00	34,00	32,50	30,00	34,00	38,00
Maximum		36,00	35,50	34,50	31,50	43,00	53,00

Pengukuran pada hari ke-dua diperoleh besaran rata-rata suhu udara di luar ruangan 35,3333 ºC, suhu udara di dalam ruangan 31 ºC, suhu udara di atas permukaan material atap 34,8333 ºC, suhu udara di bawah permukaan material atap 33,6667 ºC, kelembaban udara di luar ruangan 37,3333 %, dan kelembaban udara di dalam ruangan 44 %. Pada hari ke-dua mengalami cuaca yang sangat cerah.

Tabel 4.39 Analisis Deskriptif Pengukuran Hari III
Material Genteng Tanah Liat Warna Hijau Tanpa Plafon

		suhu udara di luar ruangan	suhu udara di atas material penutup atap	suhu udara di bawah material penutup atap	suhu udara di dalam ruangan	kelembaban udara di luar ruangan	kelembaban udara di dalam ruangan
N	Valid	3	3	3	3	3	3
	Missing	0	0	0	0	0	0
Mean		34,3333	33,8333	32,3333	29,8333	39,0000	43,1667
Std. Deviation		1,15470	1,25831	2,02073	,76376	2,17945	3,25320
Range		2,00	2,50	4,00	1,50	4,00	6,50
Minimum		33,00	32,50	30,50	29,00	37,50	40,00
Maximum		35,00	35,00	34,50	30,50	41,50	46,50

Sedangkan hasil pengukuran di hari ke-tiga, diperoleh rata-rata suhu udara di luar ruangan 34,3333 ºC, suhu di dalam ruangan 28,8333 ºC, suhu udara di atas permukaan material atap 33,8333 ºC, suhu udara di bawah permukaan material atap 32,3333 ºC, kelembaban udara di luar ruangan 39 %, dan kelembaban di dalam ruangan 43,1667 %. Cuaca pada hari ke-tiga cerah.

4.2.14 Material Genteng Tanah Liat Warna Hijau dengan Plafon

Pengukuran pada material genteng tanah liat warna hijau dengan plafon dilakukan langsung di lapangan dengan mengulang sebanyak tiga kali dan tiga waktu dalam satu harinya.



Gambar 4.14 Model bangunan material genteng tanah liat warna hijau dengan plafon

Tabel 4.40 Analisis Deskriptif Pengukuran Hari I
Material Genteng Tanah Liat Warna Hijau dengan Plafon

		suhu udara di luar ruangan	suhu udara di atas material penutup atap	suhu udara di bawah material penutup atap	suhu udara di atas plafon	suhu udara di dalam ruangan	kelembaban udara di luar ruangan	kelembaban udara di dalam ruangan
N	Valid	3	3	3	3	3	3	3
	Missing	0	0	0	0	0	0	0
Mean		36,3333	35,3333	34,1667	32,1667	30,3333	48,1667	56,3333
Std. Deviation		1,15470	1,15470	1,89297	1,52753	1,60728	2,25462	3,21455
Range		2,00	2,00	3,50	3,00	3,00	4,50	6,00
Minimum		35,00	34,00	32,00	30,50	28,50	46,00	54,00
Maximum		37,00	36,00	35,50	33,50	31,50	50,50	60,00

Hasil pengukuran pada pemasangan material genteng tanah liat dengan menggunakan plafon, diperoleh rata-rata suhu udara di luar ruangan 36,3333 ºC, suhu di dalam ruangan 30,3333 ºC, suhu udara di atas permukaan material atap 35,3333 ºC, suhu udara di bawah permukaan material atap 34,1667 ºC, suhu udara di atas plafon 32,1667 ºC, kelembaban udara di luar ruangan 48,1667 %, dan kelembaban di dalam ruangan 56,3333 %. Pada hari pertama mengalami cuaca yang cerah.

Tabel 4.41 Analisis Deskriptif Pengukuran Hari II
Material Genteng Tanah Liat Warna Hijau dengan Plafon

		suhu udara di luar ruangan	suhu udara di atas material penutup atap	suhu udara di bawah material penutup atap	suhu udara di atas plafon	suhu udara di dalam ruangan	kelembaban udara di luar ruangan	kelembaban udara di dalam ruangan
N	Valid	3	3	3	3	3	3	3
	Missing	0	0	0	0	0	0	0
Mean		36,5000	35,5000	34,1667	32,3333	30,3333	41,0000	48,8333
Std. Deviation		,50000	,50000	1,25831	1,52753	1,04083	8,52936	5,29937
Range		1,00	1,00	2,50	3,00	2,00	16,50	10,50
Minimum		36,00	35,00	33,00	31,00	29,50	31,50	44,00
Maximum		37,00	36,00	35,50	34,00	31,50	48,00	54,50

Dari hasil pengukuran yang telah dilakukan di hari ke-dua, rata-rata suhu udara di luar ruangan 36,5 ºC, suhu di dalam ruangan 30,3333 ºC, suhu udara di atas permukaan material atap 35,5 ºC, suhu udara di bawah permukaan material atap 34,1667 ºC, suhu udara di atas plafon 32,3333 ºC, kelembaban udara di luar ruangan 41 %, dan kelembaban di dalam ruangan 48,8333 %. Pada hari ke-dua mengalami cuaca yang cerah.

Tabel 4.42 Analisis Deskriptif Pengukuran Hari III
Material Genteng Tanah Liat Warna Hijau dengan Plafon

		suhu udara di luar ruangan	suhu udara di atas material penutup atap	suhu udara di bawah material penutup atap	suhu udara di atas plafon	suhu udara di dalam ruangan	kelembaban udara di luar ruangan	kelembaban udara di dalam ruangan
N	Valid	3	3	3	3	3	3	3
	Missing	0	0	0	0	0	0	0
Mean		35,0000	34,5000	33,1667	31,8333	29,8333	43,3333	51,6667
Std. Deviation		1,00000	1,00000	1,52753	1,75594	,76376	3,05505	4,93288
Range		2,00	2,00	3,00	3,50	1,50	6,00	9,00
Minimum		34,00	33,50	31,50	30,00	29,00	40,00	46,00
Maximum		36,00	35,50	34,50	33,50	30,50	46,00	55,00

Besaran rata-rata suhu udara luar ruangan yang diperoleh dari pengukuran di hari ke-tiga sebesar 35 ºC, rata-rata suhu udara di dalam ruangan 29,8333 ºC, suhu udara di atas permukaan material atap 34,5 ºC, suhu udara di bawah material penutup atap 33,1667 ºC, suhu udara di atas plafon 31,8333 ºC, kelembaban udara di luar ruangan 43,3333 %, kelembaban udara di dalam ruangan 51,6667 %. Cuaca hari ke-tiga sangat cerah.

4.2.15 Material Genteng Beton Warna Hijau Tanpa Plafon

Pengukuran pada material genteng beton warna hijau tanpa plafon dilakukan langsung di lapangan dengan mengulang sebanyak tiga kali dan tiga waktu dalam satu harinya.



Gambar 4.15 Model bangunan material genteng beton warna hijau tanpa plafon

Tabel 4.43 Analisis Deskriptif Pengukuran Hari I
Material Genteng Beton Warna Hijau Tanpa Plafon

		suhu udara di luar ruangan	suhu udara di atas permukaan material penutup atap	suhu udara di bawah permukaan material penutup atap	suhu udara di dalam ruangan	kelembaban udara di luar ruangan	kelembaban udara di dalam ruangan
N	Valid	3	3	3	3	3	3
	Missing	0	0	0	0	0	0
Mean		36,3333	40,3333	35,5000	32,1667	48,1667	53,0000
Std. Deviation		1,15470	1,04083	1,32288	1,04083	2,25462	3,27872
Range		2,00	2,00	2,50	2,00	4,50	6,50
Minimum		35,00	39,50	34,00	31,00	46,00	50,00
Maximum		37,00	41,50	36,50	33,00	50,50	56,50

Dari hasil pengukuran yang telah dilakukan di hari pertama, rata-rata suhu udara di luar ruangan 36,3333 ºC, suhu di dalam ruangan 32,1667 ºC, suhu udara di atas permukaan material atap 40,3333 ºC, suhu udara di bawah permukaan material atap 35,5 ºC, kelembaban udara di luar ruangan 48,1667 %, dan kelembaban di dalam ruangan 53 %. Pada hari pertama cuaca sangat cerah.

Tabel 4.44 Analisis Deskriptif Pengukuran Hari II
Material Genteng Beton Warna Hijau Tanpa Plafon

		suhu udara di luar ruangan	suhu udara di atas permukaan material penutup atap	suhu udara di bawah permukaan material penutup atap	suhu udara di dalam ruangan	kelembaban udara di luar ruangan	kelembaban udara di dalam ruangan
N	Valid	3	3	3	3	3	3
	Missing	0	0	0	0	0	0
Mean		36,5000	39,3333	35,3333	32,1667	41,0000	47,6667
Std. Deviation		,50000	,57735	,76376	,57735	8,52936	4,72582
Range		1,00	1,00	1,50	1,00	16,50	9,00
Minimum		36,00	39,00	34,50	31,50	31,50	44,00
Maximum		37,00	40,00	36,00	32,50	48,00	53,00

Pengukuran pada hari ke-dua diperoleh besaran rata-rata suhu udara di luar ruangan 36,5 ºC, suhu udara di dalam ruangan 32,1667 ºC, suhu udara di atas permukaan material atap 39,3333 ºC, suhu udara di bawah permukaan material atap 35,3333 ºC, kelembaban udara di luar ruangan 41 %, dan kelembaban udara di dalam ruangan 47,6667 %. Pada hari ke-dua mengalami cuaca yang sangat cerah.

Tabel 4.45 Analisis Deskriptif Pengukuran Hari III
Material Genteng Beton Warna Hijau Tanpa Plafon

		suhu udara di luar ruangan	suhu udara di atas permukaan material penutup atap	suhu udara di bawah permukaan material penutup atap	suhu udara di dalam ruangan	kelembaban udara di luar ruangan	kelembaban udara di dalam ruangan
N	Valid	3	3	3	3	3	3
	Missing	0	0	0	0	0	0
Mean		35,0000	39,0000	33,6667	31,3333	43,3333	49,1667
Std. Deviation		1,00000	2,00000	,57735	1,25831	3,05505	4,80451
Range		2,00	4,00	1,00	2,50	6,00	9,50
Minimum		34,00	37,00	33,00	30,00	40,00	44,00
Maximum		36,00	41,00	34,00	32,50	46,00	53,50

Sedangkan hasil pengukuran di hari ke-tiga, diperoleh rata-rata suhu udara di luar ruangan 35 ºC, suhu di dalam ruangan 31,3333 ºC, suhu udara di atas permukaan material atap 39 ºC, suhu udara di bawah permukaan material atap 33,6667ºC, kelembaban udara di luar ruangan 43,3333 %, dan kelembaban di dalam ruangan 49,1667 %. Cuaca pada hari ke-tiga cerah.

4.2.16 Material Genteng Beton Warna Hijau dengan Plafon

Pengukuran pada material genteng beton warna hijau dengan plafon dilakukan langsung di lapangan dengan mengulang sebanyak tiga kali dan tiga waktu dalam satu harinya.



Gambar 4.16 Model bangunan material genteng beton warna hijau dengan plafon

Tabel 4.46 Analisis Deskriptif Pengukuran Hari I
Material Genteng Beton Warna Hijau dengan Plafon

		suhu udara di luar ruangan	suhu udara di atas permukaan material penutup atap	suhu udara di bawah permukaan material penutup atap	suhu udara di atas plafon	suhu udara di dalam ruangan	kelembaban udara di luar ruangan	kelembaban udara di dalam ruangan
N	Valid	3	3	3	3	3	3	3
	Missing	0	0	0	0	0	0	0
Mean		35,6667	39,0000	34,8333	31,8333	30,0000	43,0000	51,3333
Std. Deviation		1,52753	2,64575	1,75594	,76376	,86603	1,50000	4,50925
Range		3,00	5,00	3,50	1,50	1,50	3,00	9,00
Minimum		34,00	36,00	33,00	31,00	29,00	41,50	47,00
Maximum		37,00	41,00	36,50	32,50	30,50	44,50	56,00

Penggunaan plafon pada hari pertama diperoleh besaran rata-rata suhu udara di luar ruangan 35 ,6667 ºC, suhu udara di dalam ruangan 30 ºC, suhu udara di atas permukaan material atap 39 ºC, suhu udara di bawah permukaan material atap 34,8333 ºC, suhu udara di atas plafon 31,8333 ºC, kelembaban udara di luar ruangan 43 %, kelembaban udara di dalam ruangan 51,3333 %. Cuaca pada hari pertama sangat cerah.

