

Identifikasi Pengaruh Material Bangunan Terhadap Kenyamanan Termal (Studi kasus bangunan dengan material bambu dan bata merah di Mojokerto)

Damalia Enesty Purnama¹, Agung Murti Nugroho², Ir. Bambang Yatnawijaya S.²

¹Jurusan Arsitektur/Fakultas Teknik, Universitas Brawijaya

²Jurusan Arsitektur/Fakultas Teknik, Universitas Brawijaya

Jalan MT. Haryono 167, Malang 65145, Indonesia

E-mail: damaliaenesty@gmail.com

ABSTRAK

Perubahan iklim berdampak terhadap lingkungan sekitar, salah satunya terjadinya global warming yang berakibat pada meningkatnya suhu udara. Kenyamanan termal merupakan kondisi yang dirasakan manusia yang dipengaruhi oleh suhu, kecepatan angin, radiasi, kelembaban, dan aktivitas manusia. Material kulit bangunan berperan penting dalam mendapatkan kenyamanan termal ruang dalam. Penggunaan material bambu dan bata merah merupakan material yang mampu menyerap radiasi dan dapat menurunkan suhu udara. Tujuan dari penelitian ini yaitu untuk mengetahui penurunan suhu tertinggi yang terjadi pada bangunan dengan konstruksi dinding bambu dan konstruksi dinding bata. Metode yang digunakan yaitu metode kuantitatif dan kualitatif. Pengukuran lapangan dilakukan pada rentang waktu aktivitas pada penghuni (08.00-16.00 WIB). Hasil perbandingan menyimpulkan penurunan suhu terbaik pada material kayu dengan ketebalan 5cm.

Kata kunci: kenyamanan termal, kulit bangunan, penurunan suhu

ABSTRACT

Climate change has an impacts to the surrounding environment. One of them is global warming which can increased the air temperature. Thermal comfort is perceived human condition that is affected by temperature, wind speed, radiation, humidity, and human activities. Materials building of the skin was instrumental in getting thermal comfort in the room. The use of bamboo and red brick can absorb radiation and decrease the air temperature. The aim of this research is find out the highest temperature decrease that occurs in the construction of the building with bamboo walls and a brick wall construction. The method used is quantitative and qualitative methods. The measurements on the field was conducted in the period of activity on the occupants (8:00 a.m. to 4:00 p.m. GMT). The result of comparison concludes that best temperature decrease on wood materials with a thickness 5cm.

Keywords: thermal comfort, building of the skin, temperature decrease

1. Pendahuluan

Perubahan iklim saat ini mempunyai dampak yang cukup besar terhadap lingkungan sekitar, salah satunya yaitu terjadinya global warming yang berakibat pada kondisi iklim saat ini dan meningkatnya suhu udara. Kenyamanan termal merupakan suatu kondisi yang dirasakan manusia akibat dari kondisi di lingkungannya. Iklim pada lingkungan akan mempengaruhi bentuk dan orientasi bangunan. Kenyamanan termal yang dirasakan oleh tubuh manusia dipengaruhi oleh faktor suhu udara, suhu radiasi, kelembaban udara, kecepatan angin, aktivitas dan manusia. Untuk mendapatkan kenyamanan termal ruang dalam metode yang tepat digunakan di daerah tropis yaitu menggunakan pendinginan dengan ventilasi silang dengan peneduh vegetasi dalam memberi kesejukan. Terjadinya penurunan suhu pada ruang dalam dipengaruhi oleh faktor konduksi, konveksi, dan radiasi. Terjadinya perpindahan panas melalui dinding tergantung dari konduktivitas bahan pada bangunan tersebut. Kapasitas penyimpanan panas pada bata (0,26Wh/kg K), kayu lunak (0,14Wh/kg K). Menurut (SNI 2001) suhu nyaman yaitu $27,1^{\circ}\text{C}$ dan $20,5^{\circ}\text{C}$ dengan kelembaban 40%-60% dan menurut (MENKES 2002) suhu nyaman untuk bangunan kantor yaitu 18°C-28°C dengan kelembaban 40%-60%.

