

Kajian Penggunaan Material Terhadap Kenyamanan Termal pada Rumah Tinggal

STUDI KASUS : Rumah Tinggal Achmad Tardiyana

Disusun Oleh :

Eka Virdianti¹, Elssany Noor D², Citra Yesti³, Ranindita Desiana⁴

1,2,3,4 Institut Teknologi Nasional

Email : virdianti_eka@itenas.ac.id

ABSTRAK

Sustainable materials adalah sesuatu yang produksinya didukung oleh alam tanpa batas tetapi tidak selalu sama dengan sumber daya terbarukan. Kajian ini bertujuan untuk mengetahui dan memahami bagaimana pengaruh penggunaan material terhadap kenyamanan termal serta penerapan teori sustainable pada Rumah Tinggal Achmad Tardiyana. Aspek-aspek yang diperhatikan dalam penelitian ini berkaitan dengan teori sustainable yaitu, aspek lingkungan, sosial dan ekonomi. Penelitian dilakukan pada 7 (tujuh) ruangan di Rumah Tinggal Achmad Tardiyana. Pendekatan penelitian dalam kajian ini adalah mix method (metoda gabungan kualitatif dan kuantitatif). Analisis dilakukan secara makro pada faktor desain arsitektur dan secara mikro pada faktor material dan kenyamanan termal. Hasil penelitian menunjukkan bahwa penggunaan material sangat berpengaruh terhadap kenyamanan termal. Dari pengecekan 7 (tujuh) ruangan dalam rumah tinggal menyatakan bahwa bangunan tersebut termasuk kategori nyaman. Setelah dilakukan pengujian dan analisis, bahwa bangunan ini masuk kedalam zona sustainable.

Kata kunci: sustainable materials, material, kenyamanan termal, rumah tinggal

ABSTRACT

Sustainable materials is something that is supported by natural production without limits but it is not always the same as a renewable resource. This study aims to identify and understand how is the influence of materials using on the thermal comfort and the application of sustainable theory in Achmad Tardiyana's Home Living. The aspects in this research is consider with the sustainable theory, environmental aspects, social aspect and economy aspect. The study was tested on 7 (seven) rooms in Achmad Tardiyana's Home Living. The research method in this study is mix method (qualitative and quantitative methods combined). Analysis performed on macro for architecture design factor and micro for materials and thermal comfort factor. From checking in 7 (seven) rooms in the residence claims that the building belongs to the comfortable category. After testing and analysis, that a residential buildings is on sustainable zona.

Keywords: Sustainable materials, material, thermal comfort, home living.

1. PENDAHULUAN

Penggunaan dan pengaplikasian material-material bangunan dengan kesan *unfinished* yang diterapkan pada rumah karya Achmad Tardiyana ini menjadi bahan perhatian kami, terutama dari pengaruhnya terhadap segi kenyamanan termal ruang-ruang yang ada di rumah tersebut. Ruang yang akan kami ambil sebagai objek analisa yaitu rumah tinggal Achmad Tardiyana, karena rumah ini difasilitasi ruang baca yang difungsikan untuk publik sebagai ruang komunal.

Permasalahan yang dibahas dalam kajian ini meliputi: pengaruh penggunaan material terhadap kenyamanan termal pada Rumah Tinggal Achmad Tardiyana, kenyamanan termal pada rumah tinggal Achmad Tardiyana, penerapan teori *sustainable architecture* yang menitikberatkan kepada *sustainable material* pada Rumah tinggal Achmad Tardiyana

Berdasarkan permasalahan di atas maka maksud kajian yaitu mengkaji penggunaan material terhadap kenyamanan termal pada rumah tinggal Achmad Tardiyana. Serta tujuan kajian ini yaitu: mengetahui dan menganalisa pengaruh penggunaan material terhadap kenyamanan termal rumah tinggal Achmad Tardiyana, mengetahui, memahami dan menganalisa kenyamanan termal pada rumah tinggal Achmad Tardiyana, mengetahui, memahami dan menganalisa penerapan teori *sustainable architecture* yang menitikberatkan kepada *sustainable material* pada Rumah tinggal Achmad Tardiyana.

Pendekatan studi yang digunakan dalam kajian ini adalah metode *mix method*. *Mix method* adalah gabungan pendekatan kualitatif dan kuantitatif. Adapun beberapa tahap penelitian diantaranya, pertama, metode pemilihan objek studi. Kedua, metode pengambilan data berupa observasi, diskusi, wawancara, dan dokumentasi. Ketiga, analisis data berupa metode penelitian kualitatif dan metode kuantitatif (menggunakan perhitungan statistik sederhana, alat humidity/ temperature meter, dan anemometer)

2. TINJAUAN UMUM DAN TEORI DASAR

2.1 Teori Sustainable

Sustainability adalah kemampuan untuk bertahan. Keberlanjutan didasarkan pada prinsip sederhana: Segala sesuatu yang kita butuhkan untuk kelangsungan hidup kita dan kesejahteraan, baik secara langsung maupun tidak langsung, pada lingkungan alam kita [1]. Keberlanjutan menciptakan dan memelihara kondisi di mana manusia dan alam dapat tercipta harmoni produktif, yang memungkinkan memenuhi persyaratan sosial, ekonomi dan lainnya dari generasi sekarang dan mendatang. Keberlanjutan penting untuk memastikan bahwa kita telah dan akan terus memiliki, air, bahan, dan sumber daya untuk melindungi kesehatan manusia dan lingkungan kita.

Aspek-aspek yang menjadi variable dari *sustainable architecture* diantaranya [2]: aspek lingkungan, aspek sosial, aspek ekonomi

2.2 Material

Bahan apa pun yang dibuat dari materi, tersusun dari satu atau lebih zat. Kayu, semen, udara, air dan hal-hal lain merupakan contoh bahan. Kadang-kadang istilah "material" digunakan lebih sempit untuk merujuk pada zat atau komponen dengan sifat fisik tertentu yang digunakan sebagai masukan untuk produksi atau manufaktur. Dalam hal ini, bahan

adalah bagian yang dibutuhkan untuk membuat sesuatu yang lain, dari bangunan dan seni untuk pesawat terbang dan reaksi kimia.