Tabel 4.47 Analisis Deskriptif Pengukuran Hari II
Material Genteng Beton Warna Hijau dengan Plafon

		suhu udara di luar ruangan	suhu udara di atas permukaan material penutup atap	suhu udara di bawah permukaan material penutup atap	suhu udara di atas plafon	suhu udara di dalam ruangan	kelembaban udara di luar ruangan	kelembaban udara di dalam ruangan
N	Valid	3	3	3	3	3	3	3
	Missing	0	0	0	0	0	0	0
Mean		35,3333	38,1667	34,1667	32,0000	30,5000	43,1667	49,1667
Std. Deviation		,57735	,76376	1,25831	,50000	,50000	2,46644	4,36845
Range		1,00	1,50	2,50	1,00	1,00	4,50	8,50
Minimum		35,00	37,50	33,00	31,50	30,00	41,50	45,50
Maximum		36,00	39,00	35,50	32,50	31,00	46,00	54,00

Hasil pengukuran yang dilakukan, diperoleh rata-rata suhu udara di luar ruangan 35,3333 ºC, suhu di dalam ruangan 30,5 ºC, suhu udara di atas permukaan material atap 38,1667 ºC, suhu udara di bawah permukaan material atap 34,1667 ºC, suhu udara di atas plafon 32 ºC, kelembaban udara di luar ruangan 43,1667 %, dan kelembaban di dalam ruangan 49,1667 %. Pada hari ke-dua mengalami cuaca yang cerah.

Tabel 4.48 Analisis Deskriptif Pengukuran Hari III
Material Genteng Beton Warna Hijau dengan Plafon

		suhu udara di luar ruangan	suhu udara di atas permukaan material penutup atap	suhu udara di bawah permukaan material penutup atap	suhu udara di atas plafon	suhu udara di dalam ruangan	kelembaban udara di luar ruangan	kelembaban udara di dalam ruangan
N	Valid	3	3	3	3	3	3	3
	Missing	0	0	0	0	0	0	0
Mean		34,0000	35,3333	32,8333	31,3333	29,1667	49,3333	56,0000
Std. Deviation		1,00000	3,61709	1,44338	1,04083	,76376	1,60728	3,04138
Range		2,00	6,50	2,50	2,00	1,50	3,00	5,50
Minimum		33,00	33,00	32,00	30,50	28,50	47,50	52,50
Maximum		35,00	39,50	34,50	32,50	30,00	50,50	58,00

Pengukuran pada hari ke-tiga diperoleh besaran rata-rata suhu udara di luar ruangan 34 ºC, suhu udara di dalam ruangan 29,1667 ºC, suhu udara di atas permukaan material atap 35,3333 ºC, suhu udara di bawah permukaan material atap 32,8333 ºC, kelembaban udara di luar ruangan 49,3333 %, dan kelembaban udara di dalam ruangan 56 %. Pada hari ke-tiga mengalami cuaca yang sangat cerah.

4.2.17 Material Bahan Metal Warna Hijau Tanpa Plafon

Pengukuran pada material bahan metal warna hijau tanpa plafon dilakukan langsung di lapangan dengan mengulang sebanyak tiga kali dan tiga waktu dalam satu harinya.



Gambar 4.17 Model bangunan material bahan metal warna hijau tanpa plafon

Tabel 4.49 Analisis Deskriptif Pengukuran Hari I
Material Bahan Metal Warna Hijau Tanpa Plafon

		suhu udara di luar ruangan	suhu udara di atas permukaan material penutup atap	suhu udara di bawah permukaan material penutup atap	suhu udara di dalam ruangan	kelembaban udara di luar ruangan	kelembaban udara di dalam ruangan
N	Valid	3	3	3	3	3	3
	Missing	0	0	0	0	0	0
Mean		35,6667	36,0000	34,6667	31,5000	43,0000	46,8333
Std. Deviation		1,52753	1,73205	1,52753	1,00000	1,50000	4,25245
Range		3,00	3,00	3,00	2,00	3,00	8,50
Minimum		34,00	34,00	33,00	30,50	41,50	42,50
Maximum		37,00	37,00	36,00	32,50	44,50	51,00

Besaran rata-rata suhu udara luar ruangan yang diperoleh dari pengukuran di hari pertama pemasangan material bahan metal warna hijau tanpa penggunaan plafon, sebesar 35,6667 ºC, rata-rata suhu udara di dalam ruangan 31,5 ºC, suhu udara di atas permukaan material atap 36 ºC, suhu udara di bawah material penutup atap 34,6667 ºC, suhu udara di atas plafon 31,8333 ºC, kelembaban udara di luar ruangan 43 %, kelembaban udara di dalam ruangan 46,8333 %. Cuaca hari pertama sangat cerah.

Tabel 4.50 Analisis Deskriptif Pengukuran Hari II
Material Bahan Metal Warna Hijau Tanpa Plafon

		suhu udara di luar ruangan	suhu udara di atas permukaan material penutup atap	suhu udara di bawah permukaan material penutup atap	suhu udara di dalam ruangan	kelembaban udara di luar ruangan	kelembaban udara di dalam ruangan
N	Valid	3	3	3	3	3	3
	Missing	0	0	0	0	0	0
Mean		35,3333	35,8333	34,1667	31,1667	43,1667	45,0000
Std. Deviation		,57735	1,89297	1,60728	,76376	2,46644	6,53835
Range		1,00	3,50	3,00	1,50	4,50	12,00
Minimum		35,00	34,50	33,00	30,50	41,50	40,50
Maximum		36,00	38,00	36,00	32,00	46,00	52,50

Sedangkan hasil pengukuran di hari ke-dua, diperoleh rata-rata suhu udara di luar ruangan 35,3333 ºC, suhu di dalam ruangan 31,1667 ºC, suhu udara di atas permukaan material atap 35,8333 ºC, suhu udara di bawah permukaan material atap 34,1667 ºC, kelembaban udara di luar ruangan 43,1667 %, dan kelembaban di dalam ruangan 45 %. Cuaca pada hari ke-dua cerah.

Tabel 4.51 Analisis Deskriptif Pengukuran Hari III
Material Bahan Metal Warna Hijau Tanpa Plafon

		suhu udara di luar ruangan	suhu udara di atas permukaan material penutup atap	suhu udara di bawah permukaan material penutup atap	suhu udara di dalam ruangan	kelembaban udara di luar ruangan	kelembaban udara di dalam ruangan
N	Valid	3	3	3	3	3	3
	Missing	0	0	0	0	0	0
Mean		34,0000	34,8333	33,6667	29,8333	49,3333	51,1667
Std. Deviation		1,00000	1,75594	1,04083	,76376	1,60728	2,36291
Range		2,00	3,50	2,00	1,50	3,00	4,50
Minimum		33,00	33,00	32,50	29,00	47,50	48,50
Maximum		35,00	36,50	34,50	30,50	50,50	53,00

Pengukuran pada hari ke-tiga diperoleh besaran rata-rata suhu udara di luar ruangan 34 ºC, suhu udara di dalam ruangan 29,8333 ºC, suhu udara di atas permukaan material atap 34,8333 ºC, suhu udara di bawah permukaan material atap 33,6667 ºC, kelembaban udara di luar ruangan 49,3333 %, dan kelembaban udara di dalam ruangan 51,1667 %. Pada hari ke-tiga mengalami cuaca yang sangat cerah.

4.2.18 Material Bahan Metal Warna Hijau dengan Plafon

Pengukuran pada material bahan metal warna hijau dengan plafon dilakukan langsung di lapangan dengan mengulang sebanyak tiga kali dan tiga waktu dalam satu harinya.



Gambar 4.18 Model bangunan material bahan metal warna hijau dengan plafon

Tabel 4.52 Analisis Deskriptif Pengukuran Hari I
Material Bahan Metal Warna Hijau dengan Plafon

		suhu udara di luar ruangan	suhu udara di atas permukaan material penutup atap	suhu udara di bawah permukaan material penutup atap	suhu udara di atas plafon	suhu udara di dalam ruangan	kelembaban udara di luar ruangan	kelembaban udara di dalam ruangan
N	Valid	3	3	3	3	3	3	3
	Missing	0	0	0	0	0	0	0
Mean		33,6667	34,6667	33,3333	32,0000	29,1667	47,5000	61,3333
Std. Deviation		1,15470	1,60728	1,04083	,50000	,76376	3,90512	3,75278
Range		2,00	3,00	2,00	1,00	1,50	7,00	6,50
Minimum		33,00	33,50	32,50	31,50	28,50	43,00	57,00
Maximum		35,00	36,50	34,50	32,50	30,00	50,00	63,50

Penggunaan plafon pada hari pertama diperoleh besaran rata-rata suhu udara di luar ruangan 33 ,6667 ºC, suhu udara di dalam ruangan 29,1667 ºC, suhu udara di atas permukaan material atap 34,6667 ºC, suhu udara di bawah permukaan material atap 33,3333 ºC, suhu udara di atas plafon 31,8333 ºC, kelembaban udara di luar ruangan 47,5 %, kelembaban udara di dalam ruangan 61,3333 %. Cuaca pada hari pertama sangat cerah.

Tabel 4.53 Analisis Deskriptif Pengukuran Hari II
Material Bahan Metal Warna Hijau dengan Plafon

		suhu udara di luar ruangan	suhu udara di atas permukaan material penutup atap	suhu udara di bawah permukaan material penutup atap	suhu udara di atas plafon	suhu udara di dalam ruangan	kelembaban udara di luar ruangan	kelembaban udara di dalam ruangan
N	Valid	3	3	3	3	3	3	3
	Missing	0	0	0	0	0	0	0
Mean		35,3333	36,5000	35,6667	32,0000	30,5000	37,3333	44,6667
Std. Deviation		1,15470	,86603	,57735	1,73205	2,17945	4,93288	8,46069
Range		2,00	1,50	1,00	3,00	4,00	9,00	16,50
Minimum		34,00	35,50	35,00	30,00	28,00	34,00	37,50
Maximum		36,00	37,00	36,00	33,00	32,00	43,00	54,00

Dari hasil pengukuran yang telah dilakukan, diperoleh rata-rata suhu udara di luar ruangan 35,3333 ºC, suhu di dalam ruangan 30,5 ºC, suhu udara di atas permukaan material atap 36,5ºC, suhu udara di bawah permukaan material atap 35,6667 ºC, suhu udara di atas plafon 32 ºC, kelembaban udara di luar ruangan 37,3333 %, dan kelembaban di dalam ruangan 44,6667 %. Pada hari ke-dua mengalami cuaca yang cerah.

Tabel 4.54 Analisis Deskriptif Pengukuran Hari III

Material Bahan Metal Warna Hijau dengan Plafon

		suhu udara di luar ruangan	suhu udara di atas permukaan material penutup atap	suhu udara di bawah permukaan material penutup atap	suhu udara di atas plafon	suhu udara di dalam ruangan	kelembaban udara di luar ruangan	kelembaban udara di dalam ruangan
N	Valid	3	3	3	3	3	3	3
	Missing	0	0	0	0	0	0	0
Mean		34,3333	34,0000	32,8333	31,1667	29,6667	39,0000	43,6667
Std. Deviation		1,15470	1,80278	1,25831	1,04083	1,04083	2,17945	4,50925
Range		2,00	3,50	2,50	2,00	2,00	4,00	9,00
Minimum		33,00	32,00	31,50	30,00	28,50	37,50	39,00
Maximum		35,00	35,50	34,00	32,00	30,50	41,50	48,00

Sedangkan hasil pengukuran di hari ke-tiga, diperoleh rata-rata suhu udara di luar ruangan 34,3333 ºC, suhu di dalam ruangan 29,1667 ºC, suhu udara di atas permukaan material atap 34ºC, suhu udara di bawah permukaan material atap 32,8333 ºC, suhu udara di atas plafon 31,1667 ºC, kelembaban udara di luar ruangan 39 %, dan kelembaban di dalam ruangan 43,6667 %. Cuaca pada hari ke-tiga cerah.

BAB V
ANALISIS DATA DAN PEMBAHASAN

Setelah dilakukan pengukuran, dapat diketahui bahwa rata-rata suhu udara di luar ruangan dari seluruh pengukuran yang telah dilakukan sebesar 34,27 °C dengan range 7 angka pada batas minimum 30°C hingga pada batas maksimum 37 °C.