Material kulit bangunan berperan penting dalam mendapatkan kenyamanan termal ruang dalam. Penggunaan material bambu dan bata merah merupakan material yang mampu menyerap radiasi dan dapat menurunkan suhu udara. Dinding bambu plester anyaman dapat menurunkan suhu $2,6^{\circ}\text{C}$ dan perbedaan penurunan suhu pada material dinding bata merah dan batako yaitu mempunyai selisih $1,8^{\circ}\text{C}$. Penggunaan dinding bambu ada antara lain dinding bilah bambu tidak kedap terhadap air, dinding anyaman memberi celah udara yang masuk lebih banyak. Dinding bata merah mempunyai ukuran panjang 17-23 cm, lebar 7-11 cm, dan tebal 3-5 cm, namun penggunaan bata merah mempunyai kekurangan terhadap curah hujan yang tinggi dan dapat mengalami keretakan jika terkena percikan air secara terus menerus (Lippsmeier 2007).

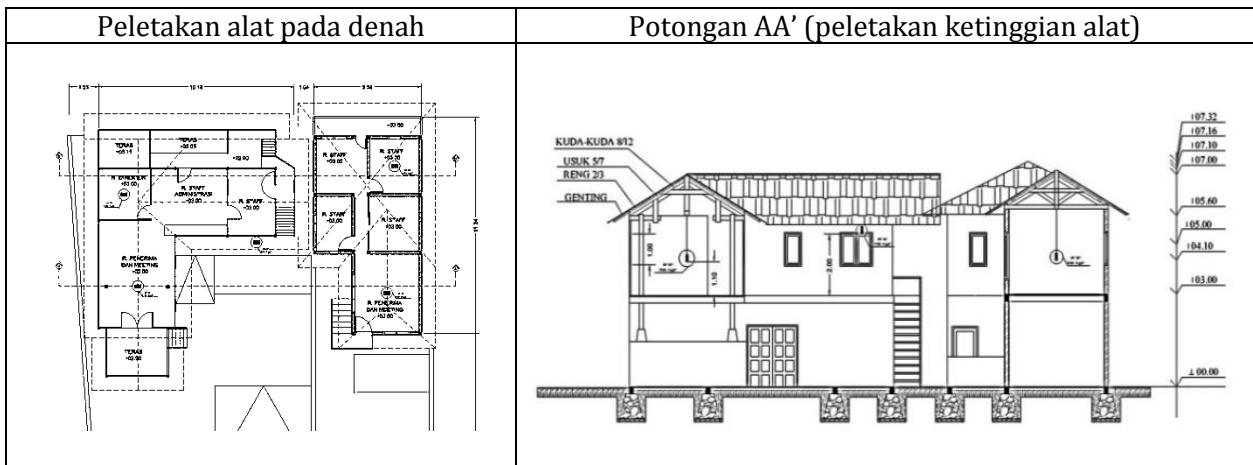
2. Bahan dan Metode

Penelitian dilakukan di Kabupaten Mojokerto, dengan menggunakan metode kualitatif untuk mencari informasi tentang data suhu, studi literatur, analisa fisik dan tapak bangunan, sedangkan metode kuantitatif digunakan untuk pengukuran suhu di lapangan dan penerapan material pada bangunan. Penentuan lokasi penelitian berdasarkan penggunaan material, fungsi dan luas bangunan yang sama atau mendekati sama. Penggunaan studi literature sebagai data sekunder dan pengamatan fisik tapak, bangunan, dan pembagian kuisisioner sebagai data primer, sehingga dapat ditentukan variabel dari penelitian ini, yaitu suhu, kelembaban, material dan ketebalan material, ventilasi dan vegetasi. Pembagian kuesioner hanya sebagai persepsi penghuni pada bangunan saja dan untuk pengisian kuesioner berdasarkan *Predicted mean vote (PMV)* Innova dalam Atjenese (2012).