2.3 Kenyamanan Termal


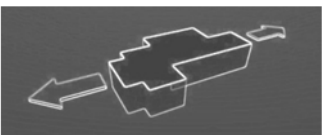
Faktor kenyamanan dalam sebuah bangunan dipengaruhi oleh perancangan/disain arsitektur bangunan. Pada teori arsitektur dan energi, solusi disain secara makro untuk bangunan hemat energi adalah dengan menggunakan teknik pasif pada bangunan diantaranya orientasi bangunan, volume dan bentuk bangunan, bukaan pada bangunan, kulit bangunan, konstruksi bangunan, lansekap, dan cooling effect [2].




Mikro bangunan dapat mempengaruhi kenyamanan termal pada bangunan. Material yang digunakan memiliki termal isulation masing masing, diantaranya *Thermal Conductivity* Konduktivitas Panas (λ), adalah suatu besaran intensif bahan yang menunjukkan kemampuannya untuk menghantarkan panas. *Density* Kerapatan Massa (ρ), suatu batuan secara harfiah merupakan perbandingan antara massa dengan volume total pada batuan tersebut, *Specific Heat Capacity* Kapasitas Panas Spesifik (c), didefinisikan sebagai jumlah panas yang dibutuhkan untuk meningkatkan suhu 1 kg material agar naik sebesar 1 °K[2].


3. ANALISIS

a. Analisis Makro Terhadap Site

Tabel 1. Analisis Makro Terhadap Site


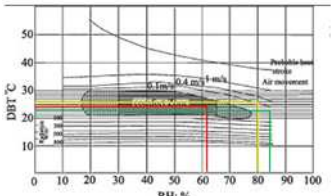

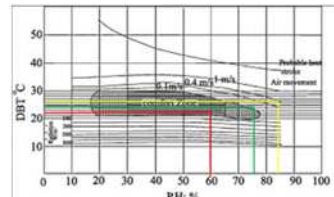
No.	Data	Teori	Analisis
1	<p>Orientasi Bangunan</p> <ul style="list-style-type: none"> - Orientasi bangunan rumah tinggal ini menghadap ke arah timur-barat. - Arah memanjang bangunan tepat pada lintasan matahari.  <p>Sumber gambar [3]</p>	<p>Bangunan didaerah beriklim tropis umumnya berorientasi kearah utara-selatan.</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Bangunan ini dinyatakan tidak sesuai dengan teori bangunan tropis, karena bangunan ini menghadap kearah timur-barat dengan arah memanjang bangunan tepat pada lintasan matahari. • Bangunan ini dirasa nyaman dan sejuk. Hal ini dipengaruhi dengan adanya vegetasi, bukaan yang besar dan tritisan yang panjang.
2	<p>Volume dan Bentuk Bangunan</p> <ul style="list-style-type: none"> - Bentuk dasar bangunan yaitu persegi panjang. - Panjang dan lebar bangunan ini yaitu panjang 15,50 m dan lebar 8m. - Adanya unsur aditif dan subtraktif. 	<ul style="list-style-type: none"> - Bentuk subtraktif dihasilkan oleh pembuangan sebagian dari volume asalnya. - Bentuk aditif dihasilkan dengan cara menghubungkan atau menempelkan 	<ul style="list-style-type: none"> • Banguna berbentuk persegi panjan, sehingga sirkulasi udara kedalam bangunan dapat mengalir dengan baik • Semua ruangan pada bangunan ini mendapat cahaya matahari yang baik, karena bukaan yang cukup besar. • Terdapat unsur aditif dan subtraktif. Bagian ini terkena sinar matahari yang

No.	Data	Teori	Analisis
		<p>secara fisik satu atau lebih bentuk-bentuk anakan terhadap volumenya.</p>	<p>memungkinkan suhu didalam ruang tersebut naik, pada ruang tidur 2, namun dari hasil pengamatan, ruang-ruang yang terdapat unsur aditif masih dirasa nyaman. Hal ini karena adanya buffer dan vegetasi disekitar bukaan.</p>
3.	<p>Lokasi Bukaan</p> <ul style="list-style-type: none"> - Susunan bilah kayu yang renggang membentuk celah udara - Ruang amphiteater menjadi penghubung antara ruang perpustakaan dengan halaman belakang, didesain tanpa menggunakan dinding. - Susunan rak-rak buku dipasang semi permanen, berfungsi sebagai partisi sehingga dapat disesuaikan dengan fungsi yang diinginkan. <div style="display: flex; align-items: flex-start;">  <div style="margin-left: 10px;"> <p>Susunan bilah kayu yang disusun renggang sehingga membentuk celah udara</p> </div> </div> <div style="display: flex; align-items: flex-start; margin-top: 10px;">  <div style="margin-left: 10px;"> <p>Bukaan berupa pintu dan jendela yang terbuat dari anyaman bambu tali.</p> </div> </div>	<p>Bukaan yang ideal akan mengalirkan udara segar yang ada di lingkungan sekitar masuk ke dalam ruangan. Udara panas di dalam ruangan pun tergantikan hingga membentuk sirkulasi. Bukaan membuat ruangan "bernafas".</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Lantai satu : kondisi termal dirasa nyaman, sejuk dan berangin. Karena terdapat bukaan dan kolam. • Lantai dua : kondisi termal dirasa nyaman, sejuk dan berangin. Karena banyaknya bukaan yang cukup besar, pintu-pintu dari anyaman bambu dan partisi semi transparan dari susunan bambu. • Terdapat void pada lantai tiga, sehingga udara dari lantai dua dapat mengalir ke lantai di atasnya.
4.	<p>Kulit Bangunan</p>  <ul style="list-style-type: none"> - Tritisan lebar, ekspose material dan banyak bukaan mendominasi desain kulit bangunan - Untuk semua daun pintu dan daun jendela menggunakan anyaman bambu tali dengan kusen menggunakan kayu rasamalaa. - Menggunakan batu bata merah yang sengaja di ekspos. 	<p>Pemilihan material pada permukaan bangunan maupun site dapat mempengaruhi kemampuan pantul sinar matahari. Pemantulan sinar matahari dipengaruhi oleh warna dan tekstur material.</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Fasade utama menggunakan kombinasi antara material kayu dan anyaman bambu, sehingga ruang-ruang di dalam bangunan tetap mendapatkan sirkulasi udara dan cahaya alami dari celah-celah anyaman tersebut. • Beton dan baja sebagai kolom penahan struktur atap serta bata merah ekspos dan disusun dengan pola membentuk lubang-lubang udara sehingga suhu ruang dapat terjaga. • Fasade belakang didominasi susunan bambu vertikal membentuk lubang yang memberikan efek visual