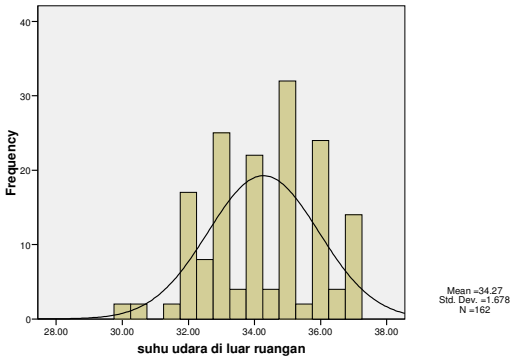


Diagram 5.1 Rata-rata Suhu Udara di Luar Ruangan

Kemudian untuk kelembaban udara di luar ruangan didapat nilai rata-rata dari seluruh pengukuran sebesar 48,33 % dengan range 28,5 angka. Range ini berada pada batas minimum 31,5 % hingga pada batas maksimum 60%.

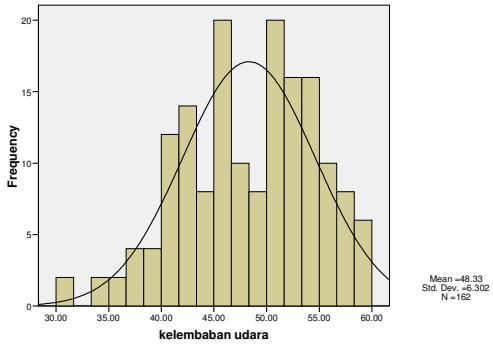


Diagram 5.2 Rata-rata Kelembaban Udara di Luar Ruangan

5.1 Pengujian Serapan Panas Material Penutup Atap di Dalam Ruangan

5.1.1 Material Genteng Tanah Liat

Berdasarkan hasil analisis statistik inferensi antara suhu udara di luar dan di dalam ruangan pada penggunaan material genteng tanah liat sesuai dengan tabel di bawah, nilai signifikansi pada seluruh warna dan seluruh penggunaan plafon bernilai sebesar 0,00 (sig./2 < 0,025). Nilai ini berarti bahwa material genteng tanah liat sangat efektif menurunkan suhu di dalam ruangan. Selisih terendah dari kedua suhu udara tersebut terlihat pada material genteng tanah liat warna coklat tanpa plafon dengan nilai sebesar 4,5 °C. Selisih tertinggi dari kedua suhu udara tersebut pada tanpa warna menggunakan plafon dengan nilai 5,883 °C.

Tabel 5.1 Pengujian Statistik Inferensi Serapan Panas di Dalam Ruangan Material Genteng Tanah Liat

No.	Keterangan	Rata-rata selisih kedua suhu udara	Nilai t	Signifikansi
1.	Perbedaan suhu udara di luar dan di dalam ruangan tanpa warna tanpa plafon	4,889	13,538	0,000
2.	Perbedaan suhu udara di luar dan di dalam ruangan tanpa warna dengan plafon	5,833	12,78	0,000
3.	Perbedaan suhu udara di luar dan di dalam ruangan warna coklat tanpa plafon	4,5	19,092	0,000
4.	Perbedaan suhu udara di luar dan di dalam ruangan warna coklat dengan plafon	5	15	0,000
5.	Perbedaan suhu udara di luar dan di dalam ruangan warna hijau tanpa plafon	4,389	31,6	0,000
6.	Perbedaan suhu udara di luar dan di dalam ruangan warna hijau dengan plafon	5,778	28,047	0,000

Dari selisih kedua suhu udara ini material genteng tanah liat belum cukup dapat memberikan kenyamanan di dalam ruangan sesuai dengan standar yang ada (tidak lebih dari 29°C). Tetapi dengan menggunakan plafon pada material tanpa warna dan warna coklat pada umumnya genteng tanah liat dapat memberikan kenyaman di dalam ruangan (lihat lampiran hasil pengukuran).

5.1.2 Material Genteng Beton

Tabel di bawah menunjukkan bahwa dari hasil analisis antara suhu udara di luar dan di dalam ruangan pada penggunaan material genteng beton didapat nilai signifikansi sebesar 0,00 (sig./2 < 0,025). Dengan tingkat kepercayaan hampir 100% ini memiliki arti bahwa material genteng beton sangat efektif menurunkan suhu di dalam ruangan. Selisih dari kedua suhu udara yang terendah terlihat pada material genteng beton warna coklat tanpa plafon dengan nilai sebesar 3,944 °C. Sedangkan selisih tertinggi dari kedua suhu udara tersebut pada warna hijau menggunakan plafon dengan nilai 5,11 1°C.

Tabel 5.2 Pengujian Statistik Inferensi Serapan Panas di Dalam Ruangan Material Genteng Beton

No.	Keterangan	Rata-rata selisih kedua suhu udara	Nilai t	Signifikansi
1.	Perbedaan suhu udara di luar dan di dalam ruangan tanpa warna tanpa plafon	4,111	10,823	0,000
2.	Perbedaan suhu udara di luar dan di dalam ruangan tanpa warna dengan plafon	4,167	13,363	0,000
3.	Perbedaan suhu udara di luar dan di dalam ruangan warna coklat tanpa plafon	3,944	16,289	0,000
4.	Perbedaan suhu udara di luar dan di dalam ruangan warna coklat dengan plafon	4,889	35,2	0,000
5.	Perbedaan suhu udara di luar dan di dalam ruangan warna hijau tanpa plafon	4,056	31,127	0,000
6.	Perbedaan suhu udara di luar dan di dalam ruangan warna hijau dengan plafon	5,111	25,516	0,000

Penurunan suhu udara dari luar ke dalam ruangan sebesar 3,944-5,111°C ini tidak cukup berarti bahwa material genteng beton dapat memberikan kenyamanan di dalam ruangan sesuai dengan standar. Hal ini dapat dilihat dari hasil pengukuran bahwa dengan penggunaan plafon pun, suhu udara di dalam belum mencapai angka kenyamanan (lihat lampiran hasil pengukuran).

5.1.3 Material Bahan Metal

Hasil analisis antara suhu udara di luar dan di dalam ruangan pada penggunaan material genteng beton didapat nilai signifikansi sebesar 0,00 (sig./2 < 0,025). Nilai ini membuktikan bahwa material bahan metal sangat efektif menurunkan suhu di dalam ruangan. Selisih terendah dari kedua suhu udara tersebut terlihat pada material bahan metal warna coklat tanpa plafon dengan nilai sebesar 3,944 ℃. Sedangkan selisih tertinggi dari kedua suhu udara tersebut pada warna coklat menggunakan plafon dengan nilai 4,833 ℃. Angka tersebut dapat dilihat pada table berikut.

Tabel 5.3 Pengujian Statistik Inferensi Serapan Panas di Dalam Ruangan Material Bahan Metal

No.	Keterangan	Rata-rata selisih kedua suhu udara	Nilai t	Signifikansi
1.	Perbedaan suhu udara di luar dan di dalam ruangan tanpa warna tanpa plafon	3,944	16,289	0,000
2.	Perbedaan suhu udara di luar dan di dalam ruangan tanpa warna dengan plafon	4,611	11,348	0,000
3.	Perbedaan suhu udara di luar dan di dalam ruangan warna coklat tanpa plafon	3,944	18,646	0,000
4.	Perbedaan suhu udara di luar dan di dalam ruangan warna coklat dengan plafon	4,833	23,678	0,000
5.	Perbedaan suhu udara di luar dan di dalam ruangan warna hijau tanpa plafon	4,167	35,355	0,000
6.	Perbedaan suhu udara di luar dan di dalam ruangan warna hijau dengan plafon	4,611	28,469	0,000

Sama halnya dengan material genteng beton, penurunan suhu udara dari luar ke dalam ruangan sebesar 3,944-4,833℃ ini belum berarti bahwa material genteng metal dapat memberikan kenyamanan di dalam ruangan sesuai dengan standar. Bahkan dengan penggunaan plafon pun, suhu udara di dalam belum mencapai angka kenyamanan (lihat lampiran hasil pengukuran).

5.2 Pengujian Serapan Panas Material Penutup Atap pada Permukaan Material

5.2.1 Material genteng Tanah Liat

Berdasarkan nilai signifikansi dari tebel hasil analisa di bawah ini, material genteng tanah liat pada umumnya efektif dalam menurunkan suhu udara di atas permukaan material. Nilai signifikansi tersebut 0,029 ; 0,000 ; 0,002 (sig./2 < 0,025) dimiliki pada warna material tanpa warna dan warna hijau. Hanya saja pada material yang berwarna coklat memiliki nilai signifikansi yang tinggi 0,247 ; 0,512 (sig./2 > 0,025), yang berarti bahwa dengan warna coklat, material tidak efektif dalam menurunkan suhu udara di atas permukaan material. Perbedaan terendah suhu di luar ruangan dan di atas permukaan material sebesar 0,111 °C, dan perbedaan tertingginya sebesar 1,389 °C. Nilai selisih kedua suhu tersebut membuktikan bahwa material genteng tanah liat bersifat sebagai isolator panas yang cukup baik.

Tabel 5.4 Pengujian Statistik Inferensi Serapan Panas di Atas Permukaan Material Genteng Tanah Liat

No.	Keterangan	Rata-rata selisih kedua suhu udara	Nilai t	Signifikansi
1.	Perbedaan suhu udara di luar ruangan dan di atas permukaan material penutup atap tanpa warna tanpa plafon	0,667	2,667	0,029
2.	Perbedaan suhu udara di luar ruangan dan di atas permukaan material penutup atap tanpa warna dengan plafon	1,389	5,976	0,000
3.	Perbedaan suhu udara di luar ruangan dan di atas permukaan material penutup atap warna coklat tanpa plafon	0,278	1,25	0,247
4.	Perbedaan suhu udara di luar ruangan dan di atas permukaan material penutup atap coklat dengan plafon	0,111	0,686	0,512
5.	Perbedaan suhu udara di luar ruangan dan di atas permukaan material penutup atap warna hijau tanpa plafon	0,611	4,4	0,002
6.	Perbedaan suhu udara di luar ruangan dan di atas permukaan material penutup atap warna hijau dengan plafon	0,833	4,472	0,002

Tabel 5.5 Pengujian Statistik Inferensi Serapan Panas di Bawah Permukaan Material Genteng Tanah Liat

No.	Keterangan	Rata-rata selisih kedua suhu udara	Nilai t	Signifikansi
1.	Perbedaan suhu udara di luar ruangan dan di bawah permukaan material penutup atap tanpa warna tanpa plafon	3	5,84	0,000
2.	Perbedaan suhu udara di luar ruangan dan di bawah permukaan material penutup atap tanpa warna dengan plafon	3,333	9,428	0,000
3.	Perbedaan suhu udara di luar ruangan dan di bawah permukaan material penutup atap warna coklat tanpa plafon	1,389	6,934	0,000
4.	Perbedaan suhu udara di luar ruangan dan di bawah permukaan material penutup atap coklat dengan plafon	1,389	7,625	0,000
5.	Perbedaan suhu udara di luar ruangan dan di bawah permukaan material penutup atap warna hijau tanpa plafon	1,889	7,651	0,000
6.	Perbedaan suhu udara di luar ruangan dan di bawah permukaan material penutup atap warna hijau dengan plafon	2,111	7,717	0,000

(Sumber: Analisis Statistik Inferensi Uji T SPSS 15.00, 2008)

Hasil analisis tebel 5.5 membuktikan, dengan nilai signifikansi 0,00 (sig./2 < 0,025) pada suhu udara di luar ruangan dan di bawah permukaan material genteng tanah liat, maka material tersebut efektif dalam menurunkan suhu udara di bawah material penutup atap. Nilai selisih suhu udara terendah dari luar ruangan dan di bawah permukaan material sebesar 1,389 °C. Untuk nilai tertinggi selisih suhu udara tersebut sebesar 3,333 °C.

5.2.2 Material Genteng Beton

Dari data table di bawah ini hasil analisis uji t pada suhu udara di luar ruangan dan di atas permukaan material penutup atap, didapat nilai sig./2 < 0,025. Namun dari uji t tersebut, didapat nilai rata-rata selisih kedua suhu udara tersebut yang seluruhnya bertanda negatif. Arti dari tanda tersebut bahwa suhu udara di luar ruangan lebih rendah daripada suhu udara di atas permukaan material. Hal ini membuktikan bahwa nilai sig./2 < 0,025 tidak cukup berarti untuk menyatakan bahwa material genteng beton efektif menurunkan suhu udara di atas permukaan material. Namun dari nilai rata-rata tersebut, dapat menyatakan bahwa selisih suhu udara di luar ruangan dan di atas permukaan material penutup atap antara batas bawah sebesar -4,333 °C hingga batas atas sebesar -1,667 °C. Kenaikan suhu udara pada pemukaan genteng beton diduga karena material tersebut cepat dalam menyerap dan menghantarkan panas radiasi matahari, serta membutuhkan waktu yang cukup lama dalam melepaskan kalor yang sudah diserap.