Pengukuran lapangan dilakukan pada beberapa ruang yang memiliki kriteria (luas ruang, jenis material atap dan plafon, orientasi yang sama dan perbedaan hanya pada penggunaan dinding pada bangunan saja), sehingga ruang yang memiliki kriteria tersebut yaitu ruang kerja dan ruang penerima. Pengukuran dilakukan dengan mengukur temperatur ruang luar dan dalam saja menggunakan alat ukur *data logger* Hobo selama ± 8

hari dengan rentang waktu aktivitas pekerjaan (08.00-16.00 WIB) dalam kondisi jendela ditutup. Peletakan alat pada ruang dalam berdasarkan aktivitas pada ruang (ditengah) dengan ketinggian peletakan alat 1,1 meter, sedangkan pada ruang luar peletakan alat yaitu 2 meter dari permukaan lantai, Nugroho et al (2007). Setelah melakukan analisa visual dan pengukuran lapangan kemudian hasil dari pengukuran lapangan dengan hasil penurunan suhu terbaik dibandingkan dengan menggunakan material lain (kayu) melalui simulasi digital.

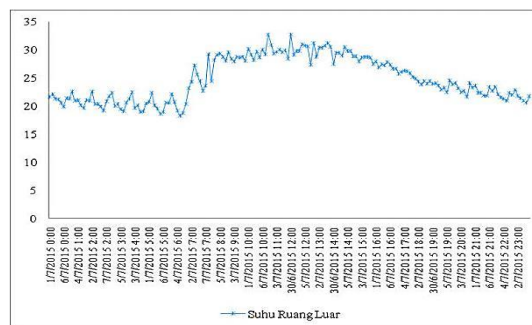
Tabel 1 Peletakan alat pengukur suhu (HOB0)



3. Hasil dan Pembahasan

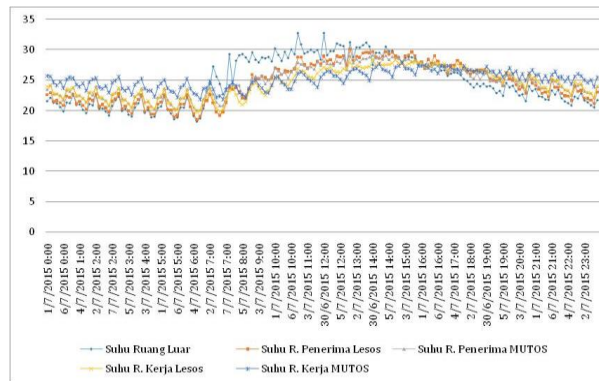
3.1 Ruang luar dan ruang dalam

Pengamatan dilakukan di Kecamatan Trawas Kabupaten Mojokerto Pada bangunan bedinding bata merah (Kantor MUTOS) dan bangunan bermaterial bambu (kantor Lesos). Bahwa suhu ruang luar pada pukul 08.00-15.00 WIB merupakan suhu udara yang berada diatas batas nyaman (MENKES 2002) dan menurut (SNI 2001) suhu udara luar yang berada diatas suhu nyaman terjadi pada pukul 08.00-16.00 WIB dan diantar pukul tersebut merupakan berlangsungnya aktivitas pekerja. Suhu udara tertinggi terjadi pada pukul 12.00 WIB, namun suhu udara rata-rata tertinggi terjadi pada pukul 11.00 WIB dengan suhu udara 30,08°C.



Gambar 1 Suhu udara ruang luar

Pengukuran suhu udara yang dilakukan pada Kantor Lesos ada dua ruang yaitu ruang penerima dan ruang kerja untuk ruang kerja suhu udara tertinggi terjadi pada pukul 13.00 WIB dengan suhu 30,12°C dan suhu terendah yaitu 18,56°C pada pukul 06.00 WIB. Penurunan suhu udara tertinggi pada ruang kerja Kantor Lesos yaitu 28,45°C yang terjadi pada pukul 14.00 WIB. Menurut (SNI 2001) suhu udara masih tergolong nyaman kecuali pada pukul 13.00-17.00 Menurut (MENKES 2002) suhu udara berada diatas suhu nyaman yaitu pukul 14.00-15.00 WIB pada tanggal 30 Juni 2015 saja. Penurunan suhu udara pada ruang penerima dan ruang kerja kantor Lesos terjadi diantara pukul 06.00-14.00 WIB, namun pada ruang kerja penurunan suhu udara terjadi sampai pukul 15.00 WIB. Penurunan suhu terbesar terjadi diantara pukul 08.00 WIB pada ruang kerja sebesar 8,30°C dan penurunan suhu terbesar yang terjadi pada ruang penerima sebesar 7,18°C. Penurunan suhu rata terbesar yaitu 5,78°C (ruang kerja) dan 5,00°C (ruang penerima) pada pukul 08.00 WIB.