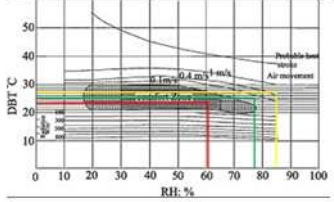
No.	Data	Teori	Analisis
			sekaligus penghawaan dan pencahayaan yang baik kedalam ruang.
5.	Konstruksi Bangunan		
	<ul style="list-style-type: none"> - Konstruksi bangunan yang digunakan pada bangunan rumah tinggal ini yaitu konstruksi beton bertulang. - Penggunaan baja kanal untuk menopang struktur atap sebagai akses 	Konstruksi bangunan adalah suatu proses atau teknik membuat atau mendirikan bangunan agar memenuhi syarat dan dapat merespon pembebanan terhadap bangunan tersebut.	<ul style="list-style-type: none"> • Rumah ini berjumlah tiga lantai dengan menggunakan struktur beton. Dimana karakteristik material ini yang dapat membuat kondisi ruang nyaman.
6.	Lansekap		
	<ul style="list-style-type: none"> - Perbandingan daerah ruang terbuka hijau (RTH) dan daerah perkerasaan hampir 50%. - Selain terdapat rumput dan tanaman-tanaman juga terdapat pepohonan. - Terdapat sumur resapan di halaman belakang rumah. <div style="text-align: center;">  <p>Sumber gambar [3]</p> </div>	Vegetasi menurut Marsono (1977) adalah kumpulan tumbuh-tumbuhan yang biasanya terdiri dari beberapa jenis spesies yang hidup bersama-sama pada suatu tempat. Pengadaan vegetasi yang dapat membantu efek pendinginan udara pada bangunan.	<ul style="list-style-type: none"> • RTH pada site rumah ini sekitar 50%. RTH ini terdiri dari reruputan, tanaman-tanaman rindang, dan tanaman hias. • Terdapat pohon dan tanaman rambat yang berfungsi sebagai <i>buffer</i>, yang dapat menangkal panas matahari. Sehingga ruang didalamnya akan terasa nyaman dan sejuk. • Terdapat sumur resapan di halaman belakang rumah, sehingga air hujan dapat langsung diserap kedalam tanah.
7	Cooling Effect (Elemen Air)		
	Terdapat elemen air sebagai cooling effect berupa kolam ikan tepat didepan pintu masuk utama	Cooling effect adalah teknik pasif pendinginan udara menggunakan elemen air pada bangunan dan lingkungannya.	<ul style="list-style-type: none"> • Terdapat kolam ikan yang berada di depan pintu masuk utama. Selain memberikan unsur estetika juga memberikan efek dingin/ <i>cooling effect</i> pada ruangan disekitarnya .


