

# Rekayasa Bukaan Ventilasi Alami Untuk Meningkatkan Kenyamanan Termal Pondok Pesantren Darul Hikam Di Mojokerto

Yusuf Utomo N.S.N<sup>1</sup> dan Wasiska Iyati<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Mahasiswa Program Studi Sarjana Arsitektur, Jurusan Arsitektur, Fakultas Teknik, Universitas Brawijaya

<sup>2</sup> Dosen Jurusan Arsitektur, Fakultas Teknik, Universitas Brawijaya

Alamat Email penulis: yusufutomo1@gmail.com; wasiska.iyati@gmail.com

## ABSTRAK

Pondok Pesantren Darul Hikam di Kabupaten Mojokerto, Provinsi Jawa Timur. merupakan salah satu pondok yang berdampak pada meningkatnya jumlah pendaftar santri sehingga ruang-ruang pondok harus dapat memberikan kenyamanan kepada para santri dan ustadznya. Penghawaan pada ruang kelas dan asrama menggunakan penghawaan alami, sehingga dibutuhkan bukaan yang baik agar bisa mengalirkan udara dengan baik. Ruang kelas digunakan untuk kegiatan belajar-mengajar selama  $\pm 9$  jam dan asrama digunakan untuk kegiatan santri selama 24 jam. Penelitian ini menggunakan metode eksperimental dengan pendekatan deskriptif evaluatif. Data temperatur ruang dalam kelas dan asrama diambil menggunakan alat termometer dan anemometer dan disimulasikan dengan software Ecotect Analysis 2011. Variabel bebas yang diteliti yaitu bukaan meliputi posisi, dimensi, jenis bukaan. Sedangkan variabel terikat yaitu data temperatur ruang kelas. Standar temperatur ruang dalam adalah  $25\text{ }^{\circ}\text{C} - 27\text{ }^{\circ}\text{C}$ . setelah dilakukan rekayasa terhadap bukaan di setiap ruang kelas dan asrama yang meliputi perubahan dimensi, jenis, dan posisi bukaan temperatur ruang dalam yang didapat adalah  $29\text{ }^{\circ}\text{C}$ . dari hasil tersebut didapat bahwa dengan melakukan perubahan terhadap bukaan ruang kelas dan asrama masih dapat meningkatkan kinerja bukaan 13.8%.

Kata kunci: bukaan, ruang kelas, pondok pesantren

## ABSTRACT

*Darul Hikam Islamic Boarding School located in Mojokerto Regency, East Java Province. Darul Hikam Islamic Boarding School is one of the huts affected by the increase in the number of student applicants so that the huts have to be able to provide comfort to the student and their religious teachers. Islamic boarding schools themselves are inadequate in terms of the thermal comfort of the building. Appreciation in classrooms and dormitories uses natural ventilation, so good openings are needed so that air can flow properly. Classrooms are used for teaching and learning activities for  $\pm 9$  hours and dormitories are used for student activities for 24 hours. This study uses an experimental method with an evaluatif descriptive approach. Room temperatur data in class and dormitory were taken using a thermometer and anemometer and simulated with the Ecotect Analysis 2011 software. The independent variables studied were openings covering the position, dimensions, type of openings. While the dependent variable is the class temperatur data. The standard indoor temperatur is  $25\text{ }^{\circ}\text{C} - 27\text{ }^{\circ}\text{C}$ . after engineering of openings in each classroom and dormitory which includes changes in dimensions, types, and positions of openings in the inside room temperatur obtained is  $29\text{ }^{\circ}\text{C}$ . from these results it was found that by making changes to the classroom and dormitory openings it could still improve the performance of openings 13.8%.*