Tabel 5.6 Pengujian Statistik Inferensi Serapan Panas di Atas Permukaan Material Genteng Beton

No.	Keterangan	Rata-rata selisih kedua suhu udara	Nilai t	Signifikansi
1.	Perbedaan suhu udara di luar ruangan dan di atas permukaan material penutup atap tanpa warna tanpa plafon	-2,833	-7,419	0,000
2.	Perbedaan suhu udara di luar ruangan dan di atas permukaan material penutup atap tanpa warna dengan plafon	-1,833	-4,4	0,002
3.	Perbedaan suhu udara di luar ruangan dan di atas permukaan material penutup atap warna coklat tanpa plafon	-1,667	-3,714	0,006
4.	Perbedaan suhu udara di luar ruangan dan di atas permukaan material penutup atap coklat dengan plafon	-4,333	-11,628	0,000
5.	Perbedaan suhu udara di luar ruangan dan di atas permukaan material penutup atap warna hijau tanpa plafon	-3,611	-11,272	0,000
6.	Perbedaan suhu udara di luar ruangan dan di atas permukaan material penutup atap warna hijau dengan plafon	-2,5	-4,286	0,003

Tabel 5.7 Pengujian Statistik Inferensi Serapan Panas di Bawah Permukaan Material Genteng Beton

No.	Keterangan	Rata-rata selisih kedua suhu udara	Nilai t	Signifikansi
1.	Perbedaan suhu udara di luar ruangan dan di bawah permukaan material penutup atap tanpa warna tanpa plafon	1,778	6,4	0,000
2.	Perbedaan suhu udara di luar ruangan dan di bawah permukaan material penutup atap tanpa warna dengan plafon	1,111	3,162	0,013
3.	Perbedaan suhu udara di luar ruangan dan di bawah permukaan material penutup atap warna coklat tanpa plafon	0,722	2,229	0,056
4.	Perbedaan suhu udara di luar ruangan dan di bawah permukaan material penutup atap coklat dengan plafon	0,611	5,5	0,001
5.	Perbedaan suhu udara di luar ruangan dan di bawah permukaan material penutup atap warna hijau tanpa plafon	1,111	6,86	0,000
6.	Perbedaan suhu udara di luar ruangan dan di bawah permukaan material penutup atap warna hijau dengan plafon	1,056	5,429	0,001

Dari nilai signifikansi hasil analisis 0,00 ; 0,13; dan 0,01 (sig./2 < 0,025) pada selisih suhu udara di luar ruangan dan di bawah permukaan material genteng beton, berarti bahwa material tersebut efektif dalam menurunkan suhu udara di bawah permukaan material. Hanya saja pada warna coklat pada tabel analisis di atas didapat nilai signifikansi sebesar 0,056 (sig./2 > 0,025), yang menyatakan bahwa material genteng beton pada warna coklat kurang efektif dalam menurunkan suhu udara di bawah permukaan material. Besar selisih penurunan suhu udara di luar ruangan dan di bawah permukaan material dengan batas bawah 0,611 °C hingga batas atas 1,778 °C.

5.2.3 Material Bahan Metal

Hasil analisis untuk material bahan metal antara suhu udara di luar ruangan dan di atas permukaan material penutup atap dengan tanpa warna dan warna coklat memiliki nilai signifikansi 0,428 ; 0,813 (sig./2 > 0,025). Kedua nilai ini menyatakan bahwa material bahan metal tanpa warna dan warna coklat tidak efektif dalam menurunkan suhu udara di atas permukaan material penutup atap. Sedangkan untuk material bahan metal warna coklat dan hijau memiliki besaran rata-rata selisih kedua suhu udara tersebut bertanda negatif. Tanda ini menyatakan bahwa material bahan metal tidak cukup efektif dalam menurunkan suhu udara di atas permukaan material. Dari nilai rata-rata tersebut, dapat dinyatakan selisih suhu udara di luar ruangan dan di atas permukaan material penutup atap antara batas bawah sebesar -1,278 °C hingga batas atas sebesar 0,556 °C. Kenaikan suhu udara pada pemukaan bahan metal diduga karena material tersebut cepat dalam menyerap dan menghantarkan panas radiasi matahari.

Tabel 5.8 Pengujian Statistik Inferensi Serapan Panas di Atas Permukaan Material Bahan Metal

No.	Keterangan	Rata-rata selisih kedua suhu udara	Nilai t	Signifikansi
1.	Perbedaan suhu udara di luar ruangan dan di atas permukaan material penutup atap tanpa warna tanpa plafon	0,556	2,169	0,062
2.	Perbedaan suhu udara di luar ruangan dan di atas permukaan material penutup atap tanpa warna dengan plafon	-0,556	-0,244	0,813
3.	Perbedaan suhu udara di luar ruangan dan di atas permukaan material penutup atap warna coklat tanpa plafon	-1,278	-3,337	0,010
4.	Perbedaan suhu udara di luar ruangan dan di atas permukaan material penutup atap coklat dengan plafon	-0,333	-0,834	0,428
5.	Perbedaan suhu udara di luar ruangan dan di atas permukaan material penutup atap warna hijau tanpa plafon	-0,556	-1,971	0,084
6.	Perbedaan suhu udara di luar ruangan dan di atas permukaan material penutup atap warna hijau dengan plafon	-0,611	-2,137	0,065

Tabel 5.9 Pengujian Statistik Inferensi Serapan Panas di Bawah Permukaan Material Bahan Metal

No.	Keterangan	Rata-rata selisih kedua suhu udara	Nilai t	Signifikansi
1.	Perbedaan suhu udara di luar ruangan dan di bawah permukaan material penutup atap tanpa warna tanpa plafon	1,167	2,6	0,032
2.	Perbedaan suhu udara di luar ruangan dan di bawah permukaan material penutup atap tanpa warna dengan plafon	1,833	4,587	0,002
3.	Perbedaan suhu udara di luar ruangan dan di bawah permukaan material penutup atap warna coklat tanpa plafon	0,333	0,549	0,598
4.	Perbedaan suhu udara di luar ruangan dan di bawah permukaan material penutup atap coklat dengan plafon	1,167	2,401	0,043
5.	Perbedaan suhu udara di luar ruangan dan di bawah permukaan material penutup atap warna hijau tanpa plafon	0,833	3,78	0,005
6.	Perbedaan suhu udara di luar ruangan dan di bawah permukaan material penutup atap warna hijau dengan plafon	0,5	1,664	0,135

Tabel analisis uji t suhu udara di luar ruangan dan di bawah permukaan material bahan metal di atas menyatakan bahwa dengan nilai signifikansi 0,032 ; 0,002 ; dan 0,005 (sig./2 < 0,025), maka material tersebut efektif dalam menurunkan suhu udara di bawah material penutup atap. Tetapi pada warna coklat dan hijau memiliki nilai signifikansi 0,598 ; 0,043 ; 0,135 (sig./2 > 0,025) berarti bahwa material tersebut tidak efektif dalam menurunkan suhu udara di bawah material. Nilai selisih suhu udara terendah dari luar ruangan dan di bawah permukaan material sebesar 0,333 °C. Sedangkan untuk nilai tertinggi selisih suhu udara tersebut sebesar 1,833 °C.

5.3 Pengujian Serapan Panas Material Penutup Atap Dipengaruhi Plafon

5.3.1 Material Genteng Tanah Liat

Berdasarkan tebel di bawah, perbedaan suhu udara di atas plafon dan di dalam ruangan pada penggunaan plafon material genteng tanah liat memiliki nilai signifikansi 0,00 (sig./2 < 0,025) yang berarti bahwa penggunaan plafon sangat efektif dalam menurunkan suhu udara di dalam ruangan. Penggunaan plafon pada material genteng tanah liat dapat menurunkan suhu di dalam ruangan sebesar 1,78 °C hingga 2,38 °C. Dapat dilihat dari tabel 5.1 bahwa penggunaan plafon lebih dapat menurunkan suhu udara di dalam ruangan dengan besaran rata-rata 5,537 °C. Sedangkan tanpa penggunaan plafon dapat menurunkan suhu udara di dalam ruangan rata-rata 4,593°C.

Tabel 5.10 Pengujian Statistik Inferensi Serapan Panas Dipengaruhi Plafon Material Genteng Tanah Liat

No.	Keterangan	Rata-rata selisih kedua suhu udara	Nilai t	Signifikansi
1.	Perbedaan suhu udara di atas plafon dan di dalam ruangan tanpa warna dengan plafon	1,778	9,436	0,000
2.	Perbedaan suhu udara di atas plafon dan di dalam ruangan warna coklat dengan plafon	2,389	7,217	0,000
3.	Perbedaan suhu udara di atas plafon dan di dalam ruangan warna hijau dengan plafon	1,944	8,030	0,000

Penggunaan plafon pada material ini dapat menurunkan suhu udara sbesar 1,78 °C hingga 2,38 °C cukup membantu dalam memberikan kenyamanan di dalam ruangan. Hal ini terbukti pada hasil pengukuran material dengan tanpa warna dan warna coklat yang seluruhnya dapat memberikan kenyamanan di dalam ruangan sesuai dengan standar (lihat lampiran).

5.3.2 Material Genteng Beton

Suhu udara di atas plafon dan di dalam ruangan dengan menggunakan plafon pada material genteng beton memiliki nilai signifikansi sebesar 0,000 dan 0,001 (sig./2 < 0,025) yang berarti bahwa penggunaan plafon sangat efektif dalam menurunkan suhu udara di dalam ruangan. Penggunaan plafon pada material genteng beton dapat menurunkan suhu di dalam ruangan sebesar 1,667 °C hingga 2 °C. Dari tabel 5.2 dapat dibandingkan besaran rata-rata selisih suhu udara di luar dan di dalam ruangan dengan dan tanpa menggunakan plafon. Tanpa menggunakan plafon didapat nilai 4,037 °C. Sedangkan besaran rata-rata selisih kedua suhu tersebut sebesar 4,722 °C.

Tabel 5.11 Pengujian Statistik Inferensi Serapan Panas Dipengaruhi Plafon Material Genteng Beton

No.	Keterangan	Rata-rata selisih kedua suhu udara	Nilai t	Signifikansi
1.	Perbedaan suhu udara di atas plafon dan di dalam ruangan tanpa warna dengan plafon	2	10,733	0,000
2.	Perbedaan suhu udara di atas plafon dan di dalam ruangan warna coklat dengan plafon	1,667	5,345	0,001
3.	Perbedaan suhu udara di atas plafon dan di dalam ruangan warna hijau dengan plafon	1,833	12,702	0,000

Angka penurunan suhu di luar dan di dalam ruangan ini (1,667 - 2 °C) belum cukup berarti bahwa penggunaan plafon pada material genteng beton dapat memberikan kenyaman di dalam ruangan sesuai dengan standar yang ada (lihat lampiran hasil pengukuran).

5.3.3 Material Bahan Metal

Berdasarkan tabel hasil analisa di bawah ini, suhu udara di atas plafon dan di dalam ruangan pada penggunaan plafon material bahan metal memiliki nilai signifikansi 0,00 (sig./2 < 0,025) yang berarti bahwa penggunaan plafon sangat efektif dalam menurunkan suhu udara di dalam ruangan. Penggunaan plafon pada material bahan metal dapat menurunkan suhu di dalam ruangan sebesar 1,89 °C hingga 2,11 °C. Dari tabel 5.3 terlihat perbedaan rata-rata suhu udara di luar dan di dalam ruangan dengan dan tanpa menggunakan plafon. Tanpa menggunakan plafon, suhu udara di dalam ruangan turun 4,018 °C. Dengan menggunakan plafon suhu udara di dalam ruangan turun 4,685 °C.

Tabel 5.12 Pengujian Statistik Inferensi Serapan Panas Dipengaruhi Plafon Material Bahan Metal

No.	Keterangan	Rata-rata selisih kedua suhu udara	Nilai t	Signifikansi
1.	Perbedaan suhu udara di atas plafon dan di dalam ruangan tanpa warna dengan plafon	2	6,656	0,000
2.	Perbedaan suhu udara di atas plafon dan di dalam ruangan warna coklat dengan plafon	2,111	8,102	0,000
3.	Perbedaan suhu udara di atas plafon dan di dalam ruangan warna hijau dengan plafon	1,889	6,341	0,000

Penurunan suhu udara di dalam dan di luar ruangan pada material ini yang dipengaruhi oleh penggunaan plafon (1,89 - 2,11 °C) belum cukup memberikan kenyamanan di dalam ruangan sesuai dengan standar (lihat lampiran).