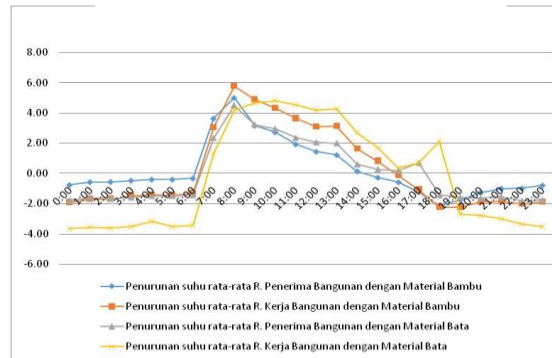


Gambar 2 Penurunan suhu kantor Lesos dan MUTOS

Pengukuran suhu udara yang dilakukan pada Kantor MUTOS di ruang penerima dengan hasil suhu udara tertinggi 29,12°C terjadi pada pukul 14.00 WIB dan suhu terendah 20,05°C terjadi pada pukul 06.00 WIB. Menurut (MENKES 2002) suhu udara yang berada diatas suhu nyaman terjadi pada pukul 12.00-15.00 WIB, sedangkan suhu udara yang berada diatas suhu nyaman menurut (SNI 2001) terjadi pada pukul 11.00-17.00 WIB. Suhu udara tertinggi pada ruang kerja Kantor MUTOS yaitu 27,86°C terjadi pada pukul 15.00 WIB dan suhu udara terendah 21,85°C terjadi pada pukul 06.00-07.00 WIB. Suhu udara tersebut masih termasuk dalam suhu nyaman menurut (MENKES 2002), sedangkan menurut (SNI 2001) suhu udara yang berada diatas suhu nyaman yaitu pukul 14.00-15.00 WIB. Penurunan suhu udara terbesar pada kantor MUTOS untuk ruang penerima yaitu 6,68°C dan untuk ruang kerja yaitu 6,67°C terjadi pada pukul 08.00 WIB. Penurunan suhu udara terjadi pada pukul 07.00-15.00 WIB. Rata-rata penurunan terbesar ruang penerima 4,50°C dan pada ruang kerja 4,71°C yang terjadi pada pukul 08.00 WIB.

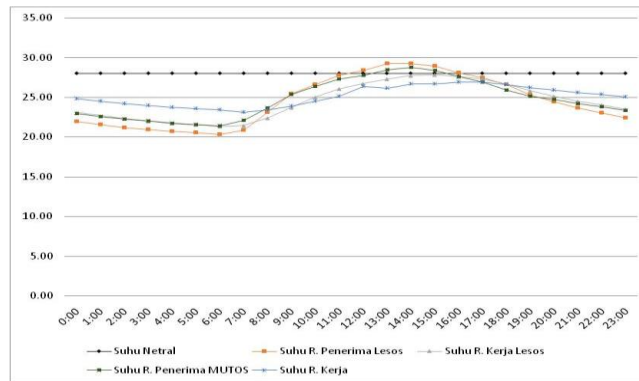
Rata-rata penurunan suhu pada kantor Lesos yaitu 2,84°C, sedangkan pada ruang penerima yaitu 2,92°C terjadi pada pukul 07.00-14.00 WIB dan pada ruang kerja yaitu 3,08°C. Penurunan suhu udara rata-rata pada kantor MUTOS pada pukul 07.00-14.00 WIB untuk ruang penerima yaitu 2,51°C dan pada ruang kerja 3,84°C. Kinerja penurunan suhu udara luar yang berada diatas suhu nyaman (>28°C) berada diantara pukul 08.00-15.00 WIB. Penurunan suhu rata-rata yang terjadi pada kantor Lesos yaitu 1,92°C (ruang penerima) dan 3,42°C (ruang kerja). Penurunan suhu udara luar rata-rata pada kantor

MUTOS yaitu 2,25°C (ruang penerima) dan 3,88°C (ruang kerja), sehingga penurunan suhu udara rata-rata terbesar terjadi pada kantor MUTOS (ruang kerja).