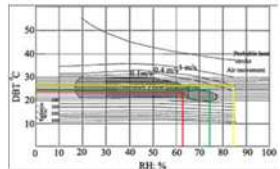

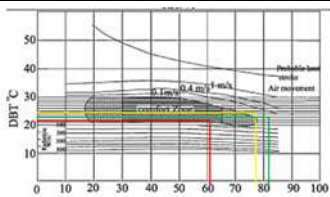
b. Analisis Mikro Bangunan

Tabel 1. Analisis Makro Terhadap Site

Data material	Data termal	Teori		Analisis																											
		Material	Termal																												
1. Ruang Perpustakaan																															
 <p>Berada di lantai dasar yang difungsikan sebagai ruang publik untuk masyarakat sekitar khususnya tempat baca buku, dan ruang komunal Penggunaan material :</p> <ul style="list-style-type: none"> - Beton 50% - Bambu 25% - Kayu rasamala 10% 	<table border="1"> <tr><th colspan="3">Angin (m/s)</th></tr> <tr><td>Pagi (09.00)</td><td>Siang (13.00)</td><td>Sore (16.00)</td></tr> <tr><td>0,1</td><td>0,0</td><td>0,3</td></tr> <tr><th colspan="3">Suhu (°C)</th></tr> <tr><td>Pagi (09.00)</td><td>Siang (13.00)</td><td>Sore (16.00)</td></tr> <tr><td>23,4</td><td>25,3</td><td>23,0</td></tr> <tr><th colspan="3">RH (%)</th></tr> <tr><td>Pagi (09.00)</td><td>Siang (13.00)</td><td>Sore (16.00)</td></tr> <tr><td>62,6</td><td>80,4</td><td>84,4</td></tr> </table>	Angin (m/s)			Pagi (09.00)	Siang (13.00)	Sore (16.00)	0,1	0,0	0,3	Suhu (°C)			Pagi (09.00)	Siang (13.00)	Sore (16.00)	23,4	25,3	23,0	RH (%)			Pagi (09.00)	Siang (13.00)	Sore (16.00)	62,6	80,4	84,4	<ul style="list-style-type: none"> • Kayu Rasamala <ul style="list-style-type: none"> • : 0.16 W/mK • : 650 kg/m³ (asumsi plywood) c : 1600 J/kgK (asumsi plywood) • Beton <ul style="list-style-type: none"> • : 1.35 W/mK • : 2000 kg/m³ c : 1000 J/kgK <p>Sumber :[4],[5],[6] Keterangan: • : Thermal Conductivity • : Density c : Specific Heat Capacity</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Berdasarkan <i>bioclimatic chart</i> zona nyaman berada di antara suhu 20° - 30° dan kelembaban 30 % - 65% • Pengukuran kualitatif-Psikologis yaitu sensasi thermal. 	 <p>Keterangan: ■ : Pagi ■ : Siang ■ : Sore</p> <p>Berdasarkan <i>bioclimatic chart</i> untuk pagi hari termasuk zona nyaman sedangkan siang dan sore hari termasuk zona tidak nyaman. Tetapi secara psikologi (sensasi thermal) termasuk kategori nyaman. Untuk material dominasi material beton dan bambu yaitu 50% , 25% dengan karakteristik tidak menghantarkan panas dan menyerap panas masuk ke dalam ruang sehingga membantu dalam meningkatkan kenyamanan ruang perpustakaan.</p>
Angin (m/s)																															
Pagi (09.00)	Siang (13.00)	Sore (16.00)																													
0,1	0,0	0,3																													
Suhu (°C)																															
Pagi (09.00)	Siang (13.00)	Sore (16.00)																													
23,4	25,3	23,0																													
RH (%)																															
Pagi (09.00)	Siang (13.00)	Sore (16.00)																													
62,6	80,4	84,4																													
2. Ruang keluarga																															
 <p>Ruang keluarga bersifat semi privat, berada di lantai 2 dengan luas ± 12 m². Penggunaan Material :</p> <ul style="list-style-type: none"> - Beton = 50% - bambu = 25% %, 	<table border="1"> <tr><th colspan="3">Angin (m/s)</th></tr> <tr><td>Pagi (09.00)</td><td>Siang (13.00)</td><td>Sore (16.00)</td></tr> <tr><td>0,4</td><td>0,0</td><td>1,0</td></tr> <tr><th colspan="3">Suhu (°C)</th></tr> <tr><td>Pagi (09.00)</td><td>Siang (13.00)</td><td>Sore (16.00)</td></tr> <tr><td>22,9</td><td>26,9</td><td>25,2</td></tr> <tr><th colspan="3">RH (%)</th></tr> <tr><td>Pagi (09.00)</td><td>Siang (13.00)</td><td>Sore (16.00)</td></tr> <tr><td>59,7</td><td>83,2</td><td>76,6</td></tr> </table>	Angin (m/s)			Pagi (09.00)	Siang (13.00)	Sore (16.00)	0,4	0,0	1,0	Suhu (°C)			Pagi (09.00)	Siang (13.00)	Sore (16.00)	22,9	26,9	25,2	RH (%)			Pagi (09.00)	Siang (13.00)	Sore (16.00)	59,7	83,2	76,6	<ul style="list-style-type: none"> • Kayu Rasamala <ul style="list-style-type: none"> • : 0.16 W/mK • : 650 kg/m³ (asumsi plywood) c : 1600 J/kgK (asumsi plywood) • Beton <ul style="list-style-type: none"> • : 1.35 W/mK • : 2000 kg/m³ c : 1000 J/kgK • Bata <ul style="list-style-type: none"> • : 0.5 W/mK • : 1000 kg/m³ c : 1000 J/kgK 	<ul style="list-style-type: none"> • Berdasarkan <i>bioclimatic chart</i> zona nyaman berada di antara suhu 20° - 30° dan kelembaban 30 % - 65% • Pengukuran kualitatif-Psikologis yaitu sensasi thermal. 	 <p>Keterangan: ■ : Pagi ■ : Siang ■ : Sore</p> <p>Berdasarkan <i>bioclimatic chart</i> untuk pagi hari termasuk zona nyaman sedangkan siang dan sore hari termasuk zona tidak nyaman. Tetapi secara</p>
Angin (m/s)																															
Pagi (09.00)	Siang (13.00)	Sore (16.00)																													
0,4	0,0	1,0																													
Suhu (°C)																															
Pagi (09.00)	Siang (13.00)	Sore (16.00)																													
22,9	26,9	25,2																													
RH (%)																															
Pagi (09.00)	Siang (13.00)	Sore (16.00)																													
59,7	83,2	76,6																													


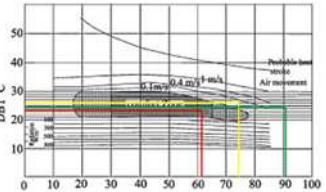
Kajian Penggunaan Material Terhadap Kenyamanan Termal Pada Rumah Tinggal