5.4 Pengujian Hubungan antara Jenis Material Penutup Atap, Warna Penutup Atap, dan Penggunaan Plafon terhadap Serapan Panas

Dari tabel hasil analisis statistik inferensi di bawah ini, pada kelompok jenis material, dengan f hitung 13,612 dan tingkat kepercayaan 100 % atau signifikansi 0,000 (sig. < 0,05) menyatakan bahwa perbedaan rata-rata selisih suhu udara di luar dan di dalam ruangan berdasar kelompok jenis material (genteng tanah liat, genteng beton, dan bahan metal) tersebut memang berbeda nyata. Hal ini membuktikan bahwa ketiga material memiliki kemampuan yang berbeda dalam menyerap panas radiasi matahari.

Tabel 5.13 Pengujian Statistik Inferensi Antara Jenis Material, Warna, dan Penggunaan Plafon

No.	Keterangan	Nilai f	Signifikansi
1.	Interaksi antar jenis material	13,612	0,000
2.	Intraksi antar warna cat	0,582	0,56
3.	Interaksi antara penggunaan plafon dan tanpa penggunaan plafon	36,675	0,000
4.	Interaksi antara jenis material dan warna acat	1,770	0,138
5.	Interaksi antara jenis material dan penggunaan plafon	0,503	0,606
6.	Interaksi antara warna cat dan penggunaan	0,868	0,422
7.	plafon Interaksi antara jenis material, warna cat, dan penggunaan plafon	1,469	0,215

Pengujian pada kelompok warna cat didapat f hitung sebesar 0,582 dan signifikansi 0,560 (sig. > 0,05) yang berarti bahwa perbedaan rata-rata selisih suhu udara di luar dan di dalam ruangan berdasar kelompok warna cat penutup atap (tanpa warna, coklat, dan hijau) sangat rendah. Artinya, perbedaan warna cat pada permukaan penutup atap tidak berpengaruh dalam menyerap panas radiasi matahari.

Sedangkan berdasar kelompok penggunaan plafon, dengan f hitung 36,675 dan signifikansi 0,000 (sig. < 0,05) menyatakan bahwa perbedaan rata-rata selisih

suhu udara di luar dan di dalam ruangan berdasar kelompok penggunaan plafon memang berbeda nyata. Ini berarti bahwa ada atau tidaknya penggunaan plafon berpengaruh besar dalam mengurangi suhu di dalam ruangan.

Kemudian untuk pengujian tiga faktor antara jenis material, warna cat, dan penggunaan plafon terlihat f hitung 1,469 dengan tingkat kepercayaan sebesar 78,5 % atau signifikansi 0,215 (sig. > 0,05) yang berarti bahwa terdapat interaksi yang lemah antar ketiga faktor atau diantara ketiga faktor tersebut memiliki hubungan yang tidak begitu signifikan dalam menyerap panas radiasi matahari.

Tabel 5.14 Pengujian Statistik Inferensi Berdasarkan Jenis Material

Jenis Material	Subset (berdasarkan selisih suhu udara di luar dan di dalam ruangan)	
	1	2
Bahan Metal	4,352	
Genteng Beton	4,38	
Genteng Tanah Liat		5,065

Berdasarkan hasil pengelompokan jenis material dari tabel uji F di atas, terlihat bahwa pada subset 1 terdapat grup dengan anggota kelompok material bahan metal dengan nilai selisih suhu udara di luar dan di dalam ruangan sebesar 4,352 °C dan genteng beton dengan nilai 4,38 °C. Dengan kata lain, bisa dikatakan bahwa material bahan metal dan genteng beton tidak memiliki perbedaan yang signifikan dalam menyerap panas radiasi matahari. Adapun pada subset 2, terlihat hanya terdapat grup beranggotakan material genteng tanah liat saja dengan nilai selisih suhu udara di luar dan di dalam ruangan sebesar 5,065 °C. Ini membuktikan bahwa material genteng tanah liat memiliki perbedaan dengan material lainnya. Dilihat dari nominalnya, material ini memiliki kemampuan yang lebih besar dalam menyerap panas radiasi matahari dibanding dengan material lain.

Tabel 5.15 Pengujian Statistik Inferensi Berdasarkan Warna Permukaan

Warna Cat	Subset (berdasarkan selisih suhu udara di luar dan di dalam ruangan)
	1
Warna Coklat	4,519
Tanpa Warna	4,593
Warna Hijau	4,685

Untuk pengelompokan berdasarkan warna menutup atap, berdasarkan tabel hasil uji F di atas terbukti dari ketiga warna penutup atap (tanpa warna, warna coklat, dan warna hijau) tidak memiliki perbedaan yang signifikan dalam menyerap panas radiasi matahari.

5.5 Pengujian Hubungan antara Posisi, Waktu, dan Pengulangan Hari Pengukuran terhadap Serapan Panas

Tabel hasil analisis statistik inferensi di bawah menunjukkan bahwa pada kelompok posisi pengukuran, dengan f hitung 192,653 dan tingkat kepercayaan 100 % atau signifikansi 0,000 (sig. < 0,05) menyatakan adanya perbedaan serapan panas di berbagai posisi pengukuran (di luar dan di dalam ruangan, di atas dan di bawah permukaan material, serta di atas plafon) memang berbeda nyata.

Tabel 5.16 Pengujian Statistik Inferensi Antara Posisi, Pengulangan Hari, dan Waktu Pengukuran

No.	Keterangan	Nilai f	Signifikansi
1.	Interaksi antar posisi pengukuran	192,653	0,000
2.	Intraksi antar waktu pengukuran	23,342	0,000
3.	Interaksi antar pengulangan hari pengukuran	0,97	0,38
4.	Interaksi antara posisi dan waktu pengukuran	0,344	
5.	Interaksi antara posisi dan pengulangan hari pengukuran	0,288	0,949 0,973
6.	Interaksi antara waktu dan pengulangan hari pengukuran	2,138	0,075
7.	Interaksi antara posisi, waktu, dan pengulangan hari pengukuran	0,185	1

Pengujian pada kelompok waktu pengukuran didapat f hitung sebesar 23,342 dan signifikansi 0,000 (sig. < 0,05) yang berarti bahwa perbedaan waktu dalam mengambil data (pk. 10.00, pk. 12.00, pk. 14.00) memiliki interaksi/hubungan yang kuat terhadap nilai serapan panas.

Sedangkan berdasar kelompok pengulangan hari dalam pngukuran, dengan f hitung 0,97 dan signifikansi 0,38 (sig. > 0,05) menyatakan bahwa perbedaan hari dalam pengukuran tidak berbeda nyata.

Kemudian untuk pengujian tiga faktor antara posisi, waktu, dan pengulangan hari terlihat f hitung 1,185 dengan signifikansi sebesar 1 (sig. > 0,05) berarti bahwa tidak terdapat interaksi antar ketiga faktor tersebut dalam memberikan serapan panas radiasi matahari.

Tabel 5.17 Pengujian Statistik Inferensi Berdasarkan Posisi Pengukuran

Posisi Pengukuran	Subset (berdasarkan rata-rata suhu udara di seluruh posisi)				
	1	2	3	4	5
Di dalam ruangan	29,676				
Di atas plafon		31,241			
Di bawah permukaan material			32,86		
Di luar ruangan				34,272	
Di atas permukaan material					35,114

Dari pengelompokan posisi pengukuran (di luar dan di dalam ruangan, di atas dan di bawah permukaan material) berdasarkan hasil uji F di atas, di setiap posisi memiliki perbedaan yang signifikan dalam menyerap panas radiasi matahari. Dapat dilihat di atas bahwa rata-rata serapan panas di atas permukaan material memiliki nilai yang tertinggi sebesar 35,114 °C. Bahkan nilai ini melebihi dari suhu udara di luar ruangan. Dari analisa sebelumnya, hal ini terjadi diduga pada material genteng beton dan bahan metal memiliki sifat sebagai isolator panas (penghantar panas) yang baik.

Tabel 5.18 Pengujian Statistik Inferensi Berdasarkan Waktu Pengukuran

Waktu Pengukuran	Subset (berdasarkan rata-rata suhu udara di seluruh posisi)	
	1	2
Pukul 10.00	32,08	
Pukul 14.00		32,981
Pukul 12.00		33,302

Berdasarkan hasil pengelompokan waktu pengukuran dari tabel uji F di atas, terlihat bahwa pada subset 1 terdapat grup dengan anggota kelompok pukul 10.00 dengan rata-rata seluruh nilai serapan panas sebesar 32,08 °C. Sedangkan pada subset 2 terdapat grup dengan anggota kelompok pukul 14.00 dengan nilai sebesar 32,981 °C dan pukul 12.00 dengan nilai sebesar 33,302 °C. Ini membuktikan bahwa waktu pengukuran pukul 10.00 memliki perbedaan dengan waktu lainnya dalam menciptakan serapan panas di seluruh posisi pengukuran.

Tabel 5.19 Pengujian Statistik Inferensi
Berdasarkan Pengulangan Hari Pengukuran

Pengulangan Hari	Subset (berdasarkan rata-rata suhu udara di seluruh posisi)
	1
Hari ketiga	32,63
Hari pertama	32,82
Hari kedua	32,92

Pengelompokan berdasarkan pengulangan hari pengukuran, berdasarkan tabel hasil uji F di atas terbukti dari ketiga hari pengulangan (hari pertama, hari kedua, dan hari ketiga) tidak memiliki perbedaan yang signifikan terhadap nilai serapan panas.

5.6 Pengujian Korelasi Berat Material dengan Serapan Panas

Dari hasil analisis korelasi kedua variabel di bawah ini, didapat angka korelasi antara berat material dan serapan panas sebesar -0,038 dengan nilai signifikansi 0,635 (sig. > 0,025) yang memiliki arti bahwa kedua variabel memiliki hubungan yang sangat rendah. Ini membuktikan bahwa berat material penutup atap tidak berpengaruh dalam meyerap panas radiasi sinar matahari.

Tabel 5.20 Pengujian Korelasi Berat material dengan Serapan Panas

		selisih suhu di luar dan di dalam ruangan	berat material (kg/m2)
selisih suhu di luar dan di dalam ruangan	Pearson Correlation	1	-,038
	Sig. (2-tailed)		,635
	N	162	162
berat material (kg/m2)	Pearson Correlation	-,038	1
	Sig. (2-tailed)	,635	
	N	162	162

BAB VI
KESIMPULAN DAN REKOMENDASI

6.1 Kesimpulan

Dari hasil analisis data dan pembahasan yang telah dilakukan maka penelitian ini dapat disimpulkan bahwa:

1. Serapan panas di dalam ruangan dari ketiga sampel material penutup atap pada umumnya efektif dalam menurunkan suhu udara di dalam ruangan. Dari ketiga sampel material penutup atap ini dipilih material yang memiliki serapan panas paling tinggi adalah material genteng tanah liat (4,5-5,833°C). Sedangkan kemampuan serapan panas material genteng beton (3,944-5,111°C) dan bahan metal (3,944-4,833°C) tidak begitu besar.
2. Kemampuan serapan panas pada permukaan material penutup atap dari ketiga material tidak sama. Material genteng tanah liat lebih efektif dalam menurunkan suhu udara di atas (0,111-1,389°C) dan di bawah permukaan (1,389-3,333°C) material penutup atap. Hanya saja pada material genteng tanah liat berwarna coklat belum cukup memberikan serapan panas yang baik di atas permukaan material penutup atap. Sedangkan untuk material genteng beton (di atas: -4,333 - -1,667°C) dan bahan metal (di atas: -1,278 – 0,556°C) belum dapat memberikan serapan panas yang baik di atas permukaan material. Tetapi kedua material tersebut pada umumnya efektif dalam menurunkan suhu udara di bawah permukaan material penutup atap (genteng beton: 0,611-1,778°C, bahan metal: 0,333-1,833°C) . Ini berarti bahwa kedua material tersebut bersifat cepat dalam menghantarkan panas radiasi matahari.
3. Serapan panas yang dipengaruhi pada penggunaan plafon pada ketiga material sama-sama dapat manurunkan suhu udara di dalam ruangan lebih

daripada tanpa menggunakan plafon (genteng tanah liat: 1,78-2,38°C, genteng beton: 1,67-2°C, bahan metal: 1,89-2,11°C). Hal ini membuktikan bahwa penggunaan plafon sangat efektif dalam menurunkan suhu udara di dalam ruangan.

4. Terdapat hubungan yang tidak signifikan atau ada interaksi yang lemah antara jenis material, warna cat permukaan penutup atap, dan penggunaan plafon dalam mereduksi panas radiasi matahari. Diantara ketiga warna cat material penutup atap tidak terdapat perbedaan yang signifikan diantaranya.
5. Tidak terdapat hubungan yang signifikan antara posisi, waktu, dan pengulangan hari saat pengukuran terhadap serapan panas radiasi matahari.
6. Tidak terdapat hubungan antara berat material penutup atap dengan serapan panas dalam mereduksi panas radiasi matahari.