*Keywords: opening, classroom, Islamic boarding school*

## 1. Pendahuluan

Kenyamanan termal merupakan salah satu faktor terpenting dalam bangunan yang harus diperhatikan karena mempengaruhi kegiatan didalam bangunan, jika kenyamanan termal kurang baik maka kegiatan di dalam ruangan tersebut akan berjalan tidak sesuai yang di inginkan dan juga akan mengganggu konsentrasi saat berlangsung kegiatan belajar-mengajar. Mengacu pada SNI 03-6572-2001 aspek yang mempengaruhi kenyamanan termal yaitu temperatur udara, kelembapan udara, kecepatan angin, aktivitas pengguna, dan pakaian yang digunakan. Ruang kelas dan asrama adalah tempat yang paling sering digunakan oleh santri dalam berkegiatan. Sehingga, Kenyamanan termal sangat dibutuhkan pada setiap ruang kelas dan asrama. Menurut Szokolay (1973) pada *'Manual of Tropical Housing and Building'* merupakan proses yang melibatkan kondisi fisik fisiologis dan psikologis. Kenyamanan termal adalah hasil pemikiran seseorang yang mengekspresikan mengenai kepuasan dirinya terhadap lingkungan termalnya.

Kabupaten Mojokerto memiliki kisaran temperatur udara rata-rata 21-32°C dengan kelembaban udara 74,3 - 84,8 Mb / hari dan kecepatan angin rata-rata berkisar 3,88 - 6,88 Km/jam. Kenyamanan temperatur udara juga memiliki batasan yang dijelaskan oleh Lippsmeyer (1997) yaitu batas kenyamanan untuk wilayah katulistiwa antara 19°C-26°C TE. Iklim tropis adalah iklim dimana panas merupakan permasalahan utama dalam setiap tahunnya, sehingga selalu diperlukan upaya untuk melakukan pendinginan atau penutunan suhu. Rata-rata suhu pada iklim tropis tiap tahunnya tidak kurang dari 20 °C (Koenigsberger *et al.*, 2013).

Objek yang dikaji dalam penelitian ini adalah ruang kelas dan asrama pada Pondok Pesantren Darul Hikam yang terletak di Kabupaten Mojokerto, Provinsi Jawa timur. Pondok pesantren Darul hikam merupakan salah satu pondok yang berdampak pada meningkatnya jumlah pendaftar santri sehingga ruang-ruang pondok harus dapat memberikan kenyamanan kepada para santri dan ustadznya. Namun bangunan Pondok Pesantren sendiri kurang memadai dalam hal kenyamanan termal. Penghawaan pada ruang kelas dan asrama menggunakan penghawaan alami, sehingga dibutuhkan bukaan yang baik agar bisa mengalirkan udara dan angin dengan baik. Ruang kelas digunakan untuk kegiatan belajar-mengajar selama ± 9 jam dan asrama digunakan untuk kegiatan santri selama 24 jam. Jendela sebagai jalur perputaran udara pada ruang kelas dan asrama mempengaruhi konsentrasi santri dalam kegiatan belajar-mengajar dapat stabil. Objek memiliki 3 lantai pada bangunan namun kondisi bukaan pada ruang kelas kurang dimanfaatkan dengan maksimal karena tertutup oleh bangunan di sebelahnya, sehingga sirkulasi udara dan angin tidak bisa berjalan dengan baik. Serta banyaknya santri di Pondok Pesantren Darul Hikam menyebabkan kelas dan asrama harus menampung banyak santri pada satu ruangan. Menurut (Melaragno, 1982) ventilasi adalah angin yang bergerak melewati ruang terbuka/bagian interior bangunan.

## 2. Metode

Penelitian ini menggunakan pendekatan deskriptif evaluatif untuk evaluasi eksisting metode eksperimental untuk rekayasa desain. Data eksisting diambil dengan alat *termometer* dan *anemometer*. Rekayasa dilakukan pada ruang dengan metode eksperimental untuk meningkatkan kinerja bukaan untuk Kenyamanan termal, kemudian dihasilkan rekomendasi bukaan pada ruang kelas dan asrama Pondok Pesantren Darul Hikam yang mengacu pada SNI dan literatur. Variabel pada penelitian ini dibagi menjadi variabel bebas meliputi posisi, dimensi, dan jenis bukaan, sedangkan variabel terikat berupa kondisi lingkungan Pondok Pesantren Darul Hikam yang meliputi suhu, kelembaban udara, dan kecepatan angin.