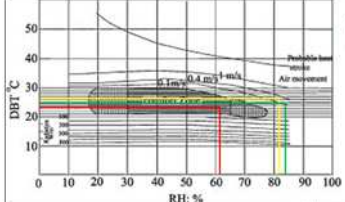
Data material	Data termal	Teori		Analisis																											
		Material	Termal																												
<ul style="list-style-type: none"> - batu bata = 20 % - kayu rasamala = 5% 		<ul style="list-style-type: none"> • Anyaman bambu • : 0.16 W/mK • : 650 kg/m³(asumsi plywood) c : 1600 J/kgK (asumsi plywood) <p>Sumber :[4],[5],[6] Keterangan: • : <i>Thermal Conductivity</i> • : <i>Density</i> c : <i>Specific Heat Capacity</i></p>		psikologi (sensasi thermal) termasuk kategori nyaman. Untuk material dominasi material beton dan bambu yaitu 50%,25% dengan karakteristik tidak menghantarkan panas dan menyerap panas masuk ke dalam ruang sehingga membantu dalam meningkatkan kenyamanan ruang keluarga.																											
3. Pantry																															
 <p>bersebelahan dengan ruang keluarga. Penggunaan Material:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Beton = 50% - Bambu = 25 % , - Batu bata = 15% - kayu rasamala = 5% - Kaca= 5% 	<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse; text-align: center;"> <thead> <tr> <th colspan="3">Angin (m/s)</th> </tr> <tr> <th>Pagi (09.00)</th> <th>Siang (13.00)</th> <th>Sore (16.00)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>0,8</td> <td>0,0</td> <td>1,0</td> </tr> </tbody> </table> <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse; text-align: center;"> <thead> <tr> <th colspan="3">Suhu (°C)</th> </tr> <tr> <th>Pagi (09.00)</th> <th>Siang (13.00)</th> <th>Sore (16.00)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>23,1</td> <td>26,8</td> <td>25,2</td> </tr> </tbody> </table> <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse; text-align: center;"> <thead> <tr> <th colspan="3">RH (%)</th> </tr> <tr> <th>Pagi (09.00)</th> <th>Siang (13.00)</th> <th>Sore (16.00)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>60,1</td> <td>84,4</td> <td>77,2</td> </tr> </tbody> </table>	Angin (m/s)			Pagi (09.00)	Siang (13.00)	Sore (16.00)	0,8	0,0	1,0	Suhu (°C)			Pagi (09.00)	Siang (13.00)	Sore (16.00)	23,1	26,8	25,2	RH (%)			Pagi (09.00)	Siang (13.00)	Sore (16.00)	60,1	84,4	77,2	<ul style="list-style-type: none"> • Kayu Rasamala • : 0.16 W/mK • : 650 kg/m³ (asumsi plywood) c : 1600 J/kgK (asumsi plywood) • Beton • : 1.35 W/mK • : 2000 kg/m³ c : 1000 J/kgK • Kaca • : 1 W/mK • : 2500 kg/m³ c : 750 J/kgK • Anyaman bambu • : 0.16 W/mK • : 650 kg/m³(asumsi plywood) c : 1600 J/kgK (asumsi plywood) <p>Sumber :[4],[5],[6] Keterangan: • : <i>Thermal Conductivity</i> • : <i>Density</i> c : <i>Specific Heat Capacity</i></p>	<ul style="list-style-type: none"> • Berdasarkan <i>bioclimatic chart</i> zona nyaman berada di antara suhu 20° - 30° dan kelembaban 30 % - 65% • Pengukuran kualitatif-Psikologis yaitu sensasi thermal. 	 <p>Keterangan: █ : Pagi █ : Siang █ : Sore</p> <p>Berdasarkan bioclimatic chart untuk pagi hari termasuk zona nyaman sedangkan siang dan sore hari termasuk zona tidak nyaman. Tetapi secara psikologi (sensasi thermal) termasuk kategori nyaman. Untuk material dominasi material beton, Bambu yaitu 50%,25% dengan karakteristik tidak menghantarkan panas dan menyerap panas masuk ke dalam ruang sehingga membantu dalam meningkatkan kenyamanan ruang pantry.</p>
Angin (m/s)																															
Pagi (09.00)	Siang (13.00)	Sore (16.00)																													
0,8	0,0	1,0																													
Suhu (°C)																															
Pagi (09.00)	Siang (13.00)	Sore (16.00)																													
23,1	26,8	25,2																													
RH (%)																															
Pagi (09.00)	Siang (13.00)	Sore (16.00)																													
60,1	84,4	77,2																													

Data material	Data termal	Teori		Analisis																											
		Material	Termal																												
4. Ruang Tidur Utama																															
 <p>Ruang tidur utama ini merupakan tempat istirahat dari Achmad Tardiyana, yang terletak dilantai 3. Penggunaan Material :</p> <ul style="list-style-type: none"> - Beton = 50%, - Bambu = 25 %, - Batu bata = 15 %, - Kayu rasamala, dan kaca= 10% 	<table border="1"> <tr> <th colspan="3">Angin (m/s)</th> </tr> <tr> <td>Pagi (09.00)</td> <td>Siang (13.00)</td> <td>Sore (16.00)</td> </tr> <tr> <td>0,0</td> <td>0,0</td> <td>0,2</td> </tr> <tr> <th colspan="3">Suhu (°C)</th> </tr> <tr> <td>Pagi (09.00)</td> <td>Siang (13.00)</td> <td>Sore (16.00)</td> </tr> <tr> <td>23,9</td> <td>26,7</td> <td>24,8</td> </tr> <tr> <th colspan="3">RH (%)</th> </tr> <tr> <td>Pagi (09.00)</td> <td>Siang (13.00)</td> <td>Sore (16.00)</td> </tr> <tr> <td>62</td> <td>84,0</td> <td>73,5</td> </tr> </table>	Angin (m/s)			Pagi (09.00)	Siang (13.00)	Sore (16.00)	0,0	0,0	0,2	Suhu (°C)			Pagi (09.00)	Siang (13.00)	Sore (16.00)	23,9	26,7	24,8	RH (%)			Pagi (09.00)	Siang (13.00)	Sore (16.00)	62	84,0	73,5	<ul style="list-style-type: none"> • Kayu Rasamala <ul style="list-style-type: none"> • : 0.16 W/mK • : 650 kg/m³ (asumsi plywood) c : 1600 J/kgK (asumsi plywood) • Beton <ul style="list-style-type: none"> • : 1.35 W/mK • : 2000 kg/m³ c : 1000 J/kgK • Bata <ul style="list-style-type: none"> • : 0.5 W/mK • : 1000 kg/m³ c : 1000 J/kgK • Kaca <ul style="list-style-type: none"> • : 1 W/mK • : 2500 kg/m³ c : 750 J/kgK • Anyaman bambu <ul style="list-style-type: none"> • : 0.16 W/mK • : 650 kg/m³ (asumsi plywood) c : 1600 J/kgK (asumsi plywood) <p>Sumber : [4],[5],[6] Keterangan: • : Thermal Conductivity • : Density c : Specific Heat Capacity</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Berdasarkan <i>bioclimatic chart</i> zona nyaman berada di antara suhu 20° - 30° dan kelembaban 30 % - 65% • Pengukuran kualitatif- Psikologis yaitu sensasi thermal. 	 <p>Keterangan: ■ : Pagi ■ : Siang ■ : Sore</p> <p>Berdasarkan bioclimatic chart untuk pagi hari termasuk zona nyaman sedangkan siang dan sore hari termasuk zona tidak nyaman. Tetapi secara psikologi (sensasi thermal) termasuk kategori nyaman. Untuk material dominasi material beton dan Bambu yaitu 50%, 25% dengan karakteristik tidak menghantarkan panas dan menyerap panas masuk ke dalam ruang sehingga membantu dalam meningkatkan kenyamanan ruang Ruang tidur utama.</p>
Angin (m/s)																															
Pagi (09.00)	Siang (13.00)	Sore (16.00)																													
0,0	0,0	0,2																													
Suhu (°C)																															
Pagi (09.00)	Siang (13.00)	Sore (16.00)																													
23,9	26,7	24,8																													
RH (%)																															
Pagi (09.00)	Siang (13.00)	Sore (16.00)																													
62	84,0	73,5																													
5. Ruang Kerja																															
 <p>Ruang kerja terletak disebelah ruang tidur</p>	<table border="1"> <tr> <th colspan="3">Angin (m/s)</th> </tr> <tr> <td>Pagi (09.00)</td> <td>Siang (13.00)</td> <td>Sore (16.00)</td> </tr> <tr> <td>0,4</td> <td>0,0</td> <td>0,4</td> </tr> <tr> <th colspan="3">Suhu (°C)</th> </tr> <tr> <td>Pagi (09.00)</td> <td>Siang (13.00)</td> <td>Sore (16.00)</td> </tr> <tr> <td>23,7</td> <td>26,6</td> <td>24,6</td> </tr> <tr> <th colspan="3">RH (%)</th> </tr> <tr> <td>Pagi (09.00)</td> <td>Siang (13.00)</td> <td>Sore (16.00)</td> </tr> <tr> <td>61,9</td> <td>82,8</td> <td>79,6</td> </tr> </table>	Angin (m/s)			Pagi (09.00)	Siang (13.00)	Sore (16.00)	0,4	0,0	0,4	Suhu (°C)			Pagi (09.00)	Siang (13.00)	Sore (16.00)	23,7	26,6	24,6	RH (%)			Pagi (09.00)	Siang (13.00)	Sore (16.00)	61,9	82,8	79,6	<ul style="list-style-type: none"> • Kayu Rasamala <ul style="list-style-type: none"> • : 0.16 W/mK • : 650 kg/m³ (asumsi plywood) c : 1600 J/kgK (asumsi plywood) • Beton <ul style="list-style-type: none"> • : 1.35 W/mK • : 2000 kg/m³ c : 1000 J/kgK • Bata <ul style="list-style-type: none"> • : 0.5 W/mK • : 1000 kg/m³ 	<ul style="list-style-type: none"> • Berdasarkan <i>bioclimatic chart</i> zona nyaman berada di antara suhu 20° - 30° dan kelembaban 30 % - 65% • Pengukuran kualitatif- Psikologis yaitu sensasi thermal. 	 <p>Keterangan: ■ : Pagi ■ : Siang ■ : Sore</p> <p>Berdasarkan bioclimatic chart untuk pagi hari termasuk zona nyaman sedangkan siang dan sore hari termasuk zona tidak</p>
Angin (m/s)																															
Pagi (09.00)	Siang (13.00)	Sore (16.00)																													
0,4	0,0	0,4																													
Suhu (°C)																															
Pagi (09.00)	Siang (13.00)	Sore (16.00)																													
23,7	26,6	24,6																													
RH (%)																															
Pagi (09.00)	Siang (13.00)	Sore (16.00)																													
61,9	82,8	79,6																													