6.2 Rekomendasi

Dari hasil analisis dan kesimpulan yang telah disusun sebelumnya, maka dari penelitian ini akan merekomendasikan beberapa hal yang terdiri dari rekomendasi hasil penelitian, dan rekomendasi untuk pengembangan perancangan.

6.2.1 Rekomendasi Hasil Penelitian

Dari hasil penelitian yang telah dilakukan, maka dapat direkomendasikan beberapa hal, antara lain:

1. Jenis Material Atap

   Jenis material yang terbaik dari ketiga sampel dalam mereduksi panas radiasi matahari adalah material yang bersifat isolator panas (material yang tidak cepat menghantarkan panas), yaitu material genteng tanah liat.

2. Penggunaan Langit-langit/Plafon

   Penggunaan plafon sangat disarankan dalam menurunkan suhu udara di dalam ruangan, terutama pada penggunaan material genteng beton dan bahan metal (jika memakai material tersebut sebagai penutup atap). Selain itu ketinggian plafon akan mempengaruhi radiasi panas matahari.Plafon yang rendah akan meningkatkan radiasi. Sesuai SNI 03-6572-2001, untuk ruang kelas setidaknya ketinggian plafon 3,6 m dari lantai.

3. Warna Material Atap

   Warna untuk penutup atap sebaiknya warna yang tidak mencolok. Ini bertujuan untuk menyerap radiasi dan cahaya dari matahari.

6.2.2 Rekomendasi Perancangan

Dari penelitian ini setelah dilakukan rekomendasi penelitian, laporan ini juga merekomendasikan beberapa hal dalam merancang sebuah SMP IT, rekomendasi tersebut antara lain:

1. Orientasi dan Posisi Bangunan

   Orientasi bangunan sebaiknya menghadap ke arah Utara-Selatan. Orientasi ini untuk menghindari radiasi matahari yang masuk langsung ke dalam bangunan dari sisi Timur dan Barat. Karena itu, sisi bangunan yang sempit harus diarahkan pada posisi matahari rendah, seperti arah Barat dan Timur. Posisi bangunan sedapat mungkin berada di tengah lahan sehingga semua sisi terkena oleh hembusan angin.

2. Orientasi Tata Ruang

   Penempatan ruangan (zonning) pada bangunan perlu diperhatikan, kaitannya antara fungsi ruangan dan perlindungan terhadap sinar langsung yang masuk ke dalam ruangan. Ruangan yang paling sering digunakan oleh manusia yang menuntut adanya suatu kenyamanan ruangan, seperti ruang kelas dan ruang pengajar hendaknya berorientasi menghadap arah Utara-Selatan. Sedangkan untuk

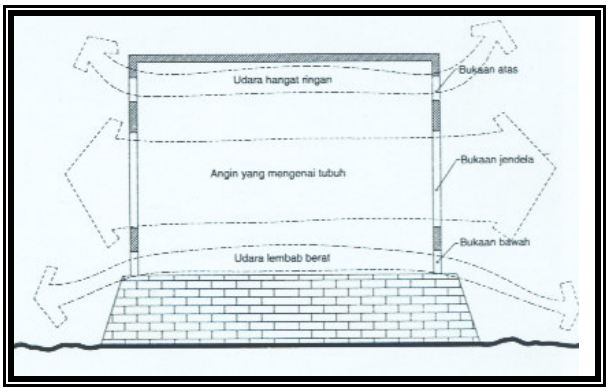
ruangan publik seperti hall yang bersifat terbuka dan tidak ada tuntutan suatu kenyamanan, tidak harus berorientasi ke Utara-Selatan, bisa juga menghadap ke Timur-Barat.

3. Bukaan/Ventilasi

Posisi bukaan/ventilasi kaitannya dengan posisi matahari, sebaiknya berada di sisi Utara-Selatan bangunan. Pandangan bebas melalui jendela pada sisi Barat dan Timur (pada posisi matahari rendah) harus dihindari.

Kenyamanan sistem penghawaan dapat ditingkatkan dengan memberikan bukaan/ventilasi silang. Ventilasi silang akan lebih maksimal apabila penempatan jendela yang berfungsi sebagai *inlet* (memasukkan udara) diletakkan pada ketinggian manusia yaitu 60cm-150cm (aktivitas duduk maupun berdiri), agar udara dapat mengalir di sekitar manusia dalam memperoleh rasa nyaman. Sedangkan jendela yang berfungsi sebagai *outlet* (mengeluarkan udara) diletakkan lebih tinggi, agar udara panas dalam ruang dapat dengan mudah dikeluarkan (Mediastika, 2001).

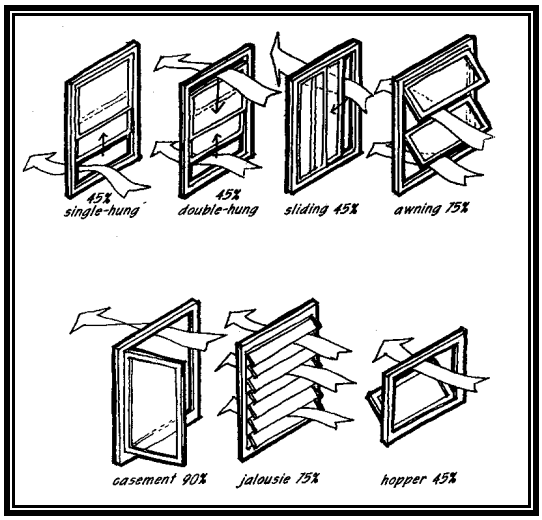
Selain itu aspek penting untuk mengendalikan kelembaban dalam suatu ruang dapat memberikan lubang atau ventilasi pada dinding yang berbatasan dengan ruang luar (dinding eksterior), yaitu lubang atas (ventilasi atas), lubang tengah (jendela) dan lubang bawah (ventilasi bawah). Lubang atas akan melepaskan udara panas yang biasa terjebak di atas, terutama apabila jendela tertutup. Lubang bawah untuk melepaskan udara lembab yang biasa terjebak di bawah ruang. Bangunan-bangunan kolonial biasanya memiliki lubang-lubang ini seperti terlihat dalam gambar di bawah.



Gambar 6.1 Saran zona bukaan pada bangunan

(Sumber: Satwiko, 2004: 23)

Alternatif tipe ventilasi yang baik untuk bangunan sekolah antara lain *slidding, awning, casement, dan happer*. Diantara jenis ventilasi tersebut, jenis ventilasi *awning* dan *casement* lebih baik, karena lebih banyak mengalirkan angin/udara ke dalam ruangan. Sedangkan untuk bukaan/ventilasi atas, tipe *happer* baik untuk hal ini.



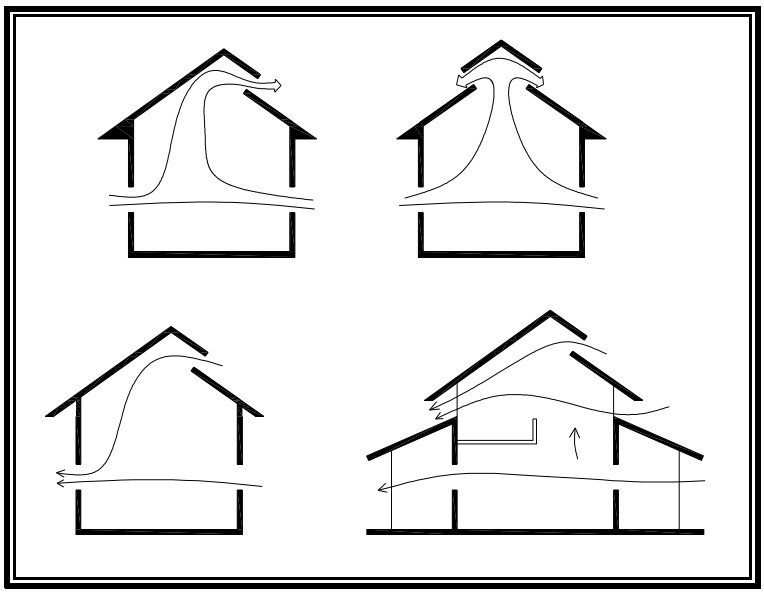
Gambar 6.2 Beberapa Tipe Jendela dan Area Efektif yang Mengalirkan Udara

(Sumber: http://puslit.petra.ac.id/journals/architecture/, 2002)

Dimensi ventilasi/bukaan juga harus dipertimbangkan supaya cukup untuk mengendalikan radiasi matahari dan pemenuhan kebutuhan angin. Setidaknya

untuk ruang dalam bangunan kelas harus memenuhi syarat jendela, bukaan, pintu atau sarana lainnya dengan luas ventilasi tidak kurang dari 10% terhadap luas lantai dari ruang yang akan diventilasi, diukur tidak lebih dari 3,6 meter diatas lantai (Undang-Undang Bangunan Gedung tentang tata cara perencanaan teknis konversi energi dalam SNI 03-6572-2001).

Ruang atap dan bukaan pada atap juga sangat baik dalam mendapatkan ventilasi silang, menangkap angin, dan mendapatkan aliran udara termis (buoyancy dan pertukaran udara) seperti pada gambar di bawah.



Gambar 6.3 Tipe-tipe Ventilasi pada Ruang Atap

4. Elemen Bukaan

Bukaan/ventilasi harus terlindung dari sinar langsung matahari yang dapat menaikkan suhu udara di dalam ruangan. Maka dari itu dibutuhkan elemen bukaan sebagai pelindung matahari, seperti teritisan, shading (elemen horizontal), sirip (elemen vertikal), atau juga dapat dengan memberikan tirai ataupun panil. Elemen bukaan sirip ini sangat baik diletakkan pada posisi matahari rendah (sisi Timur dan Barat bangunan).

5. Sudut Kemiringan Atap dan Panjang Teritisan

Berdasarkan objek penelitian yang telah dibuat dan di uji, sudut kemiringan atap yang digunakan sebesar 35°. Sedangkan panjang teritisan sebaiknya minimal sebesar 1 meter. Hal ini untuk melindungi bangunan dari sinar langsung yang dapat menaikkan suhu udara di dalam ruangan.

6. Ketinggian Ruang/Bangunan

Untuk mengurangi radiasi dan ketidaknyamanan orang yang berada di dalamnya, sebaiknya ketinggian antara lantai dan dengan plafon/atap/lantai berikutnya sebaiknya lebih dari 3,5 meter.

7. Tata Ruang Luar

Pengaturan letak pohon dan semak-semak, terhadap bangunan, serta jenis tumbuhan secara positif mempengaruhi iklim lokasi bangunan. Pengaturan yang terencana baik dapat mempengaruhi arah dan kekuatan angin, menurunkan temperature, menyimpan air, serta menyamakan perbedaan temperatur, sehingga menghasilkan sumbangan yang tidak kecil bagi pengudaraan secara alamiah (Lippsmeier, 1994). Jenis tanaman seperti tanaman tanjung baik dalam menyerap debu dan menyerap gas karbon dioksida (CO_2). Selain itu, tanaman ini banyak mengeluarkan gas O_2 yang sangat dibutuhkan oleh manusia.

Material yang dipilih dalam penataan sebuah lanskap di sekitar bangunan juga perlu diperhatikan, karena pemakaian material yang baik dapat menahan panas matahari masuk ke dalam ruangan sebnayak mungkin. Material yang digunakan sebaiknya merupakan jenis material yang bersifat isolator panas, atau bahan yang tidak cepat dalam menghantarkan panas dan memiliki warna terang. Material lanskap seperti aspal dan konblok merupakan material yang cepat dalam menghantarkan panas, material ini lebih baik dihindari dan dapat diganti dengan material *grassblock.* Material yang paling baik untuk lanskap di sekitar bangunan adalah material yang berasal dari tumbuh-tumbuhan, seperti rerumputan.

BAB VII
PENDEKATAN DESAIN

Dari hasil analisis dan pembahasan serta kesimpulan yang telah dirumuskan sebelumnya, maka pada akhir laporan ini akan memberikan beberapa konsep pendekatan rekomendasi sebagai *guide line* dalam sebuah rancangan pada aplikasi bangunan gedung SMP IT.

7.1 Jenis Kegiatan

Berdasarkan pengamatan survey yang telah dilakukan di beberapa SMP IT Yogyakarta, seperti SMP IT Masjid Syuhada, SMP IT Abu Bakar, dan SMP IT Bias, didapat data analisis kegiatan yang dibutuhkan dalam merancang sebuah SMP IT.