## 2.1 Pengumpulan Data

Data dibagi menjadi dua jenis meliputi data primer dan data sekunder. Data primer adalah data utama yang diambil melalui observasi lapangan yang dilakukan untuk mendapatkan data temperatur udara pada ruang kelas dan asrama yang dibutuhkan untuk kebutuhan penelitian. Sedangkan data sekunder merupakan pengumpulan data melalui literatur dan jurnal ilmiah yang ada untuk menghasilkan teori Kenyamanan termal pada ruang kelas dan asrama. Penelitian dilakukan pada ruang kelas SMP, SMA dan Asrama, masing-masing 3 kelas dan 4 ruang asrama dengan kondisi lingkungan yang relatif berbeda. Pengukuran dilakukan pada tanggal 13-14 Juli 2018 dengan waktu pengambilan data yaitu pukul 08.00 s/d selesai, 12.00 s/d selesai, dan 15.00 s/d selesai.



Gambar 1. Siteplan Pondok Pesantren Darul Hikam

Keterangan:  Ruang yang diteliti



Gambar 2. R. Kelas SMP



Gambar 3. R. Kelas SMA



Gambar 4. Asrama

## 2.2 Analisa Data

Proses Analisis dilakukan dengan menggunakan metode eksperimental. Kemudian, dilakukan validasi antara kondisi eksisting dengan simulasi yang dilakukan menggunakan

software *Ecotect Analysis 2011*. Untuk mengetahui nilai *relative error*. Berikut rumus perhitungan *relative error* (Nugroho, 2011).

$$RE = \left| \frac{(MI-SI)}{MI} \right| \times 100\%$$

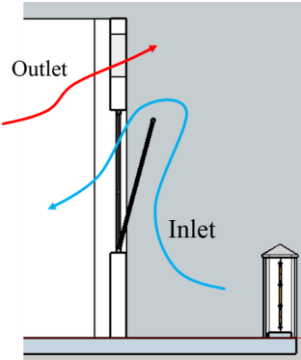
Berdasarkan rumus diatas. MI merupakan besaran iluminasi terukur di lapangan, sedangkan SI adalah iluminasi simulasi.

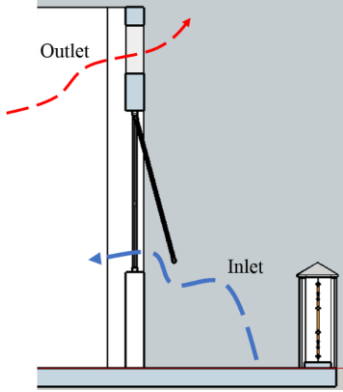
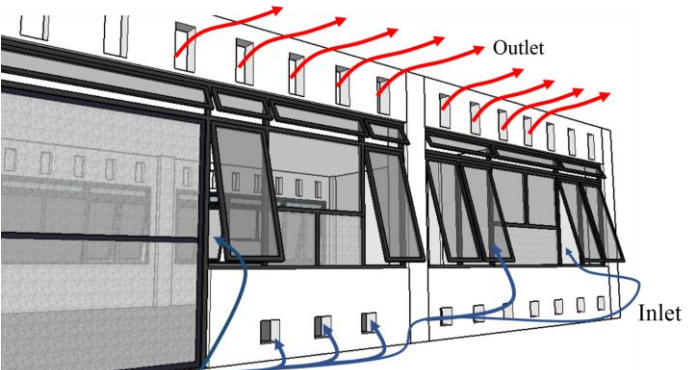
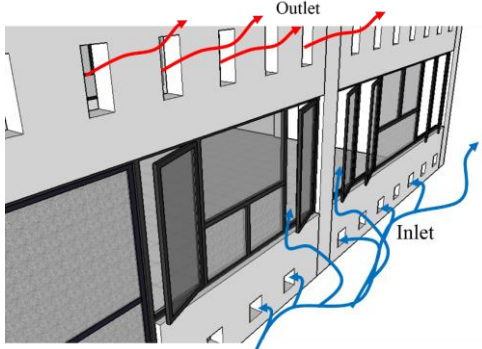
### 3. Hasil dan Pembahasan