Gambar 3 Grafik kinerja penurunan suhu rata-rata

3.2 Analisa suhu netral



Gambar 4 Grafik suhu netral

Rata-rata suhu pada tahun 2014 di Mojokerto yaitu 28°C. Suhu udara tersebut masih dalam batas nyaman menurut (MENKES 2002). Suhu udara rata-rata pada kantor Lesos yaitu 24,48°C (ruang kerja) dan 24,52°C (ruang penerima), sehingga selisih suhu rata-ratanya yaitu 3,52°C-3,48°C. Suhu udara rata-rata pada bulan Juni dan Juli yaitu 27,15°C dan masih tergolong suhu nyaman menurut (MENKES 2002). Penurunan suhu yang terjadi pada ruang penerima yaitu 2,63°C dan pada ruang kerja yaitu 2,67°C. Suhu udara rata-rata pada Kantor Lesos yang berada diatas suhu netral terjadi pada ruang penerima pada pukul 12.00-16.00 WIB (28.05°C-29.24), sedangkan pada ruang kerja suhu udara masih pada batas nyaman.

Suhu udara rata-rata pada ruang penerima kantor MUTOS yaitu 24,76°C, sedangkan suhu udara rata-rata pada ruang kerja yaitu 25,10°C. Penurunan suhu rata-rata secara keseluruhan yaitu 3,24°C (ruang penerima) dan 2,9°C (ruang kerja). Penurunan suhu rata-rata yang terjadi pada bulan Juni sampai Juli saja yaitu 2,39°C (ruang penerima) dan 2,05°C (ruang kerja). Suhu udara pada ruang tersebut masih tergolong dalam suhu nyaman untuk

ruang kerja, sedangkan untuk ruang penerima suhu udara yang berada diatas suhu nyaman yaitu pada pukul 13.00-15.00 WIB (28,37°C-28,77°C). Penurunan suhu dengan rentang waktu 08.00-16.00 WIB yang baik terjadi pada ruang kerja kantor MUTOS.

3.3 Hubungan kenyamanan termal persepsi penghuni dan pengukuran lapangan

Pengisian kuesioner yang dilakukan diantara pukul 09.00-10.00 WIB. Suhu udara rata-rata di luar ruang yang terjadi diantara pukul tersebut yaitu 29,31°C.

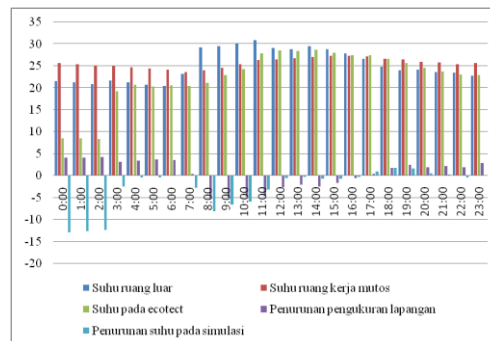
Tabel 2 Perbandingan persepsi kenyamanan dan pengukuran lapangan

Kantor	Waktu	Ruang dalam		Respon
		Suhu	RH	
Lesos (R.penerima)	09.00-10.00	26,58	67,09	Sejuk
Lesos (R. Kerja)	09.00-10.00	24,98	81,57	Sejuk
Mutos (R. Penerima)	09.00-10.00	26,36	68,81	Agak sejuk
MUTOS (R. Kerja)	09.00-10.00	24,51	77,80	Agak sejuk

Menurut tabel tersebut untuk hasil kuesioner dan pengukuran lapangan sudah sesuai.