Tabel 7.1 Jenis Kegiatan Pengguna Bangunan SMP IT di Yogyakarta

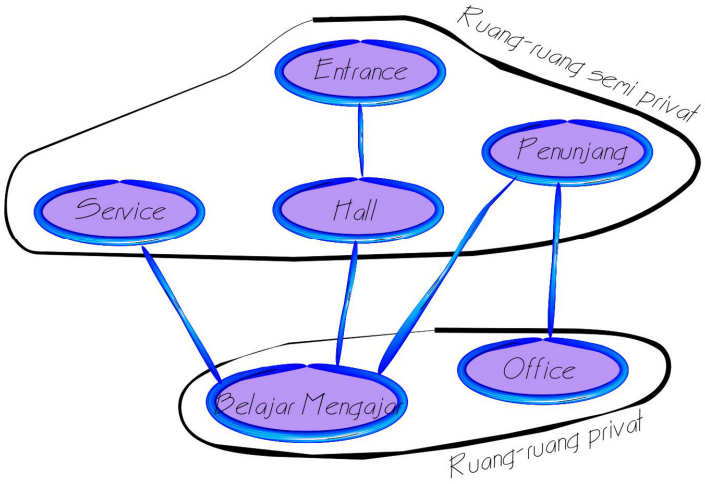
Pelaku	Jenis Kegiatan	Kebutuhan Ruang	Alat yang Digunakan
Kepala Sekolah	Manajerial	R. Kerja, R. Tamu	Meja kursi, lemari penyimpanan, kursi tamu, komputer
Pengajar	Mengajar	R. Kerja	Papan tulis, buku paket, buku acuan, meja kursi, R. Kelas
Siswa	Belajar	Laboratorium, Perpustakaan, Lapangan OR, R. Extrakulikuler	Meja kursi belajar, papan tulis, alat tulis, buku acuan, R. Kelas
Pengelola Perpustakaan	Mengelola, Mengawasi, Merawat	R. Kerja, Perpustakaan	Komputer, Lemari penyimpanan alat, rak buku, meja kursi, lemari arsip
Bagian Konseling	Konsultasi	R. Kerja	Meja kursi, lemari penyimpanan arsip
Bagian Administrasi	Mengelola	R. Kerja, R. Pelayanan, R.	Meja kursi, kursi tamu, meja

		Arsip, R. Tamu	pelayanan, lemari arsip, komputer
Cleaning Service	Merawat	Gudang	Alat perawatan, lemari penyimpanan
Penjual Kantin	Menjual	Kantin, Dapur	Peralatan dapur, rak penyimpanan alat, meja bangku kantin

(Sumber : Survey, 2008)

Pelaku utama (pengajar dan siswa) melakukan prosrs kegiatan belajar mengajar di dalam kelas, dalam laboratorium sewaktu-waktu, di lapangan olah raga untuk pelajaran olah raga, dan di perpustakaan untuk memenuhi kebutuhan referensi. Parkir, kantin, masjid, lapangan upacara, mini amphiteatre, ruang kesehatan sifatnya sebagai pendukung kegiatan belajar mengajar di dalam sekolah.

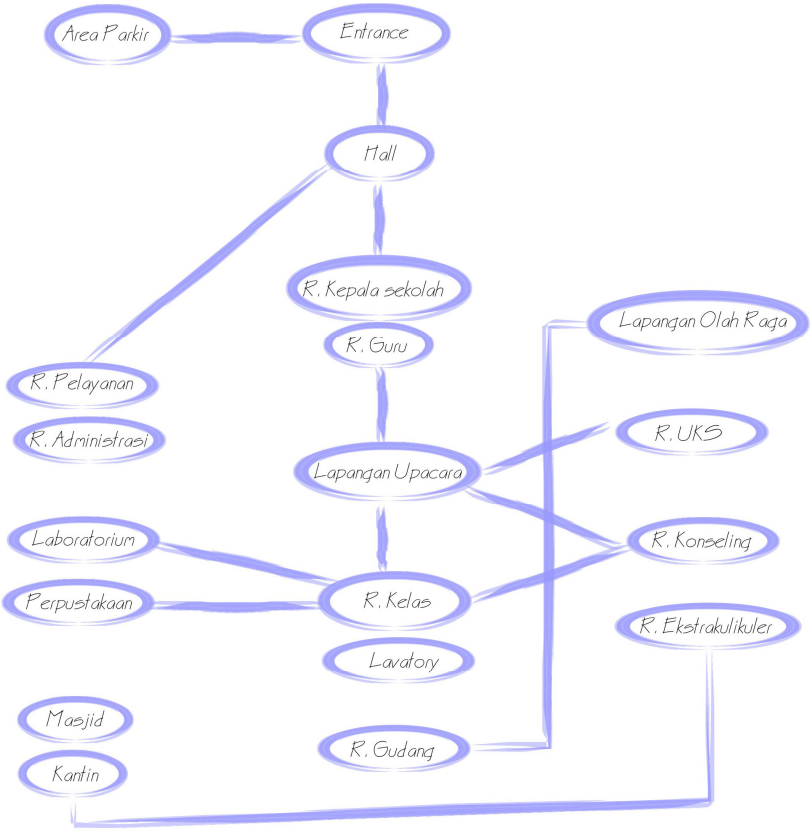
7.2 Hubungan dan Sirkulasi Antar Ruang



Gambar 7.1 Hubungan Antar Ruang

Ruang-ruang semi privat : Hall, Lavatory, Lapangan upacara, Lapangan Olah raga, Kantin, Masjid, Area Parkir, dll

Ruang-ruang privat : R. Kelas, R. Guru, R. Kepala sekolah, Laboratorium, Perpustakaan, R. Administrasi, R. Konseling, dll



Gambar 7.2 Sirkulasi Antar Ruang

7.3 Kebutuhan dan Besaran Ruang

Tabel 7.2 Kebutuhan dan Besaran Ruang

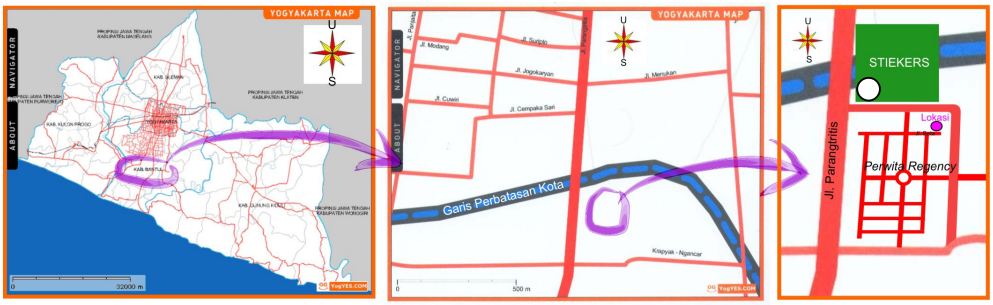
Ruangan	Jumlah pemakai	Jumlah unit	Standart (m2)	Total (m2)
Belajar Mengajar :				
Hall	150	1	0.75	112,5
Lapangan Olah Raga	175	2	1.5	525
Lapangan Upacara	200	1	1.6	320

Ruang Kelas	20	15	2.5	750
Lab. Biologi	20	1	2.6	52
Lab. Fisika	20	1	2.6	52
Lab. Bahasa	20	1	3.5	72
Lab. Komputer	20	1	1.6	32
Perpustakaan	50	1	4.2	210
Lavatory	1	24	3	72
Jumlah				2197.5
Sirkulasi 20%				439.5
TOTAL				**2637**
Administrasi :				
R. Kepala Administrasi	1	1	4	4
R. Admnistrasi	12	1	2	24
Ruang Pelayanan	3	1	6	18
Ruang Tamu	5	1	2	10
Lavatory	1	2	3	6
Jumlah				62
Sirkulasi 20 %				12.4
TOTAL				**74.4**
Kepala Sekolah :				
R. Kepala Sekolah	1	1	4	4
R. Wakakepsek	1	1	4	4
R. Tamu	4	1	2	8
Lavatory	1	1	3	3
Jumlah				19
Sirkulasi 20 %				3.8
TOTAL				**22.8**
Pengajar :				
R. Guru	40	1	3	120
Pantry	3	1	2	6
Lavatory	1	2	3	6
Jumlah				132
Sirkulasi 20 %				26.4
TOTAL				**158.4**
Konsultasi :				
R. Kerja	1	3	3	9
R. Konsultasi	2	2	2	8
R. Tamu	4	1	2	8
Jumlah				25
Sirkulasi 20 %				5
TOTAL				**30**
Fasilatas Pendukung :				
Gudang	10	1	3	30

R. UKS	3	1	1.6	4.8
Kantin	160	1	0.8	128
Masjid	200	1	0.75	150
R. Ekstrakulikuler	20	4	2	160
Parkir				
Mobil	40	1	10	400
Motor	100	1	1.5	150
Jumlah				1022.8
Sirkulasi 20 %				204.56
TOTAL				**1227.36**
TOTAL KESELURUHAN				**4149.96**

7.4 Lokasi Site

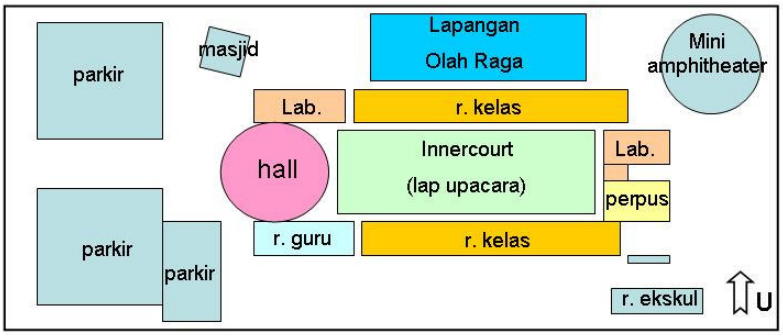
Lokasi site untuk perancangan bangunan gedung SMP IT yang dipilih adalah site STIEKERS yang terletak di Jl. Parangtritis Yogyakarta. Lokasi site ini dipilih karena pada site tersebut ada kemungkinan akan dikembangkan untuk bangunan pendidikan. Selain itu, lokasi ini memiliki karakter lokasi yang sama dengan lokasi pengukuran saat penelitian. Dari luasan site yang ada, diambil sebagian site untuk bangunan program SMP IT nya saja.



Gambar 7.3 Peta Lokasi Site Perancangan

(Sumber : http//:yogyes.com/id/yogyakarta-map/, 2008)

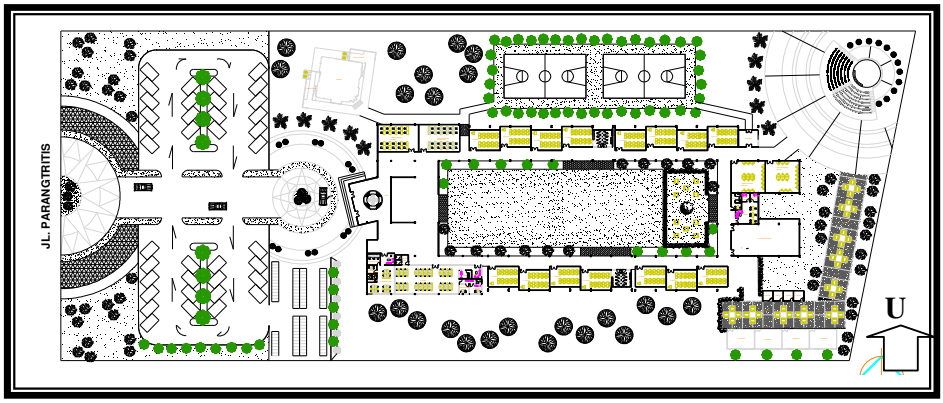
7.5 Gubahan Massa dan Orientasi Bangunan



Gambar 7.4 Zonning SMP IT

Orientasi bangunan menghadap ke Utara dan Selatan untuk menghindari panas matahari yang datang langsung ke ruangan dari arah Timur dan Barat. Posisi bangunan berada di tengah site dan mengelilingi ruang terbuka yang difungsikan sebagai lapangan olah raga. Posisi bangunan ini baik sehingga semua sisi bangunan terkena oleh hembusan angin.