Menurut data hasil pengukuran, ruang kelas SMP, SMA, dan asrama mempunyai temperatur ruang dalam di bawah standar. Pada ruang kelas SMP titik pengukuran hanya ada 1 yaitu di tengah ruangan, dari hasil pengukuran lapangan didapat hasil bahwa suhu temperatur ruang dalam melebihi dari standar yang ditentukan. Begitu pula pada ruang kelas SMA titik pengukuran hanya ada 1 yaitu ditengah dan didapat hasil pengukuran temperatur ruang dalam SMA melebihi temperatur yang sudah ditentukan SNI. Untuk asrama pengukuran juga dilakukan pada 1 titik yaitu di tengah ruangan dan didapat bahwa temperatur ruang dalam asrama melebihi yang sudah ditentukan SNI. *Relative error* dinyatakan valid apabila tidak lebih dari 10%. Tabel dibawah menunjukkan *relative error* pada ruang kelas SMP, SMA, dan asrama yang bernilai 3,7%. Hal tersebut menunjukkan software valid dan dapat digunakan untuk simulasi selanjutnya.

Rekomendasi desain setiap ruang memiliki rekomendasi yang sama (tipikal), hal tersebut menyesuaikan fungsi ruang yang merupakan ruang kelas agar selaras. Tahap pertama dimuliasi dengan perubahan yang ringan yaitu perubahan pada dimensi, tahap kedua merupakan perubahan di jenis bukaan, tahap ketiga yaitu perubahan dimensi, posisi bukaan, dan penambahan ventilasi, yang terakhir tahap keempat adalah perubahan jenis, posisi, dan dimensi bukaan.

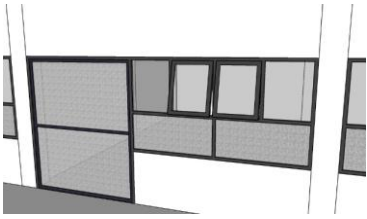
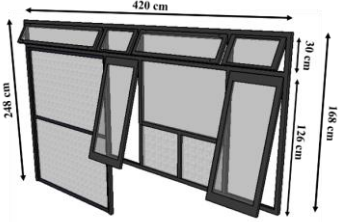
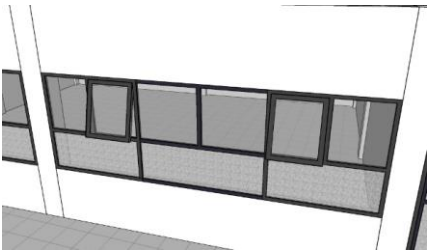
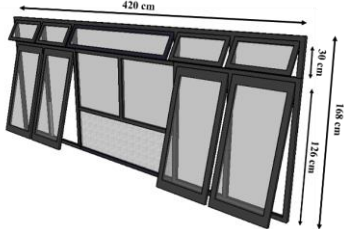
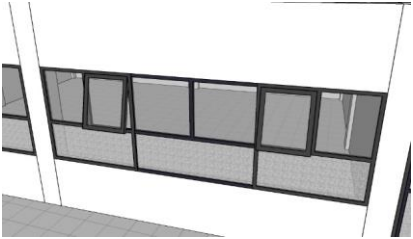