Data material	Data termal	Teori		Analisis
		Material	Termal	
<p>utama. Diruang kerja inipun terdapat rak-rak buku koleksi Achmad Tardiyana.</p> <p>Penggunaan Material :</p> <ul style="list-style-type: none"> - Beton = 45%, - Bambu = 25%, - Batu bata = 10 %, - Kayu rasamala = 15% 		<p>c : 1000 J/kgK</p> <ul style="list-style-type: none"> • Kaca • : 1 W/mK • : 2500 kg/m³ <p>c : 750 J/kgK</p> <ul style="list-style-type: none"> • Anyaman bambu • : 0.16 W/mK • : 650 kg/m³(asumsi plywood) <p>c : 1600 J/kgK (asumsi plywood)</p> <ul style="list-style-type: none"> • Gypsum • : 0.25 W/mK • : 900 kg/m³ <p>c : 1000 J/kgK</p> <p>Sumber :[4],[5],[6] Keterangan: • : Thermal Conductivity • : Density c : Specific Heat Capacity</p>	thermal.	nyaman. Tetapi secara psikologi (sensasi thermal) termasuk kategori nyaman. Untuk material dominasi material beton dan Bambu yaitu 45%, 25% dengan karakteristik tidak menghantarkan panas dan menyerap panas masuk ke dalam ruang sehingga membantu dalam meningkatkan kenyamanan ruang Ruang kerja

6. Ruang Tidur 2

 <p>Terletak di lantai 2 di samping kamar mandi. Menghadap langsung ke arah timur. Memiliki ukuran ruang 300 x 300 m.</p> <p>Penggunaan Material</p> <ul style="list-style-type: none"> - Beton = 50%, - Bambu = 30%, 	<table border="1"> <thead> <tr> <th colspan="3">Angin (m/s)</th> </tr> <tr> <th>Pagi (09.00)</th> <th>Siang (13.00)</th> <th>Sore (16.00)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>0,5</td> <td>0,0</td> <td>2,1</td> </tr> </tbody> </table> <table border="1"> <thead> <tr> <th colspan="3">Suhu (°C)</th> </tr> <tr> <th>Pagi (09.00)</th> <th>Siang (13.00)</th> <th>Sore (16.00)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>23,4</td> <td>26,7</td> <td>24,9</td> </tr> </tbody> </table> <table border="1"> <thead> <tr> <th colspan="3">RH (%)</th> </tr> <tr> <th>Pagi (09.00)</th> <th>Siang (13.00)</th> <th>Sore (16.00)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>61,6</td> <td>76,5</td> <td>90,6</td> </tr> </tbody> </table>	Angin (m/s)			Pagi (09.00)	Siang (13.00)	Sore (16.00)	0,5	0,0	2,1	Suhu (°C)			Pagi (09.00)	Siang (13.00)	Sore (16.00)	23,4	26,7	24,9	RH (%)			Pagi (09.00)	Siang (13.00)	Sore (16.00)	61,6	76,5	90,6	<ul style="list-style-type: none"> • Kayu Rasamala • : 0.16 W/mK • : 650 kg/m³ (asumsi plywood) <p>c : 1600 J/kgK (asumsi plywood)</p> <ul style="list-style-type: none"> • Beton • : 1.35 W/mK • : 2000 kg/m³ <p>c : 1000 J/kgK</p> <ul style="list-style-type: none"> • Anyaman bambu • : 0.16 W/mK • : 650 kg/m³(asumsi plywood) <p>c : 1600 J/kgK (asumsi plywood)</p> <p>Sumber :[4],[5],[6] Keterangan: • : Thermal Conductivity • : Density c : Specific Heat Capacity</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Berdasarkan <i>bioclimatic chart</i> zona nyaman berada di antara suhu 20° - 30° dan kelembaban 30 % - 65% • Pengukuran kualitatif-Psikologis yaitu sensasi thermal. 	 <p>Keterangan: █ : Pagi █ : Siang █ : Sore</p> <p>Berdasarkan bioclimatic chart untuk pagi hari termasuk zona nyaman sedangkan siang dan sore hari termasuk zona tidak nyaman. Tetapi secara psikologi (sensasi thermal) termasuk kategori nyaman. Untuk material dominasi material beton dan Bambu yaitu 50%, 30% dengan karakteristik tidak menghantarkan panas dan menyerap panas masuk ke dalam ruang sehingga membantu dalam</p>
Angin (m/s)																															
Pagi (09.00)	Siang (13.00)	Sore (16.00)																													
0,5	0,0	2,1																													
Suhu (°C)																															
Pagi (09.00)	Siang (13.00)	Sore (16.00)																													
23,4	26,7	24,9																													
RH (%)																															
Pagi (09.00)	Siang (13.00)	Sore (16.00)																													
61,6	76,5	90,6																													