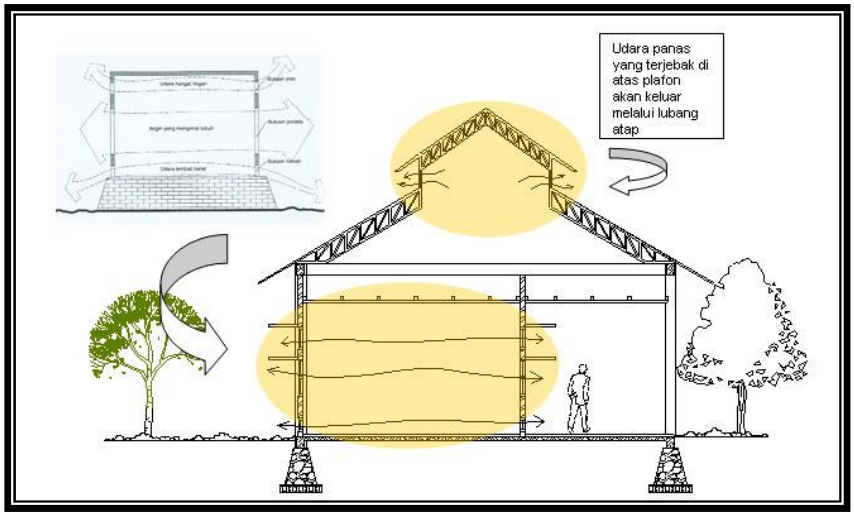
Penataan ruangan pada tapak seperti gambar di atas. Ruangan yang sering dipakai oleh manusia seperti ruangan kelas dan ruang guru yang menuntut adanya kenyamanan srbuah ruangan diorientasikan menghadap ke arah Utara-Selatan. Sedangkan untuk ruangan hall yang terbuka diorientasikan menghadap Timur-Barat



Gambar 7.5 Siteplan SMP IT

7.6 Bukaan/Ventilasi

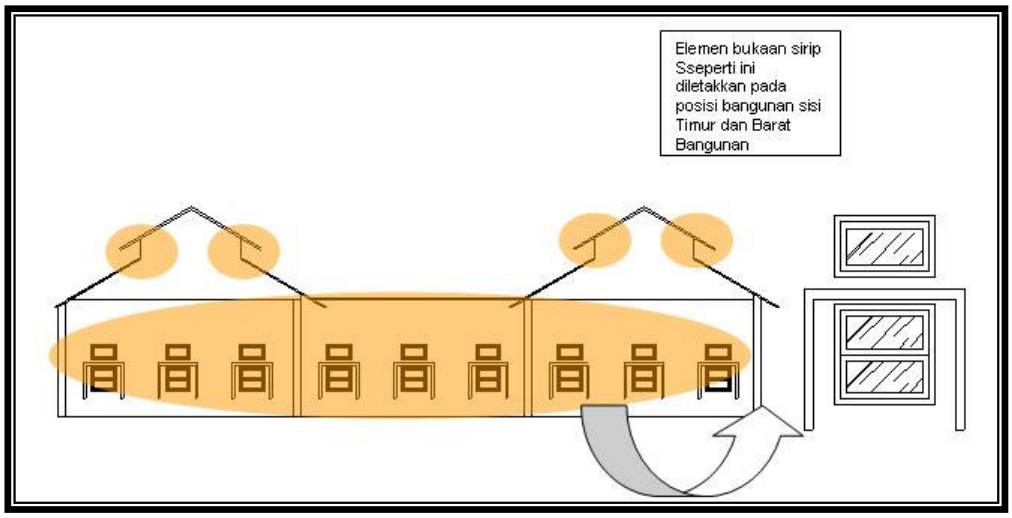
Penempatan bukaan/ventilasi udara sebagai *inlet* dalam memasukkan udara, terletak pada bagian badan bangunan, yaitu terdapat tiga bukaan (di atas, di tengah, dan di bawah). Jenis ventilasi yang dipilih adalah tipe *awning*, karena dapat memasukkan udara sekitar 75% ke dalam ruangan. Sedangkan posisi bukaan/ventilasi yang berfungsi sebagai *outlet* diletakkan pada posisi yang lebih tinggi, tipe yang dipilih adalah *happer*. Desain bukaan happer ini mempertimbangkan pengaruh kebisingan dari luar kelas yang dapat mengganggu kegiatan di dalam ruangan. Pada rancangan ini terletak di posisi atap agar udara panas mudah dikeluarkan.



Gambar 7.6 Bukaan/Ventilasi

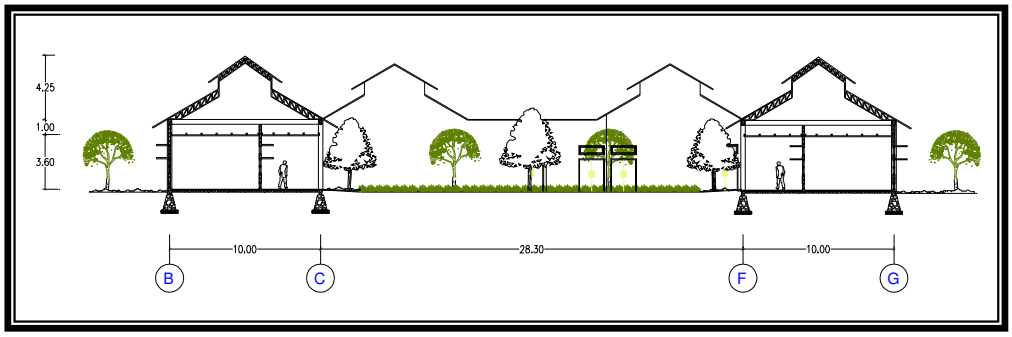
7.7 Elemen Bukaan

Elemen bukaan difungsikan sebagai pelindung matahari, seperti teritisan, shading (elemen horizontal), sirip (elemen vertikal), atau juga dapat dengan memberikan tirai ataupun panil.



Gambar 7.7 Elemen Bukaan

7.8 Ketinggian Ruang



Gambar 7.8 Potongan Bangunan A-A'

Ketinggian antara lantai dan dengan plafon/atap/lantai berikutnya sebaiknya lebih dari 3,5 meter. Ini berguna untuk mengurangi radiasi dan ketidaknyamanan orang yang berada di dalamnya. Selain itu penggunaan plafon juga lebih baik digunakan, karena dapat mengurangi suhu udara dan lebih memberikan kenyamanan pada ruangan di bawahnya.

7.9 Material dan Warna

Material bangunan dan warna yang digunakan sebaiknya yang bersifat isolator. Pada kasus penelitian ini, material penutup atap yang memiliki daya serap dan melepaskan panasnya cepat adalah material genteng tanah liat.

Warna pada eksterior sebaiknya menggunakan warna yang agak gelap. Sedangkan untuk warna interior sebaiknya menggunakan warna terang.

Material lanskap yang dipilih pada sekeliling bangunan adalah rumput dan ditempatkan beberapa pepohonan di sekitarnya. Material rumput sebagai tapak ini baik dalam memberikan kenyamanan di dalam ruangan. Sedangkan material yang dipilih untuk disekeliling lapangan olah raga adalah material *grassblock*.

DAFTAR PUSTAKA

_____. 2000, *Seminar Sehari*, dalam http://sim.nilim.go.jp/.

_____. 2003, *Mencegah Kanker*, Sriwijaya Post Edisi 16 Oktober 2003 dalam http://indomedia.com/.

_____. 2006, *Building Energy Software Tools Directory*, dalam http://eere.energy.gov/.

_____. 2007, *Atap Serial Tabloid Rumah*, Gramedia, Jakarta.

_____. 2007, *Jogja Kota Pendidikan*, dalam http://gudeg.net/.

_____. 2007, *Pemanasan Global*, Fakultas Geografi Universitas Gadjah Mada dalam http://geo.ugm.ac.id/archives/28/.

_____. 2008, *Peta Jogja*, dalam http://yogyes.com/id/yogyakarta-map/.

_____. 2008, *Struktur Kurikulum SMP Islam Terpadu RPI*, dalam http://smpit-rpi.com/.

_____. 2008, *Kondisi Geografis Kota Yogyakarta*, dalam http://jogja.go.id/.

Azis, Marwan. 2007, *Warga Bumi Dihantui Pemanasan Global*, Edisi 1 Oktober 2007 dalam http://suarapublik.org/.

Dyah, Anggraeni. 2007, *Pengukuran Temperatur Efektif pada Gedung Biru Universitas Budi Luhur*, Universitas Budi Luhur dalam http://jurnal.bl.ac.id/.

Frick, Heinz. 1998, *Arsitektur Ekologis*, Kanisius, Yogyakarta.

Jinan, Mutohharun. 2007, *Mencermati Sekolah Islam Terpadu*, Edisi 4 Juli 2007 dalam http://kompas.com/.

Karyono, Tri Harsono. 2001, *Penelitian Kenyamanan Thermis di Jakarta sebagai Acuan Suhu Nyaman Manusia Indonesia*, Universitas Indonesia dalam http://puslit.petra.ac.id/journal/architecture/.

Karyono, Tri Harso. 2003, *Tenaga Surya dan Arsitektur: Suatu Analisis Lingkungan dan Perancangan*, Universitas Indonesia dalam http://puslit.petra.ac.id/journal/architecture/.

Kurniawati, Heidytia Dewi. 2006, *Pengaruh Kenyamanan Termal Ruang terhadap Lama Waktu Berkunjung di Museum, Studi Kasus Museum Pusat TNI AU Dirgantara Mandala Yogyakarta*, Laboran Tugas Akhir Arsitektur Universitas Islam Indonesia.

Lippsmeier, George. 1994, *Bangunan Tropis*, Erlangga, Jakarta.

Mangunwijaya, Y. B. 1981, *Pasal-Pasal Fisika Bangunan*, Gramedia, Jakarta.

Mediastika, Christina E. 2001, Desain Jendela Bangunan Domensik Untuk Mencapai ”Cooling Ventilation” Kasus Uji Rumah Sederhana Luas 45 m2 di Yogyakarta, Universitas Atma Jaya Yogyakarta, dalam http://puslit.petra.ac.id/journals/architecture/

Meijs, ing P.J.M. Van der. 1982, *Fisika Bangunan*, Erlangga, Jakarta.

Noerwasito, V. Totok dan Mas Santosa.2006, *Pengaruh ”Thermal Properties” Material Bata Merah dan Batako sebagai Dinding, terhadap Efisiensi Enerji dalam Ruang di Surabaya*, Institut Teknologi Sepuluh Nopember dalam http://puslit.petra.ac.id/journal/architecture/.

Prianto, Eddy. 2002, *Alternatif Decían Arsitektur Daerah Tropis Lembab dengan Pendekatan Kenyamanan Termal*, Universitas Diponegoro dalam http://puslit.petra.ac.id/journal/architecture/.

Priatman, Jimmy. 2003, *“Energy Concious Design” Konsepsi dan Strategi Perancangan Bangunan di Indonesia*, Universitas Kristen Petra dalam http://puslit.petra.ac.id/journal/architecture/.

Purwanto, L. M. F., Ridwan Sanjaya, dan Hermawan. 2006, *Pengaruh Bentuk Atap Bangunan Tradisional di Jawa Tengah untuk Peningkatan Kenyamanan Termal Bangunan*, Universitas Katolik Soegijapranata dalam http://puslit.petra.ac.id/journal/architecture/.

Ramadhian, Yudhi. 2006, *Pengendalian Termal dan Feng Shui Bangunan sebagai Penunjang Kenyamanan dalam Bekerja pada Karyawan Bagian Produksi,*

Studi Kasus PT. Mataram Tunggal Garment Yogyakarta, Laporan Tugas Akhir Arsitektur Universitas Islam Indonesia.

Roolian, Dini Neurita. 2007, *Global Warming*, dalam http://macklin.tmip-unpad.net/.

Satwiko, Prasasto. 2004, *Fisika Bangunan 1*, ANDI, Yogyakarta.

Satwiko, Prasato. 2004, *Fisika Bangunan 2*, ANDI, Yogyakarta.

Setiawan, Ary, 2007, *Sekolah Menengah Pertama*, Laporan Tugas Akhir Arsitektur Universitas Islam Indonesia.

Susanto dan Pramudyo, 2005, *Yogyakarta Kota Budaya yang Bimbang*, Edisi 03 Desember 2005 dalam http://kompas.com/.

Syarifuddin, Rachmat. 2005, *JSIT Memberdayakan Sekolah-Sekolah Islam*, Edisi 7 Oktober 2005 dalam http://republika.co.id/.

Synder, James C. dan Anthony J. Catanese. 1991, *Pengantar Arsitektur*, Erlangga, Jakarta.

Undang-Undang Gedung dan Bangunan. 2001, *Tata Cara Perencanaan Teknis Konversi Energi pada Bangunan Gedung Standar Nasional Indonesia*, Yayasan LPMB-PU.

Wariyanto, Agus. 2007, *Menyikapi Degradasi Lingkungan*, Edisi 21 April 2007 dalam http://suaramerdeka.com/.

Yuli, Nensi Golda. 2003, *Pengaruh Kenyamanan Thermal Ruang terhadap Lama Waktu Belajar Efektif Mahasiswa*, *Studi Kasus Rumah-rumah Kos di Sendowo Yogyakarta*, Laporan Tugas Akhir Arsitektur Universitas Islam Indonesia.