**Tabel 1. Tahap Rekomendasi Desain Bukaan**

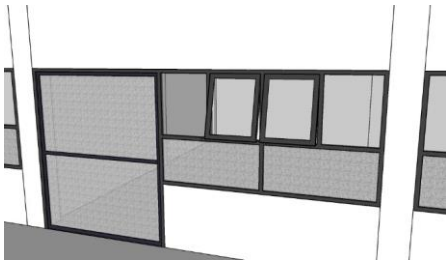
Tahap 1	
<p>Dimensi jendela pada ruang kelas masih sangat minim dan menggunakan casement window bagian bawah menggunakan fixed window. Maka dari itu dilakukan perubahan dimensi jendela agar memaksimalkan angin masuk ruang kelas.</p>	

<p>Pada tahap ini perubahan terjadi pada dimensi dan jenis bukaan, jenis bukaan yang dipakai adalah casement window untuk memaksimalkan angin masuk ke dalam ruang kelas.</p>	<p style="text-align: center;"><b>Tahap 2</b></p> 
<p>Tahap 3 yaitu perubahan dimensi dan posisi bukaan, perubahan terjadi pada dimensi jendela dan posisi ventilasi pada sisi timur dirubah menjadi jendela yang tipikal dengan sisi barat untuk memaksimalkan ventilasi silang dan ditambahkan ventilasi pada bagian bawah ruangan.</p>	<p style="text-align: center;"><b>Tahap 3</b></p> 
<p>Perubahan terjadi pada dimensi, jenis, dan posisi bukaan yaitu bukaan menggunakan jenis casement window namun mengikuti arah pergerakan angin, dan pada sisi timur diubah menjadi jendela yang tipikal dengan sisi barat</p>	<p style="text-align: center;"><b>Tahap 4</b></p> 

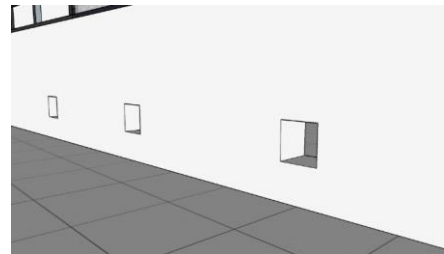
Setelah dilakukan rekomendasi pada setiap ruang, temperatur ruang dalam kelas SMP dan SMA mengalami penurunan menjadi 29,3 °C, berikut merupakan perbandingan perubahan bukaan pada ruang kelas.

**Tabel 2. Perbandingan Desain Bukaan Eksisting dengan Desain Bukaan Rekomendasi Ruang Kelas SMP dan SMA**

EKSISTING	REKOMENDASI
 <p data-bbox="375 642 699 674">Detail Jendela 1 Sisi Barat</p>	 <p data-bbox="927 674 1422 705">Detail Rekomendasi Jendela 1 sisi barat</p>
 <p data-bbox="315 1035 756 1066">Detail Jendela 2 Sisi Barat Eksisting</p>	 <p data-bbox="927 1035 1422 1066">Detail Rekomendasi Jendela 2 Sisi Barat</p>
<p data-bbox="662 1098 1032 1129" style="text-align: center;"><b>Mengubah Dimensi bukaan</b></p> <p data-bbox="293 1131 1403 1194" style="text-align: center;">Ukuran bukaan diubah menjadi lebih tinggi agar sirkulasi udara yang masuk bisa optimal berdasarkan hasil analisis simulasi alternatif</p>	
 <p data-bbox="274 1497 797 1528">Sisi Barat Sebelum Ditambahkan Ventilasi</p>	 <p data-bbox="919 1497 1430 1528">Sisi Barat Setelah Ditambahkan Ventilasi</p>
<p data-bbox="574 1566 1118 1598" style="text-align: center;"><b>Menambahkan Bukaan Berupa Ventilasi</b></p> <p data-bbox="240 1600 1458 1667" style="text-align: center;">penambahan bukaan ventilasi merupakan salah satu faktor agar penghawaan dalam ruangan bisa optimal dan fungsi ventilasi sebagai saluran pembuangan hawa panas dalam ruangan.</p>	