Data material	Data termal	Teori		Analisis																											
		Material	Termal																												
- Kayu rasamala = 20%				meningkatkan kenyamanan ruang Ruang Tidur 2.																											
7. Ruang Kamar Mandi																															
 <p>Kamar mandi terletak di lantai 2 tepat di sebelah kamar tidur 2. Dengan besar ruang 150 x 375 cm.</p> <ul style="list-style-type: none"> - Keramik = 40%, - Beton = 30%, - Kaca = 15% - Batu Bata dinding plester = 15% 	<table border="1"> <thead> <tr> <th colspan="3">Angin (m/s)</th> </tr> <tr> <th>Pagi (09.00)</th> <th>Siang (13.00)</th> <th>Sore (16.00)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>1,2</td> <td>0,1</td> <td>1,3</td> </tr> </tbody> </table> <table border="1"> <thead> <tr> <th colspan="3">Suhu (°C)</th> </tr> <tr> <th>Pagi (09.00)</th> <th>Siang (13.00)</th> <th>Sore (16.00)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>23,7</td> <td>26,5</td> <td>24,9</td> </tr> </tbody> </table> <table border="1"> <thead> <tr> <th colspan="3">RH (%)</th> </tr> <tr> <th>Pagi (09.00)</th> <th>Siang (13.00)</th> <th>Sore (16.00)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>64,3</td> <td>81,3</td> <td>84,3</td> </tr> </tbody> </table>	Angin (m/s)			Pagi (09.00)	Siang (13.00)	Sore (16.00)	1,2	0,1	1,3	Suhu (°C)			Pagi (09.00)	Siang (13.00)	Sore (16.00)	23,7	26,5	24,9	RH (%)			Pagi (09.00)	Siang (13.00)	Sore (16.00)	64,3	81,3	84,3	<ul style="list-style-type: none"> • Beton <ul style="list-style-type: none"> • : 1.35 W/mK • : 2000 kg/m³ c : 1000 J/kgK • Bata <ul style="list-style-type: none"> • : 0.5 W/mK • : 1000 kg/m³ c : 1000 J/kgK • Kaca <ul style="list-style-type: none"> • : 1 W/mK • : 2500 kg/m³ c : 750 J/kgK • Keramik <ul style="list-style-type: none"> • : 1 W/mK • : 2500 kg/m³ c : 840 J/kgK <p>Sumber :[4],[5],[6] Keterangan: • : Thermal Conductivity • : Density c : Specific Heat Capacity</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Berdasarkan <i>bioclimatic chart</i> zona nyaman berada di antara suhu 20° - 30° dan kelembaban 30 % - 65% • Pengukuran kualitatif-Psikologis yaitu sensasi thermal. 	 <p>Keterangan: — : Pagi — : Siang — : Sore</p> <p>Berdasarkan bioclimatic chart untuk pagi hari termasuk zona nyaman sedangkan siang dan sore hari termasuk zona tidak nyaman. Tetapi secara psikologi (sensasi thermal) termasuk kategori nyaman. Untuk material dominasi material Keramik dan Beton yaitu 40%, 30% dengan karakteristik tidak menghantarkan dan menyerap panas masuk ke dalam ruang sehingga dapat meningkatkan kenyamanan Kamar Mandi.</p>
Angin (m/s)																															
Pagi (09.00)	Siang (13.00)	Sore (16.00)																													
1,2	0,1	1,3																													
Suhu (°C)																															
Pagi (09.00)	Siang (13.00)	Sore (16.00)																													
23,7	26,5	24,9																													
RH (%)																															
Pagi (09.00)	Siang (13.00)	Sore (16.00)																													
64,3	81,3	84,3																													

3.2 Ekonomi

Apek ekonomi dipertimbangkan berdasarkan biaya pembangunan (investasi) dan biaya operasional.

3.2.1 Biaya Pembangunan

Berdasarkan perhitungan material yang digunakan, jumlah biaya yang dikeluarkan kurang lebih 25% lebih mahal dibandingkan harga standar tahun pada saat dibangun . Biaya terbesar dikeluarkan untuk biaya jasa pekerja bangunan, sebesar 35% dai biaya pembangunan. Biaya ini lebih besar dari biaya jasa pekerja bangunan pada umumnya sekitar 25%. Hal ini disebabkan karena pengerjaan konstruksi yang membutuhkan waktu yang lebih lama, terutama pada detail-detail bangunan seperti pemasangan batu bata ekspos dan pembuatan anyaman bambu.

3.2.2 Biaya Operasional

Biaya operasional yang dikeluarkan rumah pada umumnya yaitu terdiri dari biaya listrik, biaya air (PDAM), dan *maintenance* bangunan itu sendiri. Tetapi pada bangunan rumah

tinggal Ahmad Tardiyana ini hanya mengeluarkan biaya pada listrik untuk lampu, dan peralatan rumah tangga seperti *rice cooker* dan mesin pencuci baju. Karena tidak menggunakan pengkondisian udara buatan (*Air Conditioner*). Untuk biaya perawatannya cukup terbilang ekonomis karena material yang digunakan sudah di treatment terlebih dahulu, sehingga material masih terbilang bagus.

3.3 Sosial

Analisis dari aspek sosial pada objek studi di fokuskan pada penggunaan material bangunan dan fungsi sosial bangunan terhadap lingkungannya. Pada pukul 08.00 - 10.00, perpustakaan ini dikunjungi oleh orang tua murid yang menunggu anak-anaknya bersekolah. Pada pukul 11.00 hingga sore hari perpustakaan dikunjungi oleh anak-anak.

Amphiteater digunakan untuk ruang publik bagi masyarakat di sekitar rumah ini. Namun, sering pula digunakan untuk acara-acara tertentu, seperti acara launching buku, perkumpulan komunitas-komunitas dan pertemuan warga sekitar.

4. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian ini dapat disimpulkan beberapa hal mengenai Kajian Penggunaan Material Terhadap Kenyamanan Termal pada Rumah Tinggal Achmad Tardiyana yaitu:

1. Dilihat dari analisis material maka rumah tinggal ini didominasi oleh material beton, keramik serta material alami yang memiliki koefisien *thermal conductivitas* (\bullet) dan *density material* (\bullet) yang kecil, serta koefisien *heat capacity* (c) besar . Hal ini berarti bangunan tersebut didominasi material dengan sifat tidak menghantarkan panas dan menyerap panas sehingga hal tersebut berpengaruh terhadap pengurangan intensitas panas dan peningkatan kenyamanan thermal dalam ruang.
2. Berdasarkan hasil analisis Bioclimatic Chart dan pengamatan secara psikologis yang telah dilakukan bahwa kenyamanan termal yang terjadi di rumah tinggal Achmad Tardiyana dapat disimpulkan bahwa Rumah Tinggal Achmad Tardiyana ini berada diluar *comfort zona*. Hal ini dikarenakan, saat sebelum pengukuran kondisi penghawaan udara didalam ruang tertutup, sehingga pada saat pengukuran hal tersebut berpengaruh terhadap hasil ukur.
Namun pertimbangan utama berdasarkan pengukuran psikologis (sensasi termal). Pengamat merasakan bangunan tersebut sangat nyaman terutama dalam kondisi ventilasi terbuka. Maka dapat disimpulkan bahwa pada waktu pagi, siang dan sore hari kondisi termal dirumah tersebut terasa nyaman dan sejuk.
3. Dari analisis di atas ditinjau pula pada teori *sustainable architecture* yaitu berdasarkan 3 aspek yaitu:
 - a. Lingkungan
Berdasarkan analisis yang telah dilakukan, kenyamanan thermal di rumah tinggal Achmad Tardiyana ini dipengaruhi oleh :
 - Faktor Makro
Terhadap 7 (tujuh) kriteria pemilihan desain pada bangunan yang menggunakan teknik pasif. Terdapat 1 (satu) kriteria yang tidak memenuhi yaitu orientasi bangunan barat-timur hanya disini arsitek memberikan solusi desain yaitu dengan

menggunakan teritisan lebar, buffer vegetasi, bukaan dan pemilihan material pada sisi barat dan timur.

- Faktor Mikro

Kenyamanan thermal hasil pengukuran bioclimatic chart dan pertimbangan psikologis (sensasi thermal) dapat dikatakan termasuk kategori nyaman.

Pemilihan material yang didominasi beton, keramik dan material yang merupakan material yang berasal dari alam seperti kayu, dan bamboo. Serta material-material yang digunakan ini mudah didapatkan dan dapat di reuse, recycle dan reduce. Dilihat dari analisis material tersebut memiliki koefisien *thermal conductivitas* (\bullet) dan *density material* (\bullet) yang kecil, serta *koefisien heat capacity* (c) besar dimana sifat tidak menghantarkan panas dan menyerap panas sehingga hal tersebut berpengaruh terhadap pengurangan intensitas panas.

- b. Ekonomi :

- Biaya investasi yang dikeluarkan 25% cukup mahal dibandingkan dengan standard harga rumah pada tahun dibangun. Hal tersebut dikarenakan factor pembuatan material detail-detail bangunan seperti pemasangan batu bata ekspos dan pembuatan anyaman bambu termasuk kategori *handycraft* (pekerjaan tangan). Material yang didapat berasal dari daerah Jawa Barat, sehingga mudah untuk didapatkan dan biaya untuk pengangkutan material tersebut tidak terlalu besar. Secara biaya operasional yang dikeluarkan cukup ekonomis diantaranya biaya listrik untuk lampu, dan alat elektronik. Lampu hanya dinyalakan pada malam hari karena cahaya alami dapat dengan mudah masuk ke dalam bangunan. Sehingga untuk biaya operasional dalam pengeluaran energy dapat dikatakan hemat dan ekonomis.

Dari biaya investasi dan operasional maka dapat disimpulkan bangunan tersebut termasuk kategori bangunan yang ekonomis.

- c. Sosial :

Berdasarkan aspek sosial rumah tinggal Achmad Tardiyana ini dilihat dari 2 sisi yaitu

- Penggunaan material yang berasal masih di Jawa Barat.
- Dari segi fungsi, pada lantai 1 bangunan ini digunakan sebagai perpustakaan untuk masyarakat dan amphitheater untuk mewadahi kegiatan masyarakat.

Berdasarkan 3 aspek di atas ,maka bangunan ini terletak pada sustainable. Yang berarti semua aspek (aspek lingkungan, aspek ekonomi dan aspek sosial) sudah memenuhi kriteria sustainable.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] <http://www.epa.gov/sustainability/basicinfo.htm>; diakses 17 Oktober 2013
- [2] Latifah, Nur Laela. Modul Arsitektur dan Energi, Arsitektur Itenas.
- [3] Majalah , SKALA+ . “*Annual Design Award*” 06, Vol.06.3.
- [4] Latifah, Nur Laela. Modul Fisika Bangunan 1, Arsitektur Itenas.
- [5] Satwiko, Prasasto. 2004. Fisika Bangunan 1. Yogyakarta: CV Andi Offset.
- [6] Hausladen, Gerhard; Saldanha, Michael de; Liedl, Petra; [2006]; *ClimateSkin*; Birkhauser