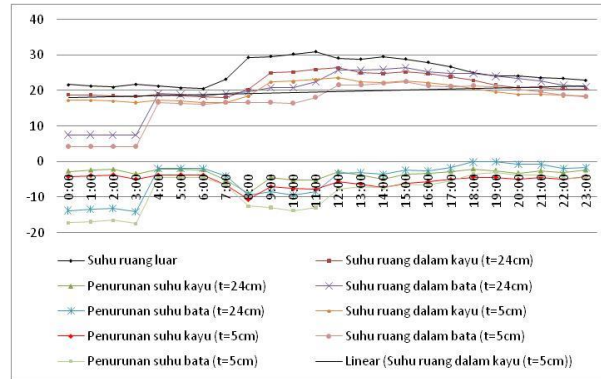
3.4 Simulasi

Simulasi digital *ecotect* dilakukan pada material bata dan dibandingkan dengan material kayu. Ketebalan material tersebut mengikuti ketebalan pada material bata merah. Simulasi dilakukan pada pukul 11.00 WIB, karena pada pukul tersebut suhu udara rata-rata terbesar.



Gambar 5 Grafik perbandingan pengukuran lapangan dan simulasi digital

Pengukuran suhu yang dilakukan menggunakan simulasi digital *ecotect* dan pengukuran lapangan mempunyai selisih perbedaan suhu rata-rata 3,28°C dengan suhu rata-rata tertinggi pada pengukuran lapangan. Suhu udara pada pengukuran lapangan mengalami penurunan suhu ruang dalam terjadi pada pukul 08.00-16.00 WIB, sedangkan pada simulasi digital penurunan suhu ruang dalam terjadi pada pukul 00.00-17.00 WIB dan pukul 22.00 WIB.



Gambar 6 Grafik simulasi *ecotect* material kayu dan bata





Simulasi digital pada ruang kerja dengan menggunakan material bata ($t=5m$) memiliki suhu udara rata-rata $16,68^{\circ}C$ dan penurunan suhu rata-rata yaitu $8,41^{\circ}C$. Suhu udara rata-rata saat aktivitas berlangsung (08.00-16.00 WIB) yaitu $19,66^{\circ}C$ dan penurunan suhu rata-rata yaitu $9,58^{\circ}C$. Suhu udara pada ruang dalam yaitu masih berada dibawah batas nyaman ($<28^{\circ}C$ dan $<27^{\circ}C$), namun suhu udara pada pukul 00.00-10.00 WIB merupakan suhu udara berada dibawah suhu nyaman ($4,3^{\circ}C$ - $16,7^{\circ}C$) MENKES (2002), SNI (2001). Suhu udara rata-rata ruang dalam pada bangunan dengan material kayu ($t=5cm$) yaitu $19,67^{\circ}C$ dan penurunan suhu rata-rata yaitu $5,42^{\circ}C$, sedangkan suhu rata-rata saat aktivitas berlangsung (08.00-16.00 WIB) yaitu $22,17^{\circ}C$ dan penurunan suhu rata-rata yaitu $7,07^{\circ}C$. Menurut MENKES (2002) suhu udara yang berada dibawah suhu nyaman berada pada pukul 00.00-07.00 WIB, sedangkan menurut SNI (2001) suhu udara dibawah suhu nyaman yaitu pukul 00.00-08.00 WIB dan 19.00-23.00 WIB.