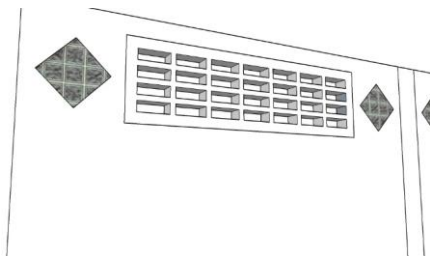
Sisi Barat Sebelum Ditambahkan Ventilasi di Bagian Bawah Dinding



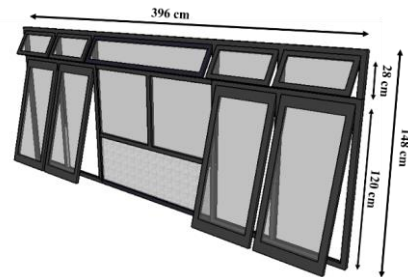
Sisi Barat Setelah Ditambahkan Ventilasi di Bagian Bawah Dinding

**Menambahkan Ventilasi di Bagian Bawah Ruangan**

Penambahan ventilasi di bagian bawah ruangan tidak hanya menambah estetika sebuah bangunan tetapi juga berfungsi sebagai jalan masuknya angin



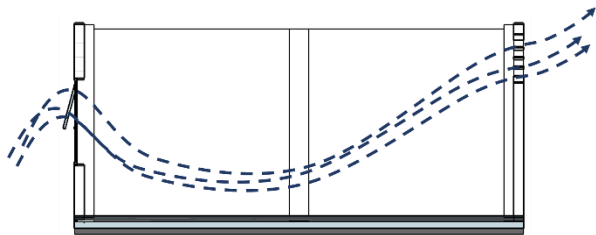
Detail Ventilasi di Sisi Timur R. Kelas Eksisting



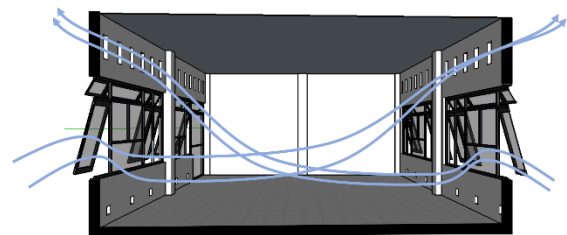
Detail Jendela Rekomendasi di Sisi Timur R. Kelas

**Menambahkan Jendela di Dinding Sebelah Timur**

Menambahkan jendela di dinding sebelah timur untuk melancarkan sirkulasi udara dalam ruangan agar terjadi, hal ini dinamakan ventilasi silang.



Potongan Ortogonal R. Kelas



Potongan Ortogonal R. Kelas Rekomendasi

**Menggunakan Sistem Ventilasi Silang**

Sistem ventilasi silang sudah terbukti untuk melancarkan sirkulasi udara dalam ruangan, maka dari itu rekomendasi ini cocok untuk ruang kelas dan menjaga suhu ruangan tetap nyaman.



#### 4. Kesimpulan

Berdasarkan hasil analisis dan pembahasan pada objek penelitian ini dapat diketahui bahwa bangunan Pondok Pesantren Darul Hikam ini dapat memanfaatkan sistem penghawaan alami secara maksimal terutama pada saat kegiatan belajar mengajar. Hal ini dapat dilihat dari cukup kencangnya angin dan kurang dioptimalkannya bukaan sebagai sistem sirkulasi udara, seperti jendela dengan dimensi yang kurang mendukung distribusi angin yang masuk dan keluar ruangan, serta kurangnya jumlah ventilasi untuk mengeluarkan udara panas dalam ruangan.

Bangunan Poondok Pesantren Darul Hikam mempunyai fasad yang tipikal dan *single loaded corridor* pada sisi barat. Bukaan pada bangunan kelas hanya terdapat pada bagian barat saja dan berupa tipikal, sedangkan bagian timur bangunan menggunakan bukaan berupa roster dan *glass block*. Hasil analisis ini ditemukan dari hasil pengukuran serta analisis simulasi pada bangunan kelas dan asrama bahwa penghawaan dalam ruangan kelas dan pesantren tidak sesuai standar yang ditentukan SNI 03-6572-2001 tentang tata cara perancangan sistem ventilasi dan pengkondisian udara pada bangunan Gedung.



Penelitian ini menggunakan beberapa tahapan dimulai dari evaluasi kondisi eksisting, Analisa dan simulasi kemudian ditemukan rekomendasi, simulasi pada penelitian ini menggunakan *software Ecotect Analysis 2011*. Variabel yang diteliti adalah bukaan pada kelas dan asrama Pondok Pesantren Darul Hikam.

Dari hasil pengukuran lapangan dan simulasi menggunakan *Ecotect Analysis* didapat bahwa temperatur ruang dalam asrama dan kelas tidak memenuhi standart SNI. Berdasarkan hasil pengukuran dan simulasi dapat ditarik kesimpulan sebagai berikut:

- a. Bukaan jendela dengan tipe jendela gantung serta ventilasi yang dimiliki oleh ruang kelas dan asrama memiliki kinerja yang kurang optimal serta belum memenuhi standar. Hal ini dapat dilihat dari luas bukaan jendela dan bukaan ventilasi yang kurang memenuhi standar sehingga pergerakan udara di dalam ruangan tidak dapat dimaksimalkan. Setelah dilakukan proses simulasi rekomendasi dengan mengganti tipe bukaan inlet dan outlet serta mengubah dimensi bukaan didapatkan hasil peningkatan kinerja serta menyeimbangkan kondisi temperatur udara dalam ruangan agar kenyamanan termal tetap terjaga
- b. Hasil rekomendasi desain terpilih akan diterapkan pada seluruh lantai. Melihat hasil pengukuran awal yang dilakukan pada 3 ruang kelas SMP, 3 ruang kelas SMA, 2 asrama SMP, dan 2 asrama SMA yang menunjukkan kondisi udara belum memenuhi kriteria kenyamanan termal.

Dengan menggunakan proses desain metode eksperimntal ditemukan beberapa rekomendasi desain bukaan yang dapat mengoptimalkan penghawaan alami pada bangunan kelas dan asrama, yaitu:

Hasil rekomendasi menunjukkan bahwa bangunan kelas dan asrama masih bisa mengoptimalkan penghawaan alami sebesar 13.8%. Agar tidak meningkatkan konsumsi untuk alat penghawaan buatan yang relatif besar dan penghawaan yang sesuai standar pada pagi, siang, dan sore hari, terutama pada saat kegiatan belajar mengajar.

## Daftar Pustaka

- Nugroho, A.M. (2011). A preliminary *Study of Thermal Environment in Malaysia's Terraced Houses*, *Journal and Economic Engineering*: 2(1), 25-28.
- Koenigsberger, 1973, *Manual of Tropical Housing and Building Design*, s.l. : Orient Longman
- ASHRAE. (2009). *Handbook of Funfamental*. USA: ASHRAE.
- Lippsmeier. (1997). *Bangunan Tropis*. Jakarta: Erlangga.
- Lechner. (2007). *Heating, Cooling, Lighting: Metode Desain Untuk Arsitektur*. Penerjemah, Sandriana Siti. Edisi kedua cetakan pertama. Jakarta: PT Raja Grafindo Persada
- Melaragno. (1982). *Wind in Architectural and Environmental Design*. New York: Van Nostrand Reinhold Company. Page 41, 346, 377-378, 381.