Simulasi digital *ecotect* yang dilakukan pada material bata dengan ketebalan 24 cm, rata-rata suhu udara ruang dalam pada ruang kerja yaitu $20,06^{\circ}C$ dan rata-rata penurunan suhu yaitu $5,03^{\circ}C$. Suhu udara rata-rata pada saat aktivitas berlangsung (08.00-16.00 WIB) yaitu $23,66^{\circ}C$ dan penurunan suhu rata-rata yaitu $5,58^{\circ}C$. Menurut MENKES (2002) suhu udara pada pukul 00.00-03.00 WIB ($7,6^{\circ}C$ - $7,7^{\circ}C$) merupakan suhu udara dibawah batas nyaman, namun menurut SNI (2001) suhu udara pada pukul 00.00-08.00 WIB merupakan suhu udara dibawah batas nyaman. Suhu udara rata-rata pada ruang dengan material kayu ($t=24cm$) yaitu $21,74^{\circ}C$ dan penurunan suhu rata-rata yaitu $3,35^{\circ}C$, sedangkan suhu udara rata-rata saat aktivitas berlangsung (08.00-16.00) yaitu $24,71^{\circ}C$ dan penurunan suhu rata-rata yaitu $4,54^{\circ}C$. Menurut MENKES (2002) suhu udara pada material ini masih berada paa batas nyaman, sedangkan menurut SNI (2001) suhu udara yang berada dibawah batas nyaman terjadi pada pukul 00.00-08.00 WIB ($18,1^{\circ}C$ - $20,3^{\circ}C$) dan pukul 22.00-23.00 WIB ($20,4^{\circ}C$).

3.5 Rekomendasi

Suhu udara yang relative naik saat siang hari membuat ruang juga semakin panas, maka dengan penggunaan ventilasi yang baik diharapkan akan membantu mengenai kenyamanan termal pada ruang dalam.

Tabel 3 Rekomendasi

Alternatif 1	Alternatif 3
 <p>Kekurangan : Letak ventilasi (barat), membutuhkan <i>shadig device</i> maupun vegetasi untuk memantulkan cahaya langsung Kelebihan : Luas bukaan >20%, Cahaya masuk optimal, mendapat ventilasi yang baik.</p>	 <p>Kekurangan : Ventilasi disebelah barat cukup luas, sehingga ruang mendapatkan sinar matahari langsung lebih banyak saat siang hingga sore hari Kelebihan : Luas bukaan >20%, mendapat ventilasi silang yang baik, cahaya matahari masuk optimal</p>
Alternatif 2	Alternatif 4
 <p>Kekurangan : Ventilasi sebelah barat lebih besar, sehingga cahaya matahari langsung masuk secara optimal (silau) Kelebihan : Luas bukaan >20%</p>	 <p>Kekurangan : sinar matahari langsung masuk lebih banyak Kelebihan : Luas bukaan >20%, mendapat ventilasi silang yang baik, cahaya matahari masuk optimal</p>

4. Kesimpulan

Hasil dari pengukuran lapangan yang membandingkan dua material (bambu dan bata) yang diukur pada saat aktivitas berlangsung (08.00-16.00 WIB) suhu udara dan penurunan rata-rata terbaik terdapat pada ruang kerja kantor MUTOS. Hasil dari pengukuran terbaik dibandingkan dengan material lain (kayu) dengan hasil Ketebalan dinding 5cm (bata=8,41°C , kayu=7,07°C) dan ketebalan 24cm (bata=5,58°C, kayu=4,5°C), sehingga dapat disimpulkan penurunan suhu terbaik pada material kayu dengan ketebalan 5cm.

Daftar Pustaka

- Atjenese, 2012. Kuesioner. <http://e-journal.uajy.ac.id/5246/3/2MTA01642.pdf>
- Keputusan Menteri Kesehatan Republik Indonesia. 2002. *Persyaratan Kesehatan Lingkungan Kerja Perkantoran dan Industri*. Jakarta: MENKES.
- Lippsmeir, G. 1994. *Bangunan Tropis*. Jakarta: Erlangga
- Nugroho, M. A. Ahmad, H. M. & Ossen, R. D. "A Preliminary Study of Thermal Comfort in Malaysia's Single Storey Terraced House". *Journal of Asian Architecture and Building Engineering*. IV (1): 175-182.
- Risnanda, F. F, A., Wonoraharjo, S. & Tambunan, L. 2014. Kajian sifat Termal Dinding Bambu Plester dan Dinding Komposit Bambu Beton. *Jurnal Lingkungan Binaan Indonesia*. III (1).
- Standar Nasional Indonesia. 2001. *Tata Cara Perancangan Sistem Ventilasi dan Pengondisian Udara pada Bangunan Gedung*. Jakarta: